

Rhesi Magazin

Hochwasserschutz fürs Rheintal



Warum die Modellversuche so wichtig waren

Bernhard Valenti
Projektleiter

Schon vor über 80 Jahren wurden wasserbauliche Modellversuche über den Alpenrhein an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, der ETH Zürich, durchgeführt.

Damals wie heute sind Modellversuche das «Werkzeug der Wahl» im Wasserbau, mit dem die Berechnungen und Annahmen am besten überprüft werden können.

Die Modellversuche zum Hochwasserschutzprojekt Rhesi in Dornbirn, Zürich und Wien fokussierten einerseits auf die Überprüfung der bisherigen Planung und andererseits auf die Sicherung von Ufern und Brückenpfeilern. Heute können wir sagen, dass unsere Berechnungen

und Annahmen bestätigt wurden. Mehr noch, mit den Modellversuchen wurde die Planung von damals in einem vier Jahre langen Prozess optimiert und weiterentwickelt. Das Wissen und die Erfahrungen aus den wasserbaulichen Modellversuchen geben allen Beteiligten mehr Planungssicherheit und leisten einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung des wichtigen Projekts Rhesi – Hochwasserschutz fürs Rheintal. Weitere Details zu den Versuchen lesen Sie auf den Seiten 4 bis 7.

Rhesi kurz erklärt



Das Rheintal hat sich im letzten Jahrhundert sowohl wirtschaftlich als auch bevölkerungsmässig stark entwickelt. Heute leben hier rund 300'000 Menschen in einem der dynamischsten Wirtschaftsräume Europas. Ein Ausbau des Hochwasserschutzes ist daher zwingend notwendig.

Ein möglicher Dambruch am Rhein würde einen riesigen Schaden verursachen. Damit künftig Hochwasserereignisse mit Spitzen bis zu 4'300 Kubikmeter pro Sekunde gefahrlos abfließen können, benötigt der Fluss mehr Platz und gleichzeitig neue oder sanierte Dämme. Entsprechend

den heutigen gesetzlichen Vorgaben erfolgt im Rahmen des Baus gleichzeitig eine ökologische Aufwertung des Rheins. Der «Kanal» wird somit wieder zu einem naturnahen Gewässer.



Fussacher Durchstich.



Fussacher Durchstich in Zukunft (Visualisierung).

Warum dauert es noch so lange, bis Rhesi tatsächlich umgesetzt werden kann?



Die Politik beider Staaten ist stark involviert.

Ab Baubeginn dauert die Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts Rhesi rund 20 Jahre. Tatsächlich ist der eigentliche Baubeginn aber nur eine Etappe eines grossen Gesamtprojekts, dem etliche Planungsschritte in unterschiedlichen Bereichen zuvorkommen. Beispielsweise ist für Rhesi als zweistaatliches Projekt ein neuer Staatsvertrag zwischen Österreich und der Schweiz notwendig. Dieser wird gerade ausgearbeitet und voraussichtlich 2025 ratifiziert.

Anschliessend muss das Grossprojekt die Bewilligungsverfahren beider Staaten durchlaufen. Dabei sind Einsprüche möglich und auch wahrscheinlich. Dies erfordert zusätzlich Zeit.

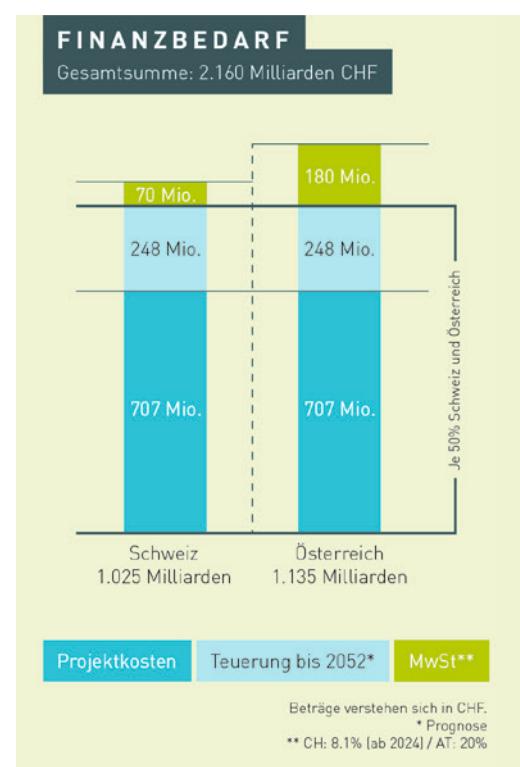
Parallel dazu laufen wissenschaftliche Versuche und Vorbereitungen, die für eine optimale Umsetzung des Projekts notwendig sind. Alles in allem also viele unterschiedliche Faktoren, die den Beginn der Bauarbeiten beeinflussen.

