



# **INGENIEURBIOLOGIE GÉNIE BIOLOGIQUE INGEGNERIA NATURALISTICA INSCHENIERA BIOLOGICA**



**WILDBACH –  
EIN BLICK ÜBER DIE GRENZEN**

**TORRENT DE MONTAGNE –  
UN REGARD AU-DELÀ DES  
FRONTIÈRES**

**TORRENTI DI MONTAGNA:  
UNO SGUARDO OLTRE CONFINE**

# Inhaltsverzeichnis

## Titelbild/Frontispice:

Frontseite:

*Der Mareiter Bach bei Stange, nach der Umsetzung der Revitalisierungsmassnahmen: Flussaufweitung, Auwaldförderung, Strukturverbesserung an Ufern und im Gewässer, Neuanlage Gewässer, Herstellung Fischpassierbarkeit.*

Couverture recto:

*Le Mareiter Bach près de Stange, après la mise en œuvre des mesures de revitalisation : élargissement du cours d'eau, promotion de la forêt alluviale, amélioration structurelle sur les berges et sur le cours d'eau, création d'un nouveau tronçon, établissement d'un passage pour les poissons.*

Prima pagina:

*Il Rio Mareta [Mareiter Bach], presso Stange, dopo l'attuazione delle misure di rivitalizzazione: allargamento del fiume, promozione della foresta alluvionale, miglioramento strutturale delle sponde e del corso d'acqua, creazione di un nuovo corso d'acqua, creazione di un passaggio per i pesci.*

Rückseite:

*Stadt Pirmasens – Regenrückhaltebecken in Betrieb.*

*Couverture verso : Ville de Pirmasens – bassin de rétention des eaux pluviales en service.*

Retro:

*Città di Pirmasens- bacino di ritenzione delle acque piovane in funzione.*

3

Editorial

Monika La Poutré

5

Mareiter Bach bei Sterzing –  
Erfahrung und Ausblick zur  
Revitalisierung eines Wildbaches

Peter Hecher

Jan Kobald

Lorenz Frei

Mathias Pargger

16

Traditionelle Methoden des Alpenraums  
im Einsatz gegen Auswirkungen des Klimawandels

Michael Maas

Heinrich Schaaf

31

Bautypenkatalog – Ökologie

Alfred Ellmer

Matthias Pichler

35

Erfahrungsbericht über die Einbringung  
von Weidensteckhölzer in einer in Beton  
verlegten Grobsteinschlichtung

Mathias Huber

Monika La Poutré

39

Initiale Vegetationsentwicklung auf einer  
Waldbrandfläche in Hallstatt, Oberösterreich

Stephan Hörbinger

Hans Peter Rauch

Melanie Maxwald

Michael Schiffer





# Editorial

Monika La Poutré

## Liebe Leserin, lieber Leser

ingenieurblogische Massnahmen ermöglichen für den Menschen notwendige Verbauungen besser in das Landschaftsbild einzubinden und Lebensräume für Pflanzen- und Tierwelt nicht vollständig zu zerstören. Anhand von Praxisbeispielen und Forschungsprojekten aus Italien, Deutschland und Österreich wird deutlich, dass diese Massnahmen vermehrt in die Umsetzung mit einbezogen werden. Viele Wildbäche wurden im Zuge der Kultivierung und Siedlungstätigkeit in enge Bachbette gezwängt, wodurch zusammen mit den ehemals angrenzenden Überflutungsräumen Biodiversität und Strukturvielfalt verloren gegangen ist. Dies ist weithin bekannt und es wird versucht, den Wildbächen wo möglich wieder mehr Raum zu geben. So wurde z. B. in Südtirol aufbauend auf dem Flussraummanagement «River Basin Agenda Obere Eisack» ein zwei Kilometer langer Abschnitt revitalisiert.

Ziel war es, ein hohes Mass an Eigendynamik mit definiertem Hochwasserrisiko und guter Funktionsfähigkeit zu erreichen. Dass die traditionellen ingenieurblogischen Bauweisen des Alpenraums auch im Hügelland ihre Berechtigung haben, zeigt eindrücklich das Beispiel in der Stadt Pirmasens, wo Erosionsschäden mit Hilfe solcher Massnahmen saniert wurden. In Österreich hat die Wildbach- und Lawinenverbauung 2022 einen eigenen «Bautypenkatalog – Ökologie», basierend auf dem bereits seit 2013 bestehenden Bautypenkatalog, für die gängigsten Schutzbauwerke überarbeitet und für die praxisnahe Umsetzung zur Verfügung gestellt. Ebenfalls wurden von der Wildbach- und Lawinenverbauung in Tirol zwei Feldversuche gestartet, in denen in betonisierte Schuttbauwerken erfolgreich Weidensteckhölzer eingebracht wurden. Abgerundet wird das Heft mit einem Forschungsprojekt des Instituts «Ingenieurblogie und Landschaftsbau» der Universität für Bodenkultur. In dieser Studie wurden in Zusammenarbeit mit der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberösterreich verschiedene Sanierungsmassnahmen nach einem Brandereignis in Schutzwaldflächen untersucht.

Viel Spass mit dem vorliegenden Heft wünscht Ihnen

Monika La Poutré

## Chères lectrices, chers lecteurs,

Les mesures de génie biologique permettent de mieux intégrer les aménagements nécessaires aux êtres humains dans le paysage et de ne pas détruire complètement les habitats de la faune et de la flore. Sur la base d'exemples pratiques et de projets de recherche en Italie, en Allemagne et en Autriche, il apparaît clairement que ces mesures sont de plus en plus intégrées dans la réalisation. De nombreux torrents ont été confinés dans des lits étroits au cours de la mise en culture et de l'urbanisation, entraînant une perte de biodiversité et de diversité structurelle en même temps que les zones inondables autrefois adjacentes. Cette situation est largement connue et des efforts sont faits pour redonner plus d'espace aux torrents là où c'est possible. Dans le Tyrol du Sud, par exemple, un tronçon de deux kilomètres a été revitalisé sur la base de la gestion du bassin hydrographique « River Basin Agenda Obere Eisack ».

L'objectif était d'atteindre un niveau élevé de dynamique propre avec un risque de crue défini et une bonne fonctionnalité. L'exemple de la ville de Pirmasens, où les dommages dus à l'érosion ont été réhabilités à l'aide de telles mesures, montre de manière impressionnante que les méthodes de génie biologique traditionnelles de l'espace alpin sont également justifiées dans les régions vallonnées. En Autriche, le service en charge de l'aménagement des torrents et des avalanches a révisé en 2022 son propre « Catalogue de types de construction – Écologie », basé sur le catalogue de types de construction déjà existant depuis 2013, pour les ouvrages de protection les plus courants et l'a mis à disposition pour une mise en œuvre pratique. De même, deux essais sur le terrain ont été lancés par la section Aménagement des torrents et des avalanches au Tyrol, au cours desquels des boutures de saule ont été introduites avec succès dans des barrage-poids en béton. Le bulletin est complété par un projet de recherche de l'Institut « Génie biologique et aménagement du paysage » de l'Université des ressources naturelles et des sciences de la vie appliquées. Dans le cadre de cette étude, différentes mesures d'assainissement après un incendie dans des forêts de protection ont été examinées en collaboration avec l'autorité de contrôle des torrents et des avalanches de la Direction régionale des constructions de la Haute-Autriche.

Nous vous souhaitons beaucoup de plaisir à la lecture de ce bulletin.

Monika La Poutré

## Care lettrici, cari lettori

Le misure di ingegneria naturalistica permettono all'uomo di integrare meglio le strutture necessarie nel paesaggio e di non distruggere completamente gli habitat per la flora e la fauna. Esempi pratici e progetti di ricerca provenienti dall'Italia, dalla Germania e dall'Austria dimostrano che queste soluzioni vengono sempre più spesso incluse nella realizzazione. Molti torrenti sono stati costretti in alvei stretti nel corso delle attività di bonifica e di urbanizzazione, il che, insieme alle zone golenali un tempo adiacenti, ha comportato la perdita di biodiversità e di diversità strutturale. Questo fatto è ampiamente noto e si sta cercando di ridare spazio ai corsi d'acqua, laddove possibile. In Alto Adige, ad esempio, un tratto di due chilometri del fiume Isarco è stato rivitalizzato sulla base del piano di gestione del bacino fluviale «River Basin Agenda Obere Eisack».

L'obiettivo era quello di ottenere un elevato grado di autodinamica con un rischio di piena definito e una buona funzionalità. Il fatto che i tradizionali metodi di costruzione dell'ingegneria naturalistica della regione alpina possano essere impiegati anche nelle aree collinari è dimostrato in modo impressionante dall'esempio della città di Pirmasens, dove i danni da erosione sono stati risanati con l'aiuto di tali misure. In Austria, il Servizio responsabile per il controllo dei torrenti e delle valanghe [Dienststelle Wildbach- und Lawinenverbauung] ha rielaborato il proprio catalogo delle opere tipo in ambito ecologico, basato sul catalogo delle opere tipo già esistente dal 2013, per le strutture di protezione più comuni, e lo ha reso disponibile per l'uso sul terreno. Il Servizio per il controllo dei torrenti e delle valanghe in Tirolo ha inoltre avviato due prove sul campo in cui talee di salice sono state inserite con successo in pareti a gravità in calcestruzzo. Il bollettino è completato da un progetto di ricerca dell'Istituto «Engineering Biology and Landscape Construction» dell'Università di Risorsse Naturali e Scienze della Vita [BOKU]. In questo studio, in collaborazione con l'autorità di controllo dei torrenti e delle valanghe dell'Alta Austria, sono state analizzate diverse misure di ripristino dopo un evento di incendio in aree forestali protette.

Vi auguro una piacevole lettura di questa edizione.

