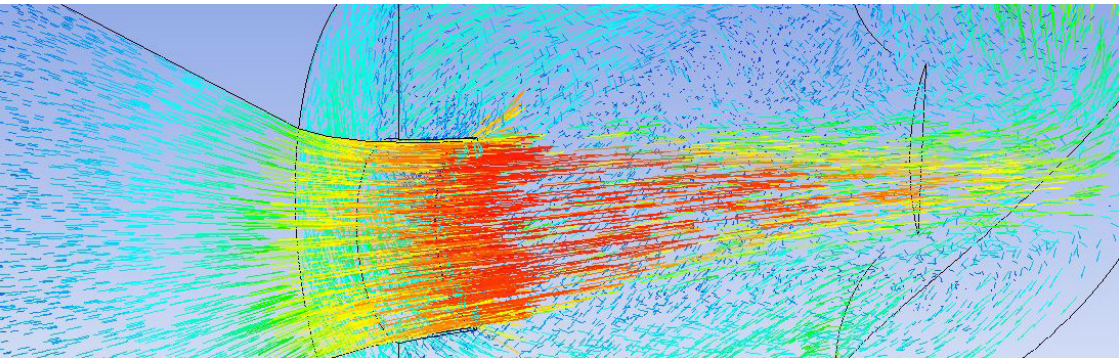


TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Tätigkeitsbericht 2007 - 2011



Progress Report 2007 - 2011

GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	7
Lehre	9
Forschung	31
Modellversuche.....	53
Gutachten	82
Institut	101
Partner aus Wirtschaft und Verwaltung	127

CONTENT

Vorwort	7
Teaching	9
Research.....	31
Model tests	53
Expertises	82
Institute.....	101
Partners from Business and Administration.....	127

VORWORT

Dieser Arbeitsbericht fasst unsere Aktivitäten aus den vergangenen fünf Jahren exemplarisch zusammen. Übergeordnet dabei ist die Energieerzeugung aus regenerativer Wasserkraft im nachhaltigen Umgang mit unserer Natur.

In der Lehre konnte die Umstellung auf das Bachelor- und Masterstudium vollzogen werden. Dabei sind wir bestrebt, die Anwendung theoretischer Grundlagen mit für die Praxis relevanten Fragestellungen zu verbinden. BauingenieurabsolventInnen sind am Arbeitsmarkt sehr begehrt und können neuen Anforderungen durch ihre ingenieurwissenschaftliche Ausbildung flexibel begegnen.

Mit dem Wasserbaulabor sind wir in der Lage, besondere Fragestellungen für die Wirtschaft zu beantworten. Prämisse dabei ist, dass anhand der bearbeiteten Aufgaben mittelfristig verallgemeinerte Erkenntnisse publiziert werden. Dadurch können wissenschaftliche Grundlagenarbeiten längerfristig abgesichert werden und in die Lehre einfließen. Wir führen Modellversuche für Wasserkraftanlagen in Hinblick auf Anströmung sowie Förderfähigkeit von Wehranlagen und Energiedissipation durch. Dem Thema Sedimenttransport und Verlandung wird neben Grundlagenuntersuchungen im Labor, in situ Versuchen bei Stauräumen wie auch mit Hilfe numerischer Berechnungen hohe Aufmerksamkeit geschenkt. Im Bereich des Hochwasserschutzes durch bauliche Maßnahmen und der Risikobetrachtung konnten wichtige Projektuntersuchungen durchgeführt werden. Für Hochdruckanlagen sind Detailuntersuchungen für Wasserschlösser und Bestimmung von hydraulischen Verlusten im Triebwassersystem Gegenstand der Forschung. Neben hydraulischen Fragestellungen werden auch strukturelle Aufgaben, wie z.B. die Sicherheitsuntersuchung bei Staubauewerken oder bei Verschlussorganen mit Hilfe numerischer Simulationsmethoden bearbeitet.

Besonderer Dank für das Erreichen unserer Zwischenziele gilt meinen MitarbeiterInnen; wir sind durch das gemeinsame Engagement und durch unsere Zusammenarbeit erfolgreich und damit für zukünftige Herausforderungen gut vorbereitet.

Univ.-Prof. DI Dr.techn.
Gerald Zenz

Institutsvorstand
Head of the Institute



PREFACE

This progress report outlines exemplary our activities of the past five years. Precedence has thereby the energy production from regenerative hydropower in a sustainable manner for our environment. In teaching the transition to the bachelor- and master studies had been accomplished successfully. Therefore it is our endeavor to combine the application of theoretical basics with for the professional practice relevant themes.

With the hydraulic laboratory we are in the position to solve particular problems for the economy. The premise for this is that on the basis of work in progress intermediate general findings are published. By this fundamental scientific work can be ensured in the long run and will contribute again to have some influence on teaching. We are conducting model tests for hydro power plants in respect of inflow, as well as weir capacity, and energy dissipation. The subject-matter of sediment transport and sedimentation aside from basic research tests in the laboratory is also devoted close attention to as is with in-situ investigations in reservoirs, as well as to numerical modeling. In the field of flood risk management with structural measures and risk assessment an important research project could be carried out. For high head schemes detailed investigations of surge tanks and the determination of hydraulic losses in the power conduit system are subjects of research. Aside from hydraulic issues structural and mechanical tasks such as the safety assessments of dam structures or of operating devices are investigated by the means of numerical simulation methods.

Special thanks deserve my employees for accomplishing intermediate objectives; we are successful due to our common engagement and collaboration and are thus well prepared for future challenges.

In den Grundvorlesungen werden die technische Hydraulik und der konstruktive Wasserbau gemeinsam mit der Wasserwirtschaft gelesen. Mit der Bachelor Ausbildung werden Grundlagen für das Konstruieren geschaffen. In der Master Ausbildung „Geotechnik und Wasserbau“ wird eine vertiefende Ausbildung des ökologischen Wasserbaus, der instationären Hydraulik, der numerischen Rechenverfahren, der konstruktiven Gestaltung wasserbaulicher Anlagen, der Wasserwirtschaft, der Bauwerksüberwachung und des hydraulischen Modellversuchswesens vermittelt.

In the basic courses technical hydraulics and hydraulic engineering are read together with water resources management. With the bachelor education the basics are laid for constructing. In the master education „geotechnic and hydraulic engineering“ an in-depth training of ecological hydro-engineering, non-stationary hydraulics, numerical methods, the design and construction of hydraulic structures, water management, construction supervision, and the hydraulic model tests is given.

LEHRE

Teaching



INHALTSVERZEICHNIS

Lehrveranstaltungen	11
Wasserbauexkursion	14
Abgeschlossene Diplom- / Masterarbeiten und Dissertationen	20

CONTENT

Courses	11
Hydraulic engineering excursion	14
Finished Diploma- / Master theses and Dissertations	20

Lehrveranstaltungen

Basierend auf einem breiten Angebot an Lehrveranstaltungen erfolgt die Wissensvermittlung im Bereich des Wasserbaus und der Wasserwirtschaft in theoretischen Vorlesungen sowie in praktischen Übungen und Exkursionen. Dabei haben die StudentInnen u.a. die Möglichkeit mittels Versuche im Wasserbaulabor selbständig physikalische Gesetzmäßigkeiten zu untersuchen.



StudentInnen in einer Vorlesung | Students in a lecture

Zusätzlich wird durch die Einbindung von StudentInnenarbeiten in aktuelle Forschungsprojekte sowie durch eine enge Kooperation mit Abteilungen der Bundesländer und auch Energieversorger versucht, schon früh einen engen Kontakt zu realen Projekten herzustellen.

Das Institut ist bestrebt die Qualität der Lehre ständig zu verbessern und mit einer praxisnahen Lehre auf die Bedürfnisse der StudentInnen einzugehen. Ein kontinuierliche Überarbeitung der Skripten und Einbeziehung der modernsten Lernhilfsmittel sind dem Institut ein besonderes Anliegen.

In nachfolgenden Tabellen wird eine Übersicht über die angebotenen Lehrveranstaltungen der letzten fünf Jahre gegeben.

Courses

Based on a wide range of courses, the knowledge transfer takes place in the field of hydraulic engineering and water management in theoretical lectures and practical exercises as well as in field trips. In this progress the students have the possibility, amongst others, to investigate physical principles independently by the means of laboratory tests.



StudentInnen bei Felduntersuchungen | Students during field works

In addition, by integrating students work in current research projects, and through a close cooperation with departments of Provinces and utility companies the institute attempts to provide a close contact to real projects in an early stage.

The institute is committed to improve the teaching quality continually and to respond with hands-on teaching to the needs of students. An ongoing review of the scripts and the integration of modern learning media are of particular importance for the institute.

In the tables below an overview of the courses offered in the last five years is given.

WINTERSEMESTER | Wintern term

Lehrveranstaltung Courses	2011	2010	2009	2008	2007
Hydraulik GL Hydraulics Basics	•	•	*1	*1	*1
Bachelor-Projekt 213 Bachelor-Project 213	•	•	•	•	•
Projektierung u. Überwachung wasserbaulicher Anlagen Design and Monitoring of Hydraulic Structures	•	•	•	•	•
Risiko- und Katastrophenmanagement Management of Risk and Disasters	•	•	•	•	•
Energiewirtschaft Energy management	•	•	•	•	•
Landschaftsgestaltung im Wasserbau Landscaping in hydraulic engineering	•	•	•	•	•
Hydraulik Hydraulics	•	•	•	•	•
Hydraulik VA Hydraulics - Deepened training	•	•	•	•	•
Numerik im Wasserbau Numerics in Hydraulic Engineering	•	•	•	•	•
Wasserwirtschaft Water Resources Management	•	•	•	•	•
Master-Projekt 213 Master project 213	•	•	•	•	•
Hydraulisches Versuchswesen, FS Hydraulic modelling, Privatissimum	•	---	---	---	---

SOMMERSEMESTER | Summer term

Lehrveranstaltung Courses	2011	2010	2009	2008	2007
Wasserkraftanlagen, Einführung, M,WM - VO Hydraulic Power Schemes for Mechanical Engineering Students, VO	•	•	•	•	•
Wasserkraftanlagen, Einführung, M,WM - VU Hydraulic Power Schemes for Mechanical Engineering Students, VU	•	•	•	•	•
Konstruktiver Wasserbau GL Hydraulic Engineering - Basics	•	•	•	•	•
Bachelor-Projekt 213 Bachelor-Project 213	•	•	•	•	*2
Projekt praktisch (Bachelor) Project practical (Bachelor)	---	---	---	---	•
Konstruktiver Wasserbau Hydraulic Engineering	•	•	•	•	•
Versuchstechnik und Laborübungen im Wasserbau Experimental Technology and Laboratory Exercises in Hydr. Eng.	•	•	•	•	•
Fluss- und Sedimenthydraulik River- and Sediment Hydraulics	•	•	•	•	•
Exkursion Wasserbau Hydraulic Engineering Excursion	•	•	•	•	•
Masterprojekt 213 Master project 213	•	•	•	•	•
Wasserbau FS Hydraulic Engineering, Privatissimum	•	•	•	•	•

•

Angebote Lehrveranstaltung
Offered Lecture

*1

Titel: Hydromechanik und Hydraulik
Title: Hydro mechanics and Hydraulics

Lehrveranstaltung wurde nicht angeboten
Lecture not offered

•

Angebote Lehrveranstaltung
Offered Lecture

*2

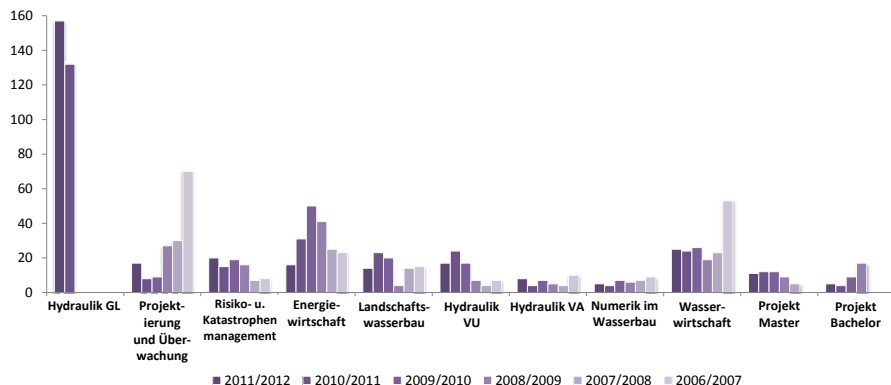
Titel: Projekt theoretisch (Bachelor)
Title: Project theoretical (Bachelor)

Lehrveranstaltung wurde nicht angeboten
Lecture not offered

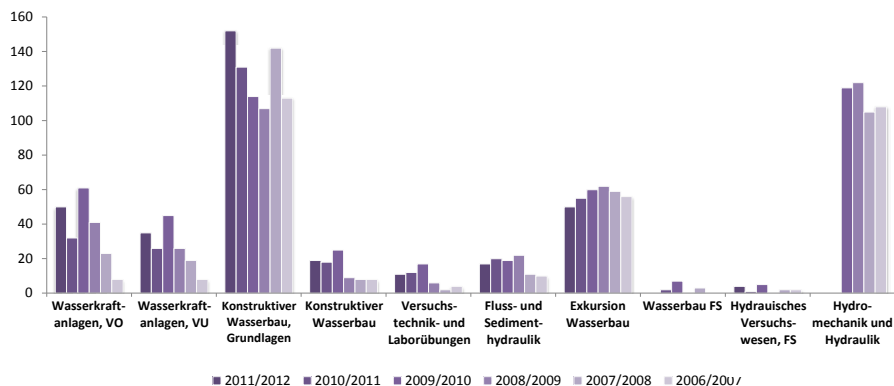
In der Ausbildung zum / zur BauingenieurIn werden im Bachelor die entsprechenden Grundlagen aus allen Disziplinen der Bauingenieurkunst unterrichtet. Im Masterstudium haben die StudentInnen die Möglichkeit sich auf einem Gebiet zu spezialisieren. Einer von vier Masterstudiengängen ist „Geotechnik und Wasserbau“. Seit dessen Einführung 2008 haben insgesamt 31 StudentInnen diesen Weg gewählt. Dies spiegelt sich auch in der Darstellung der Teilnehmerzahlen der einzelnen Lehrveranstaltungen wider. Lehrveranstaltungen in der Grundausbildung (z.B. Hydraulik GL, Konstruktiver Wasserbau GL) weisen deutlich höhere Teilnehmerzahlen auf als jene, die dem Masterstudium zugeordnet sind.

In the education as civil engineer, the corresponding basics from all disciplines of civil arts are taught in the bachelor. In the master's program students have the opportunity to specialize themselves in one area. One of four master programs is „geotechnic and hydraulic engineering.“ Since its launch in 2008, a total of 31 students have chosen this path. This is also reflected in the presentation of the number of participants in the individual courses. Lectures in basic training (e.g. hydraulics basis, hydraulic engineering basics) have a significant higher number of participants than those who are assigned to the master's program.

Wintersemester | Winter term



Sommersemester | Summer term

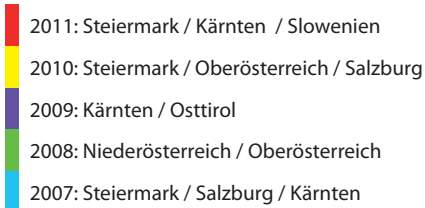


Wasserbauexkursion

Ende Mai / Anfang Juni wird traditionell eine Wasserbauexkursion veranstaltet. Diese ermöglicht den StudentInnen das theoretisch Gelernte in der praktischen Anwendung zu erleben. Durch Führungen mit Fachexperten vor Ort, der Möglichkeit tiefergehende Fragen zu stellen und auch potentielle Arbeitgeber kennenzulernen, ist diese Lehrveranstaltung von besonderer Wichtigkeit.

Exkursionen

In nachfolgender Karte sind die Exkursionsziele der letzten fünf Jahre dargestellt, wobei jede Farbe die Exkursionsziele eines Jahres kennzeichnet.

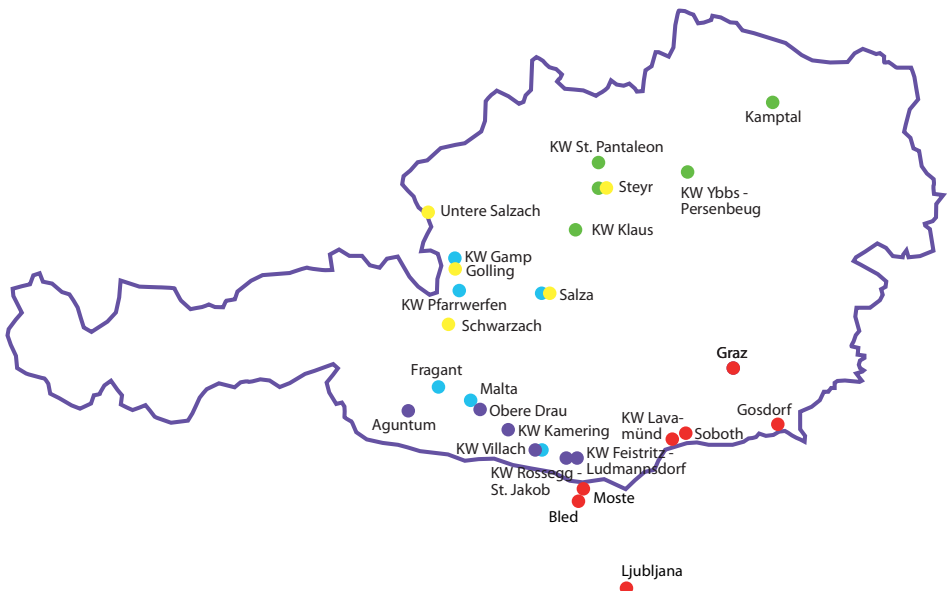


Hydraulic engineering excursion

Traditionally late May / early June a hydraulic excursion is held. This allows the students to experience what they have learned in theory and practice. By the means of guided tours with experts on site, the possibility to ask more in-depth questions and to meet potential employers, this course is of particular importance.

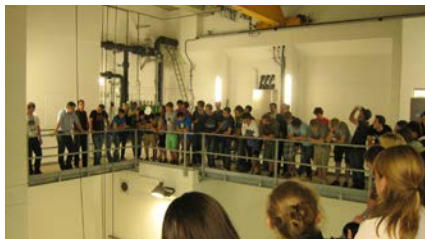
Excursions

In the following map, the field trip destinations of the last five years are shown, whereof each color indicates the excursion destinations of a certain year.



Wasserbau Exkursion 23.05. - 24.05.2011

Am ersten Tag wurde der **Speicher Soboth**, der als Wasserspeicher für das Kraftwerk „Koralpe“ dient, besucht. Hier hatten die StudentInnen die Möglichkeit das Innere einer Talsperre samt ihrer Messgeräte und Kontrollgänge kennenzulernen. Im Anschluss wurden das zugehörige Krafthaus sowie das **Flusskraftwerk Lavamünd** an der Drau besichtigt.



KW Lavamünd | HPP Lavamünd

Der nächste Stop war das **KW Moste** in Slowenien. Dieses Kraftwerk liegt an der Save und ist eines der wenigen Speicherkraftwerke Sloweniens. An der engsten Stelle des Flusses wurde eine 59,6 m hohe Bogenmauer errichtet, welche 1952 fertiggestellt wurde. Als zweites slowenisches Kraftwerk wurde das nur 2 km entfernte **KW Zavrznica** besichtigt. Die Talsperre aus Beton weist eine Höhe von 18,0 m und eine Länge von 35,0 m auf. Genächtigt wurde in **Bled**, jedoch nicht ohne zuvor mit Prof. Zenz einen Abendlauf zu unternehmen.

Am zweiten Tag stand der Besuch des Instituts für Wasserbau der **Universität Ljubljana** am Programm. Die StudentInnen bekamen einen Einblick in das Wasserbaulabor, wo u.a. Rohrmodelle, Flussumleitungen, Speicher, Turbineneinläufe in physikalischen Modellen untersucht werden sowie in die weiteren Tätigkeitsbereiche des Instituts. Auf der Rückreise nach Graz wurde der akute Sedimentmangel der **Grenzmur**, die damit einhergehenden Eintiefung sowie die als Gegenmaßnahme initiierte Flussaufweitung in Gosdorf besichtigt.

Hydraulic engineering excursion 23rd - 24th May 2011

On the first day, the **Reservoir Soboth**, which serves as a water reservoir for the power plant „Koralpe“, was visited. Here the students had the possibility to get to know the interior of a dam along with their measuring devices and inspection galleries. Following, the corresponding power house and the **River Power Plant Lavamünd** on the river Drava were visited.



Universität Ljubljana | University Ljubljana

The next stop was the **HPP Moste** in Slovenia. This power plant is located on the Sava River and is one of the few storage power plants in Slovenia. At the narrowest point of the river a 59.6 m high arch dam was built, which was finished in 1952. As second Slovenian power plant the **HPP Zavrznica** was visited, which is located only 2 km away. The concrete dam has a height of 18.0 m and a length of 35.0 m. The night was spent in **Bled**, but not without an evening run with Prof. Zenz.

On the second day the visit of the Institute of Hydraulic Engineering of the **University of Ljubljana** was on the agenda. The students got an insight into the hydraulic engineering laboratory, where among others pipe models, river diversions, storages, turbine intakes are studied in physical models tests as well as in the other activities of the Institute. On the return trip to Graz, the acute shortage of sediments in the **Grenzmur**, the consequent deepening as well as the initiated widening of the river as a countermeasure in Gosdorf have been visited.

Wasserbau Exkursion 17.05. - 18.05.2010

Das erste Ziel war die Besichtigung des **Hochwasserschutzes in Steyr**. Seit dem Hochwasser 2002 wurden hier wichtige Baumaßnahmen zum Schutz der Stadt umgesetzt, so etwa die Errichtung eines Nebenarms zur Geschiebeablagung in der Steyr, der Teilabtrag einer Insel in der Enns oder der Bau von Schutzdämmen am Ramingbach. Der Nachmittag stand im Zeichen der **Sanierung der Unteren Salzach**, wo Maßnahmen zur Wiederherstellung langfristig stabiler flussmorphologischer Verhältnisse, als Gegenwirkung zur Flussbetteinführung besichtigt wurden.



Pumpwerke Hochwasserschutz Golling |
Pumping station flood protection Golling

Ein weiteres **Hochwasserschutzprojekt** wurde tags darauf in **Golling** besucht. Bereits bei einem HQ10 traten hier Überschwemmungen auf, so dass der Bau von Schutzmaßnahmen unumgänglich war. Dazu zählen etwa Hochwasserschutzmauern und -dämme mit entsprechender Hinterlandentwässerung sowie auch ökologische Begleitmaßnahmen. Bei den nächsten zwei Exkursionspunkten hatten die StudentInnen die Möglichkeit Wasserkraftprojekte hautnah zu erleben. Zuerst stand das sich derzeit in Generalsanierung befindliche **KW Schwarzach** auf dem Programm, wo die Fortschritte der Bauarbeiten des Ausgleichsbeckens Brandstatt sowie Arbeiten am Druckstollen besichtigt werden konnten. Bei der **Sperre Salza** konnten die in den letzten Jahren stattgefunden Revitalisierungsmaßnahmen begutachtet werden.

Hydraulic engineering excursion 17th - 18th May 2010

The first destination was the visit of the flood protection in Steyr. Since the flood 2002 important construction measures were realized for the protection of the city. Amongst others e.g. the construction of a branch for sediment deposit in the river Steyr, the partly removal of an island in the river Enns and the construction of protection dams at the Ramingbach. The afternoon was dedicated to the **rehabilitation of the Lower Salzach**, where measures for the recreation of long-term, stable stream morphology conditions to counteract against river bed erosion were visited.



Lotkammer - KW Salza | Monitoring chamber - HPP Salza

A further **flood protection project** was visited the next day in **Golling**. Already a 10-year flood caused inundations, so that the constructions of flood protection measures were necessary. These include flood walls and dams with an appropriate back country drainage as well as environmental accompanying measures. At the next two excursion points, the students had the opportunity to experience hydropower projects directly. First the **HPP Schwarzach** was on the agenda, where the overall refurbishment was in work and the progress of constructions works of the equalization basin Brandstatt as well as the work at the pressure tunnel were showcased. At the **dam Salza** the revitalization measures of the past years could be surveyed.

Wasserbau Exkursion 18. - 19.05.2009

Mit dem **KW Feistritz Ludmannsdorf** und dem **KW Rossegg - St. Jakob** wurden zwei Flusskraftwerke an der Drau besichtigt, wobei es sich bei letzterem um ein Ausleitungskraftwerk handelt. So konnte den StudentInnen die Unterschiede der beiden Kraftwerkstypen anschaulich präsentiert werden. Zusätzlich zu den wasserbaulichen Projekten wurde ein kulturelles Highlight - nämlich die **Römerstadt Aguntum** - mit ihren historischen Ausgrabungen besucht.



Gruppenbild | Group picture

Bei einem Abendlauf mit Prof. Zenz entlang der Drau konnten die StudentInnen die Eindrücke des Tages Review passieren lassen und offene Fragen diskutieren. Zur Abdeckung von landschaftswasserbaulichen Aspekten wurde das **Renaturierungsprojekt Obere Drau**, das sich in einem Natura2000 Gebiet befindet, angesteuert. Um einen Hochwasserschutz zu ermöglichen sowie die Strukturökologie zu verbessern, wurde eine Reihe von Maßnahmen umgesetzt, wie z.B. Entfernung von Steinbuhnen und alten Verbauungen oder Neuanbindung einer Flutmulde. Die Gewölbemauer der Sperre Wiederschwing mit dem zugehörigen **Kraftwerk Kamering** am Weißenbach erlaubte den StudentInnen einen Einblick die Funktionsweise eines Speicherkraftwerks. Die von der Wasserrahmenrichtlinie geforderte Durchgängigkeit der Flüsse wurde am **KW Villach** mit dem Bau einer Fischeufstiegsanlage Rechnung getragen, welches den letzten Programmpunkt der Exkursion darstellte.

Hydraulic engineering excursion 18th - 19th May 2009

Two river power stations, namely **HPP Feistritz Ludmannsdorf** and **HPP Rossegg - St. Jakob** were visited at the river Drava, whereof the last mentioned plant is a diversion power plant. By this means, the differences in the both types of power plants could be presented in a very clear way. Additional to the hydro-engineering projects a cultural highlight - the **Roman town Aguntum** - was visited with its archeological excavations.



Abendlauf mit Prof. Zenz | Evening run with Prof. Zenz

During an evening run with Prof. Zenz the students had the possibility to look back on the impressions of the day and to discuss open questions. To cover the landscape water engineering aspects the **renaturation project Upper Drava**, which is situated in a Natura2000 area, have been visited. To enable a flood protection as well as to improve the structural ecology, a set of measures have been realized, as e.g. removal of stone groins and old river training structures or new connection of a flood channel. The arch dam of the barrage Wiederschwing with the corresponding **HPP Kamering** at the Weißenbach allowed the studentes an insight in the functionality of a storage power station. At the **HPP Villach** the river continuity demanded by the water framework directive is implemented via the construction of a upstream fish migration. This was the final point on the agenda of the excursion.

Wasserbau Exkursion 05.06. - 06.06.2008

2008 führte die Wasserbau Exkursion in den Norden Österreichs, nach Nieder- und Oberösterreich.

Als erstes Bauwerk wurde die 1975 errichtete **Sperre Klaus** an der Steyr besichtigt wo von der Ennskraftwerke AG detaillierte Informationen an die StudentInnen weitergeben wurden.

Das **KW St. Pantaleon** an der Enns ist die unterste Stufe der fast 100 km langen Ennskette zwischen der steirisch - oberösterreichischen Landesgrenze. Im Zuge der Exkursion wurden sowohl die **Wehranlage Thurnsdorf**, als auch das Krafthaus St. Pantaleon besucht.

Im Vergleich dazu wurden mit der Besichtigung des ältesten österreichischen Donaukraftwerks **Ypps-Persenbeug** die Anforderungen beim Bau und Betrieb eines Kraftwerks an einem Fluss mit Schifffahrtsbetrieb vermittelt.



Hochwasserschutz Krems | Flood protection Krems

Beim Jahrhunderthochwasser 2002 waren besonders die Bundesländer Nieder- und Oberösterreich betroffen. Eine Vielzahl an Maßnahmen zum Hochwasserschutz wurden bis 2008 umgesetzt. Aus diesem Grund wurden Besichtigungen des **Hochwasserschutzes im Kampthal**, als einer der Hot Spots 2002, sowie von **Steyr**, einer Stadt mit langer Hochwassertradition, durchgeführt. Der Transport zwischen den beiden Exkursionszielen erfolgte mittels Schifffahrt auf der Donau.

Hydraulic engineering excursion 05th - 06th June 2008

In 2008, the hydraulic engineering field trip headed towards the north of Austria, to Lower and Upper Austria.

As first construction the 1975 built **dam Klaus** at the Steyr was visited and detailed information were given from the Ennskraftwerke AG to the students.

The **HPP St. Pantaleon** at the Enns is the lowest step of the almost 100 km long Enns-chain between the Styrian-Upper Austrian border. During the trip, both the **weir Thurnsdorf**, as well as the powerhouse St. Pantaleon were visited.

In comparison, the visit of the oldest Austrian Danubepowerplant **Ypps-Persenbeug**, imparted the requirements for the construction and operation of a power plant at a major stream with shipping operations.



Gruppenbild | Group picture

During the hundred year flood 2002 especially the provinces of Lower and Upper Austria were affected. A variety of measures for flood protection have been implemented until 2008. Due to this cause, **flood protection measures** in the **Kamp Valley**, one of the hot spots in 2002, and the city of **Steyr**, a town with a long flood tradition, were visited. The transport between the two excursion destinations was carried out using a boat on the Danube.

Wasserbau Exkursion 24.05. - 25.05.2007

Der erste Besichtigungspunkt der diesjährigen Exkursion war die **Sperre Salza** und deren Bauarbeiten zur Revitalisierung der Anlage wie z.B. der Hochwasserentlastung und des Grundablasses. Mit dem **KW Pfarrwerfen** an der Salzach konnten die Bauarbeiten an einem Flusskraftwerk in der Praxis erlebt werden. Nur einige Kilometer weiter war es möglich das revitalisierte **KW Gamp**, als ein Beispiel eines jüngst fertiggestellten Projekts, zu besichtigen.

Die **Kraftwerksgruppe Fragant** der KELAG mit dem Krafthaus Malta stand im Mittelpunkt des zweiten Tages der Exkursion. Neben der wunderschönen hochalpinen Szenerie erhielten die StudentInnen interessante Informationen über den Betrieb und den Bau von Speichieranlagen in großen Höhen. Das Highlight des Tages war die Besichtigung der Baustelle des Pumpspeicherkraftwerks Feldsee, das als Erweiterung der bestehenden Kraftwerksgruppe Fragant gebaut wurde.



Baustelle KW Pfarrwerfen | Construction site HPP Pfarrwerfen

Der Nachmittag stand im Zeichen der Fische. Eine Fischaufstiegsbaustelle am **KW Villach** sowie ein Umgehungsgerinne beim **KW Anna-brücke** ermöglichten den StudentInnen einen Einblick in aktuelle Ausführungsformen dieser durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie vorgeschriebenen Bauwerke.

Hydraulic engineering excursion 24th - 25th May 2007

The first visit of this year's excursion was the **Dam Salza** and the construction for the revitalization of the plant such as the spillway and bottom outlet. With the **KW Pfarrwerfen** on the Salzach the construction work on a river power plant could be experienced in practice. Only a few kilometers away, it was possible to visit the revitalized **KW Gamp**, as an example of a recently completed project.

The **power plant group Fragant** of the KELAG with the power house Malta was in the center of attention on the second day of the excursion. In addition to the beautiful alpine setting the students were given interesting information about the operation and construction of storage facilities in high altitudes. The highlight of the day was the visit of the construction site of the pumped storage power plant Feldsee, which was built as an extension of the existing power plant Fragant group.

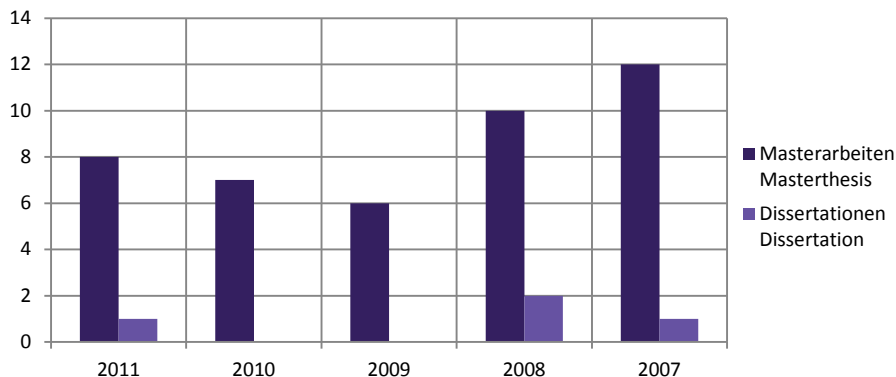


Vortrag KW Gamp | Presentation HPP Gamp

The afternoon was dedicated to fishes. A construction site of a fish ladder at the **HPP Villach** and a bypass channel at the **HPP Annabrücke** allowed the students an insight in the latest design versions of these constructions ordered by the EU Water Framework Directive.

Abgeschlossene Diplom- / Masterarbeiten und Dissertationen

Im Zeitraum von 2007 - 2011 wurden insgesamt 43 Master- bzw. Diplomarbeiten sowie vier Dissertationen am Institut abgeschlossen.



Abgeschlossene Diplom- / Masterarbeiten und
Dissertationen

Wie aus nachfolgender Auflistung ersichtlich wurde von den StudentInnen ein breites Spektrum an Themen behandelt. Der Großteil der Arbeiten sind als Langfassungen auf der Instituts-Webseite unter dem Menüpunkt „Links“ verfügbar. Die Diplom- und Masterarbeiten werden in dieser Publikation mit Angabe der AutorInnen und dem zugehörigen Titel vorgestellt. Die Präsentation der verfassten Dissertationen erfolgt mit Kurzzusammenfassungen der Arbeiten.

2011 - Diplom- / Masterarbeiten

» Sajjad Shafaroudi

Sedimente im physikalischen Modellversuch am Beispiel der Wasserkraftanlage Schönau - Anwendbarkeit und Grenzen

» Gerfried Klammer

Bestimmung der kritischen Schubspannung bei kohäsiven Sedimenten

Finished Diploma- / Master theses and Dissertations

In the period from 2007 to 2011 altogether 43 master respectively diploma theses as well as four dissertations have been finished at the Institute.

As shown in the following list a broad spectrum of topics has been covered by the students. The main part of the works is available as long-versions at the website of the Institute, menu item „links“. The diploma- and master theses are presented in this publication with information about the author and the corresponding title. The presentation of the dissertation will be done with an executive summary.

2011 - Diploma / Master theses

» Sajjad Shafaroudi

Sediment in the physical model test in the case study of the Schönau hydropower plant - applicability and limitations

» Gerfried Klammer

Determination of the critical shear stress for cohesive sediments

» **Edwin Staudacher**

Hybride Modellierung des Verformungsverhaltens einer Gewichtsmauer - Beispiel Sperre Großer Mühlendorfer See

» **Markus Goldgruber**

Numerische Untersuchung der Felskeilstabilität im Widerlager der Luzzzone Stau-mauer bei Erdbebenbelastung

» **Alexandra Praxl-Abel**

Hochwasserschutz mit Schwerpunkt Mobiler Hochwasserschutz

» **Marco Oblasser**

2D numerische Modellierung eines Wehrüberfalls

» **Wolfgang Lammerer**

Sicherheit von Talsperren

» **Christopher Schreiber**

GIS software tool Vapidro-Aste Applicability for an Austrian alpine drainage area

» **Edwin Staudacher**

Hybrid modeling of the deformation behavior of a gravity dam - exemplary for the dam Großer Mühlendorfer See

» **Markus Goldgruber**

Numerical investigation of the stability of a wedge in the abutment of the Luzzzone Dam at seismic loading

» **Alexandra Praxl-Abel**

Flood protection with main focus on mobile flood protection

» **Marco Oblasser**

2D numerical simulation of a free overflow spillway

» **Wolfgang Lammerer**

Safety of dams

» **Christopher Schreiber**

GIS software tool Vapidro-Aste Applicability for an Austrian alpine drainage area

2011 - Dissertation

Christine Sindelar

Dimensionierung einer Pendelrampe

Das Ergebnis der Dissertation sind praktische Dimensionierungsrichtlinien für Pendelrampen, die sich für kleine Flüsse mit moderatem Bemessungshochwasser eignen. Die Ermittlung der Richtlinien erfolgte in drei Teilen.



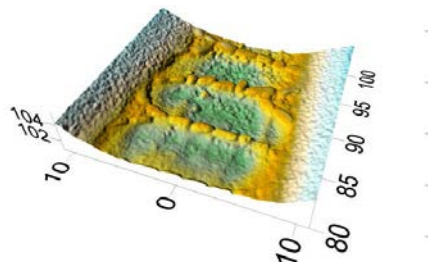
Pendelrampe Stübmingbach |
Meandering Ramp Stübmingbach

2011 - Dissertation

Christine Sindelar

Design of a Meandering Ramp

The results of this dissertation are applied dimension principles, which are suitable for small rivers with moderate design floods. The determination of the principles was carried out in three parts.



3D-Oberfläche Modellversuch | 3D-Surface model test

Teil 1: Physikalischer Modellversuch für eine Pendelrampe in Niederösterreich mit beweglicher Sohle.

