

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 97 (2005)
Heft: 3-4

Artikel: Modellversuche im Massstab 1:1 : Mut zum kalkulierten Risiko
Autor: Bischoff, Andri
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941738>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

6. Ausblick

Bereits die ersten Untersuchungen im Rahmen des Monitorings belegen, welch biologische und gewässermorphologische Dynamik durch die Projektmaßnahmen in Gang gesetzt wurde. Am Beispiel des Neuen Flaz konnte gezeigt werden, wie rasant einige Besiedlungsprozesse ablaufen (Beispiel Makrozoobenthos), während andere kaum begonnen haben (Beispiel Fische). Für die Veränderungen der Gewässerbiozönosen im System sind aber auch alle anderen Restrukturierungs- und Revitalisierungsmaßnahmen von grosser Bedeutung.

In den kontinuierlichen Beobachtungen und Messungen der kommenden Jahre suchen wir vor allem auf folgende Fragen Antworten:

- Inwieweit lassen sich die vorhandenen flussbaulichen Grundlagen zur Beurteilung eines Fließgewässers vom Typ des Neuen Flaz verifizieren? Bedarf es allenfalls Modifikationen?
- Können aus den Erfahrungen des Monitorings neue/besser geeignete ökologische Indikatoren oder Zielarten abgeleitet werden?
- Welche Erfahrungen aus dem Monitoringprogramm können generell auf andere Massnahmen/Objekte übertragen werden?
- Bestätigen sich die im Modell prognostizierten Grundwasserstände?
- Wie sind die Einstellung und die Bedürfnisse der Bevölkerung gegenüber der neu erlebbaren Landschaft einige Jahre nach Abschluss der Baumassnahmen?

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden zu gegebener Zeit einzeln und in

einem zusammenfassenden Bericht publiziert.

Literatur

- Academia Engiadina (2001): «Umweltverträglichkeitsbericht Hochwasserschutzprojekt Samedan», im Auftrag der Gemeinde Samedan, Samedan 2001.
- Arbeitsgemeinschaft für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL 1984): «Schützenswerte Flächen im Oberengadin», im Auftrag des Amtes für Natur und Umwelt, Aarau 1984.
- Atrogene (2004): «Hochwasserschutzprojekt Samedan, Wirkungskontrolle Libellen», im Auftrag des Amtes für Natur und Umwelt, Chur 2004.
- Fehr, R. (1987): «Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen», Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Nr. 92, 1987.
- Gessler, J. (1965): «Der Geschiebebetriebbeginn bei Mischungen, untersucht an natürlichen Abflässerhebungerscheinungen in Kanälen», Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAW), ETH Zürich, Heft 69, 1965.
- Günter, A. (1971): «Die kritische mittlere Sohle schubspannung bei Geschiebemischungen unter Berücksichtigung der Deckschichtbildung und der turbulenten bedingten Sohlenschubspannungen», Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Nr. 3, 1987.
- Hydra (2001): «Hochwasserschutzprojekt Samedan, Fischökologische Bestandesaufnahme, Beurteilung der Planung», im Auftrag des Tiefbauamtes Graubünden, Konstanz 2001.
- Kellerhals, R.; Bray, D. I. (1971): «Sampling procedures for coarse fluvial sediments», Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 97, No. HY8, 1165–1180.
- Marti C.; Bezzola G. R. (2004): «Sohlenmorphologie in Flussaufweitungen», in: Turbulenzen in der Geomorphologie (Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft), S. 173–188, VAW Mitteilung 184, Zürich 2004.
- Sieber, Cassina + Handke (1999): «Hochwasserschutzprojekt Samedan, Aquifersimulation Variante Flazverlegung», im Auftrag des Tiefbauamtes Graubünden, Chur 1999.
- Sieber, Cassina + Handke (2000): «Hochwasserschutzprojekt Samedan, Aquifersimulation zur vertieften Projektstudie Flazverlegung», im Auftrag des Tiefbauamtes Graubünden, Chur 2000.
- Weichert, R.; Wickenhäuser, M.; Bezzola, G. R.; Minor, H. E. (2004): «Grain size analysis for coarse river beds using digital imagery processing», ed. Greco, M.; Caravetta, A.; Della Morte, R., Taylor & Francis Group, London, River Flow 2004, Napoli, Vol. 1, 753–760.
- Wolman, M. G. (1954): «A method of sampling coarse river-bed material», Transactions of the American Geophysical Union, Vol. 35, No. 6.