Monika La Poutré



# Mareiter Bach bei Sterzing – Erfahrung und Ausblick zur Revitalisierung eines Wildbaches

---

Peter Hecher  
Jan Kobald  
Lorenz Frei  
Mathias Pargger

## Zusammenfassung

Der Mareiter Bach teilt sein Schicksal mit den meisten Wildbächen entlang des Alpenbogens, die im Zuge der Kultivierung der Landschaft den Grossteil ihrer Flächen verloren haben. Heute erkennen wir, dass damit nicht nur die Strukturvielfalt der Landschaft geschrumpft ist, sondern auch die Biodiversität stark reduziert wurde. Besonders deutlich zeigt sich diese primär wirtschaftlich geprägte Nutzung der Landschaft bei extremen Unwetterereignissen, wenn die Wasser- und Geröllmassen in den ehemaligen Überflutungsräumen ihre Kräfte entfalten. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Flussraummanagementplan «River Basin Agenda Oberer Eisack» aus den Jahren 2003 bis 2006 wurde in den Jahren 2008 bis 2010 am Unterlauf des Mareiter Baches bei Stange, ein ca. 2 km langer Abschnitt auf Flächen des Landes Südtirol revitalisiert. Erste Erfolgskontrollen haben gezeigt, dass die Eigendynamik, die Flussmorphologie und die Fischpassierbarkeit verbessert werden konnten. Die Deutsche Tamariske, die über Jungpflanzen eingebracht wurde, konnte sich gut etablieren. Nach zehn Jahren haben Erosionen im oberen Abschnitt die Fischpassierbarkeit stellenweise eingeschränkt, während im unteren Abschnitt Geschiebeablagerungen die Überflutungsgefahr in den angrenzenden Gewerbegebieten verstärken. Für die Planung notwendiger Eingriffe, aber auch zur Fortführung der Revitalisierungsarbeiten flussaufwärts, auf Flächen des öffentlichen Wassergutes, wurde eine Erhebung zum aktuellen ökologischen Zustand und eine Geschiebestudie beauftragt. Die Ergebnisse sollen helfen, Massnahmen zu entwickeln, mit denen ein hohes Mass an Eigendynamik mit definiertem Hochwasserrisiko und guter ökologischer Funktionsfähigkeit gewährleistet werden. Geschiebeablagerungen sollen vor allem dort erfolgen, wo keine, oder nur geringe Schäden im angrenzenden Umland zu befürchten sind. Das langfristige Ziel ist es, die Kraft des Mareiter Baches im Projektgebiet zu lenken, um eine naturnahe Flusslandschaft zu entwickeln, wo die Bedürfnisse der Anrainer zum Wohle der Gemeinschaft abgestimmt sind. Dadurch sollte eine Steigerung der Biodiversität ermöglicht werden, was durch Erfolgskontrollen dokumentiert werden muss.

## Keywords

Revitalisierung, Erfolgskontrolle, ökologisch- und risikobasiertes Geschiebemanagement

## Le ruisseau de Mareit près de Sterzing - Expérience et perspectives de revitalisation d'un torrent

### Résumé

Le ruisseau de Mareit (Mareiter Bach) partage le sort de la plupart des torrents de l'arc alpin, qui ont perdu la majeure partie de leur surface au cours de la mise en culture du paysage. Aujourd'hui, nous constatons non seulement que la diversité structurelle du paysage s'est réduite, mais que la biodiversité a également été fortement diminuée. Cette utilisation du paysage à des fins essentiellement économiques est particulièrement visible lors d'intempéries extrêmes, lorsque les masses d'eau et d'éboulis déploient leurs forces dans les anciennes zones inondables. Sur la base des connaissances acquises dans le cadre du plan de gestion de l'espace fluvial « River Basin Agenda Oberer Eisack » des années 2003 à 2006, un tronçon d'environ 2 km a été revitalisé entre 2008 et 2010 sur le cours inférieur du Mareiter Bach près de Stange, sur des terrains appartenant à la région du Tyrol du Sud. Les premiers contrôles de réussite ont montré que la dynamique propre, la morphologie fluviale, le passage des poissons ont pu être améliorés. Le tamarin d'Allemagne (*Myricaria germanica*), introduit par le biais de jeunes plants, s'est bien établi. Après dix ans, l'érosion dans le tronçon supérieur a limité par endroits le passage des poissons, tandis que dans le tronçon inférieur, les dépôts de charriage ont renforcé le risque d'inondation dans les zones industrielles voisines. Pour planifier les interventions nécessaires, mais aussi afin de poursuivre les travaux de revitalisation en amont, sur des surfaces du domaine hydrique de l'Etat, un relevé de l'état écologique actuel et une étude sur le charriage ont été commandés. Les résultats doivent aider à développer des mesures garantissant un haut degré de dynamique propre avec un risque de crue défini et un bon fonctionnement écologique. Les dépôts de charriage doivent surtout avoir lieu là où il n'y a pas ou peu de dommages à craindre dans les zones environnantes. L'objectif à long terme est de canaliser la force du Mareiter Bach dans la zone du projet afin de développer un paysage fluvial proche de la nature, où les besoins des riverains sont harmonisés pour le bien de la communauté. Cela devrait permettre d'augmenter la biodiversité, ce qui doit être documenté par des contrôles de réussite.

### Mots-clés

Revitalisation, contrôle des résultats, gestion du charriage basée sur l'écologie et les risques

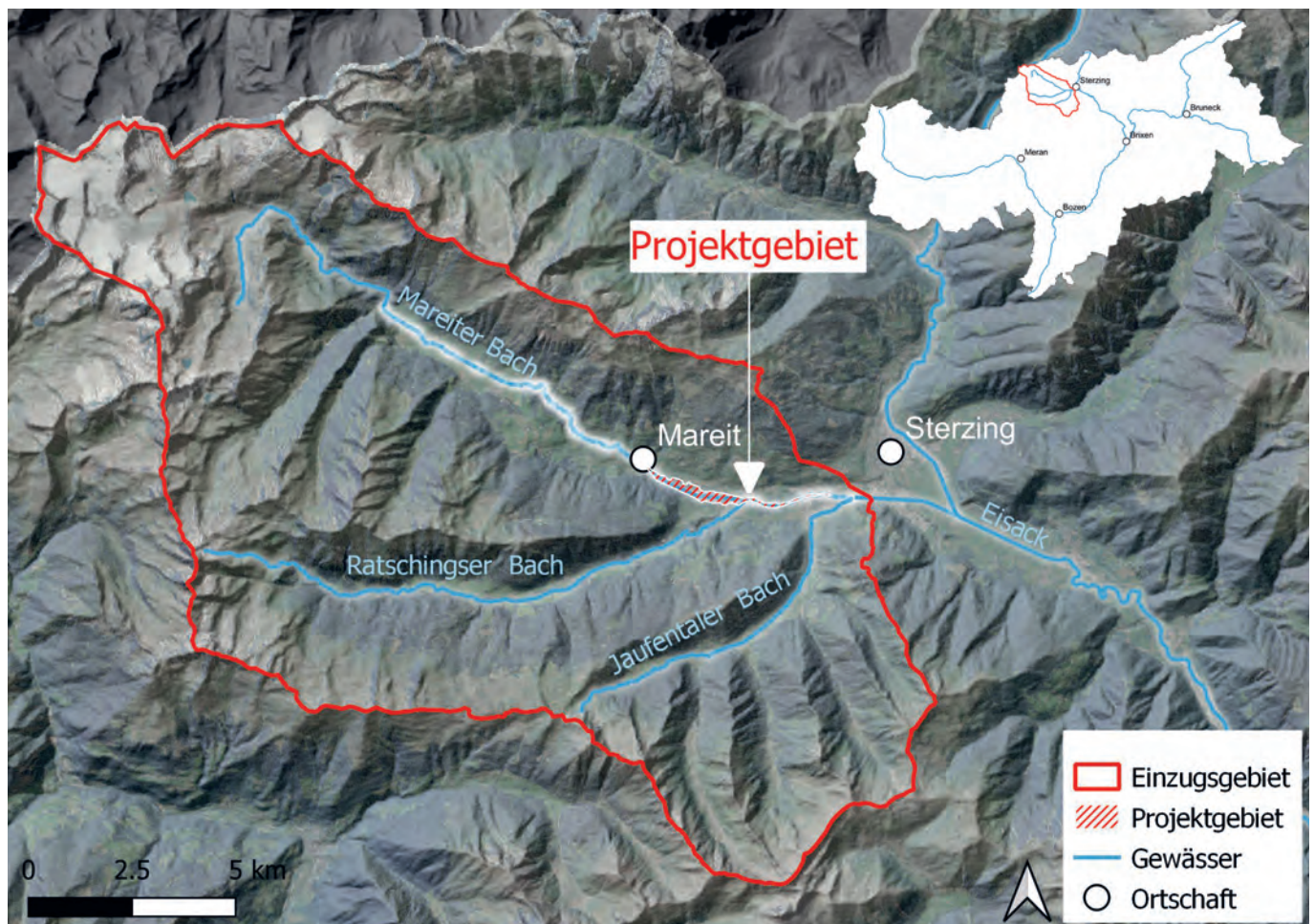
## Rio Mareta presso Vipiteno - Esperienze e prospettive per la rivitalizzazione di un torrente