Teil 2: Grundlegende Untersuchungen im Glasgerinne zur Bestimmung eines semi-empirischen Kriteriums des Fließübergang von tumbling auf rapid flow in Abhängigkeit der Designparameter Riegelabstand, Beckentiefe und Rampenneigung.

Teil 3: Druckmessungen an einem Einzelstein zur Bestimmung des Widerstandbeiwerts und des Verhältnisses von Auftriebs- zur Widerstandskraft.

Die Dissertation ist in folgender Publikation veröffentlicht worden und kann über das Institut bezogen werden:

Sindelar, C. (2011): Design of a Meandering Ramp, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, Band 63

Part 1: A physical model test for a specific meandering ramp located at a small river in Lower Austria was performed with a mobile bed.

Part 2: A basic flume test was performed to determine a semi-empirical criteria of the flow transitional discharge from tumbling to rapid flow according to the design parameters step spacing, step height and ramp slope.

Part 3: Pressure measurements around a single stone were carried out. From these measurements it was possible to calculate the drag force and the lift force acting on the single stone.

The dissertation is published in the following publication and can be bought at the Institute: Sindelar, C. (2011): Design of a Meandering Ramp, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, Band 63

2010 - Diplom- / Masterarbeiten

- » **Gisbert Kulterer**
Hochdruckanlagen in der Steiermark
- » **Alexander Bickel**
Wasserwirtschaftliches Management der Wasserkraftwerke an der unteren Gurk, Teil II - Numerische Abflusssimulation
- » **Thomas Lebesmühlbacher**
Akzeptanz von Wasserkraftanlagen
- » **Pia Scheiflinger**
Wasserwirtschaftliches Management der Wasserkraftwerke an der Gurk, Teil I - Erfassung der Kraftwerksanlagen
- » **Johanna Sonnweber**
Optimierung einer Kleinwasserkraftanlage in Bezug auf Restwassernutzung und Eisstoß

2010 - Diploma / Master theses

- » **Gisbert Kulterer**
High-pressure power stations in Styria
- » **Alexander Bickel**
Hydraulic management of the hydro power plants at the lower part of the river Gurk, Part II - Numerical Flow Simulation
- » **Thomas Lebesmühlbacher**
Acceptance of hydro power plants
- » **Pia Scheiflinger**
Hydraulic management of the hydro power plants at the lower part of the river Gurk, Part I - Recording of the power plants
- » **Johanna Sonnweber**
Optimization of a small hydropower plant in terms of the usage of residual water and ice jams

» **Johannes Wall**

Pumpspeicherkraftwerke - Im Spannungsfeld zwischen der europäischen Wasser-rahmenrichtlinie und der Liberalisierung des Strommarktes

» **Madeleine Wilding**

Akzeptanz von Wasserkraftanlagen

» **Johannes Wall**

Pump storage plants - in conflict between the European water framework directive and the liberalisation of electricity markets

» **Madeleine Wilding**

Acceptance of hydro power plants

2009 - Diplom- / Masterarbeiten» **René Gruber**

Erfassung und Beurteilung von Dichteströmen am Beispiel des Sölkseichers

» **Stefan Haun**

Parameterstudie zur Berechnung von Druckverlusten beim Düsenstrahlverfahren

» **Stefan Ribitsch**

Entwicklung einer Gleitschalung für die Herstellung horizontaler Freispiegelstollen im Wasserbau

» **Bettina Neugschwandtner**

Kriterien für eine Baustellenfertigung von Stahlwasserbaukomponenten

» **Christoph Ortner**

3D numerische Modellierung von Laborversuchen in einem Glasgerinne

» **Georg Saueregger**

Untersuchung von Kolmationsprozessen in der freien Fließstrecke der Lutz mittels eines physikalischen Modells

2009 - Diploma / Master theses» **René Gruber**

Ascertainment and development of turbidity currents using the example of the Sölk - Reservoir

» **Stefan Haun**

Parameter study for the calculation of pressure losses in jet grouting processes

» **Stefan Ribitsch**

The development of a slipform for free-flow tunnels

» **Bettina Neugschwandtner**

Criteria for a site fabrication of hydraulic steel structures

» **Christoph Ortner**

3D numerical modelling of laboratory flume experiments

» **Georg Saueregger**

Analysis of clogging processes in the flow reach of the river Lutz by means of a physical model

2008 - Diplom- / Masterarbeiten» **Georg Edelsbrunner**

Wasserwirtschaftliches Management der Kraftwerksanlagen an der Pöls

» **Jörg Friedrich**

Naturmessungen über die Funktionsweise von Buhnen an der Mürz

2008 - Diploma / Master theses» **Georg Edelsbrunner**

Hydraulic management of the hydro power plants at the river Pöls

» **Jörg Friedrich**

Field investigation on the functionality of groynes in the river Mürz

» **Jakob Friess**

Wasserwirtschaftliches Management der Kraftwerksanlagen an der Pöls

» **Rudolf Hackl**

Glasgerinne - Grundlagenveruche über die Funktionsweise von Buhnen

» **Gabriele Harb**

Ermittlung des Hochwasserschadenspotentials und Kosten-Nutzen-Analyse von Hochwasserschutzbauten am Fallbeispiel Radkersburg-Umgebung

» **Peter Prossliner**

Numerische Untersuchungen der Abflussvorgänge an der Lutz, Vorarlberg: Zweidimensionale numerische Modellierung

» **Xenia Elena Stavropulos**

Post project appraisal of the environmental and recreational benefits of the river Pinn restoration project as part of the flood alleviation scheme

» **Knut Sterle**

Numerische Untersuchungen der Abflussvorgänge an der Lutz, Vorarlberg: Eindimensionale numerische Modellierung

» **Stefan Wachter**

Beschreibung von Dichteströmen im Sölksee unter Anwendung von Naturmessungen

» **Klaus Wolf**

Entwicklung von Buhnen und Leitwerken zur Aufrechterhaltung des Geschiebetransportes

» **Jakob Friess**

Hydraulic management of the hydro power plants at the river Poels

» **Rudolf Hackl**

Basic research on the functionality of groynes in an artificial current

» **Gabriele Harb**

Evaluation of the flood-damage-potential and cost-benefit analysis of flood-protection systems at the case study Radkersburg-Umgebung

» **Peter Prossliner**

Numerical examinations of the flow-processes in the river Lutz, Vorarlberg: Two-dimensional numerical models

» **Xenia Elena Stavropulos**

Post project appraisal of the environmental and recreational benefits of the river Pinn restoration project as part of the flood alleviation scheme

» **Knut Sterle**

Numerical examinations of the flow-processes in the river Lutz, Vorarlberg: One-dimensional numerical models

» **Stefan Wachter**

Description of turbidity currents in the reservoir Sölk by means of field measurements

» **Klaus Wolf**

Development of groynes and training structures for the maintenance of the sediment transport

2008 - Dissertationen

Hannes Badura

**Feststofftransportprozesse während
Spülungen von Flussstauräumen am Beispiel
der Oberen Mur**

Das Ziel der Arbeit ist die Gewinnung neuer Erkenntnisse über den raum - zeitlichen Verlauf des Feststofftransports während Stauraumspülungen von Flusskraftwerken in geschiebeführenden Flüssen. Beispielhaft wurde am Kraftwerk Bodendorf an der Oberen Mur ein Monitoringprogramm durchgeführt. Die Auswertung der Messdaten von fünf Spülungen in Hinblick auf Abfluss, Spülintervall und Feststofftransport ermöglichen die Feststellung eines Zusammenhangs dieser wasserwirtschaftlichen Parameter.



Stauraumvermessung mittels Echolot |
Reservoir survey with Echolot

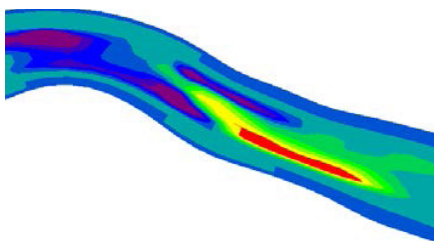
Aus Sicht des Feststofftransports wird ein optimales Spülintervall für die Anlage Bodendorf ermittelt, das einen 1 bis 3 - jährigen Spülrhythmus vorsieht um den Stauraum nachhaltig entlanden zu können. Neben der Entlandung wird der ökologische Vorteil eines kleinen Spülintervalls auch in den niedrigen Schwebstoffkonzentrationen, in der Spitze als auch über die gesamte Dauer einer Spülung, gesehen. Die Daten belegen, dass große Spülintervalle hohe Schwebstoffkonzentrationen in der Spitze zur Folge haben. Die erhobenen Messdaten sind weiters Basis für eine zweidimensionale Geschiebetransportberechnung der Stauraumspülung am Kraftwerk

2008 - Dissertations

Hannes Badura

**Sediment transport processes during flushing
- the Upper River Mur as case study**

The objective of this thesis is to gain knowledge of sediment transport processes during flushing of run-of river plants (HPP) in gravel bed rivers. Therefore an extensive monitoring of the hydro power plant Bodendorf at the Upper River Mur is conducted. The data are analysed regarding to water discharge, flushing interval and sediment transport and the relation of these water management parameters. In a sediment transport point of view, an optimal flushing interval has to be 1 to 3 years to guarantee the sustainability of the operations.



Vektoren des Geschiebetransports und Sohländerung während der Stauraumspülung | Vectors of the sediment transport and river bed changing during reservoir flushing

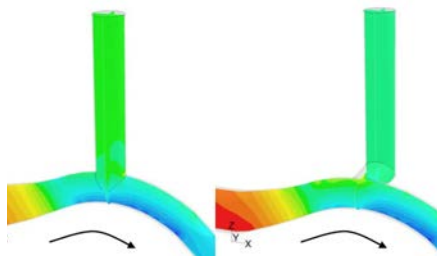
Besides desiltilation, a small flushing interval has the advantage of generating only moderate suspended sediment concentration in peak and over time. The data allocate high suspended sediment concentrations at long flushing intervals. Furthermore the measuring is the basis for a two dimensional bed load transport calculation of the flushing of HPP Bodendorf. The flushing of the year 2004 serves for calibration and the flushing in the year 2006 for validation. The calibration shows the limits of bed load transport formulas which are developed for equilibrium conditions and plane bed in most instances. The acquired knowledge in this

Bodendorf. Die Kalibrierung zeigt die Grenzen gängiger Formeln zur Geschiebetransportberechnung auf, welche größtenteils für Gleichgewichtszustände und für ebene Sohlen entwickelt wurden. Die Erkenntnisse der Arbeit tragen zu einem verbesserten Stauraummanagement an Flusskraftwerken sowohl in ökologischer als auch wasserwirtschaftlicher Hinsicht bei.

Markus Larcher

Das Dreikammerwasserschloss - als neue Bauform für den Unterwasserbereich von Pumpspeichieranlagen

Die veränderten Anforderungen an die hydraulischen Systeme von Pumpspeichieranlagen führen auch zur Adaptierung und Optimierung der Wasserschlossstrategie. Eine Innovation speziell für den Unterwasserbereich von Pumpspeichieranlagen stellt das in dieser Arbeit vorgestellte Dreikammerwasserschloss dar. Charakteristisch an diesem System ist die zeitweise gewollte hydraulische Trennung von zwei Unterkammern. Jede der beiden durchflossenen und in den Triebwasserweg integrierten Kammern muss dabei einen speziellen Zweck erfüllen.



Druckhöhe für zwei Typen | Pressure head for two types

Gegenüber herkömmlichen Zweikammersystemen bietet es dadurch neben Vorteilen bei der Betriebsführung auch wesentliche Einsparungspotenziale bei der Herstellung. Eine zu Beginn durchgeführte Literaturstudie befasste sich neben den theoretischen Zusammenhängen auch mit einer umfangreichen Bestandsauf-

thesis enhances the reservoir operation in respect of ecological and water management aspects in Alpine gravel bed rivers.

Markus Larcher

The three chamber surge tank - a novel design for tailrace systems of pumped storage schemes

The changed hydraulic requirements of pumped-storage schemes make an adaptation and optimization of the surge tank strategy necessary. An innovation especially for the downstream area of pumped-storage plants is the in this paper presented three chamber surge tank. Characteristic of this system is the at times deliberate separation of the two lower chambers. Each of the two with flow permeated and in the waterway integrated chambers are to fulfil a specific purpose.



Teilgefüllter Verbiundgschacht | Partial filled connection shaft

Contrary to the conventional two chamber systems it offers aside from advantages in its operation also essential cost-saving potentials in the production. The in the beginning conducted literary study deals aside from the theoretical correlations also with an extensive survey of already existing surge tanks in Europe and the

nahme von bestehenden Wasserschlössern in Europa und den maschinellen Anforderungen und Möglichkeiten. Diese bildete, gemeinsam mit den Erfahrungen bei der Gestaltung und Bemessung von Wasserschlössern aus Projektarbeiten, die Grundlage zur Durchführung der weiteren Untersuchungen. In dieser Arbeit wurden die theoretischen Zusammenhänge und Grundzüge des neuen Systems entwickelt, sowie allgemeine Auslegungskriterien definiert. Eine zu Beginn durchgeführte Studie über bestehende Pumpspeichieranlagen diente dabei zur Eingrenzung wichtiger hydraulischer und geometrischer Parameter.

Mittels einer umfangreichen 1D-numerischen Vergleichsrechnung wurden die möglichen Einsatzbereiche vor allem in Abhängigkeit der Kammerhöhenlagen von Zwei- und Dreikammersystemen definiert. Dazu wurde ein Berechnungsprogramm im Zeitschrittverfahren entwickelt, womit auf einfache Weise eine Vielzahl an Parametern wie Systemverluste, Kammerhöhenlagen und Schaltfallkombinationen variiert werden konnten. Eine hydraulisch, konstruktive Gestaltung der Überfallkonstruktion wurde mittels hybrider Modellierung durchgeführt, wobei die Ergebnisse der 3D-numerischen Strömungsberechnung mit jenen des physikalischen Modellversuches sehr gut übereinstimmten. Ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit stellen die Vorbemessungshilfen für Drei- sowie auch Zweikammersysteme dar, womit eine Vorabschätzung der Einzel- und Gesamtvolumina des Wasserschlusses sowie der maximal auftretenden Durchflüsse im System möglich ist.

operational requirements and applicability. This study in combination with practical experience of design and dimensioning of surge tanks from project-related papers provided the basics for the conduction of further research. In this paper the theoretical correlations concerning the basic concept of the system as well as the general definition criteria were developed. The in the beginning conducted study about existing pumped storage schemes served to distinguish essential hydraulic and geometric parameters.

With the means of a vast one-dimensional numerical average return method the possible range of applications was defined especially in dependence to the height of the chambers of two and three chamber systems. For this a calculation program with the differential method was developed with which one could vary simply a multitude of parameters such as system-losses, height of the chambers, as well as the switch-fall combinations. A hydraulic-constructive design of the overfall weir was executed by the means of hybrid models, whereas the results of the three-dimensional current calculation correlated well with those of the physical model tests. An essential outcome of this paper is the preliminary calculation data for two as well as three chamber surge tank systems, with which an initial estimate of single and total volume of the surge tanks as well as maximum discharges are possible.

2007 - Diplom- / Masterarbeiten

» Johannes Bauer

Schwall- und Sunkerscheinungen in Wasserschluschkammern

» Andreas Brunner

Druckstoßberechnung für den Triebwasserweg des Pumpspeicherkraftwerkes Limberg II

2007 - Diploma / Master theses

» Johannes Bauer

Upsurge and downsurge-phenomena in surge-tank-chambers

» Andreas Brunner

Water hammer analysis for the power conduit of the pumped storage hydro plant Limberg II

» **Jürgen Brunner**

Untersuchung von Kolmationsprozessen im Unterwasser eines Flusskraftwerkes mit Hilfe physikalischer Modelle

» **Max Carstanjen**

Entleerungsverhalten von schlanken Schwallkammern Vergleich von Literaturansätzen mit Ergebnissen aus Modelluntersuchungen

» **Alexander Grossegger**

Vergleichsberechnungen eines Dreikammerwasserschlosses und eines herkömmlichen Zweikammersystems für Pumpspeicherwerke

» **Cornelia Jöbstl**

Eisstoßproblematik an Krems und Thaya - Grundlagenstudie

» **Milan Mulley**

Buhnen zur Verbesserung des Feststofftransportes bei Flusskraftwerken

» **Simone Ortner**

Auswirkungen von gekrümmten Leitwerken auf Strömungsfeld und Sohle

» **Michael Pfeifer**

Wasserwirtschaftliche Bewertung der Rückhaltebecken in der Steiermark

» **Wilhelm Putz**

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Stauraumpülungen am Beispiel des Sölkstaus

» **Gerald Rath**

Einfluss von luftblaseninduzierter Turbulenz auf die Geschwindigkeitsverteilung in Kanalströmungen

» **Christian Rucker**

Untersuchung des energetischen Potentials einer verzögerten Hochwasserabgabe aus dem Attersee

» **Jürgen Brunner**

Determination of clogging processes downstream of a run - of hydro power plants by means of physical model tests

» **Max Carstanjen**

Outflowcharakteristik of slender surge tanks. Comparison of results carried out of theoretical methodes and model tests

» **Alexander Grossegger**

Comparing analyses for a „3-chamber surge tank“ and a conventional „2-chamber system“ at pumed-storage facilities

» **Cornelia Jöbstl**

Ice jams problems at the rivers Krems and Thaya - fundamental study

» **Milan Mulley**

Groynes for improving the sediment transport at river run power plants

» **Simone Ortner**

The effects of curved training structures on the flow field and the river bed

» **Michael Pfeifer**

Flood retention basins in the province of Styria

» **Wilhelm Putz**

Venting turbidity currents in case of the reservoir Sölk

» **Gerald Rath**

Influence of the air bubble induced turbulence on the velocity distribution in chanal flows

» **Christian Rucker**

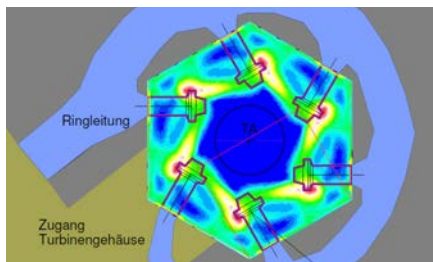
Investigation of the energetic potential of a retarded flood delivery from the Attersee

2007 - Dissertation

Alexander Roland Arch

Luftrein- und Austragungsprozesse bei Anlagen mit Peltonturbinen im Gegendruckbetrieb

Der Einsatz von Pelton-Turbinen im Bereich von Pumpspeichieranlagen gewinnt aufgrund ihrer guten Regelfähigkeit immer mehr an Bedeutung im europäischen Elektrizitätsmarkt. Eine konstruktive Besonderheit ist dabei der Einsatz einer Pelton turbine im Gegendruck, wobei bei dieser Anlagenkonfiguration der Wasserspiegel des Unterwasserreservoirs oberhalb der Strahlkreisebene der Turbine liegt. Hierbei ist es zur Vermeidung von Wirkungsgradeinbußen erforderlich, dass die durch das vom Peltonrad abströmende Wasser eingetragene Luft im Unterwasserkanal vollständig aus dem Wasser entweichen kann. Zurzeit existieren nur grobe Näherungsformeln für die Berechnung der interessierenden Entgasungslänge. Weiters ist über die Strömungsprozesse im Gehäuse einer Pelton turbine und dem dort stattfindenden Lufteintrag nur wenig bekannt.



Standardabweichungsverteilung der originalen Druckdaten |
Standard deviation distribution of the original pressure data

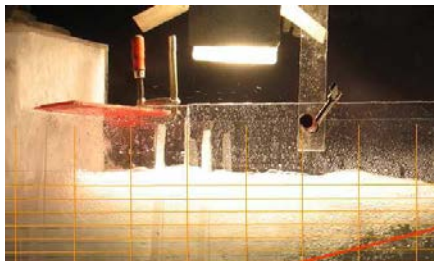
Um den Gesamtprozess einer Pelton turbine im Gegendruckbetrieb beschreiben und quantifizieren sowie die Unterwasserkanallänge im Planungsstadium genauer abschätzen zu können, werden Angaben über die determinierenden Parameter des Luftein- und Austragungsprozesses bei solchen Kraftwerken benötigt. In der vor-

2007 - Dissertation

Alexander Roland Arch

Air-entrainment and deaeration processes in hydro-power plants equipped with Pelton turbines operating under backpressure conditions

Regarding the capacity of an optimal adjustment control, in the field of pump-storage schemes the application of Pelton turbines gain in importance in the European electricity market. The need of a reduction of the distance between turbine and pump requires an operation of Pelton runners under backpressure conditions and means thereby a particularity in the design. In this set-up the water level of the tailrace reservoir lies beyond the level of the Pelton runner. To avoid any efficiency losses, the air in the tailrace, which is entrained by water particles falling down from the turbine and hitting the water surface, have to be kept in the closed system. Therefore the main part of the entrained air must be evacuated before reaching the air-tight pressure section. Hence the knowledge of the de-aeration length is necessary for its design. Currently only basic approaches exists for calculating the de-aeration length. Furthermore the flow conditions in the Pelton-casing and the ongoing air entrainment is little understood.



Entgasungsprozess im Model |
Outgassing process in the model

In order to describe all processes which are related to a backpressure system and to predict the de-aeration length right from the design and planning stage, details concerning the determi-

liegenden Arbeit wurden die für die Prozesse relevanten Parameter wie Abstrahlgeschwindigkeiten vom Peltonbecher, Größe und Form der auf die Wasseroberfläche auftreffenden Wasserpartikel, Verteilung der Auftreffgeschwindigkeiten dieser Wassermassen über die Gehäusegrundfläche, Luftkonzentration im Gehäuse und deren Verteilung über den Unterwasserkanal, Größe und Aufstiegsgeschwindigkeit der im Unterwasserkanal vorhandenen Luftblasen sowie die interessierende Größe der Entgasungslänge behandelt. Dazu wurden in situ Messungen im Gehäuse einer Prototypurbine und in den Unterwasserkanälen dreier Kraftwerke mit Peltonturbinen durchgeführt. Detailuntersuchungen der Luftein- bzw. Austragsprozesse sowie zum Einfluss der erhöhten Gasdichte bei Gegendruck auf das Wasser Luft Gemisch bildeten darüber hinaus weitere Grundlagendaten, welche mit vorhandenen theoretischen Erkenntnissen verglichen wurden. Die Ergebnisse ermöglichen nun eine Berechnung der Entgasungslänge ab Kanalbeginn, welche hauptsächlich von der Wassertiefe im Unterwasserkanal, der Auftreffgeschwindigkeit der Wasserpartikel auf die Oberfläche des Unterwasserkanals und der Abflussgeschwindigkeit im Unterwasserkanal abhängen. Die vorgestellten Naturmesswerte bilden außerdem eine Grundlage für die Kalibrierung numerischer Vergleichsrechnungen.

ning parameters of the aeration and de-aeration process are essential. In the present work the relevant parameters like jet velocity from the Pelton bucket, size and shape of the water particles hitting the water surface, distribution of these particles over the section of the casing, void fraction in the casing and the distribution along the tailrace channel, size and rise-velocity of the entrained air bubbles in the tailrace channel and the dimension of the de-aeration length are discussed. Therefore prototype measurements have been carried out in a Pelton-casing and in the tailrace channel of three hydro power plants equipped with Pelton runners. More detailed investigations regarding the processes of air en- and detrainment and the influence of an increased gas density due to backpressure operation have been conducted. These results present fundamental facts which are compared with theoretical findings. With the results of this work the de-aeration length, which depends mainly on the water depth of the tailrace channel, the impact velocity of the water particles hitting the water surface and the mean axial velocity in the tailrace channel, can be predicted. Furthermore the presented data of the prototype measurements can be used as calibration values for numerical calculations.

Forschung stellt einen wesentlichen Eckpfeiler in den Aufgaben von Universitäten dar. Am Institut gewinnen neben nationalen Forschungsprojekten transnationale Projekte immer größere Bedeutung. In diesem Kapitel werden die aktuellen bzw. bereits abgeschlossenen Forschungsprojekte kurz vorgestellt.

Research is an essential cornerstone in the tasks of universities. At the Institute, in addition to national research projects, transnational projects are on increasing importance. This chapter briefly presents the current and previously completed research projects.

FORSCHUNG

Research



INHALTSVERZEICHNIS

CONTENT

SUFRI - Nachhaltige Strategien für das Hochwasserschutzmanagement in Städten zur Beherrschung des Restrisikos mit nicht-baulichen Maßnahmen	33
CEframe - Mitteleuropa - Hochwasserrisiko-bewertung und -management in CENTROPE...34	
SHARE - Nachhaltige Wasserkraft in alpinen Flussökosystemen	35
Hydraulic Structures	36
Fluid Struktur Interaktion.....	37
SEE HYDROPOWER bessere Gewässerbewirtschaftung für eine Zunahme der Erzeugung von erneuerbarer Energie aus Wasserkraft.....	38
Bifurkator	39
DAMSE - Eine Europäische Methodik zur Sicherheitsbewertung von Dämmen	40
Eisstossproblematik an den Flüssen Krems und Thaya - Grundlagenstudie	41
ANAPURNA - Netzintegration erneuerbarer Energieträger – Anpassung und Auslegung von Pumpspeicherkraftwerken	42
Einfluss von Trübeströmen auf die Speicher- verlandung - Durchschleusen durch den Grundablass als Alternative	43
Entlandung von Speichern und Stauräumen...44	
Quantitative und qualitative Messung des Feststofftransportes mittels berührungsloser Sensortechnik - Phase I.....	45
ALPRESERV	47
Entgasung von Wasser-Luftgemischen im Unterwasser von Pelton-turbinen	48
Optimierung der Geschiebetrift unterhalb von Flusskraftwerken	49
Strahlgeschwindigkeit im Gehäuse einer Pelton-turbine	50
Wassergeschäft und Umwelteinfluss auf den Speicher Kozjak	51

SUFRI - Sustainable strategies of urban flood risk management with non- structural measures to cope with the residual risk	33
CEframe - CENTRAL EUROPE - Flood risk assessment and management in CENTROPE ...34	
SHARE - Sustainable hydropower in alpine river ecosystems	35
Hydraulic structures.....	36
Fluid structur interaction	37
SEE HYDROPOWER - Better management of water resources for an increased production of renewable energy from water power.....	38
Bifurkator	39
DAMSE - a european methodology for the security assessment of dams	40
Ice jam problems at the rivers Krems and Thaya - fundamental study	41
ANAPURNA - Integration of renewable energy sources – modification and design of storage power plants	42
Influence of turbidity currents on reservoir sedimentation - venting through a bottom outlet as an alternative	43
Clogging of free-flowing river sections	44
Quantitative and qualitative measurement of load discharge with contact-free sensor technology - phase I	45
ALPRESERV	47
Degassing of water-air-mixtures in the tailwater of Pelton turbines	48
Optimization of the bed load drift downstream of hydro power plants.....	49
Jet impact velocity in casings of pelton turbines	50
Water business and environmental impact of Kozjak reservoir	51

SUFRI - Nachhaltige Strategien für das Hochwasserschutzmanagement in Städten zur Beherrschung des Restrisikos mit nicht-baulichen Maßnahmen

<http://www.sufri.tugraz.at>

Finanzierung: ERA-Net CRUE, Land Steiermark, WLV
Steiermark, Spanisches Ministerium für Wissenschaft und
Innovation

Projektleiter: DI Dr. Knoblauch

Projektmitarbeiterinnen: Mag. Jöbstl, DI Zechner

Projektdauer: 2009 - 2011



Logo SUFRI | Logo SUFRI

Das Akronym SUFRI benennt ein europäisches Forschungsprojekt, bestehend aus fünf Projektpartnern aus Österreich, Deutschland, Italien und Spanien, das nicht-bauliche Hochwasserschutzmaßnahmen und die Optimierung des Katastrophenschutzmanagements in dessen Forschungsmittelpunkt gestellt hat. Zur Erreichung dieser Ziele wurden folgende Themen behandelt:

- » Vorwarnsysteme in kleinen, urbanen Einzugsgebieten
- » Restrisiko und Vulnerabilitätsanalyse
- » Risikokommunikation
- » Katastrophenschutzmanagement
- » Internationale Synergien

Zur Abwicklung kam ein duales System zur Anwendung. Im ersten Schritt wurden die einzelnen Themenschwerpunkte auf wissenschaftlicher Ebene erfasst und verschiedene Methoden und Ansätze zur Bewertung, Analyse oder Optimierung entwickelt. Im zweiten Schritt wurden diese durch den Einsatz von Fallbeispielen sechs europäischer Städte (Graz - AUT, Dresden - GER, Lodi - ITA, Valencia und Arenys de

SUFRI - Sustainable strategies of urban flood risk management with non-structural measures to cope with the residual risk

<http://www.sufri.tugraz.at>

Financing: ERA-Net CRUE, Land Steiermark, WLV
Steiermark, Spanisches Ministerium für Wissenschaft und
Innovation

Project manager: DI Dr. Knoblauch

Project staff: Mag. Jöbstl, DI Zechner

Project duration: 2009 - 2011



Hochwasser Graz | Flood Graz

The acronym SUFRI entitles an European research project of five project partners from Austria, Germany, Italy and Spain.

The main focuses of the research project are non-structural flood protection measures and the optimization of disaster control management. To achieve these targets the following topics have been discussed:

- » Warning systems in small, urban catchment areas
- » Residual risk and vulnerability analysis
- » Risk communication
- » Disaster control management
- » International synergies

For the processing a dual system was applied. In the first step, the individual topics were comprised on a scientific level and various methods and approaches for assessment, analysis and optimization were developed. In the second step, these methods were evaluated regarding their applicability and practical experiences were gained through the use of case studies of six European cities (Graz - AUT, Dresden - GER,

Mar - ESP) auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft und praktische Erfahrungen gesammelt. Alle Ergebnisse aus dem Projekt wurden in einem Endbericht zusammengefasst, weitere vier Berichte inklusive Leitfäden wurden erstellt und sind auf der Projektwebseite verfügbar.

CEframe Mitteleuropa - Hochwasserrisikobewertung und -management in CENTROPE

<http://www.ceframe.eu>

Finanzierung: EU Central Europe Programm
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: -
Projektdauer: 2010 - 2013



Beim Projekt „CEframe“ handelt es sich um eine Initiative der Staaten Tschechien, Österreich, Ungarn und Slowakei für ein optimiertes Hochwasserschutzmanagement. Die neun Projektpartner erarbeiten Strategien und Empfehlungen für einen grenzüberschreitenden Hochwasserschutz in den Einzugsgebieten der Donau, March-Thaya und Leitha. Dieses übergeordnete Ziel von CEframe wird unterstützt durch:

- » die abgestimmte Analyse und Bewertung von bestehenden Hochwasserschutzrichtungen
- » die Harmonisierung der nationalen Strategien für Hochwasserschutz und Hochwasserrisikomanagement
- » einen Vorschlag für künftige, gemeinsam abgestimmte Maßnahmen als Basis für die Umsetzung der EU-Hochwasser-Richtlinie

Prof. Zenz ist in diesem Projekt im Scientific Advisory Board tätig.

Lodi - ITA, Valencia and Arenys de Mar - ESP). All results from this project were summarized in a final report, further four research reports and guidelines were created and are available on the project website.

CEframe CENTRAL EUROPE - Flood risk assessment and management in CENTROPE

<http://www.ceframe.eu>

Financing: EU Central Europe Programm
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: -
Project duration: 2010 - 2013



Projekttreffen CEFRAME | Projektmeeting CEFRAME

The project „CEframe“ is an initiative of the countries Czech Republic, Austria, Hungary and Slovakia for an optimized flood management. The nine project partners elaborate strategies and recommendations for cross-border flood protection in the basins of the Danube, March-Thaya and Leitha. This overall objective of CEframe is supported by:

- » the coordinated analysis and evaluation of existing flood control facilities
- » the harmonization of national strategies for flood protection and flood risk management
- » a proposal for future, jointly agreed measures as the basis for the implementation of the EU Floods Directive

In this project Prof. Zenz is member of the Scientific Advisory Board.

SHARE Nachhaltige Wasserkraft in alpinen Flussökosystemen

<http://www.share-alpinerivers.eu/>

Finanzierung: EU Alpine Space Programm

Projektleiter: DI Dr. Schneider

ProjektmitarbeiterIn: Mag. Schreiber MSc, DI Proyer, Mag. Pilko

Projektdauer: 2009 - 2012



Logo SHARE | Logo SHARE

Das Projekt soll sowohl umweltrelevante als auch wirtschaftliche Fragestellungen der Wasserkraftnutzung beantworten, wie etwa das Zusammenspiel zwischen der EU-Richtlinie zur Förderung der erneuerbaren Energien und der Wasserrahmenrichtlinie. Es werden Methoden zur Entscheidungsfindung für die Umsetzung von Wasserkraftprojekten und für einen nachhaltigen Betrieb von Wasserkraftanlagen erarbeitet. Als Ansatz wird die „Multi-Criteria-Analysis“ verwendet, in welche alle relevanten Fragestellungen einfließen sollen.

Das Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines Hilfswerkzeuges in Form einer Software, welches die interdisziplinäre Entscheidungsfindung auf Basis vergleichbarer Eingangsgrößen erleichtern soll. Die Projektpartner sammeln an Pilotanlagen Daten, welche anschließend in die Software einfließen. Die steirischen Partner, das Land Steiermark und die Technische Universität Graz untersuchen die Auswirkungen von beispielsweise Stauraumspülungen auf die Ökologie an der oberen Mur, um daraus Schlüsse für eine nachhaltige Wasserkraftnutzung im Laufkraftwerksektor ableiten zu können.

SHARE Sustainable hydropower in alpine river ecosystems

<http://www.share-alpinerivers.eu/>

Financing: EU Alpine Space Programm

Project manager: DI Dr. Schneider

Project staff: Mag. Schreiber MSc, DI Proyer, Mag. Pilko

Projekt duration: 2009 - 2012



Fließstrecke Bodendorf | Flow course Bodendorf

The project will address both environmental and economic issues of energy production, such as the interplay between the EU Directive to promote renewable energies and the Water Framework Directive. Methods are developed for decision making for the implementation of hydropower projects and sustainable operation of hydroelectric power plants. As approach the „Multi-Criteria Analysis“ is used, which will be incorporated into all relevant issues.

The aim of this project is to develop a pilot tool in terms of a software, which facilitates interdisciplinary decision making based on comparable inputs. The project partners collect data on pilot plants, which are then introduced into the software. The Styrian partners, the Province of Styria and Graz University of Technology, investigated the effects of e.g. reservoir flushing on the ecology on the upper reach of the river Mur in order to derive conclusions for the sustainable utilization of water power in the run-of-river plant sector.

Hydraulic Structures

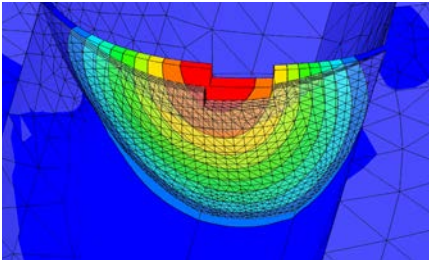
Finanzierung: Pöyry Energy Hydropower GmbH

Projektleiter: Prof. Zenz

Projektmitarbeiter: DI Feldbacher, DI Goldgruber

Projektdauer: 2008 - 2012

Wasserbauliche Anlagen, insbesondere Sperrbauwerke, sind verschiedensten Einwirkungen (Wasserdruck, Temperatur, Erdbeben, ...) bei ihrer Errichtung und im Betrieb ausgesetzt. Das Bauwerk hat den daraus resultierenden Belastungen mit ausreichend großer Sicherheit standzuhalten. Die Entwicklung neuer Methoden für statische und dynamische Finite Elemente Berechnungen ermöglicht eine wirklichkeitsnahe Abbildung der auftretenden Belastung und Bemessung des Bauwerks.



Radialverschiebung einer Gewölbemauer |
Radial movements of an arch dam

Themenschwerpunkte sind:

- » Die Berechnung von Sperrbauwerken (Betonsperrn und Schüttdämme) - insbesondere im Hinblick auf Durchströmungsvorgänge, nichtlineares Systemverhalten und Bauwerksstandsicherheit
- » Das Verhalten von Bauwerken unter hydraulischer Belastung
- » Formfindung und Optimierung von Gewölbemauergeometrien
- » Abbildung des Konstruktionsprozesses in Hinblick auf transiente Modell-, Materialparameter- und Temperaturentwicklung
- » Die Auslegung von Hochwasserentlastungsanlagen
- » Numerische Strömungsberechnungen insbesondere 3D

Hydraulic structures

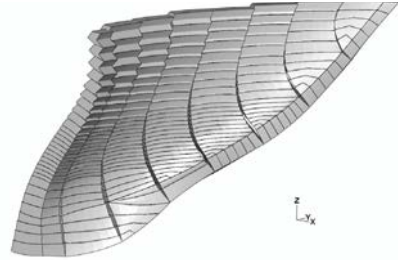
Financing: Pöyry Energy Hydropower GmbH

Project manager: Prof. Zenz

Project staff: DI Feldbacher, DI Goldgruber

Project duration: 2008 - 2012

Hydraulic engineering constructions, especially barrier structures are exposed to different impacts (water pressure, temperature, earthquake, ...) in their design and operation. The structure has to withstand the resulting strains with a sufficient safety. The development of new methods for static and dynamic finite element calculations allows a realistic picture of the strains and the design of the building.