Anschrift der Verfasser

Jakob Grünenfelder, Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Gürtelstrasse 89, CH-7001 Chur, Tel. 081 257 29 46, E-Mail: jakob.gruenenfelder@anu.gr.ch

Roman Weichert, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zentrum, CH-8092 Zürich, Telefon 01 632 57 17, E-Mail: weichert@vaw.baug.ethz.ch

Peter Rey, HYDRA, Institut für angewandte Hydrobiologie, Büro Peter Rey, Fürstenbergstrasse 25, D-78467 Konstanz, Telefon +49 7531 924000, E-Mail: p.rey@hydra-institute.com

Modellversuche im Massstab 1:1 – Mut zum kalkulierten Risiko

■ Andri Bischoff

Viele wasserbauliche Vorhaben bedingen umfangreiche und kostenintensive Vorabklärungen. Oft werden für eine optimierte Lösungssuche Modellversuche durchgeführt, um so komplexe Fragestellungen unter Simulation der natürlich vorkommenden Verhältnisse im Wasserbaulabor zu testen. Ein anderer Ansatz ist die Erprobung und Erfahrungssammlung direkt am auszuführenden Objekt. Dies setzt die Bereitschaft voraus, neue Lösungen zu wagen. Die Freude am Neuen, am Experiment, ist langjährig Tradition im bündnerischen Schutzwasserbau. So werden

immer wieder neue Lösungsansätze und Ideen gleichsam im Modellmassstab 1:1 in der Natur getestet. Damit verbunden ist auch die Bereitschaft, dem eigenen Gefühl und der Intuition in der Lösungssuche zu folgen und aus gewohnten Denkmustern auszubrechen. Der Mut zum kalkulierten Risiko, wie diese Vorgehensweise auch benannt werden könnte, hat sich bisher jedenfalls noch immer bezahlt gemacht. Grundvoraussetzung dazu sind natürlich eine sorgfältige Analyse und Kommunikation der möglichen Prozesse und Risiken sowie die Bereitschaft des Bauherrn,

im Kanton Graubünden in der Regel die Territorialgemeinde, kalkuliertes Risiko und Verantwortung mitzutragen. Diese Bereitschaft liegt heute nicht im allgemeinen Trend zur Delegation der Verantwortung. Verantwortung ausschliesslich dem Planer oder ausführenden Unternehmer zu übertragen, führt zwangsläufig zu wesentlich teureren Lösungen, weil diese bei Vorhaben mit fehlender Praxiserprobung höhere Sicherheitsreserven berücksichtigen müssen.

Im Folgenden soll kurz auf einige in den letzten Jahren ausgeführte Beispiele für



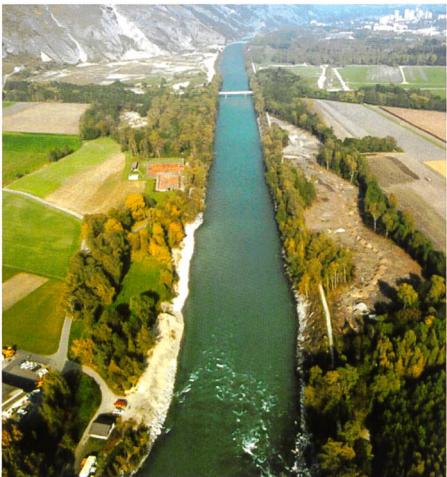


Bild 1. Rheinaufweitung Chur, Zustand 1994 nach Arbeitsbeginn (Bild: Tiefbauamt Graubünden).

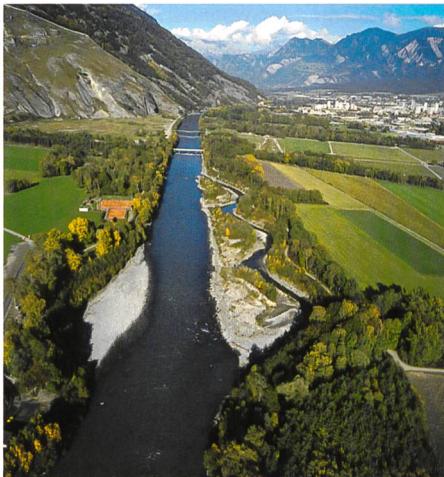


Bild 2. Rheinaufweitung Chur, Zustand 2004 (Bild: Tiefbauamt Graubünden).

die Umsetzung dieser Philosophie im Kanton Graubünden eingegangen werden.