### Riassunto

Il Rio Mareta (Mareiter Bach) condivide il suo destino con la maggior parte dei torrenti dell'arco alpino, che hanno perso gran parte del loro spazio nel corso della bonifica dei terreni. Oggi riconosciamo che questo non solo ha ridotto la diversità strutturale del paesaggio, ma ha anche impoverito notevolmente la biodiversità. Questo uso prevalentemente economico del paesaggio è particolarmente evidente durante gli eventi temporaleschi estremi, quando le masse d'acqua e i detriti sfogano la loro forza lungo le ex zone golenali. Sulla base dei risultati del piano di gestione «River Basin Agenda Oberer Eisack» del 2003-2006 del bacino fluviale dell'alto Isarco, tra il 2008 e il 2010 è stato rivitalizzato un tratto di circa 2 km del corso inferiore del Rio Mareta, nei pressi di Stanghe, su terreni di proprietà della Provincia dell'Alto Adige. I primi controlli dei risultati hanno dimostrato che la dinamica naturale, la morfologia del fiume e la libera migrazione ittica sono migliorate. Il Tamerici alpino (*Myricaria germanica*), introdotto tramite giovani piante, è riuscito ad insediarsi bene. Dopo dieci anni, l'erosione nel tratto superiore ha limitato in alcuni punti la possibilità di passaggio dei pesci, mentre nel tratto inferiore i depositi di sedimenti in alveo aumentano il rischio di piene nelle zone commerciali adiacenti. Per la pianificazione degli interventi necessari, ma anche per il proseguimento dei lavori di rivitalizzazione a monte, nelle aree di proprietà pubblica del corso d'acqua, sono stati commissionati un'indagine sullo stato ecologico attuale e uno studio del trasporto solido. L'obiettivo è di ottenere risultati che aiutino a sviluppare misure per garantire un elevato grado di dinamica fluviale con un rischio di inondazione definito e una buona funzionalità ecologica. I depositi di materiale alluvionale dovrebbero avvenire principalmente dove non c'è o c'è poco rischio di danni alle aree circostanti. L'obiettivo a lungo termine è quello di indirizzare la forza del Rio Mareta nell'area del progetto per sviluppare un paesaggio fluviale quasi naturale in cui le esigenze dei soggetti interessati confinanti siano coordinate a beneficio della comunità. Ciò dovrebbe consentire un aumento della biodiversità, che dovrà essere documentato attraverso il controllo dei risultati.

### Parole chiave

Rivitalizzazione, Controllo dei risultati, Gestione del trasporto solido basata sull'ecologica e sul rischio



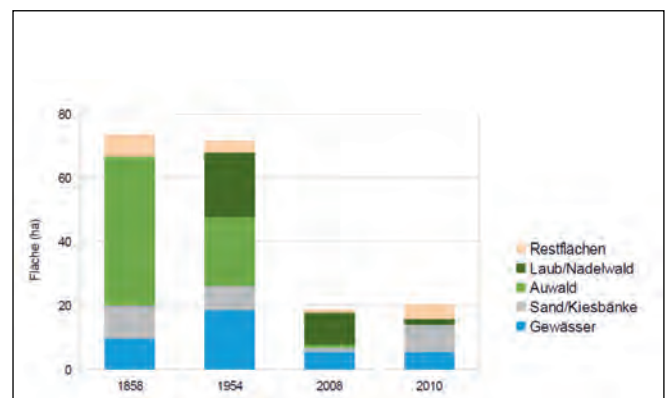
**Abbildung 1:** Lage des Projektgebietes am Mareiter Bach nahe der Stadt Sterzing in Südtirol – ITALIEN.

**Figure 1 :** Situation de la zone de projet sur le Mareiter Bach près de la ville de Sterzing dans le Tyrol du Sud – Italie.

## Lage und Kurzbeschreibung des Gebietes

Der Mareiter Bach entspringt in den südlichen Stubaier Alpen im Ridnauntal und mündet nach 25 km bei Sterzing auf einer Höhe von 935 m über dem Meer in den Eisack. Sein Einzugsgebiet umfasst 212 km<sup>2</sup> mit der höchsten Erhebung auf 3.471 m Meereshöhe [Sonklar], wo noch ein Gletscher mit einer aktuellen Ausdehnung von ca. 4 km<sup>2</sup> vorliegt. Seine wichtigsten Zuflüsse sind der Ratschinger und der Jaufentaler Bach. Das Projektgebiet [Abbildung 1] umfasst einen 4,7 km langen Bachabschnitt des Mareiter Baches nordwestlich von Sterzing, wo der Wildbach in einen flachen Talbodenfluss übergeht. Der Abfluss ist gletscherbeeinflusst mit sommerlicher Trübung durch Feinsedimente aus dem Gletscherschliff. Die Jahresganglinie weist Abflussraten von 0,7 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> während der Niederwasserperiode und bis zu 35 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> bei sommerlicher Mittelwasserführung auf. Ein hundertjähriges Hochwasser wird auf 230 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> geschätzt.

## Entstehung des Revitalisierungsprojektes



**Abbildung 2:** Vergleich der Flächengrößen gewässerabhängiger Lebensräume im Projektgebiet vor der Revitalisierung [1858, 1954 und 2008] und unmittelbar nach Fertigstellung der Revitalisierungsarbeiten [2010]; [verändert nach Nössing & Kofler, 2011].

**Figure 2 :** Comparaison des superficies des habitats dépendant du cours d'eau dans la zone du projet avant la revitalisation [1858, 1954 et 2008] et immédiatement après l'achèvement des travaux de revitalisation [2010] ; [modifié d'après Nössing & Kofler, 2011].



Massive Schotterentnahmen Mitte der 1970er Jahre und die Verbauung in den 1980er Jahren verwandelten den ursprünglich weit verzweigten Wildbach mit einer aktiven Gewässerbreite von bis zu 300 m in einen streng regulierten Wildbach mit einer mittleren Breite von 35 m. Das Flussbett ist im Talboden eingekerbt, die Sohlage wird von Konsolidierungssperren aus Stahlbeton gesichert. Dadurch wurde das Gewässerkontinuum unterbrochen und der Grundwasserspiegel abgesenkt. Der Vergleich mit historischen Karten (Historischer Kataster von 1858) und rezenten Orthofotos zeigt, dass 83% des einstigen Fluss- und Auwaldlebensraumes (siehe Abbildung 2) verloren gegangen sind.

Mit dem Flussraummanagementplan Oberer Eisack, ein Modellflussraum des Interreg IIB Projekts «River Basin Agenda» [2003-2006] erlangte der Mareiter Bach aufgrund des hohen Überflutungsrisikos im Sterzinger Becken und des grossen ökologischen Verbesserungspotentials oberste Priorität für Revitalisierungsarbeiten. Dies ging aus einem interdisziplinären Abstimmungsprozess unter Beteiligung der lokalen Interessenvertreter hervor. Aufbauend darauf konnten mit Mitteln aus dem EU-Förderprogramm «Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung EFRE 2007-2013» in den Jahren 2008 bis 2010 die bis dato umfangreichsten Revitalisierungsarbeiten in Südtirol umgesetzt werden. Die Zielsetzungen waren die grösstmögliche Verbreiterung des Abflussquerschnittes auf den Flächen des öffentlichen Wassergutes zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, die Wiederherstellung des Gewässerkontinuums, die Rückgewinnung von funktionsfähigen Auwald-Standorten aber auch die Förderung der Naherholung am Fluss. Von der Planung bis zur Umsetzung der Arbeiten wurde ein intensiver Beteiligungs- und Sensibilisierungsprozess durchgeführt. Dabei gab es mehrere Treffen mit Vertretern der betroffenen Behörden und Interessensgruppen (Landwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Sport und Tourismus), eine Bürgerversammlung und Schulprojekte mit den benachbarten Grundschulen von Gasteig, Stange und Mareit.

### Umsetzung der ersten Revitalisierung

Der Mareiter Bach bei Stange wurde in den Jahren 2008 bis 2010 auf einer Länge von knapp 2 km von der Agentur für Bevölkerungsschutz, Amt für Wildbach- und Lawinverbauung Zone Nord in Eigenregie auf Grundstücken des öffentlichen Wassergutes der Autonomen Provinz Bozen revitalisiert.

Für die Flussaufweitung mussten ca. 6,5 ha Nadelwald und bachbegleitende Ufergehölze gerodet werden, um ca. 130.000 m<sup>3</sup> Schottermaterial aus dem seitlich, terrassier-

ten Gelände abzutragen und ins Bachbett zur Anhebung der Sohle und Abflachung der Uferböschungen einzubringen. Die Schultern der 18 bestehenden Wildbachsperren wurden abgetragen, die Abstürze durch Materialeinbringung im Unterwasserbereich aufgefüllt und so das Längsgefälle ausgeglichen. Zur Sicherung der ca. 2 km langen neuen Sohlage wurden fünf aufgelöste Blocksteinrampen mit integriertem Niederwasserprofil eingebaut. Dazu wurden ca. 10.000 m<sup>3</sup> Zyklopensteine in Wabenformbauweise trocken verlegt. Zum Schutz der neuen Ufer, wurden 55 Buhnen aus trocken verlegten Zyklopensteinen im Abstand von 50 Meter, rechtwinklig zur Bachachse, angeordnet und mit Schotter überdeckt.

Die Begrünung wurde primär der natürlichen Sukzession und der Naturverjüngung überlassen. Im Rahmen von Schulaktionen wurden ca. 3% der Aufweitungsfäche mit typischen Auwaldgehölzen bepflanzt. Zudem wurden 450 einjährige *Myricaria germanica* Setzlingen als Wiederausiedlung gepflanzt.

### Benefits der ersten Revitalisierung

Die Aufweitung des Flussbettes und der Umbau von 18 Wildbachsperren haben das Längskontinuum der ca. 2 km langen Revitalisierungsstrecke am Mareiter Bach bei Stange wieder hergestellt (siehe Abbildung 3): Das nun durchschnittlich doppelt so breite Flussbett weist einen deutlich verbesserten hydromorphologischen Zustand auf, bietet Platz für Geschiebeumlagerungen sowie für die Entwicklung von vitalen Auwaldbeständen. Insgesamt konnten mit dem Revitalisierungsprojekt 6 ha Fluss- und Auwaldlebensraum wiedergewonnen werden (Nössing & Kofler, 2012). Nur ca. 3% der neuen Revitalisierungsfläche wurden mit standorttypischen Laubgehölz bepflanzt, an drei Standorten wurden Jungpflanzen der Deutschen Tamariske eingebracht.