Verformung nach der Konstruktionsphase |
Deformation after the construction phase

Main topics are:

- » The calculation of barrier structures (concrete dams and rockfill dams) - especially in terms of flow processes, nonlinear system behavior and structural stability
- » The behavior of structures under hydraulic load
- » Shape finding and optimization of arch dam geometries
- » Mapping of the design process in terms of transient model, material parameters and temperature development
- » The design of spillways
- » Numerical fluid dynamics, in particular 3D

Fluid Struktur Interaktion

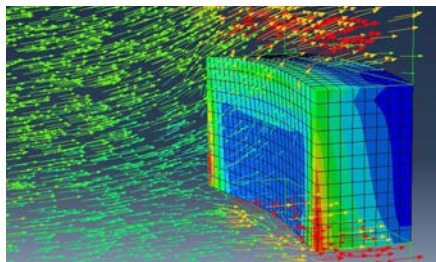
Finanzierung: Pöyry Energy Hydropower GmbH

Projektleiter: Prof. Zenz

Projektmitarbeiter: DI Feldbacher, DI Goldgruber

Projektdauer: 2008 - 2012

Neben den statischen Belastungen einer Talsperre, wie z.B. Eigengewicht, hydrostatische Wasserlast, Temperatur, etc., treten auch dynamische Lasten, wie das Erdbeben, am Bauwerk auf. Bei der Erdbebenbelastung wird das Bauwerk in transiente Schwingungen versetzt, die die Struktur zusätzlich zu den statischen Lasten beanspruchen und dadurch zu stark erhöhten Spannungen führen. Besonders zu berücksichtigen ist dabei die Interaktion mit dem Wasser. Dies wird durch das mitschwingende Wasser des Reservoirs simuliert, und beeinflusst das dynamische Verhalten der Talsperre wesentlich. Um dieser dynamischen Wirkung Rechnung zu tragen, gibt es unterschiedliche Ansätze.



Wasserstrukturinteraktionen | Water structure interactions

Die einfachste Art das Wasser zu berücksichtigen ist der Ansatz der addierten Massen. Dabei wird in Abhängigkeit der Wassertiefe eine zusätzliche Wassermasse am Bauwerk nach Westergaard oder Zangar berechnet. Eine weitere Möglichkeit der Berücksichtigung bieten numerische Programme mit Hilfe sogenannter Acoustic- oder Fluid Elemente, die einer sehr guten Beschreibung der physikalischen Eigenschaften des Wassers entsprechen. Diese Methoden werden dabei auf unterschiedliche Detaillierungsgrade der Talsperre angewandt.

Fluid structur interaction

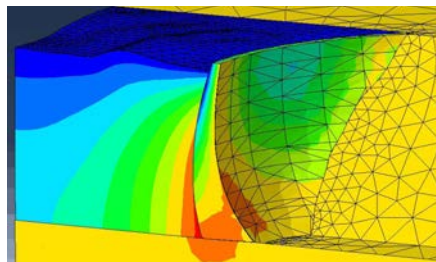
Financing: Pöyry Energy Hydropower GmbH

Project manager: Prof. Zenz

Project staff: DI Feldbacher, DI Goldgruber

Project duration: 2008 - 2012

Among the static loads on a dam, e.g. dead load, hydrostatic load, temperature, etc., there are also dynamic loads, like an earthquake, acting on it. With the seismic loading, the structure undergoes transient vibrations, which are acting additionally to the static loads, thus the stresses are significantly higher. Especially the interaction with the water is important, therefore the reservoir is simulated as vibrating volume. This influences the dynamic behavior of the dam significantly. To take this dynamic effect into account, different approaches are possible.



Wasserstrukturinteraktionen | Water structure interactions

The simplest way is to use the added mass approach. Therefore, the added water mass is calculated, depending on the depth of the reservoir, according to Westergaard or Zangar. Another possibility to account for the water – dam interaction is to use numerical programs and the implemented Acoustic or Fluid Elements, which are describing the physical behavior of the water in a very good way. These methods are applied on different levels of detail of the dam.

SEE HYDROPOWER bessere Gewässerbewirtschaftung für eine Zunahme der Erzeugung von erneuerbarer Energie aus Wasserkraft

www.seehydropower.eu

Finanzierung: EU South East Europe Programm
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiterin: DI Harb
Projektdauer: 2009 - 2012



Logo SEE | Logo SEE

Die EU fordert mit der Umsetzung EU-Richtlinie zur Förderung der erneuerbaren Energien eine Erhöhung ihres Anteils an der gesamten Energieproduktion auf 20% bis 2020. In Fließgewässern verursacht die Nutzung der Wasserkraft häufig schwerwiegende hydrologische Veränderungen. Sie zerstört die Durchgängigkeit der Fließgewässer und verletzt ökologische Lebensräume. Die Wasserrahmenrichtlinie verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten bis 2015 einen „guten ökologischen Zustand“ in den Fließgewässern zu erreichen. Die Behörden in Südosteuropa verzeichnen einen erhöhten Wasserbedarf, es fehlen aber Methoden, um die Effekte der Ausleitung von Wasser aus Fließgewässern bewerten zu können. Die Ziele des Projektes sind eine Förderung der Stromerzeugung aus Wasserkraft und eine Optimierung der Verwendung von vorhandenen Wasserressourcen, gerecht abgestimmt auf die Bedürfnisse aller Wassernutzer, auf nachhaltige und umweltfreundliche Weise. Die Nutzung der Wasserkraft soll gemeinsam mit der Weiterentwicklung anderer erneuerbarer Energiequellen zur Einsparung von CO₂ beitragen. Weiters sollen die vorhandenen Ökosysteme an Fließgewässern erhalten werden und die Hochwassersicherheit verbessert werden.

SEE HYDROPOWER Better management of water resources for an increased production of renewable energy from water power

www.seehydropower.eu

Financing: EU South East Europe Program
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Harb
Project duration: 2009 - 2012



Nassbaggerung | Dredging

The EU asks for the implementation of EU directive on the promotion of renewable energies to increase their quota of the total energy production to 20% until 2020. The use of hydropower in rivers often causes serious hydrological changes. It interrupts the continuity of the river and damages ecological habitats. The Water Framework Directive commits the EU Member States by 2015, to achieve a „good ecological status“ in the rivers. The authorities in South-Eastern Europe also register an increased demand for water, but it lacks of methods to assess the effects of the diversion of water from rivers and streams.

The project objectives are the promotion of electricity from hydropower and optimizing of the use of existing water resources, tailored to the needs of all water users in a sustainably and environmentally friendly way. Together with the development of other renewable energy sources, the use of hydropower should contribute to reduce CO₂ emissions. Furthermore, the existing ecosystems should be preserved on rivers and the flood protection should be improved.

Arbeitsschwerpunkte des Instituts

- » Dynamischer Betrieb von Wasserkraftanlagen zur Hochwasservorsorge und optimales Sedimentmanagement
- » Überblick über die Durchführung und Anwendung nationaler Gesetze in Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie für die Errichtung von Kleinwasserkraftwerken
- » Definition von numerischen Methoden zur Optimierung der Wasserkraftnutzung an Fließgewässern
- » Pilotstudie an der Mur (Betrieb, Sediment Management, Hochwasserschutz)

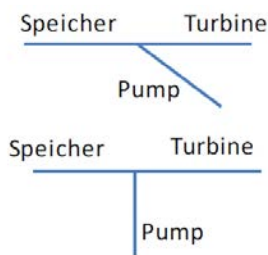
Key activities of the Institute

- » Dynamic operation of hydropower plants for flood prevention and optimal sediment management
- » Overview of the implementation and application of national laws relating to the Water Framework Directive for the construction of small hydro power plants
- » Definition of numerical methods for optimizing of the hydroelectric power use on rivers
- » Pilot study on the Mur (operation, sediment management, flood protection)

Bifurkator

Finanzierung: KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft
 Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
 Projektmitarbeiter: DI Dobler
 Projektdauer: 2009

Das Speicherkraftwerk Koralpe in Kärnten wurde mit einer neuen Speicherpumpe (Francis-Pumpe) ausgestattet. Vorgesehen ist ein Betrieb der Speicherpumpe zeitgleich mit der bestehenden Pelton-turbine um damit eine Netzregulierung von -35 MW bis +15 MW durchzuführen.



Skizze Lastfälle | Sketch load case

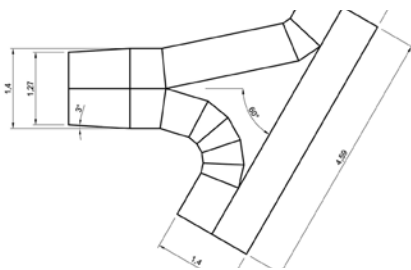
Durch diese Betriebsweise entsteht ein hydraulischer Kurzschluss, da zeitgleich Wasser von der Pumpe sowie vom Speicher über die Pelton-turbine abgearbeitet wird.

Für die Anbindung der neuen Pumpleitung an die bestehende Druckrohrleitung ist ein Abzweiger notwendig. Ziel dieser Untersuchung war es, die hydraulischen Verluste anhand standar-

Bifurkator

Financing: KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft
 Project manager: DI Dr. Knoblauch
 Project staff: DI Dobler
 Project duration: 2009

The storage power station Koralpe in Carinthia is equipped with a new storage pump (Francis-pump). Scheduled is an operation of the storage pump simultaneously with the existing Pelton turbine to carry out a power regulation from -35 MW to +15 MW.



Hosenrohr | Bifurcated pipe

Due to this operation mode a hydraulic short-circuit occurs, since water from the pump as well as from the reservoir is processed at the same time over the Pelton turbine.

To connect the new pump line to the existing penstock a bifurcator is needed. The aim of this study was to estimate the hydraulic losses, based on standardized designs for

disierter Bauformen für einen T-Abzweiger bzw. Y-Abzweiger aufgrund von Literaturrecherchen abzuschätzen.

DAMSE - Eine Europäische Methodik zur Sicherheitsbewertung von Dämmen

Client: Verbund AG, im Zuge eines EU-Projekts
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiterin: DI Ortner
Projektdauer: 2007 - 2008

Das Hauptthema des Europäischen Forschungsprojekts DAMSE (DAMSE - eine europäische Methodik für die Sicherheitsbestimmung von Dämmen) war es eine risikobasierte Methodik für die Sicherheitsbestimmung und das Management von europäischen Dämmen zu entwickeln und zu validieren, um sie gegen unkalkulierbare Ereignisse, wie etwa terroristische Attacken oder Sabotage, zu schützen.

Das Ziel der Projekts wurde mit einer transnationalen Teamzusammensetzung unter Beteiligung von Endnutzern (Dammbesitzer / Behörde) und Entwickler (Dammingenieure) erreicht, welche die verschiedenen europäischen Sachverhalte, nämlich in Italien, Spanien und Österreich, repräsentierten. Die Projektevaluierung wurde durch einen Expertenausschuss von qualifizierten internationalen Experten in der Sperrenbautechnik und Risikoanalyse gewährleistet.

In Zuge des Projekts wurden drei Dämme der Verbund AG ausgewählt um sie entsprechend der risikobasierten Methodik zu bewerten:

- » Sperre Durlassboden, Zillertal
- » Sperre Schlegeis, Zillertal
- » Sperre Paal, Murtal

Auswahlkriterien für diese Dämme waren ihre Zugänglichkeit und die Konsequenzen im Falle eines Dammversagens.

a T-branch or Y-branch due to a literature survey.

DAMSE - a european methodology for the security assessment of dams

Client: Verbund AG, in the course of an EU-project
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Ortner
Project duration: 2007 - 2008

The main issue of the European research project DAMSE (DAMSE – A European Methodology for the Security Assessment of Dams) was to develop and validate a risk-based methodology for the security assessment and management of European dams in order to protect them against incalculable occurrences such as terrorist attacks or sabotages. The objective was pursued through beneficial cross-interactions among qualified end-users (dam owners/authorities) and developers (dam engineering specialists), joined in a transnational team representing important European situations, respectively from Italy, Spain and Austria. The project review and results evaluation was granted by an expert panel composed of qualified international and European experts in dam engineering and risk analysis.

In the course of the project three Verbund AG dams have been chosen to be assessed according to the risk-based methodology:

- » Durlassboden Dam, Ziller Valley
- » Schlegeis Dam, Ziller Valley
- » Paal Dam, Mur Valley

Selection criteria for these dams were their accessibility and furthermore the consequences in case of a dam failure.

Eisstossproblematik an den Flüssen Krems und Thaya - Grundlagenstudie

Finanzierung: Lebensministerium, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung - Abteilung WA3 Wasserbau

Projektleiter: DI Dr. Alfred Hammer

Projektmitarbeiterin: Mag. Jöbstl

Projektdauer: 2007 - 2008

An der Krems und der Thaya in Niederösterreich treten Überschwemmungen aufgrund von Eisstößen auf. Die in Kooperation mit dem Zivilingenieurbüro Hydro Ingenieure Umwelttechnik GmbH durchgeführte Studie, hat zum Ziel das Thema „Eisstöß“ gesamtheitlich zu betrachten und alle relevanten Informationen, die zu einer Verbesserung im Umgang mit Eisstößen führen zu erheben. Die Studie gliedert sich in zwei Teile:

Literaturstudie

- » Erhebung von vorhandenen Untersuchungen, Richtlinien und durchgeführten Maßnahmen in Bezug auf Eisstoßbildung
- » Untersuchung der Übertragbarkeit auf österreichische Verhältnisse

Fallstudien Krems und Thaya

- » Untersuchung historischer Eisstöße hinsichtlich ihrer meteorologischen und hydraulischen Randbedingungen
- » Vorhersagbarkeit von künftigen Ereignissen mit diesen Randbedingungen
- » Ergänzende Begehung und Analyse der Eisproblemstellen sowie Analyse prinzipieller Lösungsmöglichkeiten für die Krems



Eisstöß Krems 1993, Quelle: Feuerwehrkommandant Hohenstein
Ice jam Krems 1993, Source: Commander fire brigade Drosendorf

Ice jam problems at the rivers Krems and Thaya - fundamental study

Financing: Lebensministerium, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung - Abteilung WA3 Wasserbau

Project manager: DI Dr. Alfred Hammer

Project staff: Mag. Jöbstl

Project duration: 2007 - 2008

At the rivers Krems and Thaya in Lower Austria flooding occur due to ice jams. The goal of the carried out study was to give a comprehensive view on the topic of ice jams and to collect all information which could be helpful to improve the handling of ice jams. The study was conducted in cooperation with the civil engineer office Hydro Ingenieure Umwelttechnik GmbH and is subdivided in two parts:

Literature survey

- » Investigation of existing surveys, guidelines and carried out measures regarding the formation of ice jams
- » Survey of the transferability to the Austrian conditions

Case studies Krems und Thaya

- » Investigation of historical ice jams events regarding their meteorological and hydraulic boundary conditions
- » Predictability of future events with these boundary conditions
- » Additional site inspection and analysis of ice jam problem areas as well as analysis of solutions for Krems

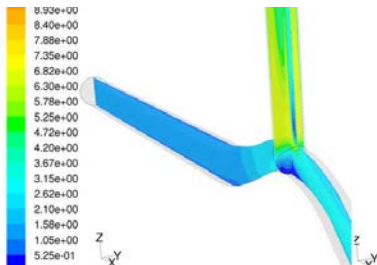


Eisstöß Thaya 2004, Quelle: Feuerwehrkommandant Drosendorf
Ice Jam Thaya 2004, Source: Commander fire brigade Drosendorf

ANAPURNA - Netzintegration erneuerbarer Energieträger – Anpassung und Auslegung von Pumpspeicherkraftwerken

Finanzierung: FFG Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH, Energie Baden Württemberg AG, Verbund AG, Vorarlberger Illwerke AG
 Projektleiter: Prof. Heigerth
 Projektmitarbeiter: DI Larcher
 Projektdauer: 2005 - 2008

Ziel dieses Forschungsprojekts war die Neuentwicklung eines Wasserschlostypus für den Unterwasserbereich von Pumpspeicherkraftwerken, zur Beherrschung der geänderten Netzanforderungen zufolge vermehrter Einbindung von regenerativen volatilen Energieträgern. Ein Vergleich mit herkömmlichen Systemen mittels numerischer und physikalischer Modelluntersuchungen zeigt den Einsatzbereich, das Einsparungspotenzial im Zuge der Herstellung sowie im Betrieb. Mittels Bemessungsunterlagen ist eine rasche Vordimensionierung der wesentlichsten Anlagenteile möglich.



3D-Berechnung | 3D-Calculation

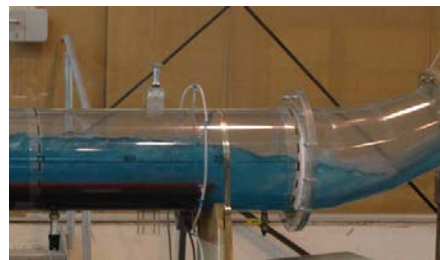
Untersuchungsumfang

- » Entwicklung der theoretischen Zusammenhänge und Grundzüge des neuen Systems
- » Definition von Auslegungskriterien
- » Definition möglicher Einsatzbereiche in Abhängigkeit der Kammerhöhenlagen von Zwei- und Dreikammersystemen mittels 1D Vergleichsrechnungen

ANAPURNA - Integration of renewable energy sources – modification and design of storage power plants

Financing: FFG Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH, Energie Baden Württemberg AG, Verbund AG, Vorarlberger Illwerke AG
 Project manager: Prof. Heigerth
 Project staff: DI Larcher
 Project duration: 2005 - 2008

The aim of this research project was the development of a new type of surge chamber for the tailwater section of pumped storage power plants, to control the modified network requirements, according to the increased integration of volatile renewable energy sources. A comparison with conventional systems using numerical and physical model studies show the range of applications, the potential savings in the course of construction and the operation. By the means of design data, a fast pre-dimensioning of the most essential parts of the plant is possible.



Modellversuch | Model test

Scope of experiments

- » Development of the theoretical background and main features of the new system
- » Definition of design criteria
- » Definition of the potential applications range depending on chamber altitudes of two-and three-chamber systems using 1D comparative calculations

- » Entwicklung eines Berechnungsprogramms im Zeitschrittverfahren zur einfachen Parametervariation
- » Hybride Modellierung mittels 3D-numerischen Strömungsberechnung und einem physikalischen Teilversuch im Maßstab 1:25
- » Untersuchung des Gesamtsystems an einem Vollmodell des neuen Wasserschlosses im Maßstab 1:25

- » Development of a calculation program in the time step method for a simple parameter variation
- » Hybrid modeling using 3D numerical flow calculation and a physical test in the scale of 1:25
- » Examination of the entire system at a full model of the new surge tank in the scale of 1:25

Einfluss von Trübeströmen auf die Speicherverlandung - Durchschleusen durch den Grundablass als Alternative

Finanzierung: Verbund AG

Projektleiter: Prof. Heigerth

Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider

Projektdauer: 2006 - 2008

Bei Hochwasserereignissen tritt immer wieder das Phänomen auf, dass der Zufluss in einen Speicher oder See nach einer gewissen Distanz im ruhenden Gewässer in tiefere Schichten abtaucht. Dies geschieht durch das höhere Raumgewicht des Zuflusses, hervorgerufen durch Feinsediment und/oder durch eine geringere Temperatur des zufließenden Wassers. Man spricht dabei von Dichte- oder Trübeströmen (nur Sedimente).



Installation Measstation Grundablass |
Installation measurement station bottom outlet

Es ist bekannt, dass Trübestrome entlang der ursprünglichen Sohle bis zum Sperrenbauwerk fließen können und sich in Sperrennähe ablagern. Daher können Betriebseinrichtungen,

Influence of turbidity currents on reservoir sedimentation - venting through a bottom outlet as an alternative

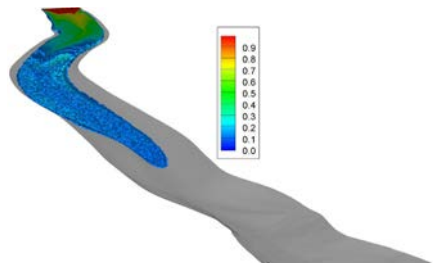
Financing: Verbund AG

Project manager: Prof. Heigerth

Project staff: DI Dr. Schneider

Project duration: 2006 - 2008

During flood events the phenomenon occurs that the inflow into a reservoir or lake dips in deeper layers after a certain distance in the stationary water. This is due to the higher density of the inflow, caused by fine sediment and / or by a reduced temperature of incoming water. This is called density or turbidity current (sediments only).



Strömungsverlauf Sölksee | Flow progression

It is known that turbidity currents can flow along the original bed to the structure and be deposited in their proximity. Therefore, operation equipment, e.g. works water intakes or bottom

wie z.B. Triebwassereinläufe oder Grundablassleinläufe im Laufe der Zeit massiv verlandet werden. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde untersucht, ob es möglich ist, im Sölk-speicher während eines Hochwasserereignisses das trübe Wasser durch den geöffneten Grundablass bei Vollstau durchzuschleusen. Dabei wurden wirtschaftliche als auch ökologische Aspekte betrachtet.

Versuchsumfang

- » Naturmessungen am Sölk-speicher: An fünf Messstellen im und am Sölk-speicher wird das Verhalten des in den Speicher einfließenden trüben Wassers beobachtet
- » Folgende Parameter werden erhoben: Trübe, Temperatur, Leitfähigkeit, Fließgeschwindigkeit, Fließrichtung
- » Numerische Simulationen
- » Wirtschaftliche Untersuchungen

Entlandung von Speichern und Stauräumen

Finanzierung: Waterpool Competence Network GmbH
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider
Projektdauer: 2005 - 2008

Der Aufstau von Flüssen bewirkt eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit und der Turbulenz mit einer daraus resultierenden Sedimentation von Geschiebe und Schwebstoffen. Die Remobilisation des Sediments ist sowohl aus ökologischer als auch aus wasserwirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Während einer Stauraumentleerung tritt üblicherweise eine hohe Sedimentkonzentration im Unterwasser der Stauhaltung auf. Weiters können sich Sedimentablagerungen im Flussbett ausbilden, die bei nachfolgenden Ereignissen wieder abgetragen werden können. Eine Folge des Sedimenttransportes kann die Kolmation der Flusssohle sein, welche eine Abdichtung der Poren bedeutet. Diese Kolmation hat einerseits negative Einflüsse auf das Habitat und andererseits unterbindet sie die

outlet intakes, can be massive silted up over time. In this research project it was investigated whether it is possible, to lead the turbid water through the open bottom outlet in case of a flood event, whereat the reservoir is filled-up at a maximum. At the same time economical, as well as ecological aspects were considered.

Scope of experiments

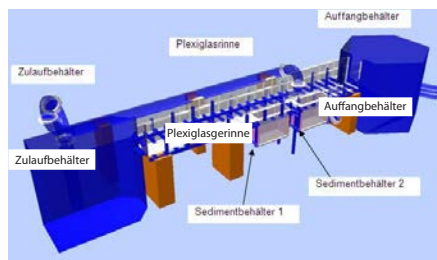
- » Field measurements in the Sölk-speicher: At five monitoring stations in and around the Sölk-speicher, the behavior of the water flowing into the water storage is observed
- » The following parameters are evaluated: turbidity, temperature, conductivity, flow velocity, flow direction
- » Numerical simulations
- » Economic studies

Clogging of free-flowing river sections

Financing: Waterpool Competence Network GmbH
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Schneider
Project duration: 2005 - 2008

The damming of rivers leads to a reduction in flow velocity and turbulence with a resultant sedimentation of bed load and suspended bed load. The remobilization of the sediment is desirable for both, water resources and environmental reasons. Consequently, the removal of sediment causes an increase of sediment concentration in the downstream sections of a dam during a flushing event. Furthermore, it could be observed that huge amounts of sediment are deposited on river banks downstream of the dam, which are remobilized and added to the flow during subsequent minor floods. One consequence of sediment transport may be the clogging of the river bed, which means to seal the pores. The clogging of river beds has an impact on the

Interaktion zwischen Oberflächen- und Grundwasser. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden physikalische Modellversuche sowie eine ausführliche Literaturstudie über die Kolmation durchgeführt.



1:1 Vollmodell | 1:1 model

Versuchsumfang

- » Ausführliche Literaturstudie über Kolmation durch das Kärntner Institut für Seenforschung
- » Vorversuche gemeinsam mit dem Institut für Angewandte Geowissenschaften der TU Graz
- » Modellversuch Maßstab 1:1
- » Messungen: Durchsickerung, Druckverläufe, Trübe, Dichte, Temperatur, geologische Parameter, Bestimmung der Kolmationsschicht

Quantitative und qualitative Messung des Feststofftransportes mittels berührungsloser Sensortechnik - Phase I

Finanzierung: AlpS, FFG
 Projektleiter: DI Dr. Schneider
 ProjektmitarbeiterIn: DI Harb
 Projektdauer: 2008

Aufgrund der durch die Wasserrahmenrichtlinie geforderten Maßnahmen zur Feststoffbewirtschaftung wurden im Rahmen dieses Projekts neue, innovative Messmethoden zur Erfassung des Geschiebetransports untersucht und ent-

wickelt. Die Interaktion von Fauna und Flora, sowie die Interaktion von Oberflächen- und Grundwasser. In diesem Forschungsprojekt wurden detaillierte physikalische Modellversuche und eine Literaturstudie über die Kolmation durchgeführt.



Kolmationsschicht im obersten Bereich der Sohle |
 Clogging of the upper part of the river bed

Scope of experiments

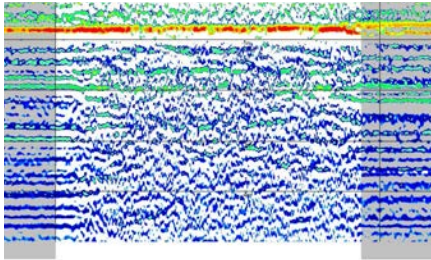
- » Extensive literature study on clogging of the Kärntner Institut für Seenforschung
- » Preliminary tests together with the Institute for Applied Geoscience, Graz University of Technology
- » Model test, model scale 1:1
- » Measurements: seepage, pressure gradients, turbidity, density, temperature, geological parameters, determination of the clogging layer

Quantitative und qualitative measurement of load discharge with contact-free sensor technology - phase I

Financing: AlpS, FFG
 Project manager: DI Dr. Schneider
 Projekt staff: DI Harb
 Project duration: 2008

In this project new and innovative measurement methods for determining the bed load transport have been investigated and developed due to the required measures for a load discharge management by the Water Framework Directive.

wickelt. Grundlegende Zielsetzung der ersten Projektphase war zu einer Einschätzung über die Machbarkeit des Vorhabens zu gelangen.



Echogramm Schlammmulde | Echogram Mud skip

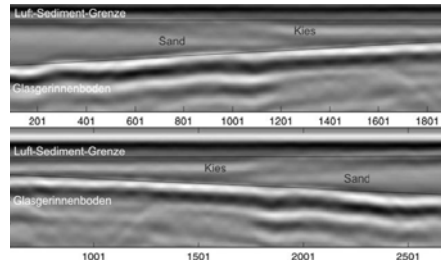
Angewandte Messsysteme

- » Sediment-Echolot (Ultraschallverfahren)
- » Bodenradar (elektromagnetisches Verfahren)
- » Leiterschleifen (magnetisch-induktives Verfahren)

Durchgeführte Untersuchungen

- » Modellversuch in einem Glasgerinne zum Testen der Eindringung der Messsysteme (Sediment-Echolot, Bodenradar) in kiesige und sandige Böden
- » Analoges Modellversuch in einer Schlammmulde, um zu verhindern, dass Störsignale auftreten (Sediment-Echolot und Bodenradar mit 900 und 400 MHz)
- » Feldversuch Sölkpeicher, um die Einflüsse von eventuellen Reflexionen der Schallwellen an den Wänden des Glasgerinnes bzw. der Schlammmulde zu verifizieren sowie die Eindringtiefe des Echolots in kiesigen Böden zu erheben; zusätzlich Beprobung der Gewässersohle mittels Freeze Core, um die im Sölkpeicher aufgezeichneten Echolotprofile auswerten zu können
- » Test eines möglichen Einsatzes von Leiterschleifen mit verschiedenen Versuchsaufbauten

Fundamental objective of the first project phase was to get an estimation of the feasibility of the project.



Radarprofile Glasgerinne | Radar section glass flume

Applied Measurement Systems

- » Sediment sonar (ultrasonic method)
- » Ground radar (electromagnetic procedure)
- » Conductor loops (magnetic-induction procedure)

Carried out Investigations

- » Model test in a glass flume for testing the penetration of measuring systems (sediment sonar, ground radar) in gravelly and sandy soils
- » Analogue model experiment in a mud hutch to prevent the occurrence of disturbing signals (sediment sonar and ground radar with 900 and 400 MHz)
- » Field test Sölkpeicher to verify the effects of possible reflections of sound waves on the walls of the glass flume respectively at the mud hutch as well as to survey the penetration depth of the sonar in gravelly soils; in addition sampling of the river bed by the means of freeze core, to evaluate the in Sölkpeicher recorded sonar profiles
- » Test of a possible use of conductor loops with different experimental settings

ALPRESERV

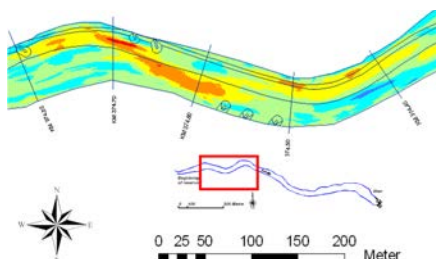
Finanzierung: EU Interreg IIIB

Projektleiter: DI Dr. Knoblauch

Projektmitarbeiter: DI Badura, DI Dr. Schneider

Projektdauer: 2004 - 2008

Im Rahmen des EU Interreg IIIB Projekts ALPRESERV studierten 17 Projektpartner aus den Alpenländern anhand von sieben Pilotprojekten verschiedene Methoden eines nachhaltigen Feststoffmanagements an Speichern, um optimale Lösungen für Mensch und Natur zu finden. Vom Insitut wurden zwei Fallstudien mit dem Ziel Ausführungsvorschläge für eine zukünftige Sedimentbewirtschaftung zu erarbeiten, untersucht.



Flusssohle Bodendorf vor der Spülung |
Bed elevation Bodendorf before flushing

Nachfolgend sind die wichtigsten durchgeführten Arbeiten angeführt:

Laufkraftwerk Bodendorf an der Mur

- » Dokumentation einer Stauraumspülung
- » Erstellung einer Schwebstoff- und Geschiebebilanz für eine Spülung
- » Berechnung von Sohlagen und aktuellen Schleppspannungen im Stauraumbereich
- » Abstimmung der Ergebnisse auf die ökologischen Anforderungen

Speicher Magaritze

- » Sedimenttransport durch den Umlaufstollen (hydraulischer Modellversuch, In Situ Versuche)
- » Entwicklung eines Sandfangs (hydraulischer Modellversuch, In Situ Versuche)

ALPRESERV

Financing: EU Interreg IIIB

Project manager: DI Dr. Knoblauch

Project staff: DI Badura, DI Dr. Schneider

Project duration: 2004 - 2008

In the course of the EU Interreg IIIB project ALPRESERV 17 project partners from alpine countries studied various methods for sustainable sediment management to find optimal solutions for people and nature. Therefore seven pilot studies were used. From the Institute two case studies were investigated with the aim to develop design proposals for future management of sediments.



Speicher Magaritze | Reservoir Magaritze

The most important works carried out are listed below:

Run-of river plant Bodendorf Mur

- » Documentation of a reservoir flushing
- » Create a suspended load and sediment balance for a flush
- » Calculation of bed levels and the current bed shear stress in the reservoir
- » Coordination of the results on the ecological requirements

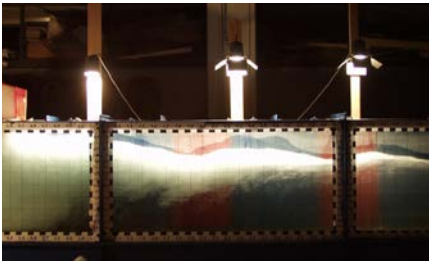
Reservoir Magaritze

- » Sediment transport through the diversion gallery (hydraulic model test, tests in situ)
- » Development of the sand trap (hydraulic model test, tests in situ)

Entgasung von Wasser-Luftgemischen im Unterwasser von Peltonturbinen

Finanzierung: EnBW Energieversorgung Baden-Württemberg AG, Landesenergieverein Steiermark LEV, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs VEÖ, Land Vorarlberg, Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Arch
Projektdauer: 2006 - 2007

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden am Institut die Zusammenhänge des Eintrages und Austrages von Luft in Wasser in Hinblick auf die Prozesse im Unterwasserkanal eines Kraftwerks mit Peltonturbinen untersucht.



Modellversuch | Model test

Phase 1 - Messungen an Großausführungen

Durchführung von Messungen an Großausführungen an drei charakteristischen Anlagen (Fallhöhe, Wassermenge, Geometrie des Unterwasserkanals), Vergleich der gemessenen Werte mit vorhandenen Abschätzungsformeln und Validierung dieser Formeln

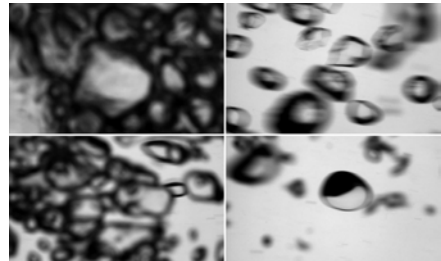
Phase 2 - Grundlagenstudien

Untersuchung des Einflusses eines Luftüberdrucks auf ein 2-Phasengemisch, Einfluss der Luftblasen auf die Gerinneturbulenz, detaillierte Studie zu den Haupteinflussfaktoren des Luftein- und Austragsprozesses, Entwicklung einer Übertragungsfunktion für Froude-Modelle, Abschätzung der Entgasungslänge

Degassing of water-air-mixtures in the tailwater of Pelton turbines

Financing: EnBW Energieversorgung Baden-Württemberg AG, Landesenergieverein Steiermark LEV, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs VEÖ, Land Vorarlberg, Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Arch
Project duration: 2006 - 2007

In the course of the research project the connection between the intake and release of air regarding the processes in the tailwater channel of a power plant with Pelton turbines were investigated at the Institute.



Blasenformen | Bubble shapes

Phase 1 - Measurements at large versions

Performance of measurements at large versions in three characteristic plants (head, water quantity, geometry of the underwater channel), comparison of the measured values with existing estimation formulas and validation of these formulas

Phase 2 - Fundamental study

Investigation of the influence of a positive air pressure on a 2-phase mixture, the influence of air bubbles on the channel turbulence, detailed study of the main factors influencing the intake and release processes, development of a transfer function for Froude models, estimation of the length of gas release

Phase 3 – Numerische Simulation

Auf Basis dieser Untersuchungen und der vorgestellten Ergebnisse konnte die Planung solcher Kraftwerksanlagen hinsichtlich der Unterwasserkanallänge entscheidend vereinfacht werden. Weiters stellen die Messdaten der gesamten Untersuchungsreihen ein wertvolles Fundament für weitere Grundlagenforschung dar.

Optimierung der Geschiebetrift unterhalb von Flusskraftwerken

Finanzierung: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ), Energieforschungsgemeinschaft (EFG), Projektbegleitung: Verbund AG
 Projektleiter: Prof. Heigerth
 Projektmitarbeiter: DI Geisler
 Projektdauer: 2004 - 2007

Das Forschungsvorhaben hat bauliche Gestaltungsmöglichkeiten aufgezeigt, mit denen die nach Stauraumpülungen oftmals auftretenden Geschiebeanlandungen unterhalb von Flusskraftwerken reduziert werden können. Geschiebeanlandungen führen zu einer Reduktion der energetisch nutzbaren Fallhöhe und beeinträchtigen dadurch die Leistung und das Arbeitsvermögen der betroffenen Anlage.



Geschiebeanlandungen unterhalb des KW Wallnerau |
 Bed load sedimentation downstream of HPP Wallnerau

Modellversuche haben gezeigt, dass das Ausmaß der unterwasserseitigen Geschiebeanlandungen durch eine Verlängerung des Trennpfeilers zwischen dem Turbinenauslauf und der Wehranlage reduziert werden kann.

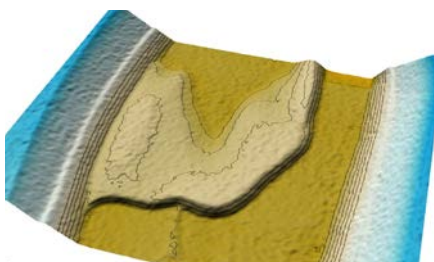
Phase 3 - Numerical Simulation

On the basis of these investigations and the presented results the planning of such power plants could be simplified significantly in terms of the length of the tailwater channel. In addition, the measurement data of the entire test series are a valuable base for further fundamental research.

Optimization of the bed load drift downstream of hydro power plants

Financing: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ), Energieforschungsgemeinschaft (EFG), Projektbegleitung: Verbund AG
 Project manager: Prof. Heigerth
 Project staff: DI Geisler
 Project duration: 2004 - 2007

The research project demonstrated structural design options that allow to reduce sediment deposits in the tailwater of river power plants after reservoir flushings. Sediment deposits could lead to a reduction of the energetically usable height of the head and affect, thus, the performance and work capacity of the affected construction.