Wie viel kostet Rhesi?

Die Kosten für Bau, Organisation und Erhaltung des Hochwasserschutzprojekts betragen auf Basis der aktuellen Kostenschätzung CHF 1,414 Milliarden (CHF 707 Mio. je Staat, Preisbasis per 31.12.2021). Allerdings müssen diese Kosten mit Blick in die Zukunft betrachtet werden. Um den tatsächlichen Finanzbedarf der Schweiz und Österreichs zu erfassen, müssen noch die inflationsbedingte Teuerung und die länderspezifische Mehrwertsteuer dazugerechnet werden. Diese Teuerung wird gesamthaft bis ins Jahr 2052 auf insgesamt

CHF 496 Millionen (CHF 248 Mio. je Staat) prognostiziert. Projekt- und Teuerungskosten werden von beiden Ländern zu gleichen Teilen finanziert. Der Mehrwertsteuersatz ist in der Schweiz und Österreich unterschiedlich und wird vom jeweiligen Land selbst getragen. Somit ergibt sich ein Finanzbedarf von CHF 1,025 Milliarden für die Schweiz und CHF 1,135 Milliarden für Österreich. In der Summe ergibt das für die beiden Länder den Betrag von CHF 2,160 Milliarden.

Das Schadenpotenzial einer grossen Überschwemmung (HQ300) liegt hingegen bei mindestens CHF 13 Milliarden. Somit ist das Projekt eine gut kalkulierte Investition in die Sicherheit und die Zukunft des Rheintals.



Ergebnisse der Rhesi Modellversuche

Das Grossmodell in Dornbirn



Mit Augmented Reality war ein Blick auf das Modell und in die Zukunft möglich.

Ende 2022 konnten die wasserbaulichen Modellversuche zum Hochwasserschutzprojekt Rhesi erfolgreich abgeschlossen und wertvolle Erkenntnisse daraus gewonnen werden.

Modelle helfen bei der Beantwortung wesentlicher Fragen im Vorfeld der Realisierung eines Projekts im Flussbau. Auch mit modernster Technik kann im Wasserbau nicht alles berechnet werden. Die Überprüfung der Berechnungen und Annahmen

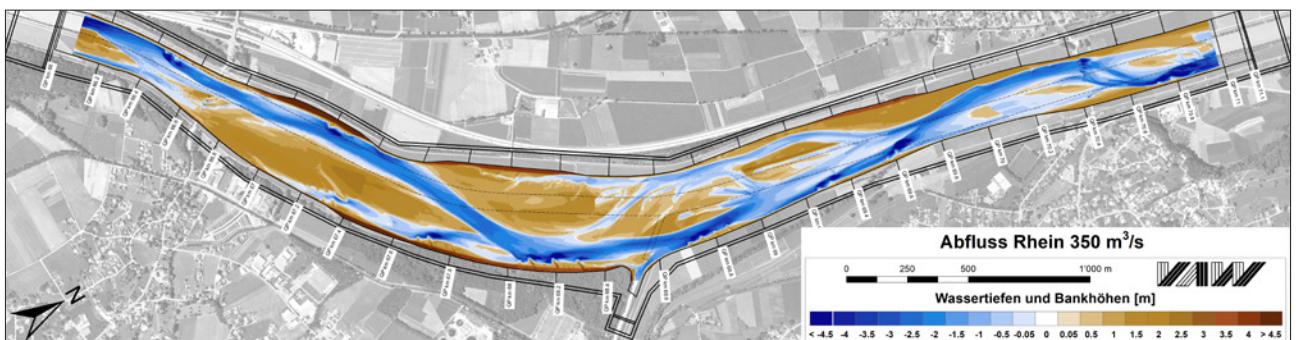
durch Modellversuche liefert genauere Ergebnisse und reduziert die Unsicherheiten.