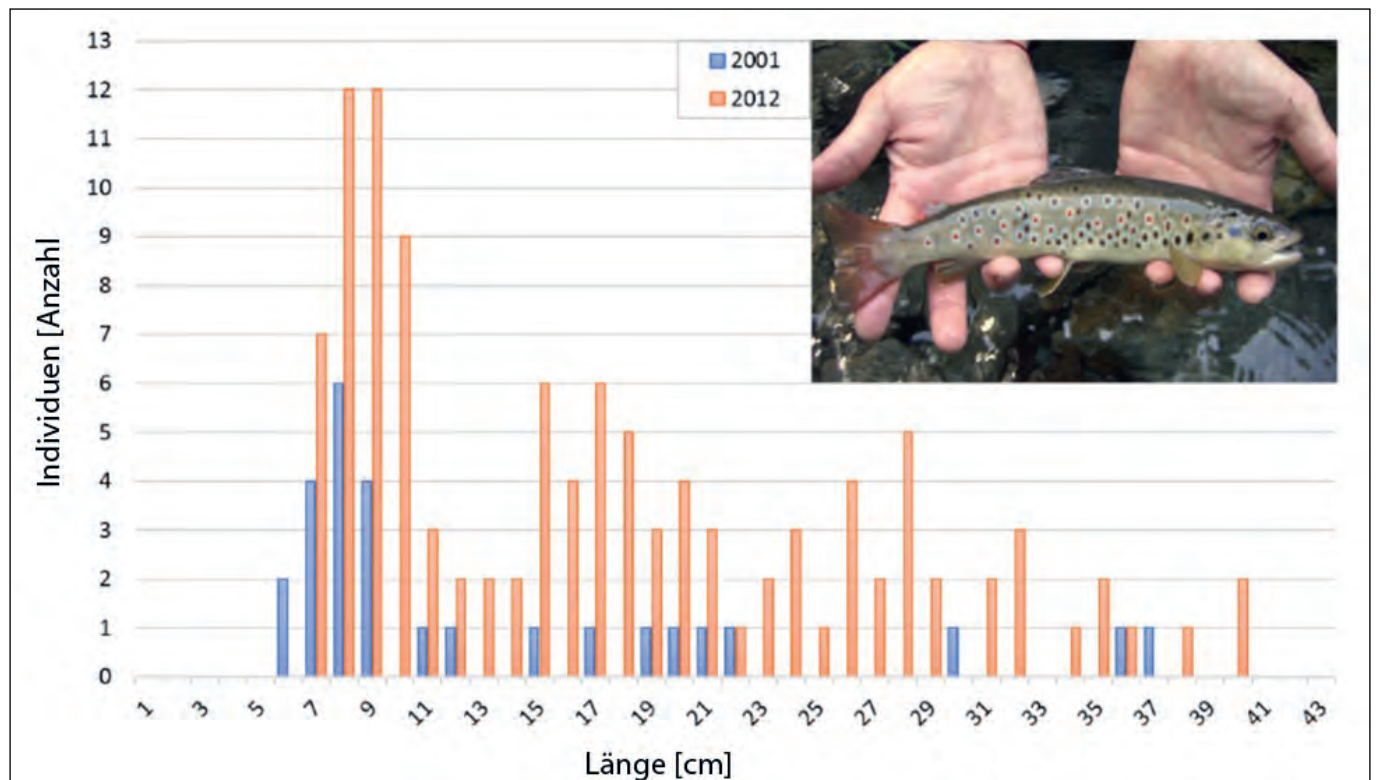
Die Ergebnisse der Elektrofischung vom Landesamt für Jagd und Fischerei im November 2012 bestätigen mit dem erstmaligen Nachweis der Fischart Mühlkoppe (*Cottus gobio*) am oberen Ende der revitalisierten Strecke die wiederhergestellte Fischpassierbarkeit. Die Erhebungen im Mareiter Bach belegen die erfolgreiche natürliche Fortpflanzung von der Bachforelle (*Salmo trutta*) als Leitfischart bereits seit Ende 2010. Besonders hervorzuheben ist die Altersklassenverteilung der Bachforelle, die sich im Vergleich zu 2001 deutlich verbessert (Abbildung 4) hat und 2012 alle Altersklassen mit guten Abundanzen zeigt. Insgesamt zeigen die Abfischungsdaten im Mareiter Bach einen Anstieg der Fischbiomasse vom Jahr 2001 zum Jahr 2012 um den Faktor 7 (auf 173 kg·ha<sup>-1</sup>). Dabei hat sich auch die Zusammensetzung der Fischarten verbessert: es



**Abbildung 3:** Der Mareiter Bach bei Stange, vor [2005] und nach [2011, 2018] Umsetzung der Revitalisierungsmaßnahmen:

Flussaufweitung, Auwaldförderung, Strukturverbesserung an Ufern und im Gewässer, Neuanlage Gewässer, Herstellung Fischpassierbarkeit

**Figure 3 :** Le Mareiter Bach près de Stange, avant [2005] et après [2011, 2018] la mise en œuvre des mesures de revitalisation : Élargissement de la rivière, promotion de la forêt alluviale, amélioration de la structure des rives et du cours d'eau, un nouveau cours d'eau, établissement d'un passage pour les poissons.



**Abbildung 4:** Altersklassen der Bachforelle [*Salmo trutta*] am Mareiterbach bei Stange vor der Revitalisierung [2001] und zwei Jahre nach Fertigstellung der Arbeiten [2012]; [beachte die unterschiedlich grossen Untersuchungsflächen 2001: 0,25 ha und 2012: 0,16 ha]. Foto *Salmo trutta* Amt für Jagd und Fischerei – Autonome Provinz Bozen.

**Figure 4 :** Classes d'âge de la truite fario [*Salmo trutta*] sur le Mareiter Bach à Stange avant la revitalisation [2001] et deux ans après l'achèvement des travaux [2012] ; [noter la différence de taille des surfaces étudiées en 2001 : 0,25 ha et en 2012 : 0,16 ha]. Photo *Salmo trutta* Service de la chasse et de la pêche – Province autonome de Bolzano.





**Abbildung 5:** Naherholung am Mareiter Bach und Aussage eines Anrainers: jetzt ist der Mareiter Bach wieder ein Wildfluss mit Verzweigungen und Sandbänken, so wie in meiner Kindheit... ich habe wunderschöne Erinnerungen an das Spielen am Bach ...» [2010].

**Figure 5 :** Loisirs de proximité au bord du Mareiter Bach et témoignage d'un riverain : « maintenant, le Mareiter Bach est redevenu un cours d'eau sauvage avec des ramifications et des bancs de sable, comme dans mon enfance... J'ai de merveilleux souvenirs de jeux au bord du ruisseau ...» [2010].



**Abbildung 6:** Planausschnitt zur Lebensraumkartierung am Mareiter Bach bei Stange [Revital 2022] zum bereits revitalisierten Abschnitt [in Orange eingrahmt Abschnitt 2a Monitoring] und der noch zu revitalisierenden Bereiche Abschnitt 2a in Hellblau und Schönau in Grün. [aus Ökologischer Ist-Zustand 2022, Büro Revital].

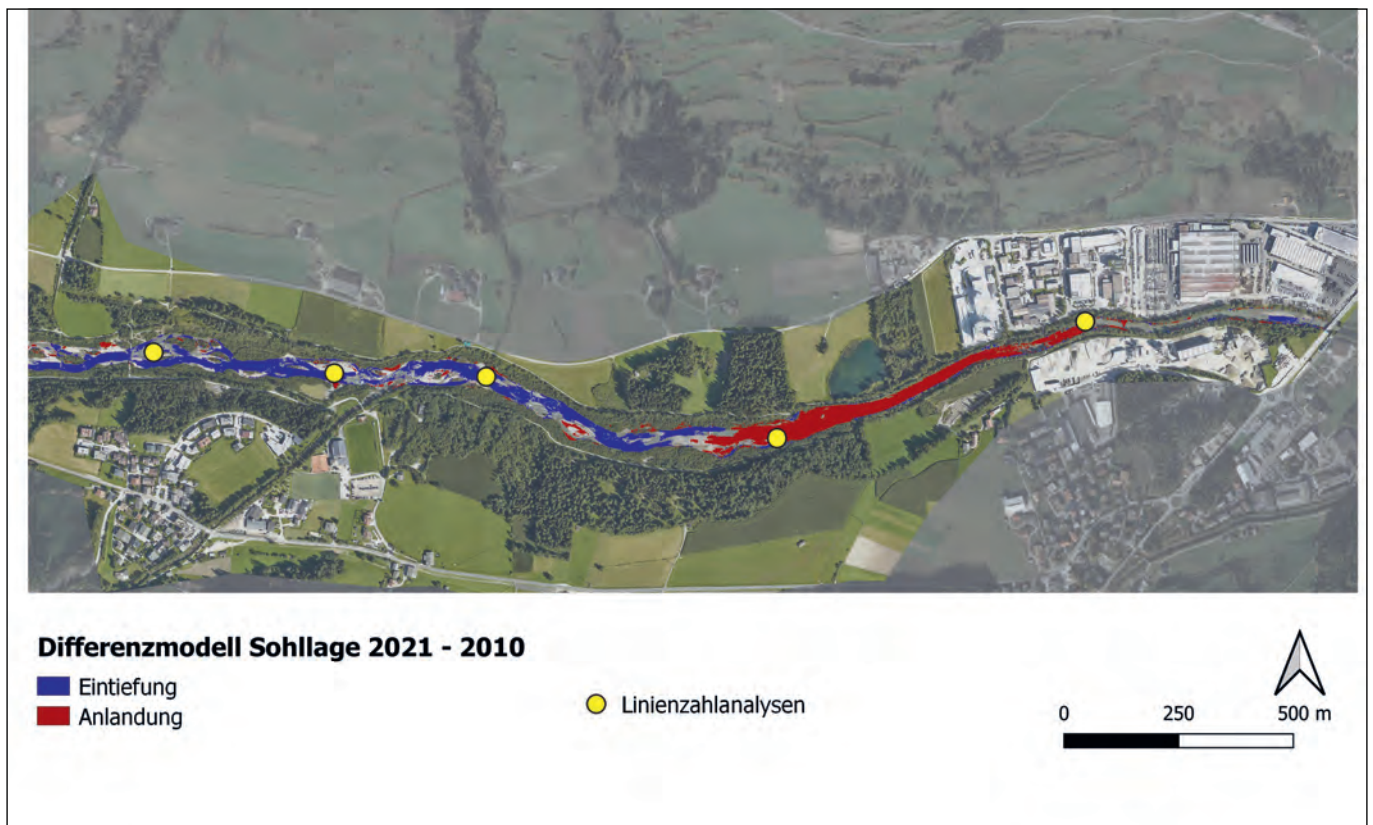
**Figure 6 :** Extrait du plan de la cartographie des habitats du Mareiter Bach près de Stange [Revital 2022] concernant le tronçon déjà revitalisé [encadré en orange tronçon 2a Monitoring] et les zones restant à revitaliser, le tronçon 2a en bleu clair et Schönau en vert [tiré de l'état écologique actuel 2022, bureau Revital].