Rheinaufweitung Chur/Felsberg (1994–1996)

Der seit über 100 Jahren durch Uferverbauungen kanalisierte Rhein im Churer Rheintal befindet sich in latenter Erosion. In dieser Zeit hat er sich 3 bis 5 m in die Sohle eingetieft, mit einem Längsgefälle von $1,5 \div 2,5\%$, sodass die Uferverbauungen und Brückenfundationen unterspült und stark gefährdet waren. An Stelle einer konventionellen Ufer- und Sohlensicherung durch Blockrampe und Wuhrunterfangungen (Kostenschätzung 1,5 Mio. Franken) wurde nach einer Lösung gesucht, die eine ökologische Aufwertung dieses wichtigen Naherholungsgebietes der Stadt Chur ermöglichen sollte. Als Pilotversuch für künftige Lösungen am Alpenrhein wurde eine Flussaufweitung auf 500 m Länge ausgeführt. Pate für diese Lösungsidee war die gerade fertig erstellte Aufweitung der Emme bei Utzensdorf. Unter fachtechnischer Beratung durch die ETH-Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW) wurde erstmals an diesem grossen Fluss mit Wildbachcharakter (Einzugsgebietsgrösse Rhein bei Chur $E = 3249 \text{ km}^2$) in den Jahren 1994–1996 eine Aufweitungs-lösung ausgeführt. In grösserem Ausmass stand nur Land auf der Churer Flusseite zur Verfügung, sodass hier eine einseitige Aufweitung auf max. 120 m Flussbreite möglich war. Durch Leitwuhre wurde das angrenzende Landwirtschaftsland vor Erosion geschützt. Der inselförmige Raum zwischen altem, geradem Wuhr und neuen, leicht gekrümmten Leitwerken wurde zur Kiesbeschickung im Flusslauf belassen und wird durch Hochwassererosion sukzessive abgetragen. Die Baukosten dieser Lösung betrugen 0,6 Mio. Franken. Nebst der Wirtschaftlichkeit sprachen auch die offensichtlichen

gewässerökologischen Vorteile klar für diese Lösung. Vor allem aber war es wichtig, mit einem ausgeführten Beispiel künftige Bauherren für weitere solche Projekte begeistern zu können. Das Risiko, ohne detaillierte Abklärungen und Nachweise die erste Flussaufweitung am Alpenrhein und im Kanton Graubünden zu realisieren, hat sich gelohnt.

Künstliche Steilstrecke am Rhein bei Chur (2001)

Beim Waffenplatz Chur wurde 1990 zur Stabilisierung der stark erodierten Rheinsohle eine Blockrampe erstellt. Numerische Untersuchungen der ETH-VAW prognostizierten eine weitere Zunahme der Sohleneintiefung unterhalb der Schwelle, sodass mittelfristig deren Stabilität gefährdet war. Um die Funktion dieser Blockrampe langfristig zu sichern, musste das Flussbett unterhalb der Rampe stabilisiert werden. Als Lösung wurde mit fachtechnischer Beratung durch das Ingenieurbüro Hunziker, Zarn und Partner im Jahre 2001 eine 200 m lange Steilstrecke erstellt. Diese weist ein Gefälle von $5,5\%$ auf und wurde durch Aufschüttung mit grobem Kiesschottermaterial und Einbau von rund 2 t schweren Einzelblöcken (Belegungsdichte: 20 Blöcke auf eine Fläche von $10 \times 10 \text{ m}$) ausgeführt. Diese alternative Lösung gegenüber einer Blockrampe versprach verschiedene Vorteile. Insbesondere ist die Längsvernetzung besser gewährleistet und damit auch der Aufstieg für kleinere Fische möglich. Die Struktur des Flussbettes entspricht natürlichen Steilstrecken und ist kein Fremdkörper. Die Strukturen sind flexibel und anpassungsfähig. Abgeschwemmte Einzelblöcke sind einfach ersetzbar und gefährden nicht die Funktion des gesamten Bauwerks. Die Entwicklung der Sohlenlage wird seither in einem Vermessungsmonitoring überwacht. Sollte sich dieses Pilotprojekt bewähren, sind weitere die-