Die Versuche zeigten auch auf, welche Massnahmen am effektivsten und schnellsten zum Ziel führen. Für das Hochwasserschutzprojekt Rhesi wurden am Grossmodell in Dornbirn die Auswirkungen auf die Flussmorphologie analysiert. Zudem konnten weitere Modellversuche an der ETH Zürich (Ufersicherung, siehe S. 7) und an der TU Wien (Sicherung der Brücken-

pfeiler, siehe S. 6) bedeutende Ergebnisse liefern.

Das passierte in Dornbirn

Während vier Jahren konnte am Rheinmodell in Dornbirn analysiert werden, welche Auswirkungen Rhesi auf die Flusssohle hat und wie sich die Strömungen auswirken. Durchgeführt und wissenschaftlich begleitet wurden die Versuchsreihen von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich im Auftrag der Internationa-



Abschnitt Oberriet-Koblach, mögliche Morphologie 40 Jahre nach Fertigstellung von Rhesi.



Wasserbau- Wortschatz

Buhnen

Buhnen sind Steinkörper aus lose geschütteten Wasserbausteinen, die quer zur Strömung ans Ufer angebunden sind. Buhnen dienen der Strömungslenkung. Sie können die Strömung vom Ufer weg oder zum Ufer hin lenken.

Kolk

Ein Kolk ist eine Vertiefung in der Flusssohle oder im Uferbereich, die sich aufgrund der Strömung und der Erosion bildet. Ein Kolk ist somit das Gegenteil einer Sandbank und kann mit der Zeit das Ufer unterspülen.

Morphologie

Die Flussmorphologie beschreibt die Ausformung, Struktur und Form der Flusssohle. Die in einem Fluss auftretenden Strukturen und Formen können Kies- und Sandbänke sowie Tiefstellen (Kolke) sein.

Steinteppich

Im Bereich von Brückenpfeilern wird die Flusssohle mittels Wasserbausteinen gegen starke Strömungen und unerwünschte Erosionen gesichert. Die Wasserbausteine werden wie ein Teppich rund um den Brückenpfeiler gelegt.

len Rheinregulierung. Dafür wurden in einer 4'700 Quadratmeter grossen Industriehalle die jeweils fünf Kilometer langen Abschnitte Widnau bis Höchst und Oberriet bis Koblach im Massstab 1:50 nachgebaut. Der Vorteil der Arbeit mit den zwei 100 Meter langen Grossmodellen lag darin, dass die Geschiebeprozesse im Rhein und deren Auswirkungen naturgetreu erforscht werden konnten.

Die Überprüfung der bisherigen Planung des Hochwasserschutzprojekts Rhesi im Modell zeigte eine sehr gute Übereinstimmung und lieferte unter anderem neue Erkenntnisse über das Verhalten des Flusses in den Aufweitungen.



Damit der Rhein bei Aufweitungen rasch in die Breite geht, müssen wir im Bereich von sehr breiten Vorländern dem Fluss helfen. Es sind sogenannte Initialmassnahmen erforderlich, etwa Gräben im Rheinvorland. Das Modell hat uns hier sehr gut aufgezeigt, welche Massnahmen am effektivsten und schnellsten zum Ziel führen.

Bernhard Valenti,
Projektleiter Modellversuche

Ebenfalls wurde untersucht, wie der Rhein am besten zur «Mitarbeit» bewogen werden kann. Der Fluss soll möglichst viel Material selbst abtragen und umlagern.



Wir wissen nun, wie die Abschwemmungsprozesse und die Umlagerungen am besten funktionieren. Mit dem Abschwemmen von ca. 9 Mio. m³ Material können 900'000 LKW-Fahrten eingespart werden, die für den Abtransport des Materials notwendig wären.

Markus Mähr, Gesamtprojektleiter

Zur VR-Tour

Das Modell in Dornbirn war für die Bevölkerung zugänglich. Es lockte über 16'000 Interessierte an, die sich über das Projekt und die Versuche informierten. Wer die spannenden Führungen verpasst hat, kann den QR-Code scannen und die Rhesi-Modellversuchshalle in einem Virtual-Reality-Rundgang erkunden.



Bernhard Valenti, Projektleiter Modellversuche, am Rheinmodell.