**Abbildung 7:** Foto mit Drone [REVITAL 2022] im oberen steileren Abschnitt mit ausgewaschenen Querbauwerken [links] und Auflandungen im unteren flacheren Abschnitt im Bereich der Gewerbezone [rechts].

**Figure 7 :** Photo prise au drone [REVITAL 2022] dans le tronçon supérieur à forte pente avec des ouvrages transversaux érodés [à gauche] et des atterrissements dans le tronçon inférieur plus plat au niveau de la zone d'activités [à droite].



**Abbildung 8:** Orthophoto zwischen Stange und Gasteig: wo die Areale des Mareiter Baches mit Erosion in Blau, jene mit Auflandung in Rot dargestellt sind. Datengrundlage ist die Differenz aus dem Vergleich der digitalen Geländemodelle von 2010 und 2021, wobei die Ablagerungen oberhalb des Gewerbegebietes im Mittel mehr als 1,5 m erreichen. Die punkte in Gelb stellen die Probenahmepunkte für die Linienzahlanalyse dar. [REVITAL 2022].

**Figure 8 :** Orthophoto entre Stange et Gasteig : les zones du Mareiter Bach avec érosion sont représentées en bleu, celles avec des atterrissements en rouge. La base de données est la différence résultant de la comparaison des modèles numériques de terrain de 2010 et 2021, les dépôts en amont de la zone industrielle atteignant en moyenne plus de 1,5 m. Les points en jaune représentent les points d'échantillonnage pour l'analyse du nombre de lignes [REVITAL 2022].

| Lebensraum-klasse               | Lebensraum-typ [Code] | Lebensraumtyp (Name)                                                                                                                                | 2011 Fläche (m2) | 2011 Anteil UG % | 2022 Fläche (m2) | 2022 Anteil UG % |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Fliessgewässer</b>           | 12210                 | Fliessstrecken mit ausgeprägtem, aber nicht steilem Gefälle und schottrigem Bett, oft von Moosen besiedelt, hydrologisch dem Metarhitron zuzuordnen | 53.855           | 26,74            | 47.018           | 23,34            |
| <b>naturnahe Uferstrukturen</b> | 23000                 | Alluvionen (Kiesflächen im Einflussbereich von Fliessgewässern)                                                                                     | 71.175           | 35,34            | 11.856           | 5,89             |
| <b>naturnahe Uferstrukturen</b> | 23200                 | Colline bis alpine Alluvionen mit frischen bis trockenen Böden und krautiger Pioniervegetation [Epilobietalia fleischeri]                           | 6.641            | 3,30             | 16.527           | 8,21             |
| <b>Auwald</b>                   | 23300                 | Ufergebüsche der Fliessgewässer [Salicion eleagno daphnoidis]                                                                                       | 1.613            | 0,80             | 1.718            | 0,85             |
| <b>naturnahe Uferstrukturen</b> | 23310                 | Tamariskenfluren [Salici-Myricarietum]                                                                                                              | –                | –                | 5.831            | 2,89             |
| <b>Sonstige Wälder</b>          | 55300                 | Gestion des matériaux charriés; sécurité en cas de surcharge > T300                                                                                 | 4.640            | 2,30             | 7.863            | 3,90             |
| <b>Auwald</b>                   | 61210                 | Gebüschreiche Vorwaldgesellschaften mit aufkommenden Lichtbaumarten [Sambuco-Salicion]                                                              | 8.213            | 4,08             | 77.401           | 38,43            |

**Tabelle 1:** Vergleich ausgewählter Lebensräume der Erhebungen von 2011 und 2022. In Rot sind Abnahmen und in Grün Zunahmen des Flächenanteils im Projektgebiet sichtbar.

**Tableau 1 :** Comparaison des habitats sélectionnés lors des relevés de 2011 et 2022. En rouge, les diminutions et en vert les augmentations de la part de surface dans la zone du projet sont visibles.

kam zu einer Zunahme an Individuen bei der einheimischen Marmorierten Forelle (*Salmo marmoratus*) um den Faktor 5 und bei der Bachforelle um den Faktor 15, während die standortfremde Art Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) 2012 nicht mehr nachgewiesen wurde. Mittlerweile werden die Bestandsdichten durch das erhöhte Aufkommen von Graureiher und Kormoran reduziert.

Die Hochwassergefahr im Sterzinger Becken konnte durch die Aufweitung und die damit verbundene Hochwasser-Retention leicht verringert werden. Für die definitive Reduktion des Hochwasserrisikos entlang der Gewerbegebiete und der Brenner Autobahn A22 wurde 2009/11 mit EF-

RE-Mittel eine Varianten-Studie ausgearbeitet (Ernst Basler & Partner, Büro Bergmeister, Hydrotec). Die Umsetzung der Best-Variante bedarf noch weiterer Abstimmungen mit Grundbesitzern und Entscheidungsträgern.

#### Landschaftsbild und Naherholung

Der revitalisierte Bachabschnitt mit ausgedehnten, naturnahen Flachuferbereichen hat das Landschaftsbild aufgewertet und den Naherholungswert für die Bevölkerung gesteigert.





**Abbildung 9:** Das von den Sedimentablagerungen geräumte Bachbett des Mareiter Baches entlang der Gewerbezone Unterackern mit Holzbuhnen und Flussholzanzahlungen.

**Figure 9 :** Le lit du Mareiter Bach le long de la zone industrielle d'Unterackern, débarrassé des dépôts de sédiments, avec des épis en bois et des atterrissements de bois fluvial.



## Monitoring und Entwicklung

Die Entwicklung des revitalisierten Abschnittes am Mareiter Bach wird mit einem Monitoringprogramm untersucht. Dazu werden die Um- und Ablagerungsprozesse von Geschiebe mit LIDAR-Vermessungen und Fotomonitoring dokumentiert. Im Jahr 2011 wurden Erhebungen zu Vegetationsstruktur, Fischbestand, Makrozoobenthos, Amphibien, Reptilien, Ameisen, Spinnen, Libellen und Vögel durchgeführt und es haben sich bereits positive Effekte der Massnahmen gezeigt (z. B. Nösing T. K. Kofler 2012, Hecher & Vignoli 2012). Zudem wurden mehrere Forschungsarbeiten von verschiedenen Universitäten durchgeführt. Beispielsweise werden die Arbeiten von Andreoli et al 2018 und Scorpio et al 2020 genannt.

Zehn Jahre nach Fertigstellung der ersten Revitalisierungsarbeiten aus den Jahren 2008- 10 zeigen sich aber auch Probleme, wie aus der Lebensraumkartierung (Abbildung 6) von 2022 durch das Büro Revital hervorgeht. Die Entwicklung einiger ausgewählter Lebensraumtypen ist in der Gegenüberstellung in Tabelle 1 dargestellt, wo die erhobenen Flächenanteile von 2010 jenen von 2022 gegenübergestellt werden. Die Geschieberückhaltebauwerke im Einzugsgebiet bedingen einen reduzierten Geschiebeeintrag, womit die neigungsbedingten Erosionserscheinungen im oberen Abschnitt der revitalisierten Strecke, mit höherem Gefälle (im Mittel 1,7%) wesentlich verschärft werden. An einigen umgebauten Wildbachsperrern haben die verschärften Erosionsprozesse (Abbildung 7 links) die Fischpassierbarkeit stark eingeschränkt. Im unteren flacheren (im Mittel 0,3% Gefälle) Abschnitt lagern sich die Sedimente ab, was besonders für die angrenzende Gewerbezone zu einer Verschärfung des Hochwasserrisikos beiträgt.

Neben den naturnahen Auenbeständen setzten sich stellenweise in den Kraut und Staudensukzessionen Nadelhölzer wie Fichte, Föhre aber auch Lärche durch. Zudem werden Neophyten wie die Kanada-Goldrute (*Solidago canadensis*), das Drüsen-Springkraut (*Impatiens glandulifera*) nicht nur an exponierten Stellen, aber auch im Unterwuchs festgestellt.

Für die Behebung oder zumindest Entschärfung dieser Probleme sind Eingriffe notwendig, die gründlich geplant und fachlich abgestimmt sein müssen, aber auch den Konsens der Anwohner brauchen.

## Planung zu Fortführung der Revitalisierung

Ein grosser Vorteil für eine Weiterentwicklung zu einem naturnäheren Mareiter Bach besteht darin, dass flussaufwärts der bereits revitalisierten Strecke noch Flächen des öffentlichen Wassergutes am linken und rechten Ufer von

insgesamt knapp 7,5 ha vorliegen. Mit Mitteln des Waserzinses der Autonomen Provinz Bozen 2021, sowie durch Eigenmittel der Agentur für Bevölkerungsschutz konnte nun die Planung zur Fortführung der Revitalisierungsarbeiten dieser mit Nadelgehölz dominiert Flächen beauftragt werden. Damit sollen auch geeignete Massnahmen zur Behebung der festgestellten Probleme entwickelt und deren Umsetzung finanziert werden. Das neue Projektgebiet, mit einer Länge von 4,7 km wurde ausgehend von dem im Jahr 2008-10 bereits revitalisierten Abschnitt mehr als verdoppelt und erstreckt sich von der Brücke in Mareit bis zur Brücke unterhalb Gasteig (siehe Abbildung 1). Als Grundlage wurde ein aktuelles Geländemodell durch eine LIDAR-Vermessung mit aktuellem Orthofoto erstellt.