ser Lösungen am Alpenrhein geplant. Diese Ausführungs Lösung stellt gewissermassen eine Fortsetzung eines bereits 1982 an der Moesa in Cama ausgeführten Versuches von Sohlenstabilisationsmassnahmen dar. Durch Verlegung grosser Einzelblöcke in einem aufgelockerten Verband auf die Flussohle konnte dort in den bisherigen 20 Jahren die Sohlenerosion markant verlangsamt werden. Die Baukosten von 0,55 Mio. Franken für die Steilstrecke in Chur lagen ca. 10% tiefer als für eine konventionelle Blockrampenlösung. Die Möglichkeit, in kurzer Zeit Erfahrungen mit diesem Bauwerk sammeln zu können, rechtfertigte auch hier, auf aufwändige und zeitraubende Detailuntersuchungen zu verzichten.

Sechs Gerinneaufweitungen am Rombach bei Müstair (1995–2003)

Als Folge zahlreicher Murgänge aus einem Seitengerinne wurden 1977 in Müstair gefährliche Ufererosionen am Rombach ausge-

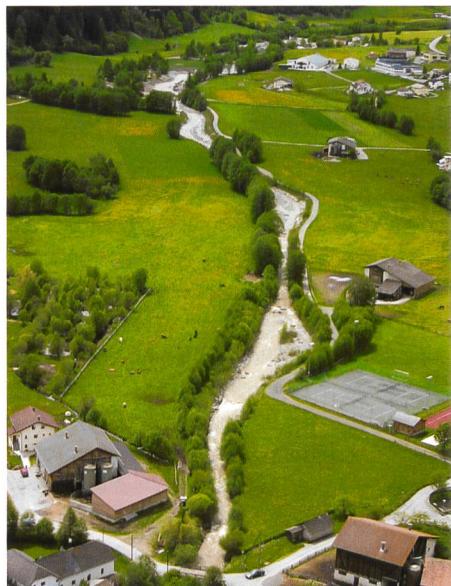


Bild 3. Aufweitungen Rombach Müstair (Bild: Pio Pitsch).

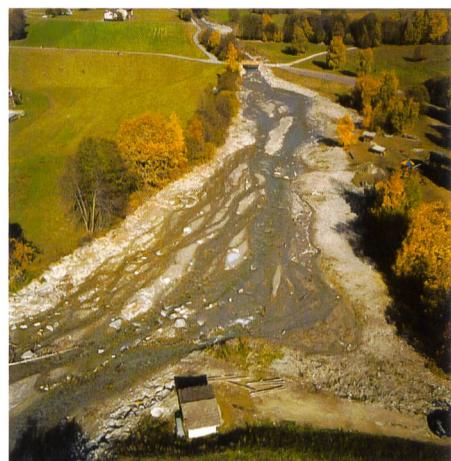


Bild 4. Aufweitung Nr. 1, Rombach Müstair, Oktober 2004 (Bild: J. A. Ruinatscha).

lässt, sodass in den folgenden Jahren der Bachlauf auf 1,5 km Uferlänge mit Blocksatz durchgehend gesichert und kanalisiert worden war. Dadurch wurde eine leichte Erosion der Flussohle initiiert, die durch geschiebearme Hochwasser und Kiesentnahmen weiter verstärkt wurde. Umfangreiche Wildbachverbauungen in den Hauptgeschiebelieferanten des Rombaches zum Schutz der Siedlungsgebiete im Münstertal vermindern heute die Geschiebezufuhr in den Vorfluter Rom, sodass die latente Sohlenerosion erhalten bleibt. Zur Stabilisation der Flussohle und Ufer wurden 1995–2003 insgesamt sechs lokale Gewässeraufweitungen, kombiniert mit einigen speziell gesicherten Fixpunkten, ausgeführt. Gleichzeitig konnte so eine wesentliche ökologische Aufwertung des Flusslaufes erzielt werden. Die Massnahmenplanung erfolgte mit fachtechnischer Beratung durch die ETH-VAW, wobei mit einfache-

ren rechnerischen Verfahren insbesondere die Fragen zur langfristigen Entwicklung des Gefälles und der Flussmorphologie abgeschätzt werden mussten. Besonders interessierte die Entwicklung bei minimaler Geschiebezufuhr aus dem Oberlauf, denn die sich dabei einstellende tiefste Sohlenlage ist für die Fundationskote der Schutzbauten massgebend. Für die Beurteilung der Überflutungsgefährdung hingegen muss die höchstmögliche Bachsohlenlage, d.h. die maximal mögliche Auflandungshöhe bei grosser Geschiebezufuhr abgeschätzt werden, wobei nur unzureichende Messdaten (Wasserspiegelmessreihe 1913–1922) zur Verfügung standen. Ein Monitoring über die Sohlenentwicklung war deshalb eine Voraussetzung für den Ausführungsentscheid ohne weitergehende Untersuchungen und Abklärungen.