Brückenpfeiler gut gesichert

Detail-Modellversuche an der TU Wien



Brücke Wiesenrain nach dem Hochwasser im Jahr 2016.



Modellversuch Dornbirn, Brücke Au-Lustenau.

Das Hauptaugenmerk der Detail-Modellversuche an der TU Wien lag auf der Sicherung der Brückenpfeiler. Auf der 26 Kilometer langen Rhesi-Projektstrecke gibt es neun betroffene Brücken mit insgesamt 47 Brückenpfeilern. Diese stehen nach der Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts teilweise nicht mehr im Rheinvorland, sondern im Flussbett und müssen anderen Belastungen standhalten als heute.

Im wasserbaulichen Versuchslabor der TU Wien wurden unterschiedlichste Pfeiler der Rheinbrücken

im Massstab 1:30 nachgebaut. Anhand verschiedener Hochwassersituationen wurden Sicherungsmöglichkeiten für die Brückenpfeiler untersucht. Hochwasser bedeutet starke Strömungen und mögliches Schwemmholt an Brückenpfeilern. Beides darf die Stabilität der Brückenpfeiler jedoch nicht beeinträchtigen.

In den Modellversuchen hat sich gezeigt, dass ein Steinteppich mit Wasserbausteinen besser geeignet ist als beispielsweise eine Sicherung mit Betonpfählen. Auf alle

Brücken und Pfeiler angewendet, können mit dieser Erkenntnis bis zu CHF 30 Mio. eingespart werden.

Ein spannendes Video der Rhesi-Modellversuche zum Thema Brückenpfeilersicherung zeigt die Auswirkungen von Schwemmholt an Brückenpfeilern bei Hochwasser.



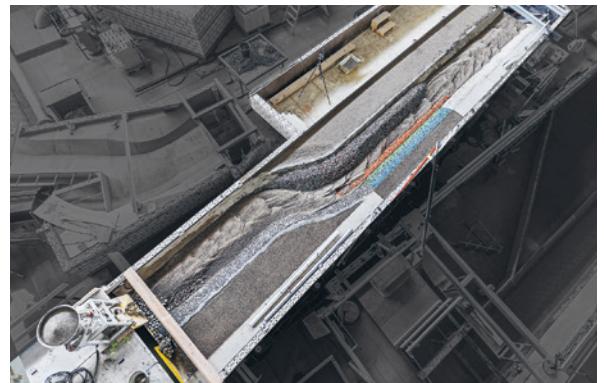
Ein birnenförmiger Steinteppich mit Wasserbausteinen wird um den Brückenpfeiler herum angelegt. Im Oberwasser, also vorne, wo die Beanspruchung am grössten wird, ist der Steinteppich breiter und besteht aus drei Lagen Wasserbausteinen. Diese wiegen 2–3 Tonnen. Ab der Mitte des Brückenpfeilers wird der Steinteppich schmaler, ist zweilagig und mit 1–1,5 Tonnen schweren Wasserbausteinen versehen.

Sicheres Ufer

Detail-Modellversuche an der ETH Zürich



Ufer im Detail-Modellversuch.



Versuchsaufbau ETH Zürich.

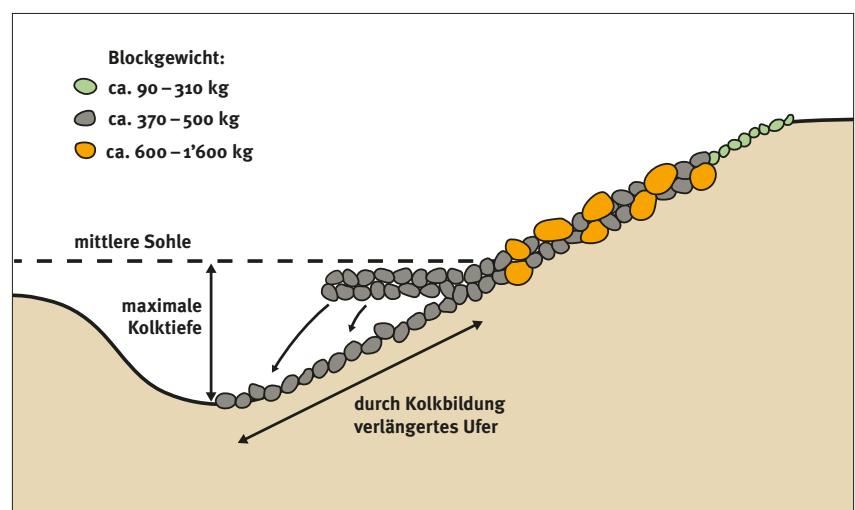
Das Sichern der Ufer stand im Fokus der Detail-Modellversuche an der ETH Zürich. Da mit der Umsetzung von Rhesi ein naturnahes, verzweigtes Flusssystem entsteht, können bei Hochwasser lokal stärkere Strömungen auftreten, die zu Vertiefungen, sogenannte Kolke, in der Flusssohle führen.

Um die Stabilität der Ufer in jedem Fall zu gewährleisten, sind daher entlang des gesamten Projektgebiets beidseitig variable Ufersicherungsmaßnahmen vorgesehen. Diese Planung wurde in den Modell-Detailversuchen optimiert.

In zahlreichen Versuchsreihen wurden vor allem die Wirkung und die optimale Zusammenstellung von Steindepots und Steinbuhnen als Ufersicherung untersucht. Steindepots sind mehrlagige Reihen aus Wasserbausteinen, die im Falle einer Kolkbildung in den Kolk abrutschen und somit ein

Unterspülen des Ufers verhindern. Die Versuchsergebnisse aus Zürich lieferten dabei wertvolle Informationen zur idealen Zusammensetzung von Grösse und Anzahl der Wasserbausteine für die weitere Planung. Es wurde nachgewiesen, dass die Steingrössen minimiert werden können – eine wertvolle Erkenntnis mit einem positiven

Effekt auf die späteren Baukosten. Auch der Einsatz von Steinbuhnen zur Schaffung von strömungsberuhigten Zonen am Ufer sowie für zusätzlichen Schutz der Ufer wurde im Rahmen der Versuche untersucht sowie optimiert. Die Ergebnisse fliessen in die Gesamtplanung ein.



Dammfussicherung.

Wie die Uferstrukturierung die Gewässerökologie beeinflusst

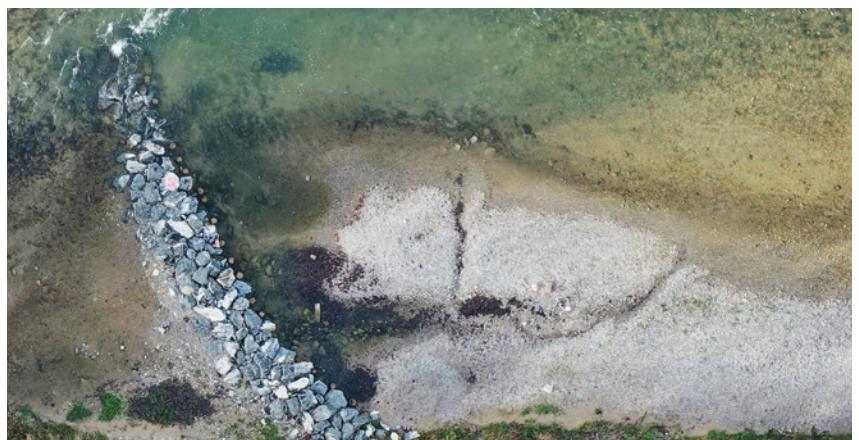


Die Ufersicherung ist nicht nur zentral für die Sicherung der Hochwasserschutzdämme, sondern auch für die Gewässerökologie, insbesondere für die Fische. Mit dem Hochwasserschutzprojekt Rhesi werden gemäss der gesetzlich vorgegebenen Ökologisierung auch die Wiederherstellung der Fischwanderung und bessere Fischlebensräume entlang der Projektstrecke angestrebt.

Zu den relevanten Leitfischarten auf der Projektstrecke im Rhein zählen die Äsche, die Bachforelle, die Seeforelle, der Strömer und die Groppe. Bekannte Begleitfischarten sind die Barbe und die Nase. All diese Fischarten brauchen für ein gutes Gedeihen einen naturnahen Fluss mit vielfältiger Morphologie, strömungsstarken und strömungsschwachen Zonen, Tiefstellen und vor allem Flachwasserbereiche für das Laichen.