Darauf aufbauend wurde für das gesamte Projektgebiet eine Erhebung zum aktuellen ökologischen Zustand und eine Studie zur Optimierung des Geschiebemanagements durchgeführt. Um mögliche Änderungen des Grundwasserstandes in der Planung zu berücksichtigen, wurde auch eine Grundwasserstudie beauftragt. Ein interdisziplinärer Planungsprozess, unter Einbindung aller Untersuchungsergebnisse, soll helfen, für das gesamte Projektgebiet massgeschneiderte Eingriffe zu entwickeln, die dazu beitragen, dass die Geschiebeablagerung verstärkt abseits der Wohn- und Gewerbegebiete erfolgt. Neben weiteren Flussaufweitungen auf den Flächen des öffentlichen Wassergutes sollen über Anpassungen des Talweges mit Flussbettstrukturierung und Lenkbauwerken die Strömungsverhältnisse und Transportdynamik gelenkt werden. Damit soll das Hochwasserrisiko gesenkt und eigendynamische Prozesse innerhalb abgestimmter Grenzen verstärkt werden. Für die unterschiedlichen Abschnitte sind Handlungsanleitungen festzulegen, ab welcher Auflandungssituation Geschiebe entnommen werden muss und wo und wieviel Material wieder flussaufwärts eingebracht wird, oder aus dem System genommen werden muss. Klar ist jedenfalls, dass aufgrund der starken künstlichen Veränderung, vor allem die geringe Flächenverfügbarkeit, für die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit und die Sicherstellung eines erwarteten Sicherheitsstandards finanzielle Mittel notwendig sind.

Aufgrund der festgestellten Dringlichkeit wurden in einem ersten Schritt die Geschiebeablagerungen im Bereich des Gewerbegebietes Unterackern geräumt und die ehemaligen Ufermauern wieder freigelegt, um die Gefahr von Überflutungen in diesem Abschnitt mit hohem Schadenspotenzial zu reduzieren. Unter Berücksichtigung der unzureichenden Geschiebeversorgung, aufgrund der Rückhaltebauwerke im Einzugsgebiet, wurde ein Drittel des entnommenen Schottermaterials flussaufwärts verfrachtet, um es für die Hebung des Flussbettes der noch im Detail zu planen-

den neuen Revitalisierungsstrecke nutzen zu können. Das geräumte Flussbett entlang des Gewerbegebietes Untera-ckern wurde mit Lenkbuhnen und flachen Schotterbänken strukturiert, um ein leichtes Pendeln des Hauptstromes zu induzieren. Im Sinne einer ressourcenschonenden Arbeitsweise wurden zum Bau der Lenkbuhnen die Stämme der geschlägerten Ufervegetation genutzt.

Die Planungs- und Abstimmungsarbeiten zur Fortführung der Revitalisierungsarbeiten mit den notwendigen Instandhaltungsarbeiten sollen im Herbst 2023 abgeschlossen werden, damit die Umsetzungsarbeiten möglichst bald beginnen können. Die Auswirkungen des angestrebten ökologie- und risikobasierten Geschiebemanagement werden erhoben und dokumentiert, um die Erfahrungen und Erkenntnisse in der Betreuung des Mareiter Baches einfließen zu lassen.

## Literaturverzeichnis

- Andreoli A., Engel M., Frentress J., Comiti F., Hecher P., 2018. «10 Jahre nach der Revitalisierung des Mareiterbaches mit ersten Erhebungen», Fachvortrag Tagung «Riquilificazione fluviale», Bologna 22-26 Oktober 2018.
- Brunner E., Fried A., Angerer H., Holzer-Salcher C., Ragger C., Mühlmann S., 2022. «Ökologischer Ist-Zustand Mareiter Bach 2022 - Erfolgskontrolle und Planungsgrundlage für weitere Revitalisierungsmassnahmen» Büro REVITAL.
- Glaser F., Declara A., Steinberger K. H., 2011. «Ecologia faunistica terrestre. Relazione finale. Progettazione di opere per la protezione delle piene Basso Rio Mareta» Interreg IIIB Alpine Space Projekt, 2006. «River Basin Agenda / Flussraum Agenda Alpenraum, Agenda Spazio fluviale. Spazio alpino».
- Michielon B. & Sitzia T., 2015. Translocazione di Myricaria germanica [L.] Desv. In Alto Adige / Südtirol. Gredleriana, 15, 43-60.
- Nössing T., & Kofler K., 2011. Strukturgüte, Lebensräume und Vegetation. Endbericht zum Projekt »Hochwasserschutz Unterer Mareiterbach».
- Pargger M., Senfter S., 2022. «Geschiebestudie Mareiter Bach 2022-2023» Büro REVITAL
- Scorpio V., et al., 2020. «Restoring a glacier-fed river: Past and present morphodynamics of a degraded channel in the Italian Alps». EARTH SURFACE PROCESSES AND LAND-FORMS Earth Surf. Process. Landforms © 2020 John Wiley & Sons, Ltd.

## Kontaktadressen

Peter Hecher  
Agentur für Bevölkerungsschutz  
Autonome Provinz Bozen  
Drususallee 116  
I-39100 Bozen  
peter.hecher@provinz.bz.it



Mathias Pragger  
Büro Revital  
Nussdorf 71  
A-9990 Nussdorf-Debant,  
m.pargger@revital-ib.at



**Seit über 40 Jahren ist die Relianz AG Ihr Spezialist für natürliche Erosionsschutznetze aus Jute und Kokos.**

**Kurzfristige Lieferung dank grossem Lagerbestand!**



Stationsstrasse 43 · 8906 Bonstetten  
Tel. +41 44 701 82 82  
www.geonatex.ch · reliantz@relianz.ch



# Traditionelle Methoden des Alpenraums im Einsatz gegen Auswirkungen des Klimawandels

Michael Maas  
Heinrich Schaaf



**Stadt Pirmasens**

## Zusammenfassung

An der bestehenden Verrieselungsanlage Adolf-Ludwig-Ring sind unterhalb starke Ausspülungen und ein Materialtransport festgestellt worden. Das zuständige Forstamt hat der Stadt Pirmasens die widerrufliche Genehmigung zur Einleitung von nicht behandlungsbedürftigem Wasser nicht mehr verlängert. Nach Rücksprache mit der Forstbehörde erklärte sich die Stadt bereit, die entstandenen Erosionen zu beseitigen und eine Anlage in den ausgekolkten Bereichen zur Energievernichtung des Wassers zu errichten. Die zu errichtende Anlage soll nach Planung durch das Ingenieurbüro Grunhofer in Eigenleistung durch die Abteilung Kanalbetrieb und -unterhalt realisiert werden.

Die Abteilung Kanalbetrieb und -unterhalt hat sich bereits im Vorfeld und in Absprache mit dem Forstamt um einen Sanierungsvorschlag und somit den Erhalt der Einleitstelle bemüht. Der Vorschlag, die Erosionsschäden mittels Holzkastensperren als innovative Massnahme für die Südwestpfalz zu beseitigen, stiess auf eine sehr grosse Akzeptanz aller Beteiligten.

## Keywords

Pirmasens, Verrieselungsanlage, Klimawandel, Erosionsschäden, Holzkastensperren

## Méthodes traditionnelles de l'espace alpin utilisées contre les effets du changement climatique

### Résumé

D'importants phénomènes d'affouillement et de transport de matériaux ont été constatés en aval de l'installation d'irrigation existante Adolf-Ludwig-Ring. Le service forestier compétent n'a plus renouvelé à la ville de Pirmasens l'autorisation révocable de déverser des eaux ne nécessitant pas de traitement. Après consultation avec le service forestier, la ville s'est engagée à éliminer les érosions qui se sont produites et à mettre en place une installation dans les zones affouillées pour détruire l'énergie de l'eau. L'installation à mettre en place doit être réalisée en interne par le service d'exploitation et d'entretien des canaux, selon la planification par le bureau d'ingénieurs Grunhofer.

Le service d'exploitation et d'entretien des canaux s'est déjà efforcé, au préalable et en concertation avec le service des forêts, d'élaborer une proposition d'assainissement et donc de préserver le lieu du déversement. La proposition d'éliminer les dommages dus à l'érosion au moyen de barrages de caissons en bois, une mesure innovante pour

le Palatinat du Sud-Ouest, a été très bien accueillie par toutes les parties concernées.

### Mots-clés

Pirmasens, système d'irrigation, changement climatique, dommages dus à l'érosion, barrages de caissons en bois

## Metodi tradizionali della regione alpina per contrastare gli impatti dei cambiamenti climatici

### Riassunto

A valle dell'impianto di filtrazione e infiltrazione Adolf-Ludwig-Ring sono stati rilevati importanti fenomeni di dilavamento e erosione di materiale. L'autorità forestale competente non ha quindi rinnovato l'autorizzazione alla città di Pirmasens per lo scarico di acque che non necessitano di trattamento. Dopo essersi consultata con l'autorità forestale, la città ha accettato di sistemare l'erosione che si era verificata e di costruire un impianto di dissipazione dell'energia dell'acqua nell'area di escavazione. In seguito alla progettazione da parte dello studio di ingegneria Grunhofer, l'impianto verrà realizzato dal servizio responsabile per la gestione e manutenzione della rete di smaltimento acque.