Fotogrammetrisch vermessene Flusssohle - Modellversuch |
 Photogrammetric survey riverbed - model test

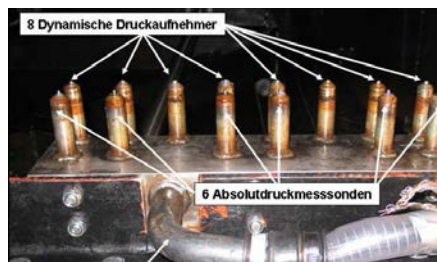
Model experiments have shown, that the extent of sediment deposits in the tailwater could be reduced by an extension of the separation pier between the turbine outlet and the weir. For a better quantification of the advantages and

Um die Vor- und Nachteile eines langen Trennpfeilers besser quantifizieren zu können, wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens weiterführende Untersuchungen am Modell des Salzachkraftwerkes St. Veit durchgeführt. Verschiedene Trennpfeilervarianten wurden in den beiden maßgeblichen Betriebszuständen „Stauraumpülung“ und „Turbinenbetrieb“ untersucht und die aufgetretenen Unterschiede anhand von Wasserspiegel-, Geschwindigkeits- und Sohlvermessungen dokumentiert. Aus den Ergebnissen wurden Erkenntnisse zur optimalen Gestaltung des unterwasserseitigen Trennpfeilers gewonnen. Für das untersuchte Kraftwerk St. Veit wurde darüber hinaus eine grundsätzliche Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines in der Höhe variablen Trennpfeilers ermöglicht.

Strahlgeschwindigkeit im Gehäuse einer Pelton turbine

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs VEÖ
Projektleiter: DI Dr. Mayr
Projektmitarbeiter: DI Arch
Projektdauer: 2003 - 2007

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden Naturmessungen im Kraftwerk Koralpe durchgeführt. Ziel dieses Forschungsprojektes war ein erweitertes Verständnis der Vorgänge im Gehäuse einer sechsdüsigen Pelton turbine mit vertikaler Achse bezüglich der Wassergeschwindigkeiten und der Art und Weise der Wasserbewegung im Gehäuse.



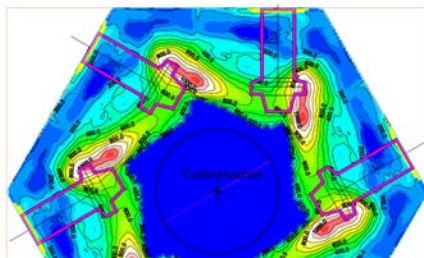
Sondenaufnahmebox | Sensor recording box

disadvantages of a longer separation pier, further investigations on the model of the Salzach power plant in St. Veit were performed as part of the research project. Several separation pier versions have been tested for the two main operating modes „reservoir flushing“ and „turbine operation“. The occurred differences have been documented by the means of water level, velocity and bed measurements. From the results findings for the optimal design of the separation pier in the tailwater were obtained. Additionally, for the investigated power plant in St. Veit a fundamental assessment of the economic feasibility of a possible variable-height separation pier was made.

Jet impact velocity in casings of pelton turbines

Financing: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs VEÖ
Project manager: DI Dr. Mayr
Project staff: DI Arch
Project duration: 2003 - 2007

In the course of this research project, field measurements in the power plant Koralpe were performed. The aim of this research project was to get a broader understanding of the processes in the casing of a Pelton turbine with a six-jet vertical axis regarding to the water velocities and the way of the movement of the water body in the casing.



Mittelwerte maximale Tropfendrucke |
Mean value maximum drop pressure

Weiters waren die geometrische Ausdehnung, die Geschwindigkeiten und die Verteilung der vom Peltonrad abströmenden Wasserpartikel über die Gehäusegrundfläche von Interesse. Die Durchführung der Messungen an einem Prototypen wurde erstmals mit diesem Forschungsprojekt realisiert und war, aufgrund der Einflüsse der Oberflächenspannung bei Modellturbinen, für das Erfassen der tatsächlich im Peltongehäuse vorherrschenden Prozesse unabdingbar. Mit der Kombination der Naturmessdaten aus bereits abgeschlossenen Forschungen der TU Graz bezüglich der Ausgasungsprozesse der Luft im Unterwasserkanal und der Messdaten aus der Gehäuseströmungsmessung, sollte es in Zukunft möglich sein, das gesamte System „Gehäuse samt Laufrad“ und „Unterwasserstrecke“ hinsichtlich des Luftein- und Austragsprozesses numerisch zu simulieren.

Furthermore the geometrical extent, the velocities and the distribution of the dispersing water particles on Pelton wheel over the casing ground area were of interest. The realization of measurements on a prototype was implemented within this research project for the first time ever. Due to the influence of the surface tension for model turbines those measurements were essential for the detection of the actually prevailing processes in the casing of a Pelton turbine. In combination of the natural measurement data from already completed studies at Graz University of Technology regarding gas release processes of air in the tailwater channel and the measurement data from the casing flow measurement, it should be possible to simulate the entire system „casing including running wheel“ and „tailwater reach“ in terms of air intake and release processes numerically in the future.

Wassergeschäft und Umwelteinfluss auf den Speicher Kozjak

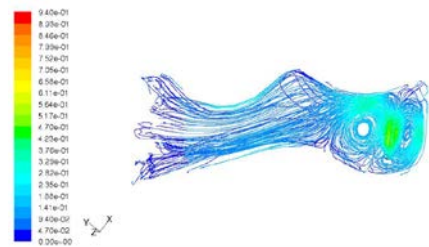
Finanzierung: Waterpool Competence Network GmbH
 Projektleiter: Ao. Prof. Klasinc
 Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider
 Projektdauer: 2005 - 2007

Dieses internationale Forschungsprojekt wurde im Zuge des Netzknotens 4 „Wasser Untertage und im Kraftwerksbau“ - Modul „Entlandung von Speichern und Stauräumen“ des Waterpool Kompetenznetzwerks durchgeführt.

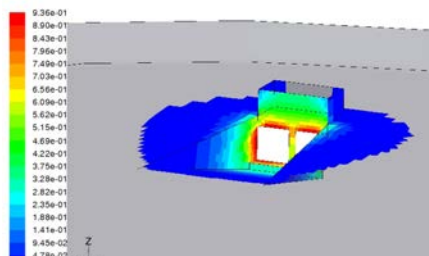
Water business and environmental impact of Kozjak reservoir

Financing: Waterpool Competence Network GmbH
 Project manager: Ao. Prof. Klasinc
 Project staff: DI Dr. Schneider
 Project duration: 2005 - 2007

This international research project was conducted in the course of netnode 4 - „Water in Underground Mining and Power Station Construction“ - Module „Alpine storage business“ of the Waterpool competence network.



Numerische Simulation des Wasserverhaltens |
 Numerical analysis of water behaviour



Geschwindigkeitsverteilung in der wand nächsten Zelle |
 Velocity distribution in the cell closest to the wall

Das Ziel des Projekts war die Analyse des Einflusses von Pumpspeicherkraftwerken und Wasserspeicherung auf die hydrogeologischen Bedingungen in der Umwelt. Das untersuchte Gebiet ist die Region Kozjak an der Drau in der Nähe von Maribor. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf die Prognose der Sedimentation (Zusammensetzung, Menge der Sedimente), Technologie und wirtschaftliche Berechnung des Auswaschens von Sedimenten und dessen Einfluss auf die Ökologie gelegt.

Aufgaben des Instituts

- » Ausarbeitung des hydrodynamischen Modells für die obere Akkumulation des KW Kozjak
- » Ermittlung der Strömungen im KW Kozjak
- » Quasi-stationäre Untersuchung des Entleerverhaltens eines Speichersees für drei verschiedene Füllhöhen
- » Untersuchung der Dichtheit bzw. der Sicherheit des KW Kozjak

The goal of the project was to analyze the influences of the pumping power station and water storage on the hydro-geological conditions in the environment.

The investigated area is the Kozjak region at river Drava near Maribor. Special attention was given to the prognosis of sedimentation (composition, quantity of sediments), technology and economic calculation of washing up the sediments and effects on the ecology.

Tasks of the Institute

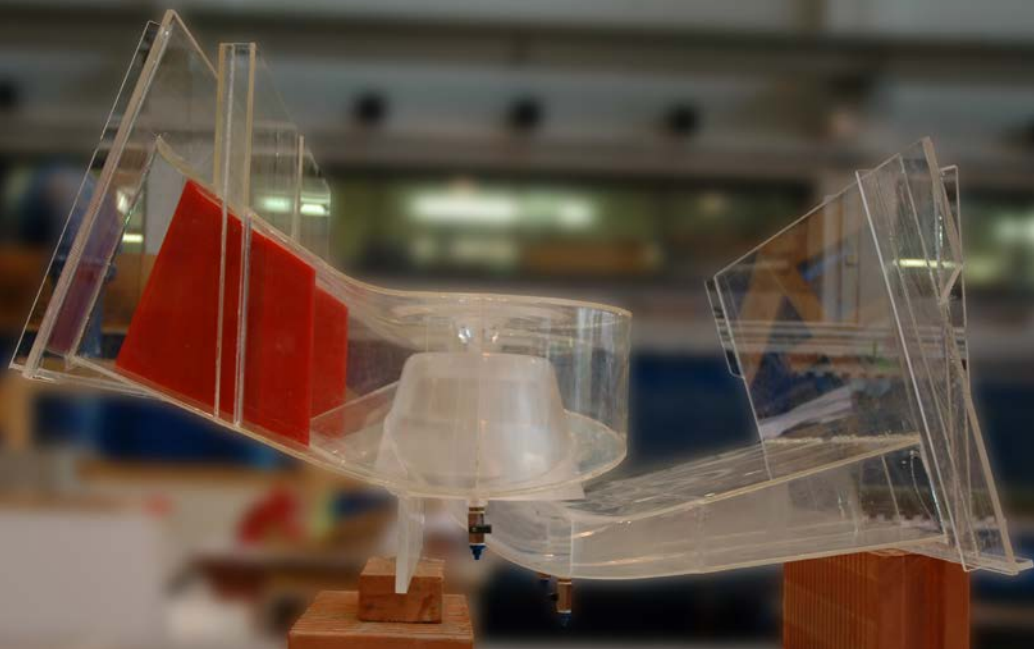
- » Development of the hydrodynamic model for the upper accumulation of HPP Kozjak
- » Determination of the flows in the HPP Kozjak
- » Quasi-stationary analysis of the emptying behavior of a storage lake for three different filling levels
- » Investigation of the tightness respectively the safety of the HPP Kozjak

Für jede große Anlage des Wasserbaus ist dessen Funktionstüchtigkeit unmittelbar zu gewährleisten. Ein wesentliches Werkzeug für die Detailauslegung ist dafür der hydraulische Modellversuch gepaart mit der Erfahrung in der Ergebnisinterpretation. Varianten, Änderungen und Modifikationen können einfach untersucht werden, um für die Ausführung die beste Lösung zu finden.

The operational reliability has to be guaranteed for each major hydraulic-engineering construction. As an essential tool for the detailed design is, thus, the hydraulic model test together with the experience in the interpretation of results. Variations, changes and modifications can be easily carried out in order to find the best solution for the design.

MODELLVERSUCHE

Model tests



INHALTSVERZEICHNIS

Allgemeines	55
KW Bad Goisern	56
KW Lünensee	57
Wasserschloss Burgstall	58
KW Feistritz	59
KW Schönau	60
Wasserschloss Atdorf	61
KW Stegenwald	62
Pendelrampe - Neulengbach	63
Pendelrampe - Dimensionierung	64
KW Feistritz	65
KW Stegenwald	66
KW Pirris	67
KW Annabrücke	68
KW Ferlach - Maria Rain	69
Theodorawehr	70
KW Rothleiten	71
St. Veit - Großarler Ache	72
KW Laja	73
KW Gamp	74
KW Pfarrwerfen	75
Wasserschloss Limberg II	76
KW Rheinfelden	77
Sperre Salza	78
KW Laufnitzdorf - Wehr Mixnitz	79
Kopswerk II - Drossel 3	80
Kops II - Unterwassersystem	81

CONTENT

General	55
HPP Bad Goisern	56
HPP Lünensee	57
Surge Tank Burgstall	58
HPP Feistritz	59
HPP Schönau	60
Surge tank Atdorf	61
HPP Stegenwald	62
Meandering ramp - Neulengbach	63
Design of a Meandering Ramp	64
HPP Feistritz	65
HPP Stegenwald	66
HPP Pirris	67
HPP Annabrücke	68
HPP Ferlach - Maria Rain	69
Weir Theodora	70
HPP Rothleiten	71
St. Veit - Großarler Ache	72
HPP Laja	73
HPP Gamp	74
HPP Pfarrwerfen	75
Surge tank Limberg II	76
HPP Rheinfelden	77
Dam Salza	78
HPP Laufnitzdorf - Weir Mixnitz	79
Kopswerk II - Throttle 3	80
Kops II - Tailwatersystem	81

Allgemeines

Seit 1898 werden an der TU Graz hydraulische Modellversuche durchgeführt, mittels denen bereits über 300 wasserbauliche Anlagen und Anlagenteile untersucht wurden. Derzeit stehen am Institut zwei Labore für die Durchführung von physikalischen Laborversuchen zur Verfügung.

» Wasserbaulabor Stremayrgasse

Fläche: 20 x 70 m
Höhe: 9 m
Pumpen: 4
Max. Durchfluss: 1000 l/s

» Wasserbaulabor Inffeldgasse

Fläche: 25 x 100 m
Höhe: 4 m
Pumpen: 4
Max. Durchfluss: 1000 l/s

In den letzten fünf Jahren wurden insgesamt 26 Modellversuche, hauptsächlich für österreichische Anlagen, durchgeführt. Nachfolgende Abbildung stellt die geographische Verteilung der untersuchten Anlagen dar.

General

Since 1898 hydraulic model tests are conducted at Graz University of Technology, whereof already more than 300 hydro-engineering constructions and plant components have been investigated. Currently two laboratories are at the Institutes disposal for laboratory tests.

» Hydraulic Laboratory Stremayrgasse

Area: 20 x 70 m
Height: 9 m
Pumps: 4
Max. Discharge: 1000 l/s

» Hydraulic Laboratory Inffeldgasse

Area: 25 x 100 m
Height: 4 m
Pumps: 4
Max. Discharge: 1000 l/s

26 models test have been conducted from 2007 until 2011, mainly for constructions in Austria. The following figure shows the geographical distribution of the investigated constructions.



KW Bad Goisern

Auftraggeber: Energie AG Oberösterreich Wasserkraft GmbH
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiterin: Mag. Jöbstl
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2011 - 2012

Die Energie AG plant das bestehende Ausleitungskraftwerk in Bad Goisern durch einen Neubau unter gleichzeitigem Entfall der Ausleitung zu ersetzen. Die Zuströmung zur geplanten Anlage wird durch den Granitzfelsen im Stauraum beeinflusst. Das Krafthaus ist linksufrig angeordnet und beinhaltet eine Rohrturbine mit einem Ausbaudurchfluss von $52 \text{ m}^3/\text{s}$.



Modellaufbau Bad Goisern | Model set-up Bad Goisern

Die Netto-Fallhöhe beträgt rund 6 m und die installierte Leistung 2,6 MW. Die Wehranlage besteht aus 2 Wehrfeldern á 3,2 x 20,5 m, die jeweils mit einem Schlauchwehr ausgestattet werden.

Versuchsumfang

- » Optimierung der Turbinenanstromung im Strömungsschatten des Granitzfelsens
- » Untersuchung des Geschiebedrifts
- » Untersuchung der Hochwasserabfuhr

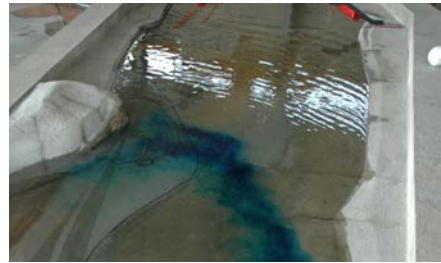
Ergebnisse

Es wurden insgesamt vier Varianten und 14 unterschiedliche Lastfälle untersucht. Für die Variante 3 – Teilabtrag Granitzfelsen – wurde ein rechtskräftiger Wasserrechtsbescheid erteilt.

HPP Bad Goisern

Client: Energie AG Oberösterreich Wasserkraft GmbH
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: Mag. Jöbstl
Model scale: 1:40
Project duration: 2011 - 2012

The Energie AG is planning to replace the existing diversion plant by a new construction simultaneously with the omission of the diversion. The flow condition to the plant construction is influenced by the Granitzfelsen in the reservoir. The power house is situated on the left bank and includes a bulb turbine with a design flow of $52 \text{ m}^3/\text{s}$.



Strömungsvisualisierung | Flow visualization

The net head is about 6 m and the installed capacity 2.6 MW. The weir system consists of 2 weir fields at 3.2 x 20.5 m, each equipped with an inflatable weir.

Scope of experiments

- » Optimization of the turbine approach flow in the no flow zone behind the Granitzfelsen
- » Survey of the bed load drift
- » Survey of the flood conveyance

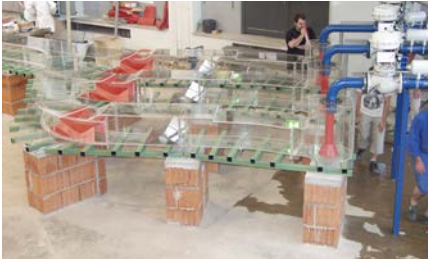
Results

In total four versions and 14 different load cases have been investigated. For version 3 – partly cutted Granitzfelsen – a legal water law decision has been granted.

KW Lünensee

Auftraggeber: Vorarlberger Illwerke AG
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiter: DI Dobler
Modellmaßstab: 1:10
Projektdauer: 2010 - 2011

Im Rahmen von Umbaumaßnahmen am Lünenseewerk ist eine Erhöhung der Engpassleistung aller fünf bestehenden Turbinen geplant. Im Wasserbaulabor der Technischen Universität Graz wurde die Naturanlage mit ihren Einbauten im Maßstab von 1 : 10 nachgebaut.



Modellaufbau Lünensee | Model set-up Lünensee

Das hydraulische Modell bestand aus drei Turbinengehäusen, drei Unterwasserkanälen die zu einem Hauptkanal zusammenfließen sowie einer Wehrklappe, um den Wasserstand des Latschaubeckens einzustellen. Die Hauptaufgabe der Messeinrichtung bestand darin, die Wasserstände an neuralgischen Punkten aufzuzeichnen, um damit ein Zuschlagen des UW-Kanals zu bestimmen.

Versuchsumfang

- » Kalibrierung des hydraulischen Modells mit den Naturmessungen im Unterwasserkanal
- » Detaillierte Untersuchung der Belüftung in im Unterwasserkanal
- » Untersuchung der dynamischen Anregung des Systems im Modell
- » Integration der Soll- und Ist-Durchflüsse für alle Lastfälle
- » Umbau der Lärmschutzeinrichtung um die Belüftung des Kanals zu gewährleisten

HPP Lünensee

Client: Vorarlberger Illwerke AG
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: DI Dobler
Model scale: 1:10
Project duration: 2010 - 2011

Within the scope of reconstruction measures at the plant Lünensee an increase of the bottleneck capacity of all five existing turbines is planned. In the hydraulic laboratory of Graz University of Technology the construction was replicated with the installed equipment in a model scale of 1:10.



Detaillansicht Modell | Detailed view model

The hydraulic model consisted of three turbine casings, three tailrace channels which converge to a main channel, as well as a weir panel to regulate the water level of the Latschau reservoir. The main task of the measuring system was to record free surface flow of water levels at neuralgic points, to determine a slamming of the tailrace channel.

Scope of experiments

- » Calibration of the hydraulic model with field measurements in the tailrace channel
- » Detailed survey of the aeration in the tailrace channel
- » Survey of the dynamic stimulation of the system in the model
- » Integration of the target and current discharges for all load cases
- » Reconstruction of the noise insulation arrangements to guarantee the aeration of the channel

Wasserschloss Burgstall

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiter: DI Richter
Modellmaßstab: 1:25
Projektdauer: 2010 - 2011

Für das in Bau befindliche Kraftwerkssystem Reisseck 2 wurden Modellversuche zur Überprüfung der Funktionsweise des Wasserschlosses Burgstall durchgeführt.



Modelaufbau Burgstall | Model set-up Burgstall

Die Besonderheit des Projekts Reisseck 2 ist der Zusammenschluss der bestehenden hydraulischen Systeme Malta Hauptstufe und Reisseck. Das neu geplante Kraftwerk soll eine Turbinen- und Pumpleistung von 430 MW aufweisen. Dabei wird eine Leistungssteigerung der bestehenden Anlagen um mehr als 40 % erreicht, ohne zusätzliche Wasserressourcen zu beanspruchen.

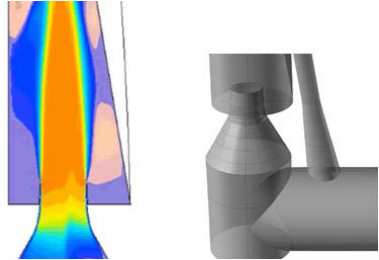
Versuchsumfang

- » Optimierung der Drosselposition mittels 3D-numerischer Strömungssimulation
- » Numerische Bestimmung der Drosselverluste für das Auf- und Abschwngen im Steigschacht
- » Bestimmung des Drosselverlustes
- » PIV-Messungen des Strömungsfeldes nach der Drossel, beim Aufschwngen in den Steigschacht
- » Überprüfung der Funktionsfähigkeit des gesamten Wasserschlosses anhand eines Plexiglasmodells
- » Simulation von instationären Strömungszuständen durch gesteuerte Ventile

Surge Tank Burgstall

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Richter
Model scale: 1:25
Project duration: 2010 - 2011

For the power plant system Reisseck 2, which is currently under construction, model tests were conducted to test the operating mode of the surge tank Burgstall.



3D-Modell Drossel | 3D-model throttle

The special feature of the project Reisseck 2 is the combination of the existing hydraulic systems Malta and Reisseck. The new planned power plant is supposed to have a turbine- and pump energy power of 430 MW. Without additional water demands, an increased performance of the existing construction of more than 40% will be achieved.

Scope of experiments

- » Optimization of the throttle position by 3D-numeric flow simulation
- » Numerical determination of throttle losses for up- and down surge in the shaft
- » Determination of the throttle losses
- » PIV-measurements of the flow field after the throttle, at the upsurge in the shaft
- » Testing of the functional capability of the whole surge tank by the means of an acrylic glass model
- » Simulation of unsteady flow conditions by the means of controlled valves

KW Feistritz

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Modellmaßstab: 1:50
Projektdauer: 2010 - 2012

Das Institut wurde beauftragt, in einem Schnittmodellversuch für die bestehenden Anlage, die in der Betriebs- und Überwachungsordnung festgelegte Stauregelung ohne zugeschaltetem Turbinenbetrieb zu prüfen und eventuelle Baumaßnahmen wie Einbau von Störkörpern, Erhöhung der Endschwelle, etc. zu untersuchen, um die Energieumwandlung bzw. Abflussstabilität im Unterwasser der Anlage zu verbessern.



KW Feistritz, Foto: AHP | HPP Feistritz, Picture: AHP

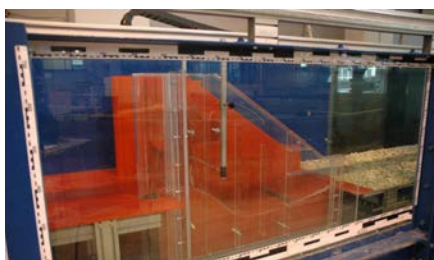
Versuchsumfang

- » Überprüfung Energieumwandlung und Abflussstabilität im Unterwasser für bestehende Anlage
- » Umfangreiche Variantenstudie zur Verbesserung der Energieumwandlung
- » 17 Varianten: Einbau von Störkörpern im Tosbecken, Erhöhung der Tosbeckenendschwelle
- » Druckmessungen im Unterwasser des Tosbeckens

HPP Feistritz

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Dorfmann
Model scale: 1:50
Project duration: 2010 - 2012

The institute was contracted to test the storage regulation without connected turbine operation, which is defined in the plant regulations and monitoring arrangement. Further, potential building measures like installation of an energy dissipater, heightening of the groundsill downstream will be investigated, to improve the energy dissipation and the discharge stability in the trailrace of the construction.



Schnittmodell Feistritz | Cross-section model Feistritz

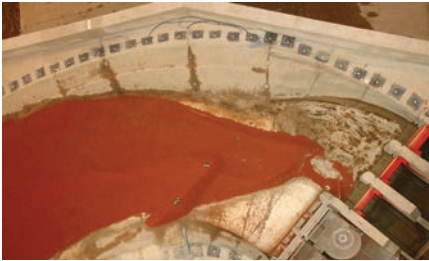
Scope of experiments

- » Verification of the energy conversion and flow stability in the tailwater for existing plant
- » Extensive variation study to improve the energy conversion
- » 17 variants: installation of energy dissipator in the stilling basin, increasing the stilling basin ground sill
- » Pressure measurements in the tailwater of the stilling basins

KW Schönau

Auftraggeber: Ennskraftwerke AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiterinnen: DI Zechner, DI Harb
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2008 - 2011

Die in den letzten Jahren verstärkt aufgetretenen Verlandungen vor den Maschineneinläufen des KW Schönau erfordern einen erhöhten Instandhaltungsaufwand. Durch bauliche bzw. betriebliche Maßnahmen soll eine Verbesserung der Verlandungssituation und damit eine Minimierung des Baggeraufwandes erreicht werden. In einem ersten Auftrag wurden Varianten zur Verbesserung Anströmsituation untersucht.



Geschiebeversuch | Bed load test

In einem weiteren Auftrag wurde die Verbesserung der Situation durch betriebliche Maßnahmen im Rahmen der derzeit möglichen Betriebsführung und die Einbeziehung der beweglichen Sohle im 3D-numerischen Modell sowie mittels vorhandenen physikalischen Modells untersucht. Die Berechnungen wurden mit der Software SSIIIM2 durchgeführt. Das physikalische Modell wurde mit fester und beweglicher Flusssohle im Maßstab 1:40 aufgebaut.

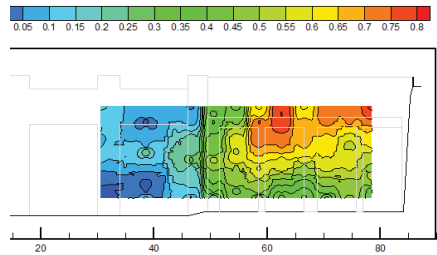
Versuchsumfang

- » Geschiebeversuche mit beweglicher Sohle
- » 3D numerische Berechnungen mit beweglicher Sohle
- » Untersuchung unterschiedlicher Betriebsvarianten

HPP Schönau

Client: Ennskraftwerke AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Zechner, DI Harb
Model scale: 1:40
Project duration: 2008 - 2011

At the HPP Schönau higher maintenance efforts are required due to an increased accumulation upstream of the power plant intake structures during the last years. An improvement of the silt accumulation and thereby a minimization of the dredge efforts should be achieved by the means of structural and operational measures. In a first order different versions for an improvement of the approach flow have been investigated.



Geschwindigkeiten Turbineneinlauf |
Velocities turbine intake

In an additional order an improvement of the situation through operational measures within the scope of current possible operation management and the inclusion of the mobile bed in the 3D numerical and the physical model have been investigated. The calculations have been conducted with the software SSIIIM2. The physical model has been built with fixed and mobile bed in the scale 1:40.

Scope of experiments

- » Bed load tests with mobile bed
- » 3D numerical calculations with mobile bed
- » Investigation of different operation management versions

Wasserschloss Atdorf

Auftraggeber: Schluchseewerke AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiter: DI Richter, DI Dobler
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2010 - 2012

Die Schluchseewerk AG beabsichtigt die Errichtung des Pumpspeicherkraftwerkes Atdorf mit einer Höhendifferenz von 600 m mit zwei neu zu errichtenden Speicherbecken mit einem Nutzinhalt von je 9 Mio. m³ Nutzinhalt. Das Kraftwerk soll eine installierte Leistung von 1.400 MW aufweisen.



Modellaufbau Atdorf | Model set-up Atdorf

Die allgemeine Zielsetzung für die Untersuchungen ist ein robuster Kraftwerksbetrieb. Es wurde eine hybride Modellierung angestrebt, um einen schnelleren und kostengünstigeren Optimierungsprozess zu erreichen.

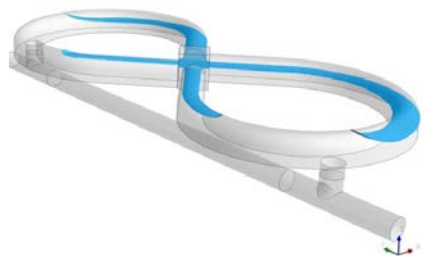
Versuchsumfang

- » Numerische Bestimmung der Drosselverluste für das Auf- und Abschwngen
- » Bemessung Kammervolumina
- » Füll- und Entleervorgänge
- » Druck und Geschwindigkeitsmessungen im Stollen, in der Unter- und Oberkammer sowie im Steigschacht
- » Beherrschen des Lufteinzugs im Modell
- » Erfassen der Kavitationsgefahr
- » Numerische Untersuchung des Entgasungsprozesses in der Unterkammer
- » Bestimmung des Differentialeffekts der Oberkammer, Berechnung der Krafteinwirkung auf einzelne Einbauten

Surge tank Atdorf

Client: Schluchseewerke AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Richter, DI Dobler
Model scale: 1:40
Project duration: 2010 - 2012

The Schluchseewerk AG intends to build the pumped storage power station Atdorf with a head of 600 m. Therefore two reservoirs need to be constructed newly with a useful capacity of 9 Mio. m³ each. The power plant shall have an installed capacity of 1,400 MW.



3D-Model Unterkammer | 3D-model lower chamber

The general goal for the survey is a robust plant operation. For a fast and cost-efficient optimization process a hybrid modeling has been aspired.

Scope of experiments

- » Numerical determination of the throttle losses for the up- and down surge
- » Design chamber volumes
- » Filling and emptying process
- » Pressure and velocity measurements in the gallery, in the lower and upper chamber as well as in the shaft
- » Control the air inlet in the model
- » Detect the danger of cavitation
- » Numerical survey of the degassing process in the lower chamber
- » Determination of the differential effect in the upper chamber, calculation of the force effect of individual installations

KW Stegenwald

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiterin: DI Zechner
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2010 - 2012

Die geplante Anlage KW Stegenwald an der Salzach besteht aus einem linksufrigen Wehr mit drei Wehrfeldern, die mit Segmenten und aufgesetzten Klappen verschlossen werden können. Mit der Rohfallhöhe von 8,14 m und dem Ausbaudurchfluss von $203 \text{ m}^3/\text{s}$ ergibt sich eine Engpassleistung von 14,5 MW. Um eine zufriedenstellende Lösung für das Kraftwerk Stegenwald zu erreichen wurde das Institut seitens der Verbund AG mit der Ausführung eines hydraulischen Modellversuches beauftragt.



Modelaufbau | Model set-up

Im Zuge eines Zusatzauftrages wurden zu den bisherigen Untersuchungen folgende ergänzende Fragestellungen, in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der Projektkoordination untersucht.

Versuchsumfang

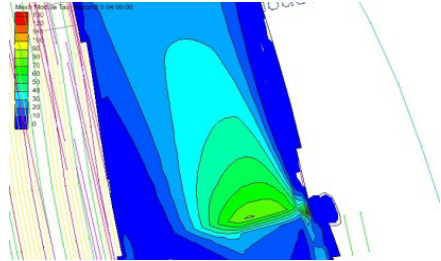
- » Unterwassereinschnürung
- » Anströmung zu den Turbinen
- » Optimierung Geschiebeleitschwelle
- » Optimierung Krümmung Rampe

Die Versuche wurden zum Teil mit Geschiebezugabe durchgeführt.

HPP Stegenwald

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Zechner
Model scale: 1:40
Project duration: 2010 - 2012

The planned HPP Stegenwald at the river Salzach consists of a weir on the left bank with three weir fields, which can be closed with radial gates and flap gates. The bottleneck capacity of 14.5 MW results out of a gross head of 8.14 m and a design discharge of $203 \text{ m}^3/\text{s}$. To achieve a satisfactory solution for the HPP Stegenwald the Institute was contracted to carrying out a hydraulic model test by order of Verbund AG.



Sohlschubspannungen | Bed shear stress

In the course of an additional order supplementary to the previous analysis the following questions have been investigated in coordination with the client.

Scope of experiments

- » Narrowing of tailwater reach
- » Approach flow to the turbines
- » Optimization of the intake sill
- » Optimization covering ramp

The tests have been conducted partly with bed load addition.

Pendelrampe - Neulengbach

Auftraggeber: Büro Dr. Lengyel ZT GmbH
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiterin: DI Mag. Sindelar
Modellmaßstab: 1:10
Projektdauer: 2007 - 2011

Die Aufgabenstellung war die Untersuchung einer neuen Rampenform, der sogenannten „Pendelrampe“. Dabei werden abwechselnd zum linken bzw. rechten Ufer hin geneigte Querriegel in die Sohle eingebaut. Die Becken zwischen den Querriegeln sollen weitgehend ohne Beckensicherung auskommen, wodurch sich ein geringer Materialeinsatz ergibt.



Modellaufbau | Model set-up

Ohne Beckensicherung ist eine natürliche Gewässerdynamik mit Auskolkungen und Ablagerungen möglich. Ziel des gegenständlichen Modellversuchs war es, einen Dimensionierungsvorschlag für eine Pendelrampe an der Großen Tulln bei Neulengbach zu erarbeiten. Die Stabilität der Rampe soll für ein HQ100 gewährleistet sein.

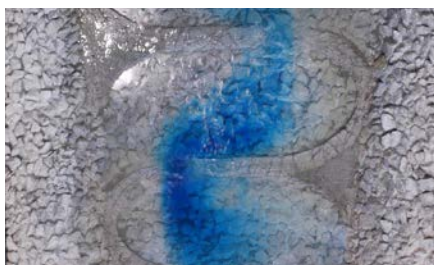
Versuchsumfang

- » Abflussberechnungen einer HQ100-Welle
- » Planung für die Ausgangsvariante der Pendelrampe
- » Entnahme und Analyse von Schürfproben
- » Berechnungen für die Geschiebefracht
- » Erfassung des Durchflusses
- » Geschwindigkeitsmessungen
- » Fotogrammetrie für die Oberflächenvermessung der Sohle

Meandering ramp - Neulengbach

Client: Büro Dr. Lengyel ZT GmbH
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Mag. Sindelar
Model scale: 1:10
Project duration: 2007 - 2011

The scope of work was the survey of a new ramp design, the so called „meandering ramp“. Thereby the steps of a meandering ramp are alternately inclined to the left and the right bank. The pools between the steps should be done without additional armoring, which results in a lower material usage.



Strömungsvisualisierung | Flow visualization

Without armoring natural water dynamics with scouring and accumulations are possible.

The aim of the representational model test was to develop design suggestions for a meandering ramp at the river Große Tulln in Neulengbach. The stability of the ramp should be ensured for a 100-year flood.

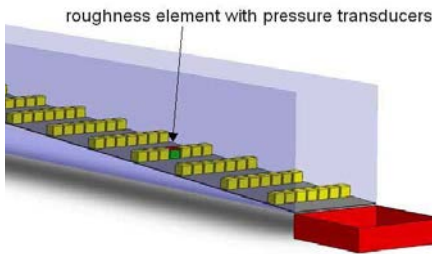
Scope of experiments

- » Runoff calculations for a 100-year flood
- » Planning an initial design of the meandering ramp
- » Taking and analyzing of prospectations
- » Calculation of the bed load
- » Discharge survey
- » Velocity measurements
- » Photogrammetry for the surface survey of the bed

Pendelrampe - Dimensionierung

Auftraggeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiterin: DI Mag. Sindelar
Projektdauer: 2009 - 2011

Das Ziel dieses Grundlagenversuchs war die Erarbeitung von Dimensionierungsrichtlinien für Pendelrampen. Die Basis dafür bildeten der physikalische Modellversuch für eine Pendelrampe an der Großen Tulln, der am Institut durchgeführt wurde, der hier beschriebene Grundlagenversuch und Naturmessungen bei einer Pendelrampe im Stübmingbach. Die Experimente wurden mit fixer Sohle durchgeführt. Die Dimensionierungsrichtlinien, wurden derart gestaltet, dass der Übergangsabfluss bei spezifischen Durchflüssen von $3,5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$ stattfindet.



Lage des Riegelements im Glasgerinne |
Position of the steps in the glass flume

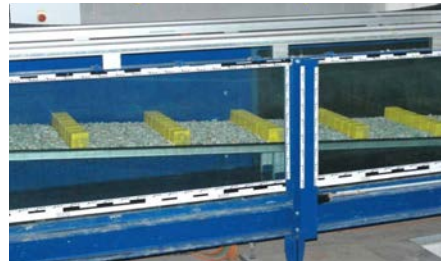
Versuchsumfang

- » Finden eines funktionaler Zusammenhang für den kritischen Durchfluss beim Fließübergang von Tumbling Flow zu Rapid Flow in Abhängigkeit der Design Parameter Riegelhöhe, -abstand und Rampenneigung
- » Überprüfung von Morris' Kriterium für den Fließübergang
- » Überprüfung der Annahme: Quergeneigte Riegel dissipieren mehr Energie als horizontale Riegel
- » Überprüfung der Hypothese: Die größte Belastung auf einen Riegelstein findet beim Übergang von Tumbling auf Rapid Flow statt

Design of a Meandering Ramp

Client: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Mag. Sindelar
Project duration: 2009 - 2011

The aim of this basic flume test was the development of dimension principles for meandering ramps. The basis for this experiment were a physical model test for a meandering ramp at the river Große Tulln, which has been conducted at the Institute, the here described fundamental experiment and field measurements at a meandering ramp in the Stübmingbach. The experiments have been conducted with a fixed bed. The dimension principles have been formulated in such a way, that the flow transition occurs at specific discharges of $3.5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$.



Versuchsaufbau | Model set-up

Scope of experiments

- » Detection of a functional correlation for the critical discharge from tumbling flow to rapid flow in subject to the design parameter step height, step distance and ramp inclination
- » Testing of Morris' criteria for the flow transition
- » Testing of the assumption: transversal steps dissipate more energy than horizontal steps
- » Testing of the assumption: the highest forces occur at the flow transition from tumbling to rapid flow

KW Feistritz

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Modellmaßstab: Länge: 1:100, Höhe: 1:25
Projektaduer: 2007 - 2011

Das Kraftwerk Feistritz ist Teil der Kraftwerkskette der mittleren Drau, zu der neun weitere Anlagen gehören. Bei einem jährlichen Feststofftransport in der Drau von ca. einer Mio. m³ sedimentieren davon ca. 90% in den Stauräumen der mittleren Drau.



ADCP - Messungen | ADCP - Measurement

Als bisherige Gegenmaßnahme wurden jährliche Baggerungen von ca. 150.000 m³ im Stauraum durchgeführt. Eine zukunftsorientierte Lösung sieht die Schüttung von Leitwerken vor, mittels derer in Kombination mit sogenannten „Sanften Spülungen“ eine Tiefenrinne für die Sedimenttrift im Bereich bis ca. 3 km oberhalb des Wehres gewährleistet werden soll.

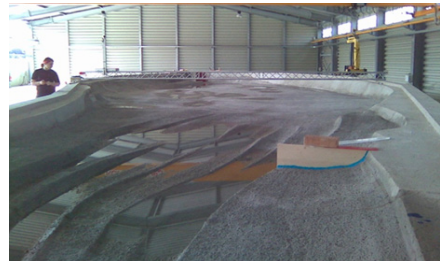
Versuchsumfang

- » 2D und 3D numerische Modellierung für eine günstige Vorauswahl der Modellmaßnahmen im physikalischen Modellversuch
- » Kalibrierung des numerischen und physikalischen Modells mittel ADCP Geschwindigkeitsmessungen und Schwebstoffkonzentrationsmessungen im Stauraum
- » Untersuchung des Urzustandes 1968
- » Einbau bewegliche Sohle, IST-Zustand 2007
- » Anordnung von Leitwerken
- » Untersuchung von Geschiebe- und Schwebstofftransport

HPP Feistritz

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Dorfmann
Model scale: Länge: 1:100, Höhe: 1:25
Project duration: 2007 - 2011

The hydro power plant Feistritz is part of the power plant chain of the middle Drava, to which nine more plants belong to. The annually sediment load discharge is of about one Mio. m³ in the Drava and deposits in a dimension of about 90% in the reservoirs of the middle Drava.



Versuchsaufbau | Model set-up

Annually excavations of about 150,000 m³ have been carried out in the reservoir as previous mitigation measures. A future-orientated solution schedules embankments of structures to ensure the routing of sediments in a deep channel in combination with so called „soft flushing“ until about 3 km before the weir.

Scope of experiments

- » 2D and 3D numerical modeling for a advantageous preselection for the model measures in the physical model test
- » Calibration of the numerical and physical model by ADCP velocity measurements and bed load concentration measurements in the reservoir
- » Survey of the original state 1968
- » Installation mobile bed, current state 2007
- » Design of training structures
- » Survey of sediment- and suspended load transport

KW Stegenwald

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiterinnen: DI Mag. Sindelar, DI Zechner
Modellmaßstab: 1:40 (Vollmodell), 1:41,67 (Schnittmodell)
Projektdauer: 2009 - 2012

Das Kraftwerk Stegenwald soll bei Fluss-km 100,791 an der Salzach errichtet werden. Die geplante Anlage besteht aus einem linksufrigen Wehr mit drei Wehrfeldern, die mit Segmenten und aufgesetzten Klappen verschlossen werden können. Für die Modellversuche wurden einerseits ein Vollmodell im Maßstab 1:40 und andererseits ein Schnittmodell im Maßstab 1:41,67 hergestellt. Da sich im Vollmodell oberwasserseitig ungünstige Fließwechsel unmittelbar vor dem Wehrhöcker einstellen, sollte ein Schnittmodell die Oberwassergeometrie optimieren.



Versuchsaufbau Vollmodell | Model set-up Full-model

HPP Stegenwald

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Mag. Sindelar, DI Zechner
Model scale: 1:40 (Vollmodell), 1:41,67 (Schnittmodell)
Project duration: 2009 - 2012

The power plant Stegenwald shall be constructed at river-km 100.791 at the Salzach. The planned construction HPP Stegenwald consists of a weir on the left bank with three weir fields, which can be closed with radial gates and flap gates. For the model test a full model in the scale of 1:40 and a flume model in the scale 1:41.67 have been constructed. Due to the reason of disadvantageous flow transition directly in front of the weir the upstream geometry was optimized in the flume model.



Versuchsaufbau Schnittmodell |
Model set-up Sectional-model

Versuchsumfang

Vollmodell

- » Förderfähigkeit Wehrfelder
- » Wasserspiegelmessungen
- » Tosbeckensicherheit
- » Freibordbestimmung der Wehrrücken
- » Überprüfung Funktionsfähigkeit Rampe
- » Hydraulische Sohlbelastung unterwasserseitig der Nachkolkssicherung

Schnittmodell

- » Optimierung Oberwassersohle
- » Variantenentwicklung

Scope of experiments

Full model

- » Capacity weir fields
- » Water level measurements
- » Stilling basin security
- » Determination freeboard at the weir air side
- » Testing of the functioning of the ramp
- » Hydraulic bed loads downstream of the scour protection

Flume model

- » Optimization of the upstream bed
- » Development of versions

KW Pirris

Auftraggeber: Andritz Hydro GmbH
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiter: DI Dobler
Modellmaßstab: 1:8,13 (Reynolds-Gesetz)
Projektdauer: 2009 - 2010

In Costa Rica, am Fluss Pirris, wird eine neue Hochdruckanlage gebaut. Das Wasser wird vom Speicher über einen Rohrverzweiger (Y-Bifurkator) zu zwei Peltonturbinen geführt. Der Ausbau-durchfluss beträgt $18 \text{ m}^3/\text{s}$.



Versuchsaufbau | Model set-up

Der Y-Bifurkator besteht aus drei miteinander verschnittenen Drehkegel sowie mit einer innen liegenden Sichel. Basierend auf dem Reynolds-Gesetz ist die Naturanlage im Maßstab 1:8,13 nachgebaut. Die Rohrinstallationen bestehen aus Plexiglas und sind mit mehreren Druckbohrungen für die Differenzmessungen ausgestattet. Der Durchfluss kann kontinuierlich von 10 bis 200 l/s variiert werden. Die Differenzmessung der Drücke ist mindestens vier mal wiederholt worden, um ein statistisch verlässliches Ergebnis zu erhalten.

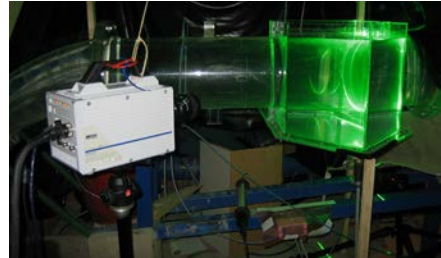
Versuchsumfang

- » Bestimmen der hydraulischen Verlust des Y-Bifurkatoren sowie des Verlustbeiwerts
- » Bestimmen der Geschwindigkeitsverteilung in der Rohrinstallation mittels PIV
- » Berechnung des Geschwindigkeitshöhenausgleichswerts für die Bernoulli-Gleichung
- » Aufprägen einer Drallströmung, um die hydraulischen Verluste zu verringern

HPP Pirris

Client: Andritz Hydro GmbH
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Dobler
Model scale: 1:8,13 (Reynolds-Law)
Project duration: 2009 - 2010

At the river Pirris in Costa Rica a new hydro power plant will be constructed. The water from a reservoir will be distributed to the Pelton turbines via Y-bifurcator. The total discharge rate is $18 \text{ m}^3/\text{s}$.



PIV-Messungen | PIV-measurements

The Y-bifurcator consists of three conical shapes and a stiffener inside the bifurcator. Based on the Reynolds' law of similitude the model test is downscaled to fit the requirements for the hydraulic investigations. The hydraulic model test consists of plexi-glass pipe elements and is equipped with several piezometers allocated symmetrically around the plexi-glass pipe. The discharge rate can be adjusted continuously to cover the range from 10 to 200 l/s. The measurement of the head loss and the discharge rate is repeated four times to achieve a most accurate result for the loss coefficient.

Tasks

- » Hydraulic loss calculation of the Y-bifurcator and specification of the loss coefficient
- » Determination of the velocity field within the pipe installation by means of PIV
- » Calculating the velocity correction factor to quantify the non-symmetric velocity profile
- » Applying a swirling flow to reduce the loss head of the Y-bifurcator

KW Annabrücke

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Modellmaßstab: 1:76,67
Projektdauer: 2010 - 2010

Das Kraftwerk Annabrücke ist Teil der Werksgruppe Drau. Das Institut wurde beauftragt, in einem Schnittmodellversuch für das Kraftwerk eine neue Stauregelung zu untersuchen. Die in der Betriebs- und Überwachungsordnung festgelegte Stauregelung sieht vor, dass im Lastfall „Anfangszustand ohne Stauraumverlandung bei Blockade eines Wehrfeldes“ ab einem Abfluss von $HQ1 = 970 \text{ m}^3/\text{s}$ der Stauspiegel sukzessive abgesenkt werden muss. Der Wunsch des Betreibers ist die Stauregelung dahingehend zu verändern, dass für den o.g. Lastfall das Stauziel bis zum $HQ100$ gehalten wird.



Modellaufbau | Model set-up

Für diese Fragestellung wurde im neuen Wasserbaulabor in der Inffeldgasse ein Schnittmodell aufgebaut.

Versuchsumfang

- » Beurteilung der Energieumwandlung im Tosbecken
- » Beurteilung der Abflussstabilität im Unterwasser für den maßgebenden Lastfall $HQ100$ bei Blockade eines Wehrfeldes und Halten des Oberwasserspiegels auf Stauziel
- » Untersuchung von insgesamt zehn Lastfällen

HPP Annabrücke

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: DI Dorfmann
Model scale: 1:76,67
Project duration: 2010 - 2010

The power plant Annabrücke is part of the power plant group Drava. The Institute was contracted to investigate the new storage regulation in a cross-section model. The storage regulation is specified in the plant and monitoring system regulations, where for the load case „initial state without reservoir silting in case of blockade of a weir field“ the storage level has to be lowered successively beginning from a discharge of a 1-year flood = $970 \text{ m}^3/\text{s}$. The wish of the operating company is to alter the storage regulation to be able to keep the storage level for the above mentioned load case.



Ausbildung der Deckwalze | Formation of a standing surge

For these investigations a cross-section model has been built up in the new water laboratory Inffeldgasse.

Scope of experiments

- » Assessment of the energy dissipation in the stilling basin
- » Assessment of the discharge stability for the relevant load case „100-year flood in case of blockage of a weir field and keeping the upstream level at normal operation level
- » Investigation of ten load cases in total

KW Ferlach - Maria Rain

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Modellmaßstab: 1:65,33
Projektdauer: 2010 - 2010

Das Kraftwerk Ferlach - Maria Rain ist Teil der Werksgruppe Drau. Das Institut wurde beauftragt, in einem Schnittmodellversuch für das Kraftwerk eine neue Stauregelung zu untersuchen. Die in der Betriebs- und Überwachungsordnung festgelegte Stauregelung sieht vor, dass im Lastfall „Anfangszustand ohne Stauraumverlandung bei Blockade eines Wehrfeldes“ ab einem Abfluss von $0,7 \cdot HQ1$ der Stauspiegel sukzessive abgesenkt werden muss. Der Wunsch des Betreibers ist die Stauregelung dahingehend zu verändern, dass für den o.g. Lastfall das Stauziel bis zum HQ100 gehalten wird.



Modellaufbau | Model set-up

Für diese Fragestellung wurde im neuen Wasserbaulabor in der Inffeldgasse ein Schnittmodell aufgebaut.

Versuchsumfang

- » Beurteilung der Energieumwandlung im Tosbecken
- » Beurteilung der Abflussstabilität im Unterwasser für den maßgebenden Lastfall HQ100 bei Blockade eines Wehrfeldes und Halten des Oberwasserspiegels auf Stauziel
- » Untersuchung von insgesamt neun Lastfällen

HPP Ferlach - Maria Rain

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: DI Dorfmann
Model scale: 1:65,33
Project duration: 2010 - 2010

The power plant Ferlach - Maria Rain is part of the power plant group Drava. The Institute was contracted to investigate the new storage regulation in a cross-section model. The storage regulation is specified in the plant and monitoring system regulations, where for the load case „initial state without reservoir silting in case of blockade of a weir field“ the storage level has to be lowered successively beginning from a discharge $0.7 \cdot 1\text{-year flood}$. The wish of the operating company is to alter the storage regulation to be able to keep the storage level for the above mentioned load case up to a 100-year flood.



Ausbildung der Deckwalze | Formation of a standing surge

For these investigations a cross-section model has been built up in the new water laboratory Inffeldgasse.

Scope of experiments

- » Assessment of the energy dissipation in the stilling basin
- » Assessment of the discharge stability for the relevant load case „100-year flood in case of blockage of a weir field and keeping the upstream level at normal operation level
- » Investigation of nine load cases in total

Theodorawehr

Auftraggeber: voestalpine Stahl Donawitz GmbH & Co KG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiter: DI Larcher
Modellmaßstab: 1:20
Projektdauer: 2008 - 2009

Durch die Umstellung auf ein neues Wasserversorgungskonzept, der in Donawitz situierten Wehranlage, wird die Wasserentnahme von 1,65 m³/s auf 3,89 m³/s erhöht. Zusätzlich ist bescheidmäßig festgelegt, dass eine Fischaufstiegshilfe errichtet werden und die minimale Restwassermenge jahreszeitlich angepasst auf 450 l/s bis 550 l/s gewährleistet sein muss.



Modellaufbau | Model set-up

Deshalb wird das Wehr mitsamt dem Fischaufstieg komplett neu errichtet. Für die Spülung vor dem Entnahmeeinlauf wird ein Spülschütz angeordnet, die Abfuhr des Geschwemmels ist durch eine Geschwemmselflappe gewährleistet. Durch die Steigerung der Entnahmewassermenge ist eine Erhöhung des Stauzieles um 0,5 m notwendig. Ca. 160 m unterwasserseitig der Wehranlage wird das sogenannte „alte Theodorawehr“ entfernt, welches einen fixen Sohlpunkt darstellt. Daher wurde dieser Bereich ebenfalls untersucht.

Versuchsumfang

- » Bestimmung der Rauheit
- » Entnahmewassermenge
- » Funktionsfähigkeit des Tosbeckens
- » Einlauf in den Fischabstieg
- » Sicherung der Bachsohle gegen Eintiefung

Weir Theodora

Client: voestalpine Stahl Donawitz GmbH & Co KG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Larcher
Model scale: 1:20
Project duration: 2008 - 2009

Due to the change to a new water supply concept of the weir system situated in Donawitz, the water withdrawal will be increased from 1.65 m³/s to 3.89 m³/s. Additionally it is determined by a formal notification, that a fish ladder has to be built and the minimal residual water has to be adapted and guaranteed seasonally from 450 l/s to 500 l/s.



Rechen | Trash rack

Hence, the weir including the fish ladder will be built completely new. For the flushing in front of the intake structure a flushing gate will be located, the transportation of the floating debris is guaranteed by a floating debris flap gate. Due to the increase of the quantity of the withdrawal of water a heightening of the normal operating water level of 0.5 m is necessary. About 160 m downstream of the weir the so called „old Theodorawehr“ will be removed, which represents a fix point in the bed. Thus, this area was investigated too.

Scope of the experiments

- » Assessment of the roughness
- » Quantity of withdrawal of water
- » Efficiency of the stilling basin
- » Intake to the downstream fish migration
- » Reinforcement of the river bed against erosion

KW Rothleiten

Auftraggeber: Mondi Fronleiten GmbH
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiterin: DI Ortner
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2006 - 2009

Die Mondi Packaging Frohnleiten GmbH plant die Errichtung eines Kraftwerkes an der Mur. Das neue Kraftwerk besteht aus einem rechtsufrig angeordneten Maschinenhausblock mit zwei Kaplan-Turbinen mit horizontalen Achsen und einem links-ufrigen Wehr mit drei Wehrfeldern. Als Verschlussorgane sind Segmente mit aufgesetzten Klappen in den drei Wehrfeldern vorgesehen.



Modellaufbau | Model set-up

Der Ausbaudurchfluss der Turbinen beträgt $180 \text{ m}^3/\text{s}$. Laut Planung ergibt sich bei einer Fallhöhe von ca. 4,5 m eine Leistung von 6,5 bis 7 MW. Das Fluss-Modell entsprach einer Naturlänge von etwa 786 m.

Versuchsumfang

- » Wasserspiegelmessungen
- » Oberwasser-Strömungsvisualisierung HQ30
- » Turbinenanstromung
- » Anordnung der Verschlüsse - Drehpunkt Segment
- » Tosbeckensicherheit
- » Geschiebekurzversuche mit fester Sohle
- » Optimierung Tosbecken
- » Beaufschlagung Wehrbrücke
- » Turbinenauslauf
- » Nachkolkssicherung
- » Turbinen- und -abströmung

HPP Rothleiten

Client: Mondi Fronleiten GmbH
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: DI Ortner
Model scale: 1:40
Project duration: 2006 - 2009

The Mondi Packaging Frohnleiten GmbH is planning to build a power plant at the river Mur. The new power plant consists of a powerhouse with two Kaplan-turbines with horizontal axes on the right bank and a weir with three weir fields on the left bank. Segments with flap gates are destined as weir gates for the three weir fields.



Geschiebeversuch | Bed load test

The design flow of the turbines is $180 \text{ m}^3/\text{s}$. According to the planning an energy performance of 6.5 to 7 MW results out of a head of 4.5 m. The river model corresponded to a length of 786 m in natur.

Scope of experiments

- » Measurements of the water level
- » Head water flow visualization 30-year flood
- » Turbine approach flow
- » Design of the gates - Pivot of the segment
- » Stilling basin reliability
- » Bed load short-time tests
- » Optimization of the stilling basin
- » Admission weir bridge
- » Turbine outlet
- » Scour protection
- » Turbine in- and outflow

St. Veit - Großarler Ache

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
ProjektmitarbeiterIn: DI Feldbacher, DI Mag. Sindelar
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2008 - 2009

Seit dem Jahr 2002 werden in der Laborhalle des Instituts Modellversuche für Maßnahmen, die der nachhaltigen Reduktion der Verlandung im Unterwasserbereich von Flusstaustrufen und damit dem Erhalt der Fallhöhe für die Stromerzeugung dienen, durchgeführt.



Variante mit Buhnen | Version with groins

In diesen Versuchen wurde das Modell um 500 Flussmeter verlängert, um den Einfluss des Geschiebeeintrages der in die Salzach mündenden Großarler Ache zu berücksichtigen. Die bis zum April 2009 durchgeführten baulichen Eingriffe wurden im Modell untersucht. Neben betrieblich bedingten Trennpfeilererhöhungen wurde eine Trennpfeilerverlängerung zwischen dem linken Wehrfeld und dem Turbinenauslass errichtet. Im Unterwasser des Kraftwerks wurden linksseitig Mittelwasserbuhnen angeordnet. Die Einmündung der Großarler Ache wurde verlegt.

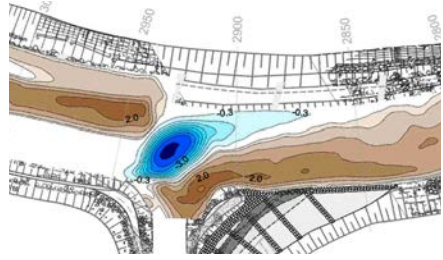
Versuchsumfang

- » Verlegung Großarler Ache für tangentielle Mündung in die Salzach
- » Einbau von Mittelwasserbuhnen
- » Ist-Zustand der Mündung: Überprüfung der Eignung des zugegebenen Geschiebes zur qualitativen Nachbildung der Verlandung

St. Veit - Großarler Ache

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Feldbacher, DI Mag. Sindelar
Model scale: 1:40
Project duration: 2008 - 2009

Since the year 2002 model tests are carried out in the laboratory of the Institute to find measures, which lead to a sustainable reduction of silting in the tail water of river barrages and, thus, to a preservation of the head of water for energy production.



Anlandungen und Erosion | Sedimentation and erosion

In these tests the model has been extended by 500 m, to consider the effect of bed load input in the river Salzach by the Großarler Ache. The structural changes carried out until April 2009 have been investigated in the model. Besides a heightening of the dividing pier due to operational reasons, an extension of the dividing pier between the left weir field and the turbine outlet has been built. In the tail water of the power plant mean water groins are situated sinistral. The confluence of the Großarler Ache has been displaced.

Scope of the experiments

- » Relocation of the Großarler Ache for a tangential confluence in the Salzach
- » Placement of mean water groins
- » Present state of the confluence: Testing of the ability of the added bed load for the qualitative reproduction of silting

KW Laja

Auftraggeber: AMH Energía S.A., Pöyry Energy Ltd.
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiterin: Mag. Jöbstl
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2009 - 2009

Am Rio Laja im südlichen Chile, ca. 60 km von Los Angeles und 100 km von Concepción entfernt, wird das erste Niederdruck-Flusskraftwerk mit einer maximalen Ausbauwassermenge von $Q_A = 250 \text{ m}^3/\text{s}$ errichtet.



Kraftwerksstandort | Power plant location

Das Krafthaus ist linksufrig angeordnet und beinhaltet 2 Rohrturbinen mit einem max. Ausbaudurchfluss von $2 \times 125 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Netto-Fallhöhe beträgt 14,95 m und die installierte Leistung 34 MW. Die Wehranlage besteht aus 5 Wehrfeldern á 8,4 m. Der Stauraum hat eine Länge von 13,8 km und ein Volumen von 14,5 Mio. m^3 .

Versuchsumfang

- » Gleichmäßige Anströmung der Turbinen (Geschwindigkeits- bzw. Volumensverteilung unmittelbar vor der Turbine)
- » Optimierung der Zulaufgeometrie (Trennpfeiler zwischen Krafthaus und Wehranlage, Neigung linke Zulaufwand (1:10 – 1:5), Einlaufschwelle, Neigung im Zulaufgerinne, Aushub)

HPP Laja

Client: AMH Energía S.A., Pöyry Energy Ltd.
Projekt leader: DI Dr. Hammer
Project staff: Mag. Jöbstl
Model scale: 1:40
Project duration: 2009 - 2009

20 km away from Laja, 60 km from Los Angeles, and 100 km from Concepción, the first low head run-of-river hydro power plant with a maximum discharge of $250 \text{ m}^3/\text{s}$ is built at the river Laja in the South of Chile.



Modellaufbau | Model set-up

The new power plant consists of a powerhouse on the left bank with two bulb units (design flow of $2 \times 125 \text{ m}^3/\text{s}$) and a weir on the right bank with five radial spillway gates á 8,4 m. The netto head at the total plant discharge 14,95 m and the installed capacity 34 MW. The reservoir has a length of 13,8 km and a storage capacity of 14,5 Mio. m^3 .

Scope of the experiments

- » Steady approach flow (velocity- and volume distribution, respectively, immediately in front of the turbine)
- » Optimizing the geometry of the approach channel (middle pier between powerhouse and weir, inclination of the left approach channel wall, sill and inclination of the approach channel)

KW Gamp

Auftraggeber: Salzburg AG
Projektleiter: DI Dr. Hammer
Projektmitarbeiterin: Mag. Jöbstl
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2003 - 2008

Das bestehende Salzach-Kraftwerk Gamp wurde revitalisiert. Es handelt sich dabei um die Neuerichtung eines Wasserkraftwerkes am linken Salzachufer und der Generalsanierung der bestehenden Wehranlage.



Modellaufbau | Model set-up

Durch die begleitenden Maßnahmen, welche mit der Errichtung des neuen Kraftwerkes verbunden waren, entstanden wesentliche Änderungen in der Flussmorphologie. Zusätzlich änderte sich durch den Umbau der Wehranlage deren hydraulische Leistungsfähigkeit. Diese Änderungen und das neu zu errichtende Kraftwerk wurden im hydraulischen Modellversuch untersucht.

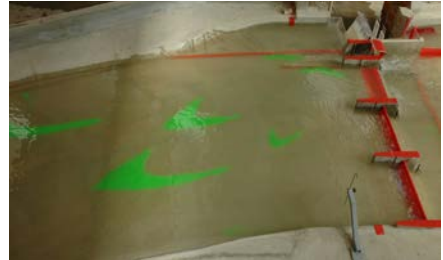
Versuchsumfang

- » Anordnung des Ein- und Auslaufbereiches des Krafthauses
- » Förderfähigkeit der Wehrfelder
- » Ausbildung der Trennpfeiler zw. Krafthaus und Wehrpfeiler
- » Hydraulische Leistungsfähigkeit der Wehrfelder
- » Geschiebeverhalten (qualitativ)
- » Spülung der Anlandungen im Stauraum
- » Bauphasenuntersuchung
- » Entwicklung einer Wehrstrategie
- » Überprüfung ausgewählter Hochwässer

HPP Gamp

Client: Salzburg AG
Project manager: DI Dr. Hammer
Project staff: Mag. Jöbstl
Model scale: 1:40
Project duration: 2003 - 2008

The existing power plant at the Salzach was revitalized. In this course the water power plant was built newly at the left bank of the river Salzach and the existing weir construction was refurbished.



Geschiebeversuch | Bed load test

By accompanying measures, which were associated with the construction of the new power plant, significant changes in river morphology occurred. In addition, the hydraulic performance changed due to modification of the weir. These changes and the newly constructed power plant were investigated in hydraulic model test.

Scope of experiments

- » Arrangement of the inlet and outlet area of the powerhouse
- » Capacity of the weir fields
- » Formation of the dividing piers between the powerhouse and the weir pier
- » Hydraulic capability of the weir fields
- » Bed load behavior (qualitatively)
- » Flushing of sedimentation in the reservoir
- » Survey of the construction phase
- » Development of a weir strategy
- » Survey of selected floods

KW Pfarrwerfen

Auftraggeber: Verbund AG, Salzburg AG
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Mayr
Modellmaßstab: 1:40
Projektdauer: 2006 - 2008

Die Verbund AG und die Salzburg AG planten die Errichtung eines Kraftwerkes an der Salzach. Das neue Kraftwerk besteht aus dem linksufrigen Maschinenhausblock mit zwei liegenden Kaplanturbinen und der rechts anschließenden Wehranlage. Als Verschlüsse sollen Segemente mit aufgesetzten Klappen in den drei Wehrfeldern installiert werden. Der Ausbaudurchfluss der Turbinen beträgt $200 \text{ m}^3/\text{s}$, die Leistung errechnet sich zu insgesamt 16 MW. Untersuchungen wurden sowohl für die Bauphase als auch für den Ausbauzustand durchgeführt.



Modellaufbau | Model set-up

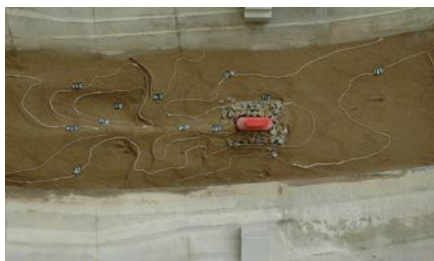
Versuchsumfang

- » Hydraulische Optimierung des Umgehungserinne in der Bauphase (sichere Abfuhr von Hochwasser)
- » Tosbeckensicherheit und Nachkolk-sicherung
- » Gestaltung der Unterwasserstrecke
- » Geometrische Formgebung des Turbineinlaufes zur Geschiebefreihaltung
- » Beurteilung der Hochwassersicherheit für den Oberwasserbereich
- » An- und Entlandungen
- » Spülmöglichkeiten des Stauraumes und der Unterwasserstrecke
- » Sicherung Brückenpfeiler

HPP Pfarrwerfen

Client: Verbund AG, Salzburg AG
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Mayr
Model scale: 1:40
Project duration: 2006 - 2008

The Verbund AG and the Salzburg AG planned to build a power plant on the river Salzach. The new plant consists of a left-bank powerhouse block with two horizontal Kaplan turbines and the weir construction on the right. As locking devices segments with flap gates should be installed in the three weir fields. The design flow is $200 \text{ m}^3/\text{s}$, the capacity is 16 MW in total. Investigations were carried out, for both the construction phase and for the finale stage.



Brückenpfeiler | Bridge pier

Scope of experiments

- » Hydraulic optimization of bypass channel in the construction phase (safe conveyance of the flood discharge)
- » Safety of the stilling basin and scouring protection
- » Design of the tailwater reach
- » Geometric shape to keep the turbine intake free of bed load
- » Assessment of flood safety for the headwater reach
- » Sedimentation and desedimentation
- » Flushing options for the reservoir and the tailwater reach
- » Protection of the bridge pier

Wasserschloss Limberg II

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Knoblauch, DI Larcher
Modellmaßstab: Drosselmodell 1: 121,8 - Vollmodell: 1:30
Projektdauer: 2006 - 2008

Das Pumpspeicherwerk Limberg II nutzt die Höhendifferenz zwischen den beiden bestehenden Jahresspeichern Mooserboden und Wasserfallboden. Dadurch erhöht sich die Turbinenleistung von 353 MW auf 833 MW und die Leistungsaufnahme im Pumpbetrieb von 130 MW auf 610 MW. Am Übergang Druckstollen – Druckschacht wird ein „Gedrosseltes Zweikammerwasserschloss“ mit durchflossener Unterkammer errichtet. Die hauptsächliche Dämpfung des Systems erfolgt durch eine unsymmetrische Drossel im Steigschacht über der Unterkammer.



Modellaufbau Vollmodell | Model set-up Full model

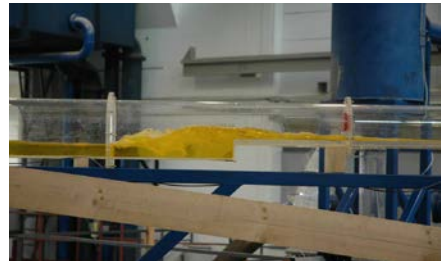
Versuchsumfang

- » 3D numerische Strömungsberechnung zur Festlegung der Drosselform und des konstruktiven Anschlusses des Wasserschlossschachts zur Unterkammer
- » Modellversuch Drossel zur Bestimmung der Druckhöhendifferenz im Maßstab 1:21,8
- » Modellversuch Wasserschloss zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit der Drossel sowie Be- und Entlüftungsleitungen im Maßstab 1:30 (Instationäre Untersuchung der Füll- und Entleerungsvorgänge, Hydraulische Form des Überganges Unterkammer - Druckschacht, Optimierung des Füll- und Entleerungsverhaltens der Oberkammer)

Surge tank Limberg II

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Knoblauch, DI Larcher
Model scale: Drosselmodell 1: 121,8 - Vollmodell: 1:30
Project duration: 2006 - 2008

The pumped storage power plant Limberg II uses the height difference between the two existing annual reservoirs Mooserboden and Wasserfallboden. As a result, the turbine output increases from 353 MW to 833 MW and the power input at pumping operation from 130 MW to 610 MW. At the transition pressure tunnels - pressure shaft a „throttled two-chamber surge tank“ with a flow-through lower chamber is build. The main damping of the system results from a asymmetrical throttle in the rising shaft over the lower chamber.



Reflexion des Füllschwells | Reflection of the fill-surge

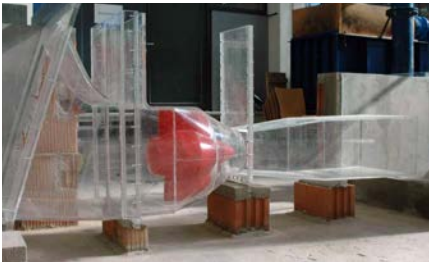
Scope of experiments

- » 3D numerical flow calculation for determining of the throttle shape and the constructive connection of the water surge shaft to the lower chamber
- » „Model test throttle“ for the determination of pressure head difference in scale 1:21.8
- » „Model test surge tank“ to determine the operation capability of the throttle and the air and ventilation pipes in the scale of 1:30 (unsteady analysis of the filling and emptying operations, hydraulic shape of the transition lower chamber - pressure shaft, optimization of the filling and emptying behavior of the upper chamber)

KW Rheinfelden

Auftraggeber: Künz GmbH
Projektleiter: Ao. Prof. Klasinc
Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider
Modellmaßstab: 1:25
Projektdauer: 2007 - 2008

Unterwasserseitig des sich am Hochrhein befindenden alten Stauwehres Rheinfelden soll ein neues Laufwasserkraftwerk errichtet werden, das die über 100 Jahre alte Anlage ersetzen wird. Das neue Wasserkraftwerk besteht aus vier Maschinengruppen mit einer Leistung von je 28,5 MW sowie einer Dotiermaschine mit einer Leistung von 1,9 MW.



Modellaufbau | Model set-up

Im Falle eines vollkommenen Versagens des Leitapparates und der damit verbundenen Überbelastung der Turbine sollen die Turbineneinlaufdambalken bei voller Durchströmung des Triebwassers gesetzt werden können.

Versuchsumfang

- » Strömungsrichtung im Bereich des obersten Rechenträgers
- » Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit in der Dammbalkenverschlussebene
- » Bestimmung der vertikalen und horizontalen Kräfte auf die Dammbalken während des Versetzens bei voller Strömung
- » Ermittlung von Drücken an der Seite und an der Sohle des Turbinengehäuses
- » Einfluss von Schachtbreite und Einlaufdeckegeometrie
- » Messung der Beschleunigung des untersten Elementes in vertikaler Richtung

HPP Rheinfelden

Client: Künz GmbH
Project manager: Ao. Prof. Klasinc
Project staff: DI Dr. Schneider
Model scale: 1:25
Project duration: 2007 - 2008

The construction of a new river power plant is scheduled in the tailwater of the old retaining weir Rheinfelden at the Hochrhein, which should substitute the over 100 years old construction. The new water power plant consists of four machine groups with a capacity of 28.5 MW each, as well as an endowment machine with a capacity of 1.9 MW.



Dammbalken Modellausführung | Stop-log model design

In the case of a total failure of the control device and the associated over-operation of the turbine it should be possible to place stop-logs at the turbine intake during full flow.

Scope of experiments

- » Flow direction in the area of the upper rack beam
- » Determination of flow velocity in the stop-log closure level
- » Determination of the vertical and horizontal forces on the stop-logs during the displacement at full flow
- » Determination of pressures at the side and at the bed of the turbine casing
- » Influence of the slot width and intake capping geometry
- » Measuring of the acceleration of the lowermost element in vertical direction

Sperre Salza

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider
Modellmaßstab: 1:30
Projektdauer: 2006 - 2008

Eine 53 m hohe und 121 m lange Gewölbemauer bildet einen Jahresspeicher, der ein Volumen von 11 Millionen Kubikmeter aufweist.

Auf Grund eines bescheidmäßig geforderten Ausbaus eines Durchlasses zu einem Grundablass II und der geplanten Umbauarbeiten der Hochwasserentlastung an der Sperrenkrone wurde das Institut mit einem Modellversuch beauftragt.



Modellaufbau | Model set-up

Versuchsumfang

- » Funktionsfähigkeit der Hochwasserentlastung
- » Gleichzeitiger Betrieb des Grundablasses II bei Sicherheitshochwasser
- » Ausformung der Krone
- » Ausformung und Lage der Trennpfeiler auf der Sperrenkrone
- » Funktionsfähigkeit des Tosbeckens
- » Funktionsfähigkeit des Culverts im Spülfall
- » Beurteilung der Planungsvariante des Grundablass II
- » Gestaltung der Prallwand - Grundablass II
- » Ausformung des Schieberkammerdaches des Grundablass II
- » Ermittlung der Wasserstände im Speicher und im Unterwasser
- » Ausformung der hinterfüllten „Zwickel“ an den Flanken

Dam Salza

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Schneider
Model scale: 1:30
Project duration: 2006 - 2008

A 53 m high and 121 m long arch dam forms an annual storage reservoir with volume 11 million cubic meters.

Due to an extension of one outlet to a bottom outlet II demanded by a notification and the planned reconstruction measures of the spillway at the top of the dam the Institute was contracted to carry out a model test.



Hochwasserentlastung | Spillway

Scope of experiments

- » Functional capability of the spillway
- » Simultaneous operation of the bottom outlet II at safety flood
- » Shape of the crest
- » Shape and location of the separation piers on the crest
- » Functional capability of the stilling basin
- » Functional capability of the culverts in case of flushing
- » Assessment of the design of the bottom outlet II
- » Configuration of the impact surface - bottom outlet II
- » Determination of water levels in the reservoir and in the tailwater
- » Shape of the backfilled „crotch“ at the flanks

KW Laufnitzdorf - Wehr Mixnitz

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Mayr
Projektmitarbeiterin: DI Ortner
Modellmaßstab: 1:25
Projektdauer: 2007

Die Verbund AG plante die Sanierung des seit 1931 in Betrieb befindlichen Wehres Mixnitz an der Mur, da im linken Unterwasserbereich Schäden durch Auskolkungen entstanden sind, die den Uferschutz in seiner Stabilität gefährden.



Modell mit Tosbeckenstörkörper |
Model with energy dissipater in the stilling basin

Das Institut wurde mit der Erarbeitung eines hydraulisch - wasserbaulichen Sanierungsvorschlages mittels eines Modellversuches beauftragt. Darin wurden die Ausblasegrenzen des vorhandenen Tosbeckens und Oberwasserspiegel im Ausgangszustand gemessen und in weiterer Folge drei Varianten von Einbauten (Störkörper und Zahnschwelle) an verschiedenen Orten auf ihren Einfluss in Hinblick auf ihre Energieumwandlung untersucht.

Versuchsumfang

- » Optimierung des Tosbeckens durch Tosbeckeneinbauten
- » Untersuchung der Sohlstabilität im Unterwasser durch Kolkversuche

HPP Laufnitzdorf - Weir Mixnitz

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Mayr
Project staff: DI Ortner
Model scale: 1:25
Project duration: 2007

The Verbund AG planned to refurbish the weir Mixnitz at the river Mur, which is in operation since 1931, because of occurred damages at the left bank in the tailwater due to scouring, which, thus, threatens the bank protection stability.



Nachkolkuntersuchung | Scour investigation

The Institute was contracted to develop a hydraulic - hydro-engineering refurbishment proposal by the means of a model test. In the course of the task, the blow out limit of the existing stilling basin and the upstream water level were measured and subsequently three types of installations (energy dissipater and dented sill) were investigated at various locations regarding their influence on the energy dissipation.

Scope of experiments

- » Optimization of the stilling basin by installations in the stilling basin
- » Investigations of the bed stability in the tailwater by scouring tests

Kopswerk II - Drossel 3

Auftraggeber: Vorarlberger Illwerke AG
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Mayr, DI Larcher
Modellmaßstab: 1:17
Projektdauer: 2004 - 2007

Die Vorarlberger Illwerke AG errichtete das Pumpspeicherkraftwerk Kopswerk II neben der bestehenden Anlage Kops I. Das Kopswerk II nutzt die Gefällestufe Kops I - Partenen - Gegenspeicher Rifa mit einer Bruttofallhöhe von ca. 800 m.



Modelllaufbau | Model set-up

Im Oberwassersystem der Kraftwerksanlage wurde am Übergang Druckstollen - Druckschacht ein Zweikammer-Differentialwasserschloss mit unsymmetrischer Drosselblende vorgesehen. Die Unterkammer wurde mit dem Triebwasserweg zweifach verbunden. Diese verengten Verbindungen wurden hydraulisch als Widerstände (Drossel 1 und 2) angesehen.

Versuchsumfang

- » Bestimmung der Formverluste der unsymmetrischen Drosselblende für Haupt- und Rückströmrichtung bei gefüllter Unterkammer
- » Bestimmung der Formverluste in Rückströmrichtung bei teilgefüllter (leerer) Unterkammer
- » Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Strahlbelüftung durch das Belüftungsrohr
- » Überprüfung Belüftung Unterkammer und der Notwendigkeit zusätzlicher Einbauten
- » Qualitative Bestimmung der dynamischen Drücke

Kopswerk II - Throttle 3

Client: Vorarlberger Illwerke AG
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Mayr, DI Larcher
Model scale: 1:17
Project duration: 2004 - 2007

The Vorarlberger Illwerke AG built the pumped storage power plant Kops II in addition to the existing plant Kops I. Kops II uses the gradient step Kops I - Partenen - counter reservoir Rifa with a gross head of about 800 m.



Eingebaute Drossel | Build-in throttle

In the headwater system of the power plant a two-chamber differential surge tank was scheduled with an asymmetric flow restrictor at the transition pressure penstock - shaft penstock. The lower chamber was connected with the water works twice. These narrowed conjunctions were considered as a hydraulic resistance (throttle 1 and 2).

Scope of experiments

- » Determination of the losses of the asymmetric shape of the flow restrictor for the main and return flow direction in filled lower chamber
- » Determining the losses of shape in the return flow direction in partially filled (empty) lower chamber
- » Checking the proper functioning of the jet-aerator through the air pipe
- » Checking aeration lower chamber and the need of additional installations
- » Qualitative determination of dynamic pressures

Kops II - Unterwassersystem

Auftraggeber: Vorarlberger Illwerke AG
Projektleiter: Prof. Heigerth
Projektmitarbeiter: DI Dr. Mayr, DI Larcher
Modellmaßstab: 1:22,5
Projektdauer: 2004 - 2007

Zur Überprüfung von hydraulisch - wasserbaulichen Fragestellungen wurde ein Vollmodell des komplexen Unterwassersystems des Pumpspeicherkraftwerks Kopswerk II errichtet.



Turbinenschächte | Turbine shaft

Versuchsumfang

- » Überprüfung des Massenschwingungsverhaltens für die „Grenzzyklen“ im Turbinen- und Pumpbetrieb
- » Untersuchung einer geeigneten Turbinenschachtform
- » Gestaltung und Überprüfung einer Drosselblende im Abzweiger zum Kammerwasserschloss
- » Qualitative Beurteilung des Lufteintrages unter den Pelton-turbinen bzw. der Entgasung im Druckluftwasserschloss und der Überprüfung von Einbauten, die den Lufteintrag reduzieren bzw. die Entgasung beschleunigen
- » Visuelle Überprüfung der allgemeinen Strömungsverhältnisse und der Funktionsfähigkeit von Luftabscheidedomen im Triebwassersystem
- » Gefahr der Saugwirbelbildung mit Lufteintrag am Übergang Druckluftwasserschloss-Stichstollen
- » Ein- und Ausströmverhalten im Kammerwasserschloss (möglicher Lufteintrag)

Kops II - Tailwatersystem

Client: Vorarlberger Illwerke AG
Project manager: Prof. Heigerth
Project staff: DI Dr. Mayr, DI Larcher
Model scale: 1:22,5
Project duration: 2004 - 2007

For the testing of hydraulic - hydro-engineering questions, a full model of the complex tailwater system of the pumped storage hydro power station Kopswerk II was constructed.



Kurzschlussbetrieb | Short circuit operation

Scope of experiments

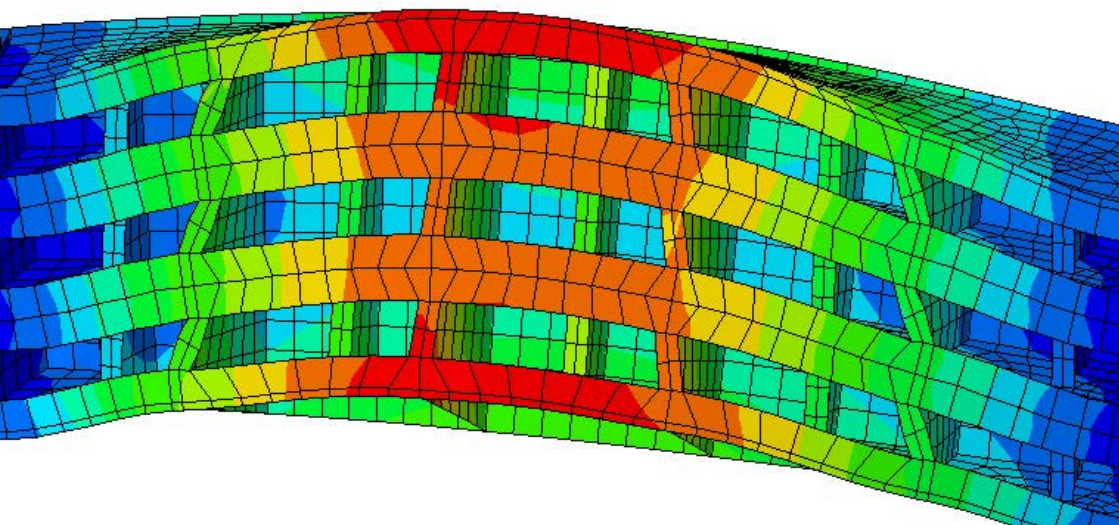
- » Evaluating of the mass oscillations behavior „limit cycles“ in turbine and pump operation
- » Investigation of a suitable turbine shaft shape
- » Design and verification of a flow restrictor in the branch chamber surge tank
- » Qualitative assessment of air entry at the Pelton turbines respectively degassing in the compressed air surge tank and evaluating of built-in components, which reduce the entry of air or accelerate the degassing
- » Visual inspection of the general flow conditions and the functional capability of air separation domes in the headrace system
- » Risk of suction swirl formation with air entry at the transition compressed air surge - stitch gallery
- » In- and outflow behavior in chamber surge tanks (possible air entry)

Für spezielle wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Fragestellungen aus der Praxis ist die Erstellung von Gutachten und Expertisen von großer Bedeutung, um unabhängige und objektive Schlussfolgerungen zu erlangen.

For special hydraulic engineering and water management issues required by practical problems the elaboration of expertises is of major importance to obtain independent and objective conclusions.

GUTACHTEN

Expertises



INHALTSVERZEICHNIS

CONTENT

Stauraum KW Edling	84
Numerische Modellierung KW Fischening	84
Numerische Modellierung KW Leoben	85
Unterwasser Ybbs	85
KW Kendlbruck	86
KW Ingeringbach	86
Mariatroster Bach - Rückhaltebecken Fölling	86
Schöckelbach 2D-Abflussberechnung	87
Entsander Högmoos	87
Wasserschloss Arkun	88
Wasserschloss Wellaway & Water Hammer	89
Feststoffe KW Gries	90
Restwasserstrecke KW Schütt	90
KW Teichl	91
Hochwasserschutz Villach	92
KW Penz	92
Hochwasserrückhaltebecken in der Steiermark	93
Druckstoß KW Piesendorf	94
Stauregelung KW Ferlach-Maria Rain und KW Annabrücke	95
Murverlegung Unzmarkt	96
KW Lenzing	96
Sanierung Petersbach	97
Einlaufoptimierung KW Lebenau	97
KW Middle Marsyangdi - Beurteilung des Druckstollen	98
Heizkraftwerk Graz - Kühlwasserentnahme	99
Grundablass Drossensperre Durchlass Drossendeponie	99
KW Lavamünd - Vierte Maschine	100

Reservoir HPP Edling	84
Numerical Modeling HPP Fischening	84
Numerical Modeling HPP Leoben	85
Tailwater Ybbs	85
HPP Kendlbruck	86
HPP Ingeringbach	86
Mariatroster Bach - Flood retention basin Fölling	86
Schöckelbach 2D-runoff calculation	87
Sedimentation basin Högmoos	87
Surge tank Arkun	88
Surge tank Wellaway & Water Hammer	89
Loads HPP Gries	90
Residual flow reach HPP Schütt	90
HPP Teichl	91
Flood protection Villach	92
HPP Penz	92
Flood retention basins in Styria	93
Water hammer HPP Piesendorf	94
Storage control HPP Ferlach-Maria Rain and HPP Annabrücke	95
Relocation of the river Mur in Unzmarkt	96
PP Lenzing	96
Refurbishment Petersbach	97
Intake optimization HPP Lebenau	97
HPP Middle Marsyangdi - Assessment of the Power Tunnel	98
Cogeneration plant Graz - cooling water abstraction	99
Bottom outlet Drossendam Outlet Drossendeponie	99
HPP Lavamünd - Fourth engine	100

Stauraum KW Edling

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Projektdauer: 2011 - 2012

Im Stauraum des KW Edling an der Drau werden Leitdämme eingesetzt, um in den breiten Bereichen des Stauraums die unkontrollierte Sedimentation zu reduzieren und im Falle von Hochwasserereignissen die Durchschleusung der Sedimente zu verbessern. Am orographisch linken Ufer wurden die Leitdämme bereits eingebaut. Vom Institut wird mittels eines 2D hydrodynamischen Modells in einer Variantenstudie die optimale Lage des Leitdamms am orographisch rechten Ufer ermittelt. Zur Kalibrierung und Validierung des numerischen Modells werden Geschwindigkeitsmesskampagnen mittels ADCP Messgerät durchgeführt.

Numerische Modellierung KW Fischenz

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
ProjektmitarbeiterIn: DI Harb, DI Dorfmann
Projektdauer: 2011 - 2012

Das KW Fischenz befindet sich an der Mur und ist durch eine Gesamtausbauleistung von 22 MW bei ca. 120 m³/s Ausbaudurchfluss charakterisiert. Im Stauraum Fischenz wird jährlich durchschnittlich etwa 85.000 m³ Sediment angelandet. Seitens der Verbund AG besteht nun die Bestrebung festzustellen, inwieweit bei einem 30- und 100-jährlichen Hochwasserereignis die Sohle im Stauraum bereits bei ansteigender Welle soweit „ausgeräumt“ wird, dass bei Durchgang der jeweiligen Wellenscheitel die Hochwassersicherheit im Bereich der Stauwurzel gegeben ist. Mit Hilfe eines numerischen Modells wird die Hochwassersituation für die verlandete Sohle bei HQ₃₀ und HQ₁₀₀ untersucht.

Reservoir HPP Edling

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Dorfmann
Project duration: 2011 - 2012

In the reservoir of the HPP Edling at river Drava training walls are used to reduce the uncontrolled sedimentation in the broad areas of the reservoir and serve for improving the venting of sediments in case of flood events. At the orographic left bank training structures are already built. The Institute determines the optimal location of the training structures at the orographic right bank by means of a 2D hydro-dynamic model in a variant study.

For calibration and validation of the numerical model, velocity measurement campaigns using a ADCP measurement device are performed.

Numerical Modeling HPP Fischenz

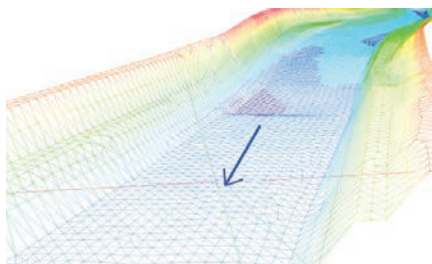
Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Harb, DI Dorfmann
Project duration: 2011 - 2012

The HPP Fischenz is located at the river Mur and is characterized by a total installed capacity of 22 MW with a design flow of about 120 m³/s. In the reservoir Fischenz an amount of about 85,000 m³ sediments are deposited in annual average. On the part of the Verbund AG there is the effort to determine, in which extent the bed in the reservoir is flushed out in case of a rising flood wave of a 30-year or a 100-year flood event, that during the transit of a the corresponding flood wave crest the flood safety in the area of the beginning of the backwater is given.

Numerische Modellierung KW Leoben

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
ProjektmitarbeiterIn: DI Harb, DI Dorfmann
Projektdauer: 2011 - 2012

Das Institut wurde beauftragt mit Hilfe eines numerisch - morphologischen Modells die Hochwassersicherheit für die verlandete Sohle bei HQ₃₀ und HQ₁₀₀ im Stauraum des KW Leoben an der Mur zu untersuchen.



3D-Ansicht Berechnungsnetz | 3D-view computation net

Anlass für die vorliegende Untersuchung ist die Erhöhung der Sohllage im Stauraum aufgrund der Anlandungen von Sedimenten im Zeitraum zwischen 2006 und 2010. Im 2D numerischen Modell wurden verschiedene Szenarien hydrodynamisch untersucht. Die Szenarien HQ₃₀ und HQ₁₀₀ wurden mit der Berücksichtigung des Sedimenttransports und mit bzw. ohne zusätzlicher Geschiebezugabe betrachtet.

Unterwasser Ybbs

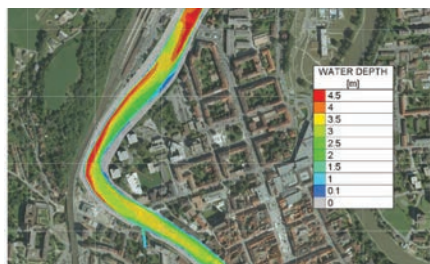
Auftraggeber: EVN AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Projektdauer: 2011 - 2012

Am Institut wird mit Hilfe eines numerisch - morphologischen 3D Modells der Unterwasserbereich des geplanten Kraftwerkes Ferschnitz an der Unteren Ybbs bei Abflüssen zwischen MQ und HQ₅ bezüglich der Wirkung der geplanten Buhnen, der möglichen Sedimentation und der Strukturierung beurteilt.

Numerical Modeling HPP Leoben

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Harb, DI Dorfmann
Project duration: 2011 - 2012

The Institute was contracted to analyse the flood protection of the silted bed at the river Mur for a 30-year and a 100-year flood with the aid of a numerically - morphological model in the reservoir of the HPP Leoben.



Wassertiefen bei HQ1 | Water depths 1-year flood

The reason for the present study is the heightening of the bed elevation due sedimentation between 2006 and 2010. In a 2D numerical model, various hydro-dynamic scenarios were investigated. The 30-year flood and the 100-year flood scenarios were considered with regard to sediment transport and or without the addition of sediment.

Tailwater Ybbs

Client: EVN AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Dorfmann
Project duration: 2011 - 2012

At the Institute the tailwater area of the planned power plant Ferschnitz at the Lower Ybbs will be assessed for discharges between mean water and a 5-years flood regarding the efficiency of planned groins, a possible sedimentation and structuring. Therefore a numerical - morphological model will be used.

KW Kendlbruck

Auftraggeber: Salzburg AG
Projektleiter: DI Dr. Schneider
Projektmitarbeiter: DI Richter, DI Dorfmann
Projektdauer: 2011 - offen

Die Energie AG plant ein Ausleitungskraftwerk mit 24 MW in Kendlbruck an der Mur zu errichten. Vom Institut werden dafür folgende Untersuchungen vorgenommen:

- » Instationäre hydraulische Berechnung des Triebwasserwegs und des Wasserschlosses
- » Hydrodynamische 2D und 3D numerische Berechnungen des Stauraums, des Einlaufs und des Entsanders
- » Beurteilung und numerische Berechnung der Sedimentation im Stauraum

KW Ingeringbach

Auftraggeber: Zotter Bau GmbH & Co KG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiter: DI Richter
Projektdauer: 2011 - 2012

Das sich gerade in Bau befindliche KW Ingeringbach in Knittelfeld hat eine Ausbauwassermenge von 7,5 m³/s. Auf einer Länge von 2.000 m wird in Druckrohrleitungen DN 2.200 eine Fallhöhe von ca. 33 m ausgenützt. Das Institut führte für dieses Kraftwerk eine Druckstoß- und Wasserschlossberechnung durch. Weiters wurden durch numerische Simulationen Optimierungsvorschläge für Einlaufbauwerk berechnet.

Mariatroster Bach - Rückhaltebecken Fölling

Auftraggeber: Land Steiermark, FA 19B
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiterin: DI Zechner
Projektdauer: 2011 - 2012

Beim Rückhaltebecken Fölling handelt es sich um ein kombiniertes Sperrbauwerk aus einem Homogendamm und einer Betonmauer. Der Anschluss von Bauwerken bzw. Bauteilen in Bereichen unterschiedlicher Nachgiebigkeit und

HPP Kendlbruck

Client: Salzburg AG
Project manager: DI Dr. Schneider
Project staff: DI Richter, DI Dorfmann
Project duration: 2011 - open

The Energie AG is planning to build a diversion power plant of 24 MW in Kendlbruck at Mur. From the Institute the following investigations are carried out for this project:

- » Unsteady hydraulic calculation of the waterway and the surge tank
- » 2D and 3D numerical hydrodynamic calculations of the reservoir, the intake and the desander
- » Assessment and numerical calculation of the sedimentation in the reservoir

HPP Ingeringbach

Client: Zotter Bau GmbH & Co KG
Project manager: DI Dr. Knoblauch
Project staff: DI Richter
Project duration: 2011 - 2012

The HPP Ingeringbach with a design flow of 7.5 m³/s is currently under construction. At a length of 2,000 m a head of about 33 m is used in pressure pipes DN 2,200. The Institute conducted a water hammer and surge tank calculation for this power plant. Furthermore, optimization suggestions for intake structure were calculated by numerical simulations.

Mariatroster Bach - Flood retention basin Fölling

Client: Land Steiermark, FA 19B
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Zechner
Project duration: 2011 - 2012

The flood retention basin Fölling is a combined barrage of a homogeneous embankment and a concrete wall. The connection of the structures and the components in different areas of flexibility and rigidity is a particular challenge in civil

Steifigkeit stellt eine besondere Herausforderung im Bauwesen dar. Vom Institut wurde eine Variantenstudie zur Optimierung der Einbindung der Betonwand in den Homogendamm durchgeführt.

Schöckelbach 2D-Abflussberechnung

Auftraggeber: Land Steiermark, FA 19B
Projektleiter: DI Knoblauch
Projektmitarbeiterin: DI Zechner
Projektdauer: 2011 - 2012

Die EU-Hochwasserrichtlinie sieht die Erstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen bis zum Jahr 2015 vor. Als Grundlage zur Entwicklung und Umsetzung dieser Managementpläne am Schöckelbach, der das höchste Schadenspotential in Graz ausweist, wird vom Institut eine 2D-Abflussberechnung durchgeführt.

engineering. The Institute carried out variation studies for the optimization of the integration of the concrete wall into the homogeneous dam.

Schöckelbach 2D-runoff calculation

Client: Land Steiermark, FA 19B
Project manager: DI Knoblauch
Project staff: DI Zechner
Project duration: 2011 - 2012

The EU Floods Directive asks for the preparation of flood risk management plans by 2015. As a basis for the development and implementation of management plans on stream Schöckelbach, which has the highest damage potential in Graz, the Institute performs a 2D-runoff calculation.

Entsander Högmoos

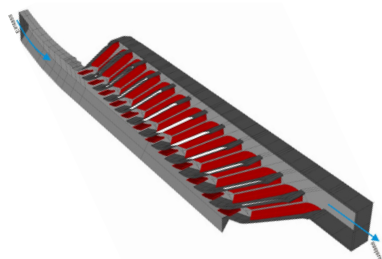
Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Dobler, DI Dorfmann
Projektdauer: 2011

Die Entsanderanlage nach dem Wehr Högmoos wurde aufgrund der Betriebserfahrung wegen des geringen Sedimenteinzuges außer Betrieb genommen und umgebaut. Nach dem Umbau stellen sich bei Ausbaudurchfluss unerwartete hydraulische Verhältnisse ein, welche zu höheren hydraulischen Verlusten führen.

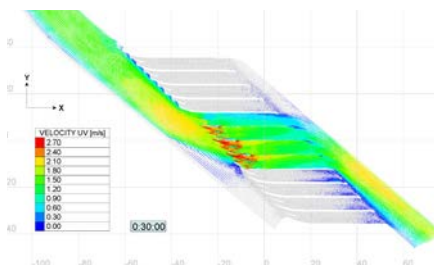
Sedimentation basin Högmoos

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Dobler, DI Dorfmann
Project duration: 2011

The sedimentation basin after the weir Högmoos was shut down and rebuilt due to the operational experience and the small sediment entering. After the modification unexpected hydraulic conditions occurred during design flow that lead to higher hydraulic losses.



Geometrie Ist-Zustand | Geometry current status



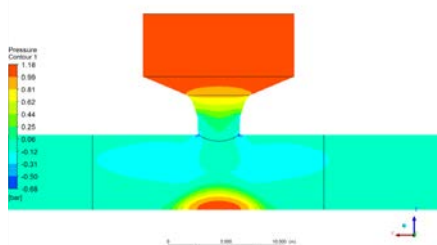
Auszug Variantenstudie | Extract variation studies

Mit Hilfe einer numerischen Modellierung wurde der Ausgangszustand nach dem Umbau untersucht. Das Ergebnis der Berechnung wurde mit den Naturdaten aus einer Feldmessung kalibriert. Anhand des numerischen Modells wurden Möglichkeiten zur Reduktion der Erzeugungsverluste und damit Verbesserungen der hydraulischen Situation untersucht.

Wasserschloss Arkun

Auftraggeber: ENERGJISA
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Richter
Projectdauer: 2011

Das Arkun Wasserkraftprojekt in der Osttürkei am Fluss Çoruh wird eine installierte Leistung von 236 MW haben und die Türkei mit 800 GWh für ungefähr 460.000 Haushalte versorgen. Für den Triebwasserstollen des Wasserkraftwerks Arkun wurde die Planung neu beurteilt. Die Untersuchungen wurden für das Verhalten der Drossel während der Absenkung sowie im voll gefüllten Zustand des Speichers untersucht, um das benötigte Volumen für die Ober- als auch Unterkammer bestimmen zu können.



Verteilung absoluter Druck | Absolute Pressure distribution

Untersuchungen

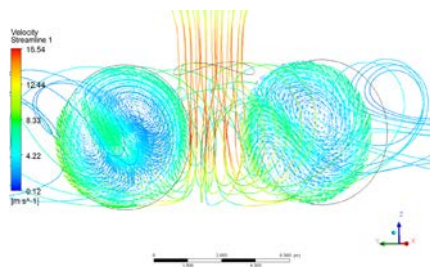
- » Diskretisierung des Systems und Durchführung einer angepassten Analyse
- » Untersuchung des Verhaltens
- » Analyse der besten Lösung
- » Berücksichtigung von weiteren Möglichkeiten um die effizienteste und kosteneffizientest Lösung zu finden

With the help of a numerical modeling the initial state after the modification was investigated. The result of the calculation was calibrated with data from a field measurement. Using the numerical model different options to reduce production losses and, thus, to improve the hydraulic conditions were analysed.

Surge tank Arkun

Client: ENERGJISA
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Richter
Project duration: 2011

The Arkun hydropower project in eastern Turkey on the river Çoruh will have an installed capacity of 236 MW and will provide Turkey with 800 GWh for around 460,000 homes. For the power water way of Arkun hydro power plant the layout of the surge tank is reassessed. The investigations are to be carried out for the behavior of the throttle under draw down as well as full reservoir level to account for the required surge tank upper and lower chamber volume.



Durchfluss in zwei Richtungen | Two way discharge

Investigations

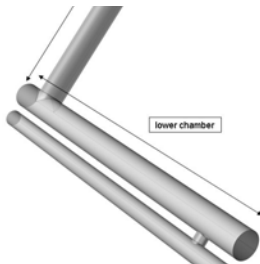
- » Discretization of the system and carry out appropriate analyses
- » Assessment of the behavior
- » Analysis of the „best solution“
- » Consideration of further possibilities to find the most efficient and cost effective solution

Wasserschloss Wellaway & Water Hammer

Auftraggeber: HOBAS Rohre GmbH
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Richter, DI Dobler
Projektdauer: 2011

Wellaway

Das Kleinwasserkraft-Projekt Wellaway wird in Sri Lanka gebaut. Die Untersuchungen wurden für die Abschätzung des erforderlichen Volumens für einen sicheren Betrieb durchgeführt. Die Analysen wurden für einen konstanten Wasserspiegel im Einlaufbereich in der Höhe von 339,4 m.a.s.l durchgeführt. Eine entsprechende Einbettung der Rohre, vor allem zwischen dem Triebwasserstollen und der Unterkammer muss berücksichtigt werden, um statischen und dynamischen Belastungen sicher standhalten zu können.



Schnitt Oberwasserkanal Wasserschloss |
Section of headrace surge tank

Water Hammer

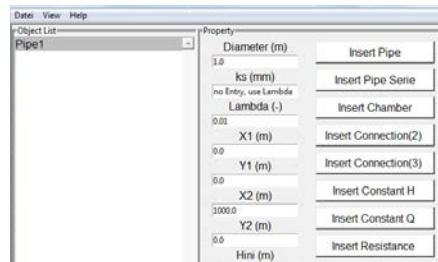
Zustätzlich wurde mittels Open Source Software ein Berechnungs-Tool zur Dimensionierung von Wasserschlossern in Kleinwasserkraftwerken entwickelt. Es basiert auf der Eingabe des Schließgesetzes und auf Grundlage horizontaler Spiegel im Wasserschloss und nennt sich Water Hammer.

Surge tank Wellaway & Water Hammer

Client: HOBAS Rohre GmbH
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Richter, DI Dobler
Project duration: 2011

Wellaway

The Wellaway small hydropower project is constructed in Sri Lanka. The investigations were carried out for estimating the required volume for secure operation. Analyses were carried out at a constant water level at intake at 339.4 m.a.s.l. An appropriate bedding of the pipes especially between the headrace tunnel and lower chamber of the surge tank have to be taken in account to secure the static and dynamic load.



Benutzeroberfläche Waterhammer | GUI Waterhammer

Water hammer

In addition, a calculation tool for dimensioning of surge tanks in small hydro power plants was developed by using open source software. It is based on the input of the closing law and on the basis of a horizontal level in the surge tank. It is called water hammer.

Feststoffe KW Gries

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Schneider
Projektdauer: 2010 - 2011

An der oberen Salzach wird die Errichtung des KW Gries geplant. Im Rahmen der UVE wurden unter anderem auch Untersuchungen bezüglich des Feststofftransportes durchgeführt. In diesem Zusammenhang galt es, den Weiterbestand der Hochwassersicherheit im Stauwurzelbereich nach Kraftwerkserrichtung nachzuweisen. Das Institut beurteilte im Rahmen dieses Gutachtens die vorhandenen Unterlagen bezüglich Sedimenthaushalt und die Auswirkungen des Schwebstofftransports im Staubereich.

Loads HPP Gries

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Schneider
Project duration: 2010 - 2011

At the upper Salzach, the construction of the HPP Gries is planned. In the course of the environmental impact declaration investigations in terms of a load transport were carried out amongst others. In this context, it was necessary to verify the flood safety at the beginning of the backwater. In the context of this expertise, the Institute assessed the existing documentation regarding the sediment budget and the impacts of the suspended transport in the reservoir.

Restwasserstrecke KW Schütt

Auftraggeber: KELAG-Kärntner Elektrizitäts-AG
Projektleiter: Prof. Zenz
ProjektmitarbeiterIn: DI Dr. Schneider, DI Harb
Projektdauer: 2010 - 2011

Das KW Schütt 1 liegt an der Gail und ist durch eine Gesamtausbauleistung von 3,9 MW bei ca. 31,5 m³/s Ausbaudurchfluss charakterisiert. Das KW Schütt 2 erreicht bei einer Ausbauwassermenge von 44,0 m³/s eine Leistung von 9,7 MW. Das Wasser wird über einen 3,2 km langen Triebwasserkanal von der Wehranlage zum Krafthaus geleitet.

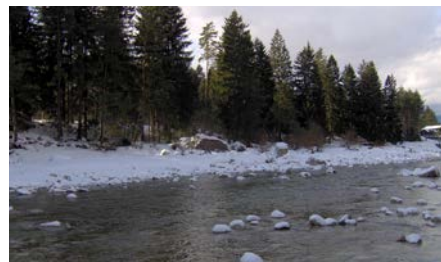
Residual flow reach HPP Schütt

Client: KELAG-Kärntner Elektrizitäts-AG
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Dr. Schneider, DI Harb
Project duration: 2010 - 2011

The HPP Schütt 1 is situated at the river Gail and is characterized by a total capacity of 3.9 MW with a design flow of about 31.5 m³/s. The HPP Schütt 2 has a capacity of 9.7 MW with a design flow of 44.0 m³/s. The water is directed through a 3.2 km long headrace channel from the weir to the powerhouse.



Ausgangszustand | Initial condition



Dotation 200 l/s | Endowment 200 l/s

Die 4,4 km lange Restwasserstrecke wird momentan mit durchschnittlich 100l/s dotiert. Gemäß EU Wasserrahmenrichtlinie ist für die

The 4.4 km long residual reach flow is currently endowed with 100 l/s in average. For the achievement of a good ecological status a re-

Erreichung des guten ökologischen Zustands ein Richtwert für die Restwasserabgabe von 50% MJNQT oder NQT vorgesehen. Im Rahmen dieses Gutachtens wurden Dotationsversuche an der Restwasserstrecke durch die KELAG durchgeführt und die vorhandenen Wassertiefen und Geschwindigkeiten vom Institut mittels Naturmessungen und Begehungen dokumentiert.

KW Teichl

Auftraggeber: Brandstetter Säge- und Kraftwerks GmbH & Co KG
 Projektleiter: Prof. Zenz
 Projektmitarbeiter: DI Dr. Schneider
 Projektdauer: 2010 - 2011

Bei dem bestehenden KW Teichl bei St. Pankraz/ Phyrn handelt es sich um ein Kleinwasserkraftwerk, das durch eine Wehranlage mit Schlauchwehr und anschließender Schussrinne gekennzeichnet ist. Linksufrig sind das Krafthaus und der Fischaufstieg situiert.



Rampe | Ramp

An die Schussrinne anschließend erfolgt die Energieumwandlung in einem Kolk, jedoch nicht gezielt mittels eines Tosbeckens, so dass im Hochwasserfall ungünstige Abflusssituationen auftreten, die zu einer Kolkbildung in der Sohle führen und es zu einer Unterspülung der rechtsufrigen Ufersicherung kommt. Im Zuge des Gutachtens wurde sowohl die Planung, als auch die Bauausführung beurteilt und ein Vorschlag zur Sanierung gemacht.

commended value for the minimum flow rates of 50% MJNQT or NQT is scheduled, according to the water framework directive. Within the framework of this expertise endowment test at the residual reach flow were carried out by KELAG. The occurred water depths and velocities were documented from the Institute by the means of site inspections and field measurements.

HPP Teichl

Client: Brandstetter Säge- und Kraftwerks GmbH & Co KG
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: DI Dr. Schneider
 Project duration: 2010 - 2011

The existing HPP Teichl at St. Pankraz / Phyrn is a small hydroelectric power plant, which is characterized by a weir with an inflatable weir and a subsequent spillway chute. The power house and the fish ladder are situated on the left bank.



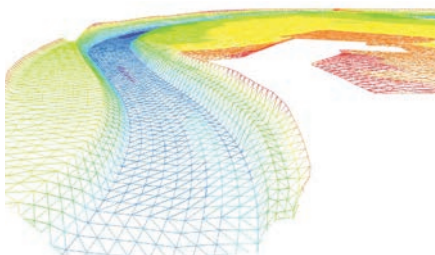
Kolk | Scour

Subsequently, after the spilling chute the energy dissipation takes place in a scour, but not specifically by means of a stilling basin. That's why in case of flooding disadvantageous discharge situations occur, which lead to a scouring in the bed and an undercutting on the right bank protection. In the course of the expertise both the planning, as well as the construction were assessed and a proposal for a refurbishment was made.

Hochwasserschutz Villach

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
Projektdauer: 2010 - 2011

Im Jahr 1980 wurde am Institut ein hydraulischer Modellversuch zum Thema „Unterwasser-eintiefung KW Villach“ durchgeführt, in Zuge dessen auch die Hochwassersicherheit der Stadt Villach überprüft wurde. Durch geänderte Randbedingungen, wie die Errichtung von gewerblichen Betriebsanlagen im Projekt- bzw. Retentionsgebiet oder der Sohlhöhenveränderungen in Drau und Gail, ergibt sich für den Hochwasserabfluss eine neue Situation. Mit einem 2D hydrodynamischen Modell wurde die gegenwärtige Hochwassersituation im Vorlandbereich erfasst und dem Ausgangszustand 1980 gegenübergestellt. Die 2D numerischen Berechnungen wurden mit dem Programm TELEMAC 2D durchgeführt.

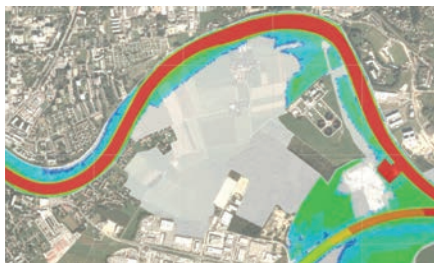


Berechnungsnetz | Computation net

Flood protection Villach

Client: Verbund AG
Project manager: Prof. Zenz
Project staff: DI Dorfmann
Project duration: 2010 - 2011

In 1980 a hydraulic model test was performed concerning the „tailwater erosion HPP Villach“. In the course of this project additionally the flood safety for the city of Villach was analysed. Through changing boundary conditions, such as the construction of commercial facilities in the project respectively in the retention area, or the bed level change of the rivers Drava and Gail, a new situation arises for the high-water runoff. Using a 2D hydrodynamic model the current flood situation in the foreland area was taken and compared with the initial condition 1980. The 2D numerical calculations were performed with the software TELEMAC 2D.



Berechnungsergebnis | Computation result

KW Penz

Auftraggeber: Zotter-Bau GmbH & Co KG
Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
Projektmitarbeiterin: DI Ortner
Projektdauer: 2009 - 2010

Die Anlagenteile des Kraftwerkes Penz – Einlauf Ausleitung, Fluder, Entsander, Einlauf Druckrohrleitung – wurden optimiert. Zusätzlich wurde eine Druckstoßberechnung für die gesamte Druckrohrleitung durchgeführt. Ausgehend von einer Erhöhung der Ausbauwassermenge von derzeit 10 m³/s auf 12,5 m³/s wurden die

HPP Penz

Client: Zotter-Bau GmbH & Co KG
Project manager: DI Knoblauch
Project staff: DI Ortner
Project duration: 2009 - 2010

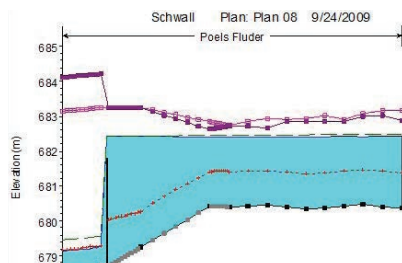
The system components of the power plant Penz - diversion, ditch, desander, intake pressure pipe - have been optimized. Additionally, a water hammer calculation for the entire penstock was carried out. Based on an increase of the design water quantity from currently 10 m³/s to 12.5 m³/s the hydraulic engineering system components

beschriebenen wasserbaulichen Anlagenteile in Ihrem Zusammenspiel hydraulisch-konstruktiv untersucht und Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet.



Rückströmbereich Einlauf | Backwater area intake

were analysed in their hydraulic-constructive interaction and, further, improvements were worked out.