Mit Rhesi können diese Lebensräume durch die drei grossen Verbreiterungen des Rheins bei der Frutmündung, bei Kriessernmäder und bei Lustenau-Widnau (Viscose) entstehen. Deswegen werden diese drei Abschnitte als Kernlebensräume bezeichnet.

Auch die Flussstrecken zwischen den Kernlebensräumen werden für Fische und andere Lebewesen wieder attraktiv. Damit hier aber die Ufer zu keiner monotonen Leitplanke für die Fische werden, ist es wichtig, das Ufer ungleichmässig zu gestalten. Dies wird mit dem Einsatz von unterschiedlich gros-



Schön zu sehen sind die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse, Wassertiefen und Habitate rund um die Buhnen.



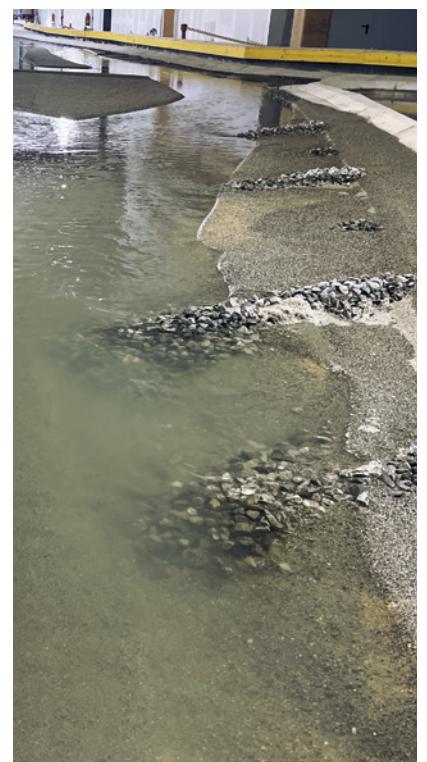
Elritzen.

sen Wasserbausteinen und durch sogenannte Buhnen erreicht. Buhnen sind Wasserbausteine, die quer zum Flusslauf geschüttet werden. Damit können verschieden starke Strömungen und auch Nischen entlang des Ufers entstehen, die von den Fischen zum Wandern oder Ausruhen genutzt werden.

Die Wirkung der Buhnen wurde in den wasserbaulichen Modellversuchen erfolgreich getestet. Die Ergebnisse der Modellversuche dienen somit nicht nur der Optimierung der Hochwassersicherheit, sondern auch der Schaffung von neuen Lebensräumen für Fische.



Bachforelle.



Buhnenfeld, Modellversuch Dornbirn, flussauf der Frutzmündung.

Wir sind Hochwasserschutz



Hochwasser, 28. August 2023.

Abflussmenge ca. 2'000 m³/s. Ein Hochwasser dieser Grössenordnung kommt statistisch gesehen alle fünf bis zehn Jahre vor.

”

Der gemeinsame Standort in Feldkirch hat sich beim Hochwasser bewährt. Die kurzen Wege und die gemeinsamen Absprachen unter den Einsatzkräften halfen, um sich gegenseitig zu unterstützen und zu schnellen Entscheiden zu kommen.

Daniel Dietsche,
Rheinbauleiter Schweiz

Der heutige Ausbaustandard der Schutzanlagen entspricht maximal einem 100-jährlichen Hochwasser mit einer Abflussmenge von 3'100 m³/s. Somit war bei den Wassermengen, die der Rhein im August mit sich brachte, die Sicherheit immer gewährleistet. Mit dem Hochwasserschutzprojekt Rhesi wird die Abflussmenge zukünftig auf 4'300 m³/s erhöht.

Das Hochwasser vom 28. August 2023 hat eindrücklich gezeigt, wie zielführend die gut abgestimmte Zusammenarbeit der Rheinbauleitungen der Schweiz und von Österreich ist. Was zuvor in zahlreichen Hochwasserübungen bereits geprobt wurde, kam im August zum ersten Mal bei einer realen Situation zum Einsatz und hat sich bewährt.

Auf dem Gelände des Vorarlberger Landesfeuerwehrverbands in Feldkirch koordinierte eine gemeinsame technische Einsatzleitung beider Länder den gesamten Hochwassereinsatz.