Lo stesso servizio si è già attivato preventivamente e aveva consultato l'autorità forestale per presentare una proposta di ripristino e preservare così il punto di immissione. La proposta di sistemare i danni dovuti all'erosione con briglie e cassoni in legno, come misura innovativa per la regione del Palatinato sudoccidentale [Südwestpfalz], è stata accolta con grande favore da tutte le parti interessate.

### Parole chiave

Pirmasens, Sistema di infiltrazione, Cambiamento climatico, Danni da erosione, Cassoni in legno

## Einleitung

Ein Teil des Oberflächenwassers aus dem Ortsteil Ruhbank wird über eine Versickerungsanlage auf der angrenzenden Waldfläche im Bereich des Naherholungsgebietes Beckenhof zur Versickerung gebracht.

Die vorhandene Anlage wurde für eine Niederschlagswassermenge von rd. 225 l/s ausgelegt und ist den mittlerweile auftretenden Extremregenereignissen nicht mehr gewachsen. In dem abschüssigen Waldstück unterhalb des Adolf-Ludwig-Rings ist es durch Starkregen über Jahre hinweg



**Abbildung 1:** Lage der Holzkastensperrn und der Versickerungsfläche  
**Figure 1 :** Emplacement des barrages de caissons en bois et de la surface d'infiltration



**Abbildung 2:** Steilstrecke als Raubbettgerinne aus Beton und Wasserbausteine [Zweibrücken]  
**Figure 2 :** Trançon escarpé comme lit rugueux en béton et enrochement [Zweibrücken]

zu starken Erosionen und sogar zu Hangrutschungen gekommen. Als Abhilfemassnahme wurden drei Varianten diskutiert. Dabei schied die Lösung mit einer Steilstrecke als Raubbettgerinne aus Beton [Gussrohre mit abschließendem Energieumwandlungsbauwerk] aufgrund der zu erwartenden enorm hohen Baukosten im Vorfeld aus.



Im Vergleich zur Abtreppung mittels Drahtschotterkörben hat die Sicherung in Form des abgestuften Holzkastenverbau aufgrund ihres naturnahen Aussehens, der ressourcenschonenden Bauweise (Baumaterial wie Steine, Holz und Erdreich werden unmittelbar vor Ort gewonnen), der Langlebigkeit (bis zu 80 Jahre beim Einsatz von Eichen- und Douglasienhölzern) und letztendlich der geringeren Kosten den Vorzug erhalten.

Inspiziert wurden die Planer durch die im alpinen Raum bekannten Gebirgsbachsicherungen. Auch hier sind unter der Prämisse der Ressourcenschonung in einem unwegsamen Gelände naturnahe und dauerhafte Sicherungsmassnahmen für extreme Ereignisse (Schneesmelze u. ä.) erforderlich.

Die Massnahme wurde in enger Abstimmung mit der Forstverwaltung durchgeführt. Neben den Arbeitern des städtischen Tiefbauamtes wurden auch Lehrlinge des Forstamtes Westrich auf der Baustelle miteingebunden, um sich die entsprechende Technik anzueignen.

## Bestand

Der Planungsraum befindet sich am südöstlichen Stadtrand von Pirmasens in einem steilen bewaldeten Geländeabschnitt nahe des Naherholungsgebietes Beckenhof. Dieser Bereich wird als Versickerungsfläche für einen Teil des Ortsteils Ruhbank verwendet. Der Ortsteil Ruhbank entwässert im Trennsystem. Während das Schmutzwasser durch eine Hebeanlage zur Kläranlage befördert wird, wird von einer verbleibenden Restfläche das Oberflächenwasser zur Versickerung gebracht.



**Abbildung 3:** Verteilerschacht mit Verteilerrinne.  
**Figure 3 :** Puits collecteur avec conduit de répartition

Der Regenwasserkanal verläuft in einem unbefestigten Forstweg zur Versickerungsanlage. Die Verteilung des Oberflächenwassers erfolgt durch zwei Verteilerbauwerke von insgesamt 34,5 m Länge. Diese Anlage wurde in den Achtzigerjahren in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Pirmasens erstellt.

Die zwischenzeitlich entstandenen tiefen Erosionen müssen instandgesetzt werden. Das erodierte Material wird im Tal neben dem Wirtschaftsweg angespült. Durch die fortschreitende Erosion kommt es unter den Verteilerrinnen zu Ausspülungen. Als Unterhaltungsmassnahme wurden Wasserbausteine angeschüttet, um ein Abrutschen der Bauwerke zu verhindern. Die Versickerungsanlage besteht aus zwei Verteilerbauwerken mit insgesamt vier Verteilerrinnen, die das Wasser getrennt durch einen Bergrücken in



**Abbildung 4:** Erosionen im Steilhang  
**Figure 4 :** Erosions dans une pente raide

zwei Tiefpunkte ableiten bzw. versickern. In den letzten ca. 28 Jahren (Genehmigungsplanung Oktober 1983) hat sich gezeigt, dass durch die Versickerungsanlage in der Steilstrecke starke Erosionsschäden entstanden sind. Die Situation entspricht annähernd den

Verhältnissen, wie sie in Wildbachgebieten der Hochgebirge bekannt sind. Als Reaktion auf die Schäden wurden die Planungen für eine Sanierung und Sicherung der Steilstrecke aufgenommen. Ziel war vorrangig die Beruhigung und Instandsetzung der durch die Erosionstätigkeit entstandenen Ausspülungen.

Da alle Sanierungsmassnahmen auf Flächen des Forstes auszuführen waren, wurde die Forstverwaltung in die Planung einbezogen.

### Planungsgrundlagen

Als Plangrundlagen dienten Bestandspläne des Abwasserbeseitigungsbetriebes, u. a. Auszüge des Zulaufkanals und der Verteilerbauwerke mit Verteilerrinnen von Oktober 1979 und Oktober 1983. Darüber hinaus wurde das zu überplanende Gelände neu tachymetrisch aufgenommen.



**Abbildung 5:** Tachymetrische Aufnahme der Erosionsschäden  
**Figure 5 :** Relevé tachymétrique des dégâts d'érosion

Als Kartenmaterial dienten die topografische Karte der Stadt Pirmasens sowie das geografische Informationssystem ALKIS des Tiefbauamtes der Stadt Pirmasens.

### Planung und Bauausführung

Die Versickerungsfläche und die Holzkästen liegen auf bewaldeten Flächen der Forstverwaltung mit Douglasien- und Fichtenbestand. Das Oberflächenwasser wird unterhalb der Holzkastensperren auf einem flachen Geländeabschnitt zur Versickerung gebracht.

Die Ableitung erfolgt über eine Reihe hintereinander geschalteter, doppelwandiger Holzkastensperren. Der Bau



**Abbildung 6:** Anlandungen am Böschungsfuss und geplante Lage der Versickerungsfläche  
**Figure 6 :** Atterrissements au pied du talus et emplacement prévu de la surface d'infiltration

der Holzkastensperren ist ein wesentlicher Bestandteil des Sanierungskonzeptes und somit der Versickerungsanlage. Es war von Beginn an beabsichtigt, die Bauausführung durch Mitarbeiter des Tiefbauamtes auszuführen.

Die Verbaustrecke überwindet einen Höhenunterschied von 20 m auf einer Länge von 60 m. Das entspricht einem Gefälle von i. M. 33% oder einem Verhältnis von 1:3.

Das Gerinne wurde auf die maximale Zulaufwassermenge im Kanal dimensioniert [entspricht ca. HQ5]. Gemäss der Planung «Regenwasser Versickerungsanlage Adolf-Ludwig-Ring vom 9.10.1979» beträgt die Leistungsfähigkeit des Zulaufkanals  $Q = 415 \text{ l/s}$  [DN 400 mm, Min.  $J_s = 39\text{‰}$ ]. Eine grössere Wassermenge kann durch die vorhandenen Kanäle nicht zugeführt werden. Nur bei Druckabfluss können noch grössere Wassermengen erreicht werden. Gewählt wurde eine Wassermenge von ca. 540 l/s [siehe Kapitel Hydraulische Berechnung].

Aufgrund der hydraulischen Berechnung und der topografischen Geländeaufnahme wurden elf Querbauwerke als doppelte Holzkastensperren geplant.

Wegen der Topografie variiert die Höhe der Holzkästen zwischen 1,0 m und 2,0 m. Die Horizontalabstände zwischen den Überfallkanten liegt zwischen 3,0 m und 6,0 m. Bei Abständen ab ca. 3,0 m wurde der Kolkrand zusätzlich [z. B. mit Blöcken] gesichert. Die Abflusshöhe berechnet sich nach Poleni zu  $h_u = 0,40 \text{ m}$ . Die durchgehenden Längsleitwerke aus doppelten Holzkästen stützen das Abflussgerinne und



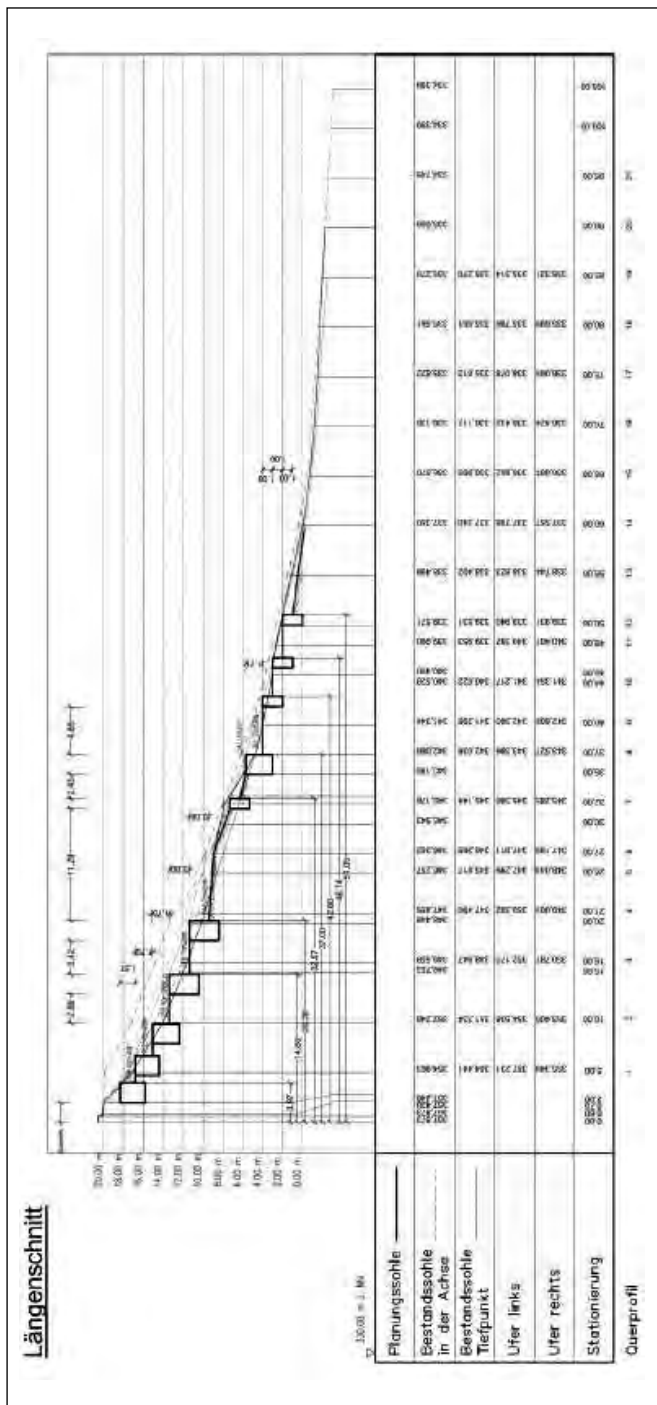


Abbildung 7: Längsschnitt der Verbauungsstrecke  
Figure 7 : Coupe longitudinale du tronçon aménagé

schützen die Hänge gegen Rutschungen. Zusätzlich tragen sie zur Stabilität des Gesamtsystems bei. Für die Sperren wurde das vor Ort befindliche Douglasien- bzw. Eichenholz verwendet und das Schottermaterial aus dem nahegelegenen Steinbruch geliefert.

## Ausführung

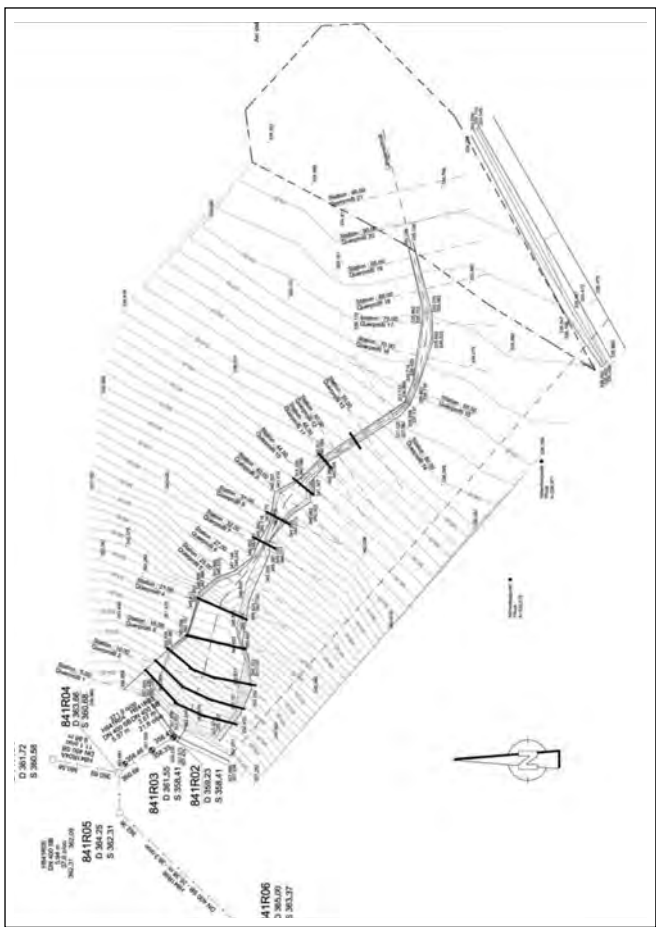


Abbildung 8: Lageplan der Verbauungsstrecke  
Figure 8 : Plan de situation du tronçon aménagé

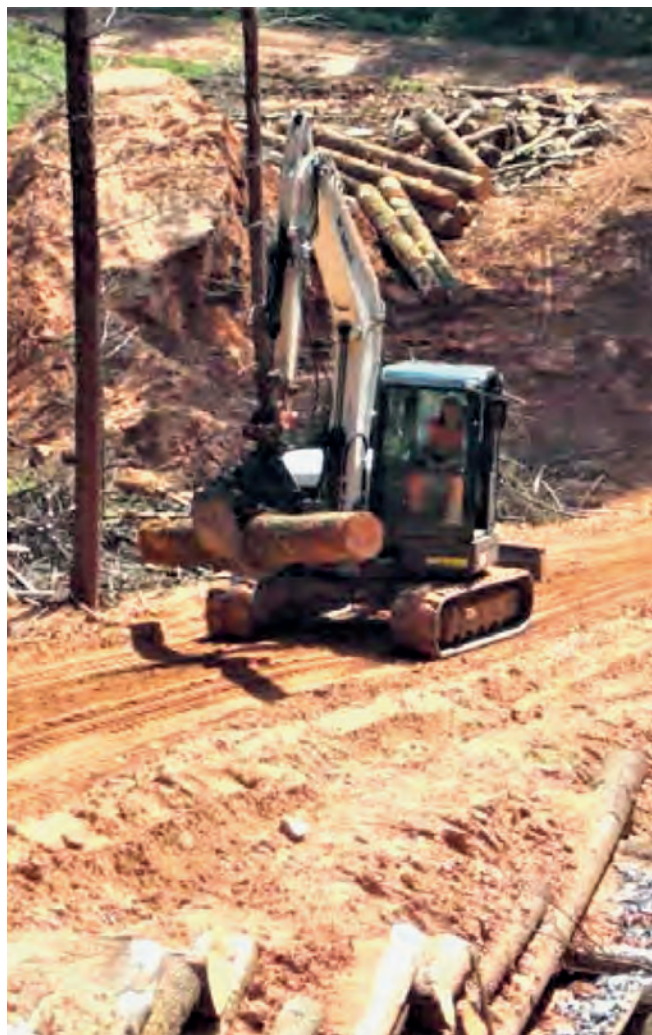
Zweiwandige Holzkastensperren werden nur selten bemessen. Meistens ergibt sich eine genügende Standsicherheit gegen Kippen und Gleiten<sup>1</sup>, wenn die Sperrenbreite an der Basis etwa der halben Sperrenhöhe entspricht. Zweiwandige Holzkastensperren wirken als Schwergewichtsmauer und bestehen aus miteinander vernagelten Längs- und Querhölzern sowie beidseitig aufgesetzten Sperrenflügeln. Die Lebensdauer von Wildbachverbauungen aus Holz ist stark abhängig von der Holzart und einer sorgfältigen Bauausführung. Im ungünstigsten Fall kann für Verbauungen aus Tannen- oder Fichtenholz mit einer Lebensdauer von rund 30 Jahren gerechnet werden. Es gibt aber auch Konstruktionen, die über 90 Jahre alt sind und immer noch funktionstüchtig. Eine höhere Lebensdauer erreichen Konstruktionen, die aus dem Kernholz von Lärche oder Föhre sowie Eiche, Robinie oder Edelkastanie gebaut werden. Douglasie wird ebenfalls als dauerhafte Holzart bezeichnet. Von entscheidender Bedeutung für die Verlängerung der

<sup>1</sup> Konrad Bergmeister, Jürgen Suda, Johannes Hübl, Florian Rudolf-Miklau: Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst & Sohn Verlag 2009

Lebensdauer sind handwerkliches Geschick und Erfahrung in der Bauausführung. Die Lebensdauer kann zusätzlich durch einen zweckmässigen Unterhalt verlängert werden. So lassen sich durch Kontrollgänge, die periodisch und nach grösseren Niederschlagsereignissen stattfinden, Schäden und Schwachstellen erkennen und beheben, solange sie noch kein grösseres Ausmass angenommen haben.<sup>2</sup> Der Durchmesser der Hölzer sollte zwischen 20 cm und 40 cm liegen. An jeder Kreuzungsstelle wurde



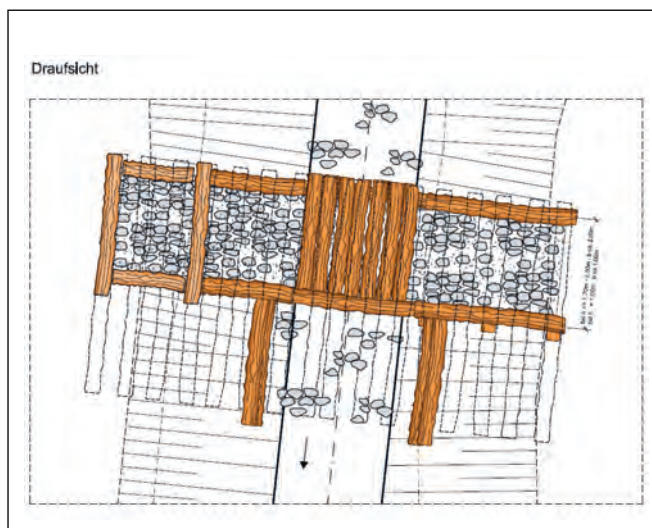
**Abbildung 9:** Vernageln der Kreuzungsstellen  
**Figure 9 :** Clouage des intersections



**Abbildung 11:** Kompaktraupe  
**Figure 11 :** Chenille compacte