Fluder Wasserspiegel | Ditch water level

Hochwasserrückhaltebecken in der Steiermark

Auftraggeber: Land Steiermark, FA19B
 Projektleiter: DI Dr. Hammer
 Projektmitarbeiterin: Mag. Jöbstl
 Projektdauer: 2008 - 2010

Die Steiermark weist eine sehr hohe Anzahl an Hochwasserrückhaltebecken auf. Im Auftrag des Land Steiermarks, FA19B, wurden alle von 1968 bis 2008 gebauten Hochwasserrückhaltebecken digital in einer MS Access-Datenbank erfasst. Dazu wurden 43 Kennzahlen pro Anlage herangezogen. Als Datengrundlage dienen die von der TU Graz, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, ausgearbeiteten Bände „Hochwasserrückhalteanlagen in der Steiermark (Band 1, 1994, Band 2, 1992) für alle Rückhaltebecken, die bis 1994 gebaut wurden.



Rückhaltebecken Ligistbach | Retention basin Ligistbach

Flood retention basins in Styria

Client: Land Steiermark, FA19B
 Project manager: DI Dr. Hammer
 Project staff: Mag. Jöbstl
 Project duration: 2008 - 2010

Styria has a very high number of flood retention basins. On behalf of the Province of Styria, department 19B, all built flood retention basins from 1968 to 2008 were digitally recorded in a MS Access database. Therefore 43 indicators were used per plant. As basis served the books „Hochwasserrückhalteanlagen in der Steiermark (Volume 1, 1994, Volume 2, 1992), elaborated by the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Graz University of Technology, for all retention basins built before 1994.



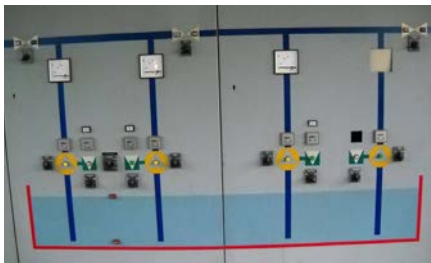
Rückhaltebecken Gamlitzbach | Retention basin Gamlitzbach

Die Unterlagen der ab diesem Zeitpunkt errichteten Rückhaltebecken, wurden bei den zuständigen Planern oder Beckenverantwortlichen angefragt und eingeholt. Weiters wurden sämtliche Unterlagen digitalisiert (Pläne, Beschreibungen, Berichte, Bescheide) sowie Fotos von den Anlagen erstellt und an den Auftraggeber weitergegeben.

Druckstoß KW Piesendorf

Auftraggeber: Wasserverband „Reinhalteverband Zellerbecken“
 Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
 Projektmitarbeiter: DI Richter
 Projektdauer: 2010

Der Reinhalteverband Zellerbecken beabsichtigt, das Pumpwerk Kaprun zu erneuern und an den Stand der Technik anzupassen. Das Pumpwerk Kaprun wurde im Jahr 1978 errichtet.



Schaltkasten Pumpwerk | Switch box Pumping station

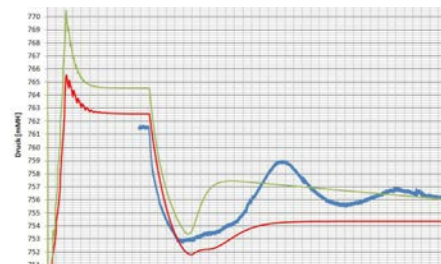
Aufgrund des Alters weisen die Maschinen- und die Elektrotechnik nicht mehr die erforderliche Betriebssicherheit auf, daher werden diese Komponenten komplett ausgetauscht. Durch den Einbau von neuen Pumpen darf sich die Druckbelastung auf das Rohrleitungssystem gegenüber der bisherigen Situation zumindest nicht verschlechtern. Aufgrund von Druckmessungen bei Schaltversuchen der bestehenden Anlage konnte das System kalibriert werden. Ergebnis der Ausarbeitung sind die Untersuchungen hinsichtlich der Druckbelastung der bestehenden Anlage, sowie die Auswirkungen des Einbaus von neuen Pumpen auf das System.

The documents of the basins built after 1994 were requested from the responsible planners and car taker. Furthermore, all documents have been digitized (plans, specifications, reports, notifications), pictures of the construction have been made and passed on to the client.

Water hammer HPP Piesendorf

Client: Wasserverband „Reinhalteverband Zellerbecken“
 Project manager: DI Dr. Knoblauch
 Project staff: DI Richter
 Project duration: 2010

The Pollution Control Association Zeller basin intends to replace the pumping station Kaprun and to adapt it to the state of the art. The pumping station Kaprun was built in 1978.



Berechnungsergebnis | Computation result

Because of the age the technique of the engine and the electronic don't have the required operation reliability. Due to these facts, the components will be replaced completely. With the installation of new pumps the pressure load on the piping system should not be worse at least compared to the previous situation. The system could be calibrated by pressure measurements at switching tests of the existing plant. The results are elaborations regarding the pressure load on the existing system, as well as on the impact of the installation of new pumps on the system.

Stauregelung KW Ferlach-Maria Rain und KW Annabrücke

Auftraggeber: Verbund AG
 Projektleiter: Prof. Zenz
 Projektmitarbeiterin: DI Dorfmann
 Projektdauer: 2010

Für die Kraftwerke Ferlach-Maria Rain und Anna-brücke ist in der zugehörigen Betriebs- und Überwachungsordnung die Stauregelung festgelegt. Diese sieht bei Blockade eines Wehrfeldes eine Absenkung ab einem Zufluss von $0,7 \cdot HQ_1$ vor. Durch das frühe Absenken des Staus bei den Kraftwerken Ferlach-Maria Rain und Annabrücke wird die Hochwasserwelle zusätzlich beaufschlagt.



KW Annabrücke Modellversuch 1991 |
 HPP Annabrücke model test 1991

Im Zuge des Gutachtens wurde untersucht, ob die Stauregelung für die beiden Kraftwerke dahingehend verändert werden kann, dass erst zu einem späteren Zeitpunkt mit der Absenkung begonnen werden muss bzw. die Abstauhöhe stärker begrenzt wird. Dabei wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- » Vergleich der am Institut durchgeführten Modellversuche mit bestehender Stauregelung
- » Untersuchung der Stauregelung der beiden Kraftwerke mittels Daten des Betreibers
- » Stellungnahme zu einer möglichen Modifikation der Stauregelung

Storage control HPP Ferlach-Maria Rain and HPP Annabrücke

Client: Verbund AG
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: DI Dorfmann
 Project duration: 2010

For the power plants Ferlach-Maria Rain and Annabrücke the storage control is defined in the associated operating and monitoring regulation. In case of blockage of a weir field a lowering is scheduled starting at an inflow rate of $0.7 \cdot 1$ -year flood.

By an early lowering of the reservoir filling at the power plants Ferlach-Maria Rain and Annabrücke, the flood wave is additionally loaded.



KW Annabrücke | HPP Annabrücke

In the course of the expertise it was investigated, whether the storage control can be changed in that way, that the lowering of the two power plants need to be initiated later, respectively the height of the lowering will be stronger limited.

The following investigations were carried out:

- » Comparison of carried out model tests at the Institute with existing storage controls
- » Investigation of the regulation of the two power plants using data of the operator
- » Statement on a possible modification of the storage control

Murverlegung Unzmarkt

Auftraggeber: ASFINAG Bau Management GmbH
 Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
 Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
 Projektdauer: 2009

Die Mur soll wegen des Neubaus der Schnellstraße zwischen Fluss-km 341,75 und km 342,35 verlegt werden. Zur Beurteilung der Stand-sicherheit der Sohle wurden 1D numerische Berechnungen durchgeführt. Außerdem soll die Maßnahme keine negativen Veränderungen im Stauraumbereich KW Unzmarkt zur Folge haben (Stauraumverlandung, Erhöhung Schwebstoffkonzentration).

Relocation of the river Mur in Unzmarkt

Auftraggeber: ASFINAG Bau Management GmbH
 Project manager: DI Dr. Knoblauch
 Project staff: DI Dorfmann
 Project duration: 2009

The Mur should be relocated because of construction of the expressway between river km 341.75 and km 342.35. To assess the stability of the river bed 1D numerical calculations were carried out. In addition, the measure should have no negative changes in the reservoir area of the HPP Unzmarkt (reservoir sedimentation, increased suspended sediment concentration).

KW Lenzing

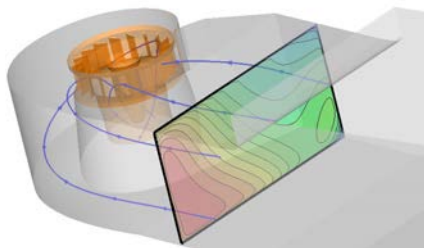
Auftraggeber: Brandstetter Säge- und Kraftwerks GmbH & Co KG
 Projektleiter: Prof. Zenz
 Projektmitarbeiter: DI Dobler
 Projektdauer: 2008 - 2009

Für das Kraftwerk Lenzing wurde mit Hilfe einer numerischen Berechnung der Einfluss des Trennpfeilers in Hinblick auf die Anströmsituation modelliert. Damit wurde der qualitative Einfluss auf den Wirkungsgrad und dessen mögliche Verbesserung untersucht.

PP Lenzing

Client: Brandstetter Säge- und Kraftwerks GmbH & Co KG
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: DI Dobler
 Project duration: 2008 - 2009

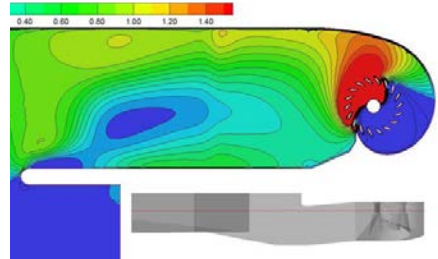
For the power plant Lenzing the influence of a separation pier in terms of the approach flow was modeled using numerical calculations. Thus, the qualitative influence on the efficiency and its possible improvement was examined.



3D-Ansicht | 3D-View

Zur Untersuchung der Anströmsituation wurden folgende Modelle gerechnet:

- » Ist-Situation mit überströmten Trennpfeiler
- » Variante mit entferntem Trennpfeiler
- » Variante mit erhöhten Trennpfeiler



X-Geschwindigkeiten | X-Velocities

To investigate the approach flow situation following models were calculated:

- » Actual situation with overflowed separation pier
- » Variant with removed separation pier
- » Variant with increased separation pier

Weiters wurden Vergleiche für die qualitative Beurteilung der Anströmsituation angestellt:

- » Geschwindigkeitshöhenabweichung entlang des Einlaufes
- » Quadrantengeschwindigkeitsverteilung im Rechenquerschnitt
- » Vergleich mit numerischer Simulation an einer ähnlichen Anlage
- » Geschwindigkeitsverteilungen entlang des Einlaufbereiches

Further comparisons were made for the qualitative assessment of the approach flow situation:

- » Variation of the velocity heights along the intake
- » Distribution of velocity in the quadrants in the trash rack cross-section
- » Comparison with the numerical simulation at a similar facility
- » Velocity distributions along the intake area

Sanierung Petersbach

Auftraggeber: Amt der Stmk. Landesregierung, FA19B
 Projektleiter: Prof. Zenz
 Projektmitarbeiterin: Mag. DI Sindelar
 Projektdauer: 2009

Im Zuge der Sanierung eines baufälligen Durchlasses am Petersbach in Graz wird die Abfuhrkapazität für das Bemessungshochwasser BHQ = $8,1 \text{ m}^3/\text{s}$ hergestellt. Dies entspricht dem durch Rückhaltebecken im Oberlauf retentierten HQ100-Abfluss. In diesem Gutachten wurde beurteilt, ob der Bestand zwischen Profil 22 und Profil 20 in der Lage ist, das Bemessungshochwasser bei sonstigen gleichen Projektannahmen abzuführen. Darüber hinaus wurde der Bereich der starken Umlenkungen in Hinblick auf das Abflussverhalten beleuchtet.

Refurbishment Petersbach

Client: Amt der Stmk. Landesregierung, FA19B
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: Mag. DI Sindelar
 Project duration: 2009

In the course of the refurbishment of a tumbled down culvert at the steam Petersbach in Graz, the discharge capacity for the design flood = $8.1 \text{ m}^3/\text{s}$ is produced. This corresponds to the retained 100-year discharge in the retention basins in the upper reach. In this expertise it was assessed, whether the existing structures between the profiles 22 and 20 are able to discharge the design flood complying with the same assumptions in the project. In addition, the areas of sharp bends have been investigated regarding the flow behavior.

Einlaufoptimierung KW Lebenau

Auftraggeber: Geppert GmbH
 Projektleiter: Prof. Zenz
 Projektmitarbeiter: DI Dr. Arch, DI Dobler
 Projektdauer: 2008

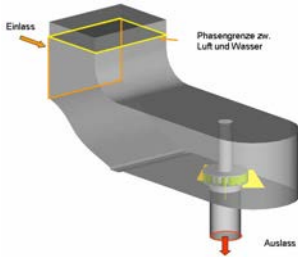
Im Zuge einer Revitalisierung wird das Kraftwerk Lebenau mit einer neuen Kaplanmaschine mit vertikaler Achse samt neuer elektrischer Peripherie ausgerüstet werden. Um die Auswirkungen einer ungleichmäßigen Zuströmung aus dem Ausleitungskanal auf die geänderte Turbinendrehrichtung sowie auf die Turbinenanströmung im direkten Bereich des Leit-

Intake optimization HPP Lebenau

Client: Geppert GmbH
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: DI Dr. Arch, DI Dobler
 Project duration: 2008

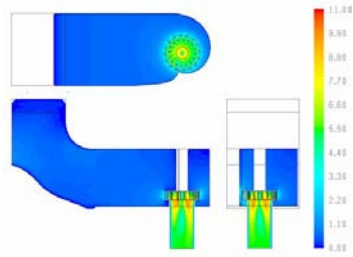
In the course of the revitalization, the power plant Lebenau will be equipped with a new Kaplan turbine with a vertical axis, including new electrical peripherals. To describe the effects of uneven inflow from the bypass channel on the changed turbine rotation direction and the turbine approach flow in the area of the control device, the Institute was contracted to conduct

apparates beschreiben zu können, wurde das Institut mit der Durchführung einer dreidimensionalen numerischen Berechnung beauftragt. Aus den Ergebnissen der neun untersuchten Varianten dieser Simulation wurden eventuell notwendige Optimierungsmaßnahmen wie der Einbau einer Leitspirale entwickelt. Weiters wurden die Auswirkung von Blechen zur Stabilisierung des Leitapparatdeckels untersucht sowie deren Geometrie bestimmt.



Einlaufbereich | Intake area

a three-dimensional numerical calculation. From the results of the nine variants of this simulation necessary improvement measures such as the installation of a spiral baffle were developed. Further, the effects of metal sheets to stabilize the spiral baffle were investigated and their geometry determined.



Betrag der Geschwindigkeiten [m/s], Variante 1 |
Magnitude of velocities [m/s], version 1

KW Middle Marsyangdi - Beurteilung des Druckstollen

Auftraggeber: Fichtner GmbH & Co.KG
Projektleiter: Prof. Zenz
Projektdauer: 2007 - 2008

Beim KW Middle Marsyangdi in Nepal war die Beurteilung der Tunnelsicherung der bereits fertiggestellten Betonauskleidung für den Druckstollen erforderlich. Deshalb wurde das Institut beauftragt ein unabhängiges Gutachten zu verfassen.

Arbeitsumfang

- » Inspektion der Tunnelauskleidung in situ
- » Ausarbeitung eines detaillierten Programmes für den Bauunternehmer zur Sanierung der Mängel der Auskleidung resultierend aus der gewonnenen Einschätzung und Beurteilung
- » Bereitstellen einer Stellungnahme über die ausgeführten Arbeiten am Druckstollen

HPP Middle Marsyangdi - Assessment of the Power Tunnel

Client: Fichtner GmbH & Co.KG
Project manager: Prof. Zenz
Project duration: 2007 - 2008

For the HPP Middle Marsyangdi in Nepal the assessment of the tunnel lining of the already finished concrete lining for the headrace power tunnel was necessary. Therefore the Institute was contracted to write an independent expertise.

The scope of work

- » Inspection of the tunnel lining in situ
- » Based on the judgment and assessments a detailed program for the contractor for rehabilitation of the defects of the lining has been prepared
- » to provide the expert statement of the executed works for the power tunnel

Heizkraftwerk Graz - Kühlwasserentnahme

Auftraggeber: Energie Steiermark AG
 Projektleiter: Prof. Zenz
 ProjektmitarbeiterIn: DI Dr. Knoblauch , DI Ortner
 Projektdauer: 2007 - 2008

Das Heizkraftwerk Graz soll den Grund- und Mittellastbereich des Fernwärmebedarfs im Raum Graz decken. Der Betreiber beabsichtigt die Kondensation der Anlage durch Frischwasserkühlung aus der Mur erfolgen zu lassen. Ziel der Beauftragung war es, die wasserbaulichen Komponenten der Wasserentnahme zu untersuchen und die notwendigen Dokumente der Kühlwasserentnahme für das UVP Verfahren auszuarbeiten. Zusätzlich galt zu beachten, dass der Hochwasserabflussquerschnitt der Mur durch das zu errichtende Einlaufbauwerk nicht bzw. nur geringfügig beeinträchtigt wird.

Grundablass Drossensperre Durchlass Drossendeponie

Auftraggeber: Verbund AG
 Projektleiter: DI Dr. Knoblauch
 Projektmitarbeiter: DI Dorfmann
 Projektdauer: 2007

Von der Verbund AG wurde die vergleichende Berechnungen zum Grundablass Drossen - Durchlass Drossendeponie beauftragt.



Grundablass Drossensperre | Bootom outlet Drossensperre

Dabei wurde untersucht, unter welchen hydraulischen und konstruktiven Randbedingungen die Abfuhr der Bemessungswassermenge durch den Durchlass Drossendeponie möglich ist.

Cogeneration plant Graz - cooling water abstraction

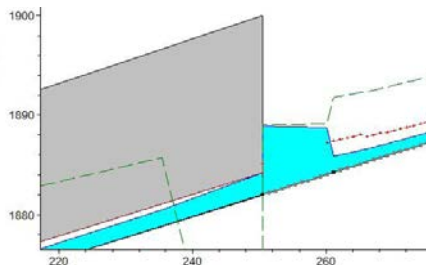
Client: Energie Steiermark AG
 Project manager: Prof. Zenz
 Project staff: DI Dr. Knoblauch , DI Ortner
 Project duration: 2007 - 2008

The cogeneration plant in Graz should meet the demand of the base and middle load range of the long-distance heating needs in the area of Graz. The operator intends to use the river Mur as fresh water cooling system for condensation purposes. The aim of the assignment was to investigate the hydro-engineering components of the water abstraction and to elaborate the necessary documents to the cooling water abstraction for the ecological audit. In addition it was necessary to take into account, that the flood discharge cross-section of the Mur will be not or only slightly affected.

Bottom outlet Drossendam Outlet Drossendeponie

Client: Verbund AG
 Project manager: DI Dr. Knoblauch
 Project staff: DI Dorfmann
 Project duration: 2007

The Verbund AG contracted comparative calculations for the bottom outlet Drossen - outlet Drossendeponie.



Längsschnitt | Longitudinal section

The study investigated under which hydraulic and structural boundary conditions, a discharge of the design water rate through the outlet Drossendeponie is possible.

Im Zuge der Bearbeitung wurden die konstruktive Ausbildung sowie die hydraulischen Untersuchungen des Einlaufes für den Durchlass unter der Drossendeponie hydraulisch und konstruktiv überprüft. Insbesondere war der Übergang von einem sehr breiten Gerinnequerschnitt zum Einlauf des Durchlasses über eine kurze Strecke und einer starken Richtungsänderung von besonderem Interesse. Die Berechnungen wurden mit dem eindimensionalen hydraulischen Strömungsprogramm HEC-RAS durchgeführt.

KW Lavamünd - Vierte Maschine

Auftraggeber: Verbund AG
Projektleiter: DI Dr. Mayr
Projektmitarbeiterin: DI Ortner
Projektdauer: 2007

In ein Wehrfeld des KW Lavamünd wird eine zusätzliche Turbineneinheit installiert und dabei dieses Wehrfeld von derzeit 24 m auf 13 m reduziert werden. Weiters ist von Seite der Behörde beabsichtigt, die vorgegebenen Bemessungshochwässer für die Drau hinaufzusetzen.

Auf der Grundlage dieser geänderten Rahmenbedingungen wurden im Auftrag der Verbund AG die hydraulischen Zustände für das Wehr untersucht. Ziel der beauftragten Arbeit war es, durch eindimensionale Berechnungen der Wehrförderfähigkeit und der Tosbeckensicherheit für den Ist-Zustand und für den zukünftigen Zustand die Gesamtfunktion des Wehres bei geänderten hydraulischen und hydrologischen Bedingungen zu beurteilen.

In the course of the processing, the structural design as well as a hydraulic study of the intake for the outlet under the Drossendeponie were investigated hydraulically and structurally. In particular the transition from a very wide channel cross section to the intake of the outlet over a short distance and a strong change in direction is of particular interest. The calculations were performed using the one-dimensional hydraulic flow program HEC-RAS.

HPP Lavamünd - Fourth engine

Client: Verbund AG
Project manager: DI Dr. Mayr
Project staff: DI Ortner
Project duration: 2007

An additional turbine unit should be installed in a weir field of the HPP Lavamünd. During this process the weir width should be reduced from currently 24 m to 13 m. Furthermore, on the part of the authority it is intended to raise the specified design flood for the river Drava.

Based on these changed circumstances on behalf of the Verbund AG, the hydraulic conditions were investigated for the weir. The aim of this contracted study was to assess the actual situation and future state of the overall function of the weir with the modified hydraulic and hydrological conditions by the means of one-dimensional calculations of the weir capacity and the safety of the stilling basin.

Seit 2007 wird das Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft von Prof. Zenz geleitet. Viele Veranstaltungen wie Symposien oder Exkursionen fanden in diesem Zeitraum statt. Wir durften eine Vielzahl an ausländischen Gästen an unserem Institut begrüßen, sowie die gewonnen Kenntnisse aus Forschung und Versuchswesen durch Publikationen einer breiten Öffentlichkeit vorstellen.

Since 2007 the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management is chaired by Prof. Zenz. A lot of events as e.g. symposia or excursions took place in this time periode. We could welcome a plenty of students from abroad, as well as present the gained knowledge from research and hydraulic laboratory practice to a braod public.

INSTITUT

Institute



INHALTSVERZEICHNIS

NEUE ÄRA	103
MITARBEITERINNEN	103
GÄSTE AUS DEM AUSLAND	106
MITGLIEDSCHAFTEN	107
PUBLIKATIONEN	108
VERANSTALTUNGEN	108
Scientific Events	109
Allgemeine Veranstaltungen	116
... AUS DEM INSTITUTSLEBEN	118
Grow of knowledge	118
Sporting excellence	121
Women-Power	122
Jubilee	124
Award	124
Wall of Fame	124

CONTENT

NEW ERA	103
STAFF	103
GUESTS FROM ABROAD	106
MEMBERSHIPS	107
PUBLICATIONS	108
EVENTS	108
Scientific Events	109
Allgemeine Veranstaltungen	116
... FROM THE INSTITUTE'S LIFE	118
Grow of knowledge	118
Sporting excellence	121
Women-Power	122
Jubilee	124
Award	124
Wall of Fame	124

Neue Ära

2007 wurde mit der Berufung von Univ.-Prof. DI Dr.techn. Gerald Zenz eine neue Ära am Wasserbauinstitut eingeleitet. Prof. Zenz wechselte von der Position eines Abteilungsleiters für Wasserkraftanlagen, Talsperren, Tunnel- und Ingenieurbau der Pöyry Energy GmbH zum Leiter des Wasserbauinstituts.



Schlüsselübergabe | Hand-over of the key

New era

2007 a new era started at the Institute of Hydraulic Engineering with the assignment of Univ.-Prof. DI Dr.techn. Gerald Zenz. He changed his engagement from the position of the business unit managers for waterpower plants, large dams, tunnel building and civil engineering of the company Pöyry Energy GmbH to the head of the Institute of Hydraulic Engineering.



Prof. Zenz mit Talar | Prof. Zenz with academic gown

MitarbeiterInnen

Eine der Basisaufgaben einer Universität - die Ausbildung von Spitzenkräften - bedingt eine ständigen Fluktuation von MitarbeiterInnen an unserem Institut. Seit 2007 traten 18 neue MitarbeiterInnen in den Dienst am Institut ein, von ebenso vielen mussten wir uns in diesem Zeitraum verabschieden.

Staff

One of the basic tasks of a university - the education of highly qualified persons - requires a constant fluctuation of employees at our Institute. Since 2007 18 new employees joined our Institute, and we had to take leave of the same number in this period.

2007	2008	2009	2010	2011
Ortner	Feldbacher	Proyer	Asinger	Jartz
Greifoner	Harb	Schäffauer	Richter	Schreiber
Dorfmann	Rois	Bratschitz	Kraker +	Kulmhofer
Zenz	Vitas		Proyer	Goldgruber
Hofbauer	Arch		Riegler F.	Hofbauer
Dobler	Larcher			Sindelar
Zehetner				Kulmhofer
Geisler				Asinger
Frei				Jartz
Greifoner				
Mayr				
Badura				
Huber				

Eintritt | Austritt
Entry | Leaving

MitarbeiterInnen Wissenschaft | Staff Science



Wolfgang DOBLER

Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Rupert FELDBACHER

Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Alfred HAMMER

Dipl.-Ing. Dr. nat.techn.

Staff Scientist
Staff Scientist



Cornelia JÖBSTL

Mag.

Wissenschaftliche Projektmitarbeiterin
Scientific project staff



Helmut KNOBLAUCH

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Stellv. Institutsvorstand
Deputy head of the Institute



Wolfgang RICHTER

Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Christopher SCHREIBER

Mag. MSc

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Simone ZECHNER

Dipl.-Ing.

Assistentin
Assistant



Gerald ZENZ

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Institutsvorstand
Head of the Institute



Clemens DORFMANN

Dipl.-Ing.

Assistent
Assistant



Markus GOLDGRUBER

Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Gabriele HARB

Dipl.-Ing.

Wissenschaftliche Projektmitarbeiterin
Scientific project staff



Roman KLASINC

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Assistent
Assistant



Heimo PILKO

Mag. Ing.

Wissenschaftlicher Projektmitarbeiter
Scientific project staff



Josef SCHNEIDER

Dipl.-Ing. Dr. nat.techn.

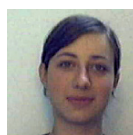
Laborleiter
Head of Laboratory



Christine SINDELAR

Dipl.-Ing. Mag.

Wissenschaftliche Projektmitarbeiterin
Scientific project staff



Johanna Zelger

BSc.

Assistentin
Assistant

Mitarbeiter Labor | Staff Laboratory



Walter FELGITSCH

Messtechniker
Technician in measurement technology



Michael KNOLL

Ing.
Labortechniker
Technician in laboratory



Julio KUSS

Ing.
Labortechniker
Technician in laboratory



Friedrich LAZAR

Ing.
Labortechniker
Technician in laboratory



Anton RIEGLER

Tischerler
Joiner



Wolfgang ROIS

Ing.
Messtechniker
Technician in measurement technology



Dieter SCHÄFAUER

Schlosser
Locksmith



Andreas WAGNER

Dreher
Turner

MitarbeiterInnen Verwaltung | Staff administration



Harald BREINHÄLTER

Ing.
EDV-Techniker
Computer technician



Elisabeth GRINSCHGL

Sekretärin
Secretary



Brigitte KOCH

Sekretärin
Secretary



Christine VITAS

Mag.
Sekretärin
Secretary

Emeritus | Emeritus



Günther HEIGERTH

Em.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Ehem. Institutsvorstand
Former head of the Institute

Im Jahr 2011 beschäftigte das Institut 31 MitarbeiterInnen. Mit Stand Dezember 2011 betrug die Frauenquote der wissenschaftlichen MitarbeiterInnen 22%.

MitarbeiterInnen Wissenschaft	18 Personen
Mitarbeiter Labor	8 Personen
MitarbeiterInnen Verwaltung	4 Personen
Emeritus	1 Person
SUMME	31 Personen

StudienassistentInnen

Auch eine Vielzahl an StudienassistentInnen hat in den letzten fünf Jahren zum Erfolg des Instituts beigetragen:

Cornelia Jöbstl, Gabriele Harb, Lukas Schatzmann, Markus Lienhart, Herbert Geiger, Marco Oblasser, Edith Petek, Alexander Bickel, Manuel Pagitsch, Gerhard Stocker, Andreas Bäuml

Gäste aus dem Ausland

Die Stärkung des wissenschaftlichen wie kulturellen Austauschs zwischen Österreich und Ländern weltweit ist ein zentrales Anliegen des Instituts. Aus diesem Grund bietet das Institut GaststudentInnen aus dem Ausland die Möglichkeit eines Auslandsaufenthalts an der TU Graz an. Folgende Personen sind/waren seit 2007 an unserem Institut tätig:

Indonesien

- » Umboro Lasminto (seit 2009)
Doktoratsstudent
- » Entin Hidayah (2009)
Sabbatical

Iran

- » Morteza Shorabi Gilani (2009)
Post Graduate Sabbatical
- » Shervin Shahriari (2011)
PhD-Student

2011 the Institute employed 31 persons. In December 2011 the women's quota of the scientific staff was 22%.

Staff science	18 persons
Staff laboratory	8 persons
Staff administration	4 persons
Emeritus	1 person
SUM	31 Persons

Teaching assistants

Also a multitude of teaching assistants have contributed to the success of the Institute in the last five years:

Cornelia Jöbstl, Gabriele Harb, Lukas Schatzmann, Markus Lienhart, Herbert Geiger, Marco Oblasser, Edith Petek, Alexander Bickel, Manuel Pagitsch, Gerhard Stocker, Andreas Bäuml

Guests from abroad

The promotion of the scientific and cultural exchange between Austria and countries worldwide is an important request of the Institute. Due to this reason the Institute is offering the possibility of staying abroad at Graz University of Technology for guest students. The following persons work / have worked at the Institute since 2007:

Indonesien

- » Umboro Lasminto (seit 2009)
PhD-Student
- » Entin Hidayah (2009)
Sabbatical

Iran

- » Morteza Shorabi Gilani (2009)
Post Graduate Sabbatical
- » Shervin Shahriari (2011)
PhD-Student

- » Artemis Motamed (2010 -2011)
Post Graduate Sabbatical
- » Majid Galoie (seit 2009)
Doktoratsstudent

Malaysien

- » Tidja Soedirman (2011 - 2012)
Praktikum
- » Shakila Norazy Sallih (2011 - 2012)
Praktikum

Slowenien

- » Ignacijo Bilus (2008)
Post-Doc Sabbatical

Mitgliedschaften

Das Institut bzw. dessen MitarbeiterInnen waren im Zeitraum von 2007 bis 2011 in folgenden Gremien, Verbänden und Ausschüssen vertreten:

- » International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR)
- » International Association of Hydrological Sciences (IAHS)
- » International Association for Sediments Water Science (IASWS)
- » Österreichisches Nationalkomitee für Talsperren (ATCOLD)
- » International Commission on Large Dams (ICOLD)
- » Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)
- » Normungsausschuss für die ÖNORM M7103 „Grundbegriffe der Energiewirtschaft - Wasserkraftwirtschaft“
- » Wissenschaftlich-technischer Beirat INTERPRAEVENT
- » Österreichischer Wasser- und Abfallverband (ÖWAV)
- » ÖWAV - Arbeitsausschuss: Mobiler Hochwasserschutz
- » DWA-Arbeitskreis: Sedimentmanagement in Fließgewässern
- » WATERPOOL Competence Network GmbH
- » Österreichische Staubeckenkommission
- » LandesEnergieVerein Steiermark
- » ECO World Styria

- » Artemis Motamed (2010 -2011)
Post Graduate Sabbatical
- » Majid Galoie (seit 2009)
PhD-Student

Malaysia

- » Tidja Soedirman (2011 - 2012)
Internship
- » Shakila Norazy Sallih (2011 - 2012)
Internship

Slovenia

- » Ignacijo Bilus (2008)
Post-Doc Sabbatical

Memberships

From 2007 to 2011 the Institute respectively their staff was represented in the following committees, organizations and boards:

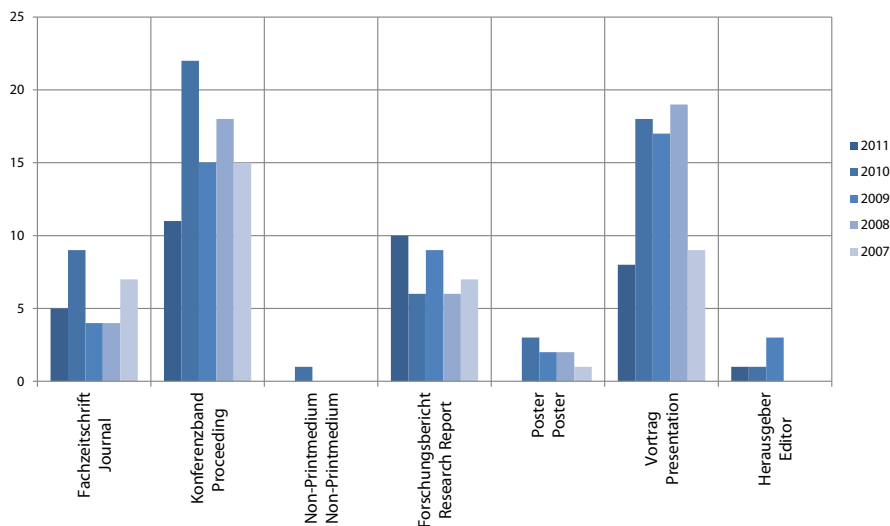
- » International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR)
- » International Association of Hydrological Sciences (IAHS)
- » International Association for Sediments Water Science (IASWS)
- » Austrian National Committee on Large Dams (ATCOLD)
- » International Commission on Large Dams (ICOLD)
- » Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG)
- » Standardization Committee for the ÖNORM M7103 „Fundamental term in energy management - water management“
- » Scientific-technical advisor INTERPRAEVENT
- » Österreichischer Wasser- und Abfallverband (ÖWAV)
- » ÖWAV - Technical Committee: Mobile Flood Protection
- » DWA-Working Committee: Bed load management in watercourses
- » WATERPOOL Competence Network GmbH
- » Österreichische Staubeckenkommission
- » LandesEnergieVerein Steiermark
- » ECO World Styria

Publikationen

Dem Ziel, Forschungs- und Arbeitsergebnisse einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen, wurde von 2007 - 2012 mit insgesamt 233 Veröffentlichungen in unterschiedlichen Medien Rechnung getragen. Die Kategorien mit den höchsten Anzahlen an Veröffentlichungen stellen Beiträge in Konferenzbänden, Vorträge und Fachzeitschriften dar. Die meisten Veröffentlichungen wurden mit einer Anzahl von 60 Beiträgen im Jahr 2010 getätigt. Seit 2007 wurden 71 Vorträge in 18 verschiedenen Ländern gehalten, wovon etwas mehr als die Hälfte auf die deutschsprachigen Länder Österreich, Deutschland und die Schweiz fällt.

Publications

The goal to present research and work results to a general public was accounted with a total of 233 publications in various media in the period of 2007 - 2012. The categories with the highest numbers of publications are articles in conference proceedings, papers and journals. Most of the publications were made in 2010, where 60 papers were published. Since 2007 71 papers were presented in 18 different countries, of which slightly more than half were held in the German speaking countries Austria, Germany and Switzerland.



Veranstaltungen

Die Förderung des wissenschaftlichen Austauschs sowie die Präsentation von Wissenschaft, Forschung und Lehre für die breite Öffentlichkeit wird vom Institut durch das Abhalten von unterschiedlichsten Veranstaltungen wahrgenommen. Dazu zählen die Organisation von Symposien, Laborführungen oder auch spezi-

Events

For the promotion of the scientific exchange and the presentation of science, research and education to the general public different events are organized by the Institute. These include the organization of symposia, laboratory tours or special events for children.

ellen Angeboten für Kinder. Das Institut ist seit 2009 bestrebt jährlich eine wissenschaftliche Veranstaltung mit mindestens 150 Teilnehmern auszurichten. Bis dato liest sich die Liste wie folgt:

2011: UFRIM - Interntional Symposium on Urban Flood Risk Management

2010: IECS - ICOLD European Club Symposium: Dam Safety - Sustainability in a changing Environment

2009: LTBD - 2nd International Conference on Long Term Behavoir of Dams

Im September 2012 wird das Wasserbausymposium 2012 an der TU Graz abgehalten, das in einer langen Tradition alle zwei Jahre abwechselnd von den Universitäten Zürich, München und Graz veranstaltet wird. Titel diesjährigen Symposium ist *„Wasser - Energie | Global denken - lokal handeln“*. Mehr Informationen zur Veranstaltungen sind auf der Webseite <http://www.hydro.2012tugraz.at> erhältlich.

Wissenschaftliche Veranstaltungen

Internationales Symposium UFRIM

Urban Flood Risk Management

21. - 23. September 2011, Graz

Das 2011 vom Institut veranstaltete Symposium widmete sich dem Themenbereich des städtischen Hochwassermanagements. Es wurde in Kombination mit dem End-Symposium der 2. Europäischen Forschungsinitiative ERA-Net CRUE mit dem Titel „Flood resilient communities - managing the consequences of flooding“ an der Technischen Universität Graz abgehalten. Rund 200 Personen aus dem In- und Ausland nahmen an der Veranstaltung teil. Die 74 in Parallel-Session präsentierten Vorträge von UFRIM deckten ein breites Spektrum an Themenbereiche ab.

Since 2009 the Institute aims to organize a scientific event with at least 150 participants every year. Until now the list reads as follows:

2011: UFRIM - International Symposium on Urban Flood Risk Management

2010: IECS - ICOLD European Club Symposium: Dam Safety - Sustainability in a changing Environment

2009: LTBD - 2nd International Conference on Long Term Behavior of Dams

In September 2012 the Hydraulic Symposium 2012 will be hosted at Graz University of Technology. According to a long tradition it is held alternately every two years at the Universities of Zurich, Munich and Graz. The title of the symposium this year is *„Water - Energy | Think globally - act locally“*. More information about the event is available on the website <http://www.hydro.2012tugraz.at>.

Scientific Events

International Symposium UFRIM

Urban Flood Risk Management

21st - 23rd September 2011, Graz

The symposium 2011, organized by the Institute, was dedicated to the topic of urban flood management. It was held in combination with the final symposium of the 2nd European research initiative ERA-Net CRUE entitled „Flood resilient communities - managing the consequences of flooding“ at the Graz University of Technology. About 200 people from the inland and abroad attended the event. The 74 in parallel sessions presented speeches of UFRIM covered a wide range of topics.

Dazu zählten unter anderem:

- » Baulicher Hochwasserschutz
- » Hochwasservorhersage, Vorwarnsysteme und nicht-bauliche Maßnahmen
- » Hochwasserrisikobewertung
- » Hochwassermanagement
- » Hochwassergeschichte
- » Soziale Aspekte und Bevölkerungsbeteiligung

These included amongst others:

- » Structural flood control
- » Flood forecasting, warning systems and non-structural measures
- » Flood risk assessment
- » Flood management
- » Flood history
- » Social aspects and public participation



Organisationsteam | Organizing Team



Eröffnungsrede | Opening Ceremony

Der Tagungsband zum Symposium kann am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft oder auf <http://www.amazon.com> erworben werden.

The proceedings of the symposium can be purchased at the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management or on <http://www.amazon.com>.

Besuch Universität der Bundeswehr München

04. - 06. Mai 2011

Visit Universität der Bundeswehr München

04th - 06th May 2011

Bereits im Jahr 2010 wurde mit einer StudentInnenexkursion in Graz die Basis für eine künftige Zusammenarbeit der Uni Bundeswehr München - Institut für Wasserwesen – Professur für Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz, mit der TU Graz gelegt.

Already in 2010 the basis for a future cooperation between the Universität der Bundeswehr München, Institute of Hydro Sciences - Chair of Water Management and Resources Engineering, was set with a student field trip to Graz.



Wasserbaulabor Uni München | Hydraulic laboratory Munich



Renaturierte Isar | Renaturation Isar

Im Mai 2011 nahm eine Delegation das Landes Steiermark und der TU Graz auf Einladung der Studierenden der Universität Bundeswehr München die Chance wahr, Forschung und Praxis der Wasserwirtschaft von München durch einen „Wasserwirtschaftlichen Workshop“, einer Laborführung sowie einer Exkursion zur renaturierten Isar im Stadtgebiet, kennenzulernen.

At the invitation of students of the Universität der Bundeswehr München a delegation of the Government of Styria and Graz University of Technology took the opportunity in May 2011 to get to know the research and practice of water management from Munich by the means of a „water management workshop“, a laboratory tour and an excursion to the renaturated Isar in the urban area.

8th ICOLD European Club Symposium

Dam Safety - Sustainability in a Changing Environment

22. - 23. September 2010, Innsbruck

In Kooperation mit der ATCOLD, der Universität Innsbruck, der Tiroler Wasserkraft AG und dem Lebensministerium veranstaltete das Institut ein internationales Symposium mit dem Schwerpunkt Dammsicherheit im Messezentrum Innsbruck.

380 Teilnehmer aus 34 Ländern konnten bei der Veranstaltung begrüßt werden. Auch die Pre- und Post-Exkursionen zum Symposium waren mit 180 Personen sehr gut besucht.

8th ICOLD European Club Symposium

Dam Safety - Sustainability in a Changing Environment

22nd - 23rd September 2010, Innsbruck

In cooperation with the ATCOLD, the University of Innsbruck, the Tyrolean Hydropower AG and the Ministry of Life, the Institute held an international symposium with focus on dam safety in the convention center of Innsbruck.

380 participants from 34 countries could be welcomed at the event. The pre-and post-symposium field trips were attended with very well with 180 persons.



Gruppenfoto | Group picture



Teilnehmer | Participants

Die sechs behandelten Themenschwerpunkte sind nachfolgend aufgeführt:

- » Nachhaltigkeit von Wissen
- » Bewusstsein für Dämme, Dammsicherheit
- » Instandhaltung und Erneuerung
- » Gesetzliche Bestimmungen und Richtlinien
- » Kleine Dämme
- » Überwachungspraxis

The six discussed topics are listed below:

- » Sustainability of Know How
- » Public Awareness of Dams, Dam Safety
- » Maintenance and Rehabilitation
- » Regulations and Guidelines
- » Small Dams
- » Surveillance Practice

Mit einem Students-Corner wurde zusätzlich ein Programm für StudentInnen geboten, das sowohl Kontakte mit potentiellen Arbeitgebern, einen Poster-Wettbewerb, als auch die Schaffung eines diskussionsanregenden Umfeldes beinhaltete. Der Tagungsband zum Symposium kann am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU Graz oder auf <http://www.amazon.com> erworben werden.

Stakeholder Seminar „Wasser - Energie und Lebensraum, Herausforderungen für die Zukunft“

30. September 2010, Graz

Im Zuge eines Projektmeetings des Forschungsprojekts SEE Hydropower wurde ein Stakeholder Seminar an der TU Graz abgehalten.

Folgende Themen standen dabei auf der Tagesordnung:

- » SEE Hydropower
- » Grundwasser - Trinkwasser
- » Naturschutz
- » Fischerei
- » Rechtliche Voraussetzungen
- » Wasserkraft
- » Gewässerökologie
- » Raumordnung
- » Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan



Eröffnungsrede | Opening ceremony

With a students corner an additional program was offered for students, which included contacts with potential employers, a poster competition, as well as the creation of a stimulating environment for discussions. The proceedings of the symposium can be purchased at the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management or on <http://www.amazon.com>.

Stakeholder Seminar „Water - Energy and Living Environment, Challenges for the future“

30th September 2010, Graz

In the course a project meeting of the research project SEE Hydropower a stakeholder seminar was held at Graz University of Technology.

The following topics were on the agenda:

- » SEE Hydropower
- » Groundwater - potable water
- » Nature conservation
- » Fishery
- » Legal requirements
- » Hydropower
- » Freshwater Ecology
- » Regional Planning
- » National Water Management Plan



Vortragender | Lecturer

Know-How Austausch Österreich - Japan

27. - 28. November 2010

In der Steiermark gibt es über 100 Hochwasserrückhaltebecken, deren technische Ausführungen sich in den letzten 40 Jahren entsprechend den veränderten Anforderungen immer weiterentwickelt haben. Aufgrund dieses entwickelten Know-Hows wurde die Steiermark von einer Delegation der Kyoto University aus Japan besucht. Zusammen mit dem Land Steiermark - Fachabteilung 19B Schutzwasserwirtschaft und Bodenwasserhaushalt - wurde deshalb eine zweitägige Exkursion zu ausgewählten Rückhaltebecken veranstaltet.



Japanische Delegation | Japanese delegation

Know-How Exchange Austria - Japan

27th - 28th November 2010

In Styria, over 100 flood retention basins exist, whose technical construction have been enhanced in the last 40 years according to the changing needs. Due to this developed knowledge Styria was visited by a delegation of the Kyoto University from Japan. Together with the Government of Styria - Department 19B, Protective Hydraulic Engineering and Soil Water Management - a two-day field trip to selected retention basins was organized.



Rückhaltebecken Labuch | Flood retention basin Labuch

LTBD09 - Long Term Behaviour of Dams

12. - 13. Oktober 2009, Graz

Die LTBD09 Konferenz war dem Langzeitverhalten von Schüttdämmen und Betonsperren gewidmet. Das Treffen bot eine hervorragende Möglichkeit für Ingenieure, Wissenschaftler und Betreiber ihre Arbeiten zu präsentieren und Erfahrung auszutauschen, wie auch die neuesten Entwicklungen für den Entwurf, das Verhalten und die Erneuerung von Sperrenbauwerken unter dem Aspekt der Dauerhaftigkeit im internationalen Kreis zu diskutieren.

Folgende Themenschwerpunkte wurden in Rahmen der Konferenz behandelt:

- » Entwurf und Berechnung von Talsperren
- » Talsperrenüberwachung

LTBD09 - Long Term Behavior of Dams

12th - 13th October 2009, Graz

The conference LTBD09 was dedicated to the long-term behavior of embankment and concrete dams. The meeting provided an excellent opportunity for engineers, scientists and operators to present their work and share experiences, as well as to discuss the latest developments in the design, behavior, and the rehabilitation dams in terms of stability in an international circle.

The following topics were discussed within the framework of the conference:

- » Design and analysis of dams
- » Dam monitoring

- » Kennwerte von Dammbaustoffen und deren numerische Modellierung
- » Seismizität und Erdbebenberechnung
- » Talsperrensicherheit, Erhaltung, Erneuerung und Erhöhungen



Gruppenfoto | Group Picture

Ausgewählte Beiträge wurden in parallelen Vorträgen präsentiert und besprochen. Insgesamt sind 145 wissenschaftlich, technisch wie auch anwendungsorientierte Beiträge in dem Konferenzband publiziert. Insgesamt haben 220 Teilnehmer die Konferenz besucht, wovon 176 aus Europa, 32 aus Asien und 12 aus Amerika kamen.

ÖWAV-Seminar: Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke: Planung, Bau und Betrieb

23. - 24. September 2009, Graz

In Kooperation mit dem Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband sowie der TU Wien wurde im September ein Seminar zum Thema Pumpspeicherkraftwerke an der TU Graz abgehalten. Eine Exkursion zum KW Hieflau am zweiten Tag komplettierte das umfassende Angebot der Veranstaltung.

Antrittsvorlesung Prof. Zenz & Eröffnung Wasserbaulabor Inffeldgasse

25. März 2009, Graz

Gekoppelt mit der Eröffnung des neuen Wasserbaulabors in der Inffeldgasse erfolgte die Antrittsvorlesung von Prof. Zenz mit dem

- » Parameters of dam construction materials and their numerical modeling
- » Seismicity and seismic calculations
- » Dam safety, maintenance, rehabilitation and heightening



Eröffnungsfeier | Opening Ceremony

Selected papers were presented and discussed in parallel sessions. In total 145 scientific, technical as well as application-oriented articles are published in the conference proceedings. Overall 220 participants attended the conference, of which 176 came from Europe, 32 from Asia and 12 from America.

ÖWAV-Seminar: Storage- and pumped storage power plants: design, construction and operation

23rd - 24th September 2009, Graz

In September a seminar on pumped storage power plants at Graz University of Technology was held in cooperation with the Austrian Water and Waste Management Association and Vienna University of Technology. A field trip to the HPP Hieflau on the second day completed the comprehensive range of the event.

Inaugural lecture Prof. Zenz & Opening Hydraulic Laboratory Inffeldgasse

25th March 2009, Graz

Coupled with the occasion of the opening of the new hydraulic laboratory in the Inffeldgasse the inaugural lecture of Prof. Zenz entitled „water

Titel „Herausforderung Wasser“. Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik folgten der Einladung an diesem Ereignis teilzunehmen.

challenge“ took place. Representatives from the economy, science and politics followed the invitation to attend this event.



Antrittsvorlesung | Inaugural lecture



Eröffnung Wasserbaulabor | Opening Hydraulic Laboratory

Folgende Kennzahlen charakterisieren das Wasserbaulabor Inffeldgasse:

The following numbers characterize the hydraulic laboratory Inffeldgasse:

- » Abmessung: 100 m x 25 m (2.500 m²)
- » Arbeitshöhe: 4 m
- » Pumpen: 4
- » Maximale Fördermenge: 1.000 l/s
- » Tiefbehälter: 1.000 m³

- » Dimensions: 100 m x 25 m (2,500 m²)
- » Working height: 4 m
- » Pumps: 4
- » Maximum flow rate: 1,000 l/s
- » Underground tank: 1,000 m

2D/3D Numerik Workshops 2009

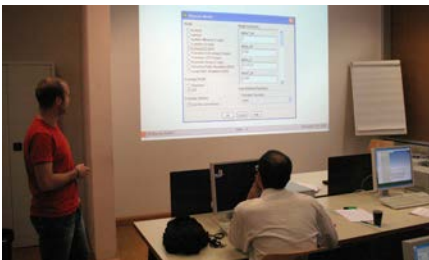
06. Mai und 19. - 20. Oktober 2009

2D/3D Numeric Workshops 2009

06th May and 19th - 20th October 2009

Im Mai fand am Institut ein Workshop mit dem Titel „Hybrid Hydraulic Modelling - Application, Methods, Challenge“ statt, der den Erfahrungsaustausch zwischen der TU Graz und der Universität Ljubljana vertiefen sollte.

In May a workshop entitled, „Hybrid Hydraulic Modeling - Application, Methods, Challenge“, was held at the Institute to foster the exchange of experiences between Graz University of Technology and the University of Ljubljana.



Vortrag Workshop | Presentation Workshop



Teilnehmer | Participants

Der im Oktober abgehaltene Workshop „3D-numerische Modellierung mit FLUENT, FLOW3D und SIIM - Theorie, Anwendung und Praxis“ diente als Erfahrungsaustausch zwischen

The workshop „3D numerical modeling with FLUENT, and FLOW3D SIIM - theory, application and practice“, served as experience exchange between the Institutes of Hydraulic Enginee-

den Wasserbauinstituten der Universitäten Innsbruck und Graz. Die Institute stellten Strömungsprogramme und deren Einsatzmöglichkeiten vor, wobei besonderer Focus auf die hydro-dynamische Modellierung von offenen Gerinnen und Rohrströmungen gesetzt wurde. Mit SIIM wurden zudem Grundlagen der numerischen Sedimenttransportberechnung erklärt. Am zweiten Tag fand ein Benchmark Test statt, der als Aufgabenstellung die numerische Berechnung des physikalischen Grundlagenversuchs „Modeling of flows between two consecutive reverse curves“ von Ghanmi 1999, beinhaltete.

ring of University of Innsbruck and Graz University of Technology. The Institute presented flow programs and their applications, paying special attention on hydrodynamic modeling of open channels and pipe flows. With SIIM additionally the principles of numerical sediment transport calculations were explained.

On the second day a benchmark test took place with the task to carry out numerical calculations for the physical basic experiment, „modeling of flows between two consecutive reverse curves“ of Ghanmi 1999.

Allgemeine Veranstaltungen

Open lab

07. - 08. April 2011

Das 200-jährige-Jubiläum der TU Graz wurde mit einer Vielzahl an Aktivitäten begangen. Die Veranstaltung open:lab ermöglichte etwa dem Besucher einen Blick hinter die Kulissen von Forschung und Lehre zu werfen.



Teilnehmer | Participants

Der 07. und 08. April war dem Kompetenzfeld „Sustainability in Design, Construction and Energy Systems“ im Dom im Berg gewidmet. Am nächsten Tag hatten die Besucher die Möglichkeit die Forschung in den zugehörigen Laboren der TU Graz und somit auch das Wasserbaulabor hautnah zu erleben.

Allgemeine Veranstaltungen

Open lab

07th - 08th April 2011

The 200-year anniversary of the Graz University of Technology has been celebrated with a plenty of activities. The event open: lab enables visitors to take a look behind the scenes of research and teaching.



Teilnehmer | Participants

The 07th April was dedicated to the field of „Sustainability in Design, Construction and Energy Systems“ in the Dom im Berg. The next day visitors had the opportunity experience research closely in the associated laboratories of Graz University of Technology, and thus, the hydraulic engineering laboratory.

Weltwassertag

22. März 2009 / 2011

Der Weltwassertag am 22. März wird in Graz mit einer Reihe von Veranstaltungen begangen. Interessierte Bürger können mit einem „Wasserbus“ verschiedene Stationen des Wassers erleben.

2011 unter dem Motto „Wasser für die Stadt - Forschung“ und 2009 unter dem Titel „Transboundary Water - grenzüberschreitendes Wasser“ war auch das Wasserbaulabor Inffeldgasse eine Station dieser Reihe.

Kinderuni

Ein wichtiger Grundstein für den wasserbaulichen Nachwuchs ist die frühe Heranführung von Kindern an das Thema „Wasserbau“. Das Wasserbaulabor bietet sich dafür als idealer Platz für ein spielerisches Auseinandersetzen mit wasserbaulichen Fragestellungen, inklusiv barfuß Erkundung von Flussmodellen, an. Es ist uns deshalb eine besondere Freude immer wieder Schul- bzw. Kindergruppen in unserem Labor willkommen zu heißen.

2011 besuchten uns folgende Einrichtungen:

- » Kinderuni Graz
- » Comaed - Computer und Mädchen
- » Arge- KIWI (Kind + Wissenschaften)
- » HTL Villach

2009 hatten wir folgende junge ForscherInnen zu Gast:

- » Sommer Junior Uni
- » Junior Uni



Kinderuni | University for Children

World Water Day

22nd March 2009 / 2011

The World Water Day on the 22nd March is celebrated in Graz with a series of events. Interested citizens can experience various stages of the water by the means of a „water bus“.

The hydraulic laboratory Inffeldgasse was also a station in this series in the year 2011 themed „Water for the City - Research“ and 2009 under the title „transboundary Water - cross-border water“.

University for children

An important cornerstone for the hydraulic engineering youth is an early introduction of children into the theme „hydraulic engineering“. The hydraulic laboratory is an ideal place for a playful look into hydraulic engineering issues, including barefoot exploration of river models. It is therefore our great pleasure to welcome repeatedly school or children's groups in our laboratory.

2011 the following organizations visited us:

- » University for children Graz
- » Comaed - Computer und Mädchen
- » Arge- KIWI (Kind + Wissenschaften)
- » HTL Villach

2009 we hosted the following young researcher:

- » Summer Junior Uni
- » Junior Uni



Kinderuni | University for Children

Lange Nacht der Forschung 2009

07. November 2009

Die „Lange Nacht der Forschung“ fand 2009 auch Einzug in unser Haus. Einen ganzen Abend lang konnten interessierte Bürger und Bürgerinnen das Wasserbaulabor samt den wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Fragestellungen kennenlernen. Für viele Besucher war dies der erste Kontakt mit dieser Materie, so dass die klassische Vorstellung eines Wasserbaulabors, das oftmals mit einem chemischen Labor assoziiert wird, revidiert werden.

... aus dem Institutsleben

Ergänzend zur Abwicklung von Projekten, Forschungsaktivitäten und Lehre finden jährlich unterschiedliche Unternehmungen statt, die ein sich Kennenlernen abseits des Büroalltags erlauben und somit zu einer Stärkung des Teamgeists führen.

Wissenssteigerung

Das hydraulische Labor bietet die Möglichkeit wasserbauliche Anlagen im verkleinerten Maßstab nachzubauen und unterschiedlichste Fragestellungen zu untersuchen. Die Anlagen im Naturmaßstab erleben zu können und Informationen zum Bau und Betrieb aus erster Hand zu bekommen stellt eine wichtige Ergänzung dar. Dazu werden Fachexkursionen veranstaltet. Einige ausgewählte werden weiters durch kulturelle und kulinarische Highlights zu einem Institutsausflug der gesamten Belegschaft erweitert. Ein Auszug soll hier vorgestellt werden:

Institutsexkursion - KW Pernegg

Die Revitalisierung 80 Jahre alten Kraftwerks in Pernegg mit einer vollständigen Entleerung des Oberwasserkanals und dem Austausch des Maschinensatzes wurde 2010 zum Anlass genommen, diese Umbauarbeiten vor Ort zu besichtigen.

Long night of research 2009

07th November 2009

2009 the „Long Night of Research“ found its way into our house. For an entire evening interested citizens had the chance to get to know the hydraulic laboratory along with the hydraulic engineering and water management issues. For many visitors, this was the first contact with this subject, so that the classical image of a hydraulic laboratory, which is often associated with a chemical laboratory, had to be revised.

... from the Institute's life

In addition to processing of projects, research and teaching, different activities take place each year, that allow one to get to know each other outside of the office environment and thus lead to a strengthening of team spirit.

Grow of knowledge

The hydraulic laboratory offers the possibility to replicate hydraulic structures in a smaller scale, and to investigate various issues. To experience those construction in full-scale and to get information about the construction and the operation first-hand are important enhancements. For this, study tours are organized. Some of them are further enhanced by cultural and culinary highlights to a field trip of the entire workforce. An excerpt is presented here:

Institute field trip - HPP Pernegg

The revitalization of 80 year old power plant in Pernegg with a complete emptying of the headrace and the exchange of the machine was commissioned in 2010 as an opportunity to visit this conversion work on site.



Kraftwerk Pernegg | Hydropower plant Pernegg



Interessierte Besucher | Interested visitors

Institutsexkursion - KW Gössendorf

Quasi vor der Haustüre wird in Gössendorf bei Graz ein neues Wasserkraftwerk errichtet. Die Chance diese Baustelle hautnah erleben zu können nahm das Institut im Juli 2010 wahr.

Institute field trip - HPP Gössendorf

Virtually on the doorstep a new hydro power plant is built in Graz Gössendorf. The Institute took the opportunity to experience the construction site very closely in July 2010.



Gruppenfoto | Group picture



Baustelle | Construction Site

Institutsausflug - Slowenien / Maribor

Der erste Programmpunkt führte uns zum ältesten, slowenischen Flusskraftwerk an der Drau, dem KW Fala. Dort hatten wir die Möglichkeit das alte Krafthaus aus dem Jahr 1918 zu besichtigen. Nach einer italienischen Stärkung zu Mittag genossen wir eine Stadtführung in der Altstadt von Maribor, zwei Jahre bevor Maribor Kulturhauptstadt Europas wird. Zur Förderung des Teambuildings wurde in mehreren Gruppen gegeneinander gebowlet, um anschließend den Tag bei einem Buschenschankbesuch ausklingen zu lassen.

Institute field trip - Slowenien / Maribor

The first stop was the oldest Slovenian river power plant on the Drava, the HPP Fala. There we had the opportunity to visit the old power house from 1918. After an Italian refreshment at midday we enjoyed a guided tour in the city of Maribor, two years before Maribor became European Capital of Culture. To foster team building several teams bowled against each other. Afterwards the day ended with a visit of a vine tavern.



KW Fala | HPP Fala



Älteste Weinrebe der Welt | Oldest grap-vin of the world

Institutsausflug - Gesäuse

Der Institutsausflug 2008 führte uns in das Gesäuse in der Obersteiermark. Hier hatten wir die Möglichkeit das Krafthaus, den in Bau befindlichen Druckstollen sowie die Wehranlage des KW Hieflau zu besichtigen. Nach einem Spaziergang entlang der Enns wurde als kulturelles und kulinarisches Highlight das Stift Admont besucht.

Institute field trip - Gesäuse

The field trip of the Institute 2008 took us to the Gesäuse in Upper Styria. Here we had the opportunity to visit the power house, the pressure galley which was under construction as well as the weir of the HPP Hieflau. After a walk along the Enns the Monastery Admont was visited as a cultural and culinary highlights.



KW Hieflau | HPP Hieflau



Stift Admont | Monastery Admont

Institutsexkursion - Türkei

Vom 29.09. - 03.10. 2007 führte eine Exkursion die wissenschaftlichen MitarbeiterInnen des Instituts in die Türkei. Es galt ein sehr spannendes und abwechslungsreiches Programm mit technischen sowie auch kulturellen Höhepunkten zu absolvieren.

Institute field trip - Turkey

From 29th September to 3rd of October a field trip of the scientific staff of the Institute to Turkey was made. The aim was to pass a very fascinating and diversified programme with technical as well as cultural highlights.

Als Schwerpunkte können folgende Stationen auf der Rundreise durch die Türkei festgehalten werden:

As main focuses following stations on the round trip through Turkey could be noted.

- » KW Ermenek
- » Erik Wehr
- » Hochwasserentlastung Gezende Damm
- » Sperre Ermenek
- » Sperre Oymapinar
- » DIM Damm

Abenteuerliche Busfahrten, eindrucksvolle Baustellen und Bauwerke, herzliche Führungen sowie ein sich näher Kennenlernen werden wohl noch lange in Erinnerung bleiben.



Exkursionsteam | Excursion team

- » HPP Ermenek
- » Weir Erik
- » Spillway Gezende Dam
- » Ermenek dam
- » Oymapinar dam
- » DIM Dam

Exiting bus rides, impressing construction sites and constructions, cordial guides, as well as to get to know each other closer will be kept in remembrance for a long time.



Sperre Oymapinar | Dam Oymapinar

Sportliche Höchstleistungen

„Ein gesunder Geist in einem gesunden Körper.“ Eine Vielzahl an Aktivitäten bezeugen, dass die Zeilen Juvenals am Institut nicht nur gesprochen, sondern auch gelebt werden.

Laufen

Zwei mal traten Teams des Instituts beim [Buisnesslauf](#) an. 2010 galt es gemeinsam mit 3.650 anderen Läufern einen Rundkurs in Graz mit 4,2 km zu bewältigen. 2008 wurde beim Buisnesslauf gemeinsam ein ganzer Marathon absolviert.

Als sportliches Highlight 2007 stand der USI - [Kleeblattlauf](#) auf dem Programm. In einem vierer Team wurden die knapp 2,5 km des Berglaufs auf den Rosenhain im vorgegebenen Zeitlimit von einer Stunde bravurös absolviert.

Sporting excellence

„A healthy mind in a sound body.“ A variety of activities show that the lines of Juvenal are not only spoken at the Institute, but also lived.

Running

Two times teams of the Institute participated in the [Buisnessrun](#). 2010, the teams had to deal with a circuit of 4.2 km. 2008 a whole marathon was completed jointly at the Buisnessrun.

As sportive highlight 2007 the USI-[Kleeblatt-Run](#) was scheduled. In a team of four persons the nearly 2.5 km of the mountain run to the top of the Rosenhain were successfully complete in the given time limit of one hour.



Business-Marathon 2008 | Business-Marathon 2008
(Felgtisch, Breinhälter, Zenz, Dobler)

Ski fahren

Traditionell findet einmal pro Jahr ein Skitag statt, um einem der Lieblingshobbies der Österreicher nachgehen zu können. Nur 2009 musste dieser aufgrund widriger Wetterverhältnisse abgesagt werden.

Die vom Institut getesteten Skigebiete sind nachfolgend aufgelistet.

2011: Obertauern
2010: Planneralm
2009: ---
2008: Kreischberg
2007: Schladming



Ski-Tag 2010: Planneralm | Ski day 2010: Planneralm

Frauen-Power

„Teambuilding und Networking unter Frauen“ unter diesem Motto wurden verschiedene Aktivitäten der weiblichen Belegschaft des Instituts durchgeführt.



Kleeblattlauf 2007 | Running competition Kleeblattlauf 2007
(Arch, Dorfmann, Ortner, Larcher)

Skiing

Traditionally once a year a ski day takes place, in order to pursue one of the favorite hobbies of the Austrians. Only in 2009 this day had to be canceled due to adverse weather conditions.

The ski areas tested from the Institute are listed below

2011: Obertauern
2010: Planneralm
2009: ---
2008: Kreischberg
2007: Schladming



Ski-Tag 2008: Kreischberg | Ski day 2008: Kreischberg

Women-Power

„Teambuilding and Networking among women“ under this motto different activities of the female staff of the Institute have been organized.

Bergtour

2009 hat sich eine Gruppe an Institutsfrauen motiviert auf den Weg gemacht den höchsten Berg der Steiermark zu erklimmen. Durch den Aufstieg über den Hunnerschaftenklettersteig mit anschließender Nächtigung auf der Seetalerhütte, konnte am nächsten Tag der Dachstein fast alleine in Angriff genommen werden, was den Gipfelsieg um so schöner machte.



Aufstieg am Dachstein | Climbing at the Dachstein

Mountain tour

In 2009 a group of motivated women of the Institute set out for cresting the summit of the highest mountain in Styria. By the use of the via ferrata Hunnerscharte and the overnight stay at the Seetalerhütte, it was possible to tackle the Dachstein almost alone. This reason made the peak ace even nicer.



Dachsteingipfel | Summit of the Dachstein
(Sindelar, Jöbstl, Ortner)

Wassertour

2008 wurde der Frauentag vom Freien ins Innere verlegt und passive Entspannung durch das Testen verschiedener Whirlpools in der Therme Stegersbach groß geschrieben.

Radtour

Die Frauen des Instituts machten sich 2007 auf, die Südsteiermark mit dem Rad zu erkunden. Mit der ÖBB erfolgte die Anreise nach Ehrenhausen wo es durch die wunderschönen Weinberge, bergauf und bergab über 1.000 Höhenmeter zum Badensee nach Pöfing-Brunn ging.



Durch die Weinberge | Through the vineyards

Water tour

In 2008 the womensday was shifted from outdoor to indoor. Emphasis has been places on passive relaxation by testing various spas in the thermal bath Stegersbach.

Cycling tour

In 2007 the women of the institute stated out to explore the South of Styria by bike. By means of the ÖBB Ehrenhausen was reached. Starting from this point the tour led us through wonderful vineyards, up and down about 1,000 m in altitude difference to the lake in Pöfing-Brunn.



Gruppenfoto | Group picture
(Jöbstl, Harb, Frei, Sindelar, Ortner)

Jubilar

70. Geburtstag Prof. Heigerth 2008

Zu Ehren der runden Geburtstage und ihrer Leistungen für die TU Graz wurde für die drei emeritierten Professoren Heigerth (70), Renner (70) und Nemecek (90) in der Aula der TU Graz ein großes Geburtstagsfest ausgerichtet.



Jubilare | Guest of honor
(Zenz, Heigerth, Pörtl, Nemecek, Renner, Kainz)

Jubilee

70th Birthday of Prof. Heigerth 2008

In honor of the milestone birthdays and their work for the Graz University of Technology a great birthday celebration was organized for the three emeritus professors Heigerth (70), Renner (70) and Nemecek (90) in the auditorium of the Graz University of Technology.



Geschenkübergabe | Handing over the present
(Zenz, Sünkel, Kainz, Heigerth)

Auszeichnung

Neptun Wasserpreis 2007

Die Diplomarbeit von DI Clemens Dorfmann mit dem Titel „Optimierung der Ab- und Aufstauvorgänge bei Stauraumpülungen an der Oberen Mur“ wurde 2007 mit dem Neptun Wasserpreis in der Kategorie „WasserSCHUTZ - nachhaltiger ökologischer Schutz der Ressource Wasser“ ausgezeichnet.

Award

Neptun Water Prize 2007

The master thesis of Clemens Dorfmann entitled „Optimization of surges and negative surges during reservoir flushing at the Upper Mur“ has been awarded in 2007 with the Neptun Water Prize in the category „water conservation - sustainable environmental protection of resource water“.

Wall of Fame - Unterschriften DissertantInnen

Zur Erinnerung an die ehemaligen DissertantInnen des Instituts und als Dank für Ihren wissenschaftlichen Beitrag zur die Entwicklung des Instituts wurden symbolisch bunte Steine im Stiegenaufgang signiert.

Bis dato haben sie folgende Personen auf der Wand verewigt:

Wall of Fame - Signatures of doctoral students

In remembrance of the former doctoral students of the Institute and as thank for their scientific contribution to the development of the Institute symbolically colored stones were signed in the stairway.

Up to now, the following persons immortalize themselves on the wall:

» **Wolfgang Pircher: 1963**

Die Bautypen der Wasserkraft (Eine Studie des Weltbestands)

» **Johannes Wellacher: 1991**

Instationäre Strömungsvorgänge in Hochwasserrückhaltebecken. Vergleich von numerischen Berechnungsverfahren mit experimentellen Untersuchungen

» **Georg Martischinig: 1991**

Energieumwandlung im Auftreffbereich frei fallender Wasserstrahlen

» **Helmut Knoblauch: 1994**

Dissipationsvorgänge in Rohrleitungssystemen

» **Norbert Medved: 1994**

Simulation und systematische Erfassung von Spülvorgängen in verlandeten Flussstauräumen

» **Hartmut Stranner: 1995**

Schwallwellen im Unterwasser von Spitzenkraftwerken und deren Reduktion durch flussbauliche Massnahmen

» **Vilmos Vasvari: 1996**

Ein numerisches Modell zur Bewirtschaftung gespannter Grundwasservorkommen am Beispiel des mittleren Safentales

» **Evelyn Krall: 1997**

Untersuchung der Gesamtwahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen in kleinen unbeobachteten Einzugsgebieten Österreichs auf der Grundlage von Gebietskennwerten

» **Wolfgang Pircher: 1963**

Construction Types of Hydro Power Plants (Study of World Inventory)

» **Johannes Wellacher: 1991**

Non-steady processes of flow in flood detention basins, comparison of numerical calculations with experimental investigations

» **Georg Martischinig: 1991**

Energy Dissipation at the Impact Zone of Water Jets

» **Helmut Knoblauch: 1994**

Energy Dissipation in Pipe Systems

» **Norbert Medved: 1994**

Simulation and Monitoring of Flushing in Sedimented Run-of-River Plants

» **Hartmut Stranner: 1995**

Surge Waves downstream of High Head Power Plants and their Reduction by Means of River Restoration Works

» **Vilmos Vasvari: 1996**

Numerical Model to manage artesian groundwater for Middle Safen Valley

» **Evelyn Krall: 1997**

Investigation on the total probability of flood events in small, ungauged catchment areas of Austria using basin characteristics



Gruppenfoto | Group Picture



Unterschrift Wolfgang Pirker | Signature Wolfgang Pirker

» **Robert Schatzl: 1999**

Skalenabhängiger Vergleich zwischen Wetterradardaten und Niederschlagsmessungen

» **Oskar Hable: 2002**

Mehrdimensionales probabilistisches Bemessungskonzept zur Abschätzung der Überflutungswahrscheinlichkeit von Talsperren

» **Alfred Hammer: 2003**

Vergleich von Modellversuchen mit theoretischen Ansätzen zur verbesserten Vor-dimensionierung von Fluss-Stauanlagen

» **Rosa Frei: 2003**

Möglichkeiten und Grenzen des Hochwasserschutzes - Risikoabschätzung und -bewertung am Beispiel von Hochwasser-rückhaltebecken

» **Hannes Badura: 2007**

Feststofftransportprozesse während Spülungen von Flusstauräumen am Beispiel der Oberen Mur

» **Dominik Mayr: 2007**

Hydraulische Untersuchungen an Dreifach-Rohrverzweigungen (Trifurcatoren)

» **Alexander Arch: 2008**

Luftein- und Austragsprozesse bei Anlagen mit Pelton-turbinen im Gegendruckbetrieb

» **Markus Larcher: 2008**

Das Dreikammerwasserschloss - als neue Bauform für den Unterwasserbereich von Pumpspeichieranlagen

» **Christine Sindelar: 2011**

Dimensionierung einer Pendelrampe

» **Wolfgang Dobler: 2012**

Hydraulische Untersuchungen eines Y-Bifurkators

» **Robert Schatzl: 1999**

Comparison between weather radar and rain gauge data based on scales

» **Oskar Hable: 2002**

Multidimensional probabilistic design concept for the estimation of the overtopping probability of dams

» **Alfred Hammer: 2003**

Comparing the Results of Scale-Model tests and theoretical methods as an aid in the preliminary design of river barrages

» **Rosa Frei: 2003**

Possibilities and Limits of Flood Protection - Risk Assessment and Evaluation studied at Flood Retention Basins

» **Hannes Badura: 2007**

Sediment transport processes during flushing - the Upper River Mur as case study

» **Dominik Mayr: 2007**

Hydraulic studies on trifurcations

» **Alexander Arch: 2008**

Air-entrainment and deaeration process in hydro-power plants equipped with Pelton turbines operating under backpressure conditions

» **Markus Larcher: 2008**

The three chamber surge tank - a novel design for tailrace systems of pumped storage schemes

» **Christine Sindelar: 2011**

Design of a Meandering Ramp

» **Wolfgang Dobler: 2012**

Hydraulic investigation of a Y-bifurcator

PARTNER AUS WIRTSCHAFT UND VERWALTUNG

Partners from Business and
Administration



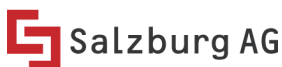


EVN



FICHTNER
WATER & TRANSPORTATION





EINEN SCHRITT VORAUSS



IMPRESSUM

Eigentümer, Herausgeber, Verleger

TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Stremayrgasse 10/II, 8010 Graz
Tel: +43/316/873-8361
Fax: +43/316/873-8357
E-Mail: hydro@tugraz.at
Web: <http://www.hydro.tugraz.at>

Leitung

Univ.-Prof. DI Dr.techn. Gerald Zenz

Bearbeitung und Layout

Mag. Cornelia Jöbstl

IMPRINT

Owner, editor, publisher

GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Institute of Hydraulic Engineering and Water
Resources Management

Stremayrgasse 10/II, 8010 Graz
Tel: +43/316/873-8361
Fax: +43/316/873-8357
E-Mail: hydro@tugraz.at
Web: <http://www.hydro.tugraz.at>

Management

Univ.-Prof. DI Dr. techn. Gerald Zenz

Editing and layout

Mag. Cornelia Jöbstl