”

Aufgrund der zwischenzeitlich erhöhten Prognosen wurden erste vorsorgliche Interventionsmassnahmen sowie die Dambeobachtung durch die Feuerwehren veranlasst. Erfreulicherweise lag die tatsächliche Spitze allerdings unter den vorhergesagten Abflüssen.

Mathias Speckle,
Rheinbauleiter Österreich

Während dem Ereignis stand man zudem in ständigem Kontakt und Austausch mit der Einsatzleitung

des Fürstentums Liechtenstein. Diese unmittelbare räumliche Zusammenarbeit in Feldkirch ermöglicht sowohl einen optimalen Informationsfluss zwischen den Einsatzteams als auch die effiziente Abstimmung und Umsetzung von möglichen Schutzmassnahmen. Die gemeinsame technische Einsatzleitung bedeutet auch zukünftig schnelles Reagieren auf veränderte Situationen und in weiterer Folge mehr Sicherheit für die Bevölkerung des Rheintals im Hochwasserfall.

Im August betrug die am Pegel Diepoldsau gemessene maximale



Hochwasser, 28. August 2023.

100 Jahre Diepoldsauer Rheindurchstich

– ein Jubiläum mit zahlreichen
Veranstaltungen

Vor genau 100 Jahren wurde der Alpenrhein mit dem Diepoldsauer Rheindurchstich begradigt. Mit der «Bändigung» des Alpenrheins wurde nicht nur ein Meilenstein im Hochwasserschutz gesetzt, sondern auch der Grundstein für die wirtschaftliche Entwicklung des Rheintals gelegt.

Das 100-Jahr-Jubiläum des Diepoldsauer Rheindurchstichs war deshalb Anlass für die Anrainergemeinden Altach, Lustenau, Hohenems, Mäder, Oberriet und Diepoldsau, eine umfangreiche Veranstaltungsreihe ins Leben zu rufen. Der dafür eigens gegründete Verein «100 Jahre Diepoldsauer Rheindurchstich» hat seit dem Jubiläumstag, dem 18. April, an dem vor genau 100 Jahren der neue Rhein freigegeben wurde, unter-

schiedlichste Veranstaltungen grenzüberschreitend organisiert – immer mit dem Rhein im Zentrum. Die Bandbreite ging dabei von einer Wanderausstellung über RheinLesen bis zu einem Parcours und einem Orientierungslauf.

Zu den Highlights zählten dabei sicherlich die Aufführungen des eigens konzipierten Theaterstücks «Die Korrektur eines Tunichtguts» beim Theater im Kies sowie die

beeindruckende Menschenkette am 4. Juli auf dem Rheindamm mit 4'000 Schülerinnen und Schülern aus Vorarlberg und der Schweiz, flankiert von einer Flugshow des PC-7-Teams der Schweizer Luftwaffe. Feierlich beendet wird das Jubiläumsjahr mit einem Schlussevent am 21. Oktober auf dem Gelände von Rhein-Schauen in Lustenau.



Menschenkette am Rhein.

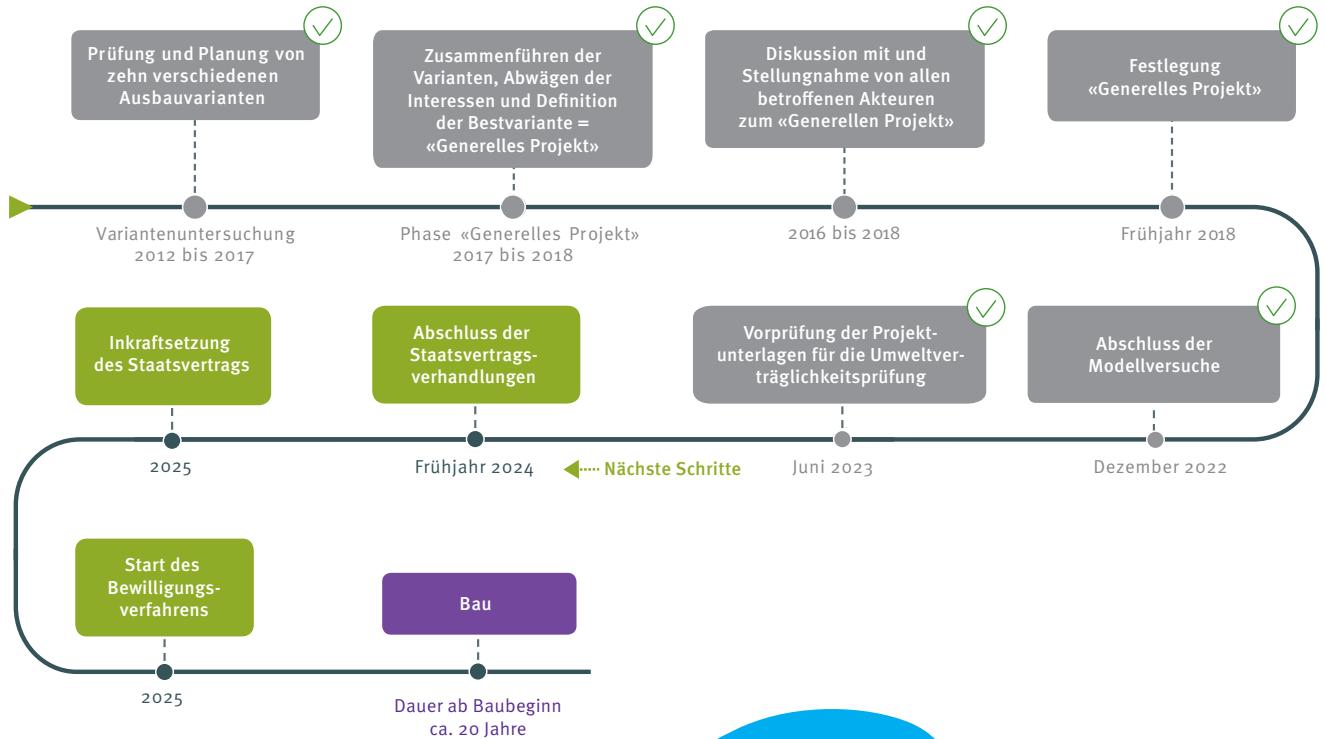


Flugshow des PC-7-Teams.



Theater im Kies.

Nächste Schritte



NEU

Führungen in neuer Rhesi-Ausstellung

Seit September haben Interessierte die Möglichkeit, in der neuen Rhesi-Ausstellung in Lustenau (Museum Rhein-Schauen) spannende Details über das Generationenprojekt zu erfahren. In einer speziellen Rhesi-Führung zeigen wir Ihnen, was Hochwasserschutz am Alpenrhein bedeutet, warum das Projekt so zukunftsweisend ist und warum der Rhein zu Recht als Lebensader des Rheintals bezeichnet wird. Sie bekommen Einblicke in die Planung des Hochwasserschutzprojekts Rhesi und erleben die komplexen Zusammenhänge, die im Vorfeld und später beim

Bau beachtet werden müssen. Gruppenführungen sind möglich, gerne auch für Schulklassen.

An jedem ersten Donnerstag im Monat um 18.00 Uhr besteht die Möglichkeit zur kostenfreien Teilnahme an einer Rhesi-Führung. Bitte beachten Sie, dass eine Teilnahme nur mit Anmeldung und erfolgter Rückbestätigung möglich ist.

Wir freuen uns über Ihre Kontaktaufnahme: info@rheinregulierung.org oder T +41 (0)71 747 71 00 sowie www.rhesi.org.

IMPRESSUM

Herausgeber und Medieninhaber:

Internationale Rheinregulierung
Parkstrasse 12
CH-9430 St. Margrethen

Höchster Strasse 4
A-6890 Lustenau

Tel. +41 (0)71 747 71 00
Fax +41 (0)71 747 71 09
info@rheinregulierung.org
www.rheinregulierung.org

Grundlegende Richtung:

Information zum Hochwasserschutzprojekt Rhesi

Redaktion:

Markus Mähr, Sandra Hoyler, Markus Schatzmann, Bernhard Valenti

Mitarbeit:

ikp Vorarlberg GmbH, Dornbirn

Bildnachweise:

ETH Zürich, VAW, Internationale Rheinregulierung, Julie Walser, loftmynd.ch GmbH, Peter Rey, Robert Hangartner, TU Wien

Gestaltung:

freicom partners ag, CH-Au

Herstellung:

sache sieben, Dornbirn

Auflage:

112'500 Exemplare