Die anfängliche Skepsis der Bevölkerung ist einer breiten Anerkennung, ja teil-

weise Begeisterung, gewichen. Verschiedene Schulklassen von Müstair haben rasch den Nutzen praxisnahen Biologieunterrichts vor Ort erkannt. Die Gewässerunterhaltsaufwendungen der Gemeinde haben sich markant verringert, und eine Untersuchung des Fischbestandes in den aufgeweiteten Stellen und Vergleich mit Referenzstellen in kanalisierten Abschnitten dokumentieren eindeutig bereits nach einem Jahr den ökologischen Erfolg der Revitalisierungsmassnahmen. Auch hier hat sich also die Bereitschaft, Neues zu wagen, gelohnt; auch im Blick auf die mit 1,3 Mio. Franken doch moderaten Kosten für sechs Flussaufweitungen.

Anschrift des Verfassers

Andri Bischoff, dipl. Ing. ETH, Tiefbauamt Graubünden, Abt. Wasserbau, Grabenstrasse 30, CH-7000 Chur.

Grono: Flussaufweitung Moesa Voraussetzungen schaffen zur Rückeroberung einer Aue durch die Natur

■ *Andri Bischoff, Rolf Eichenberger*

Ausgangslage

Der Misoxer Talfluss wurde 1896–1912 im Abschnitt zwischen der Gemeindegrenze Leggia/Grono und der Mündung des Riale Val Grono durch Längswuhre kanalisiert. Mit diesen Wuhrbauten konnte die neu gebaute

Rhätische Bahnlinie vor Überschwemmungen geschützt und gleichzeitig wertvoller landwirtschaftlicher Boden gewonnen werden. Damit wurde aber das Auengebiet Pascoletto von der dynamischen Einwirkung des Talflusses abgeriegelt.

Aufnahme ins Bundesinventar als Impuls zur Revitalisierung

Erst die Aufnahme als Objekt Nr. 160 in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung eröffnete den Weg zur Planung und Finanzierung von Massnahmen für



Bild 1. Übersicht Aue Pascoletto, Bild 1999.

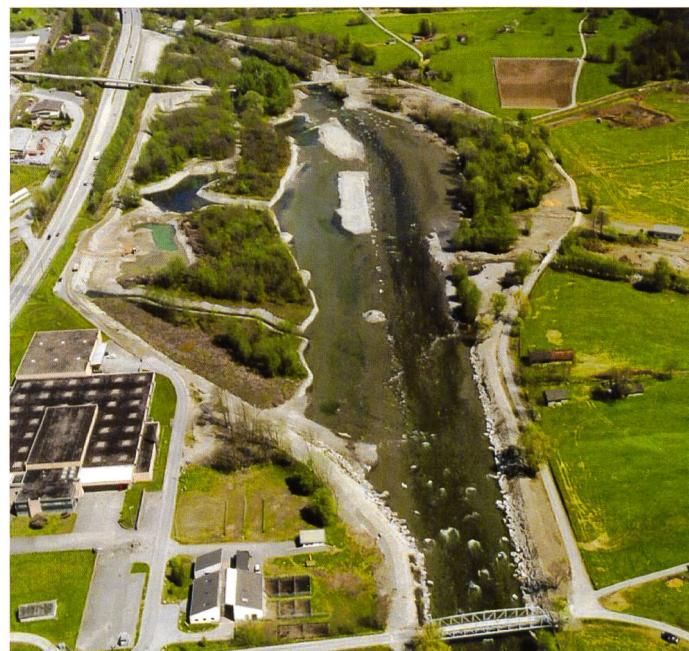


Bild 2. Übersicht Aue Pascoletto nach Realisierung der Flussaufweitung, Bild 2000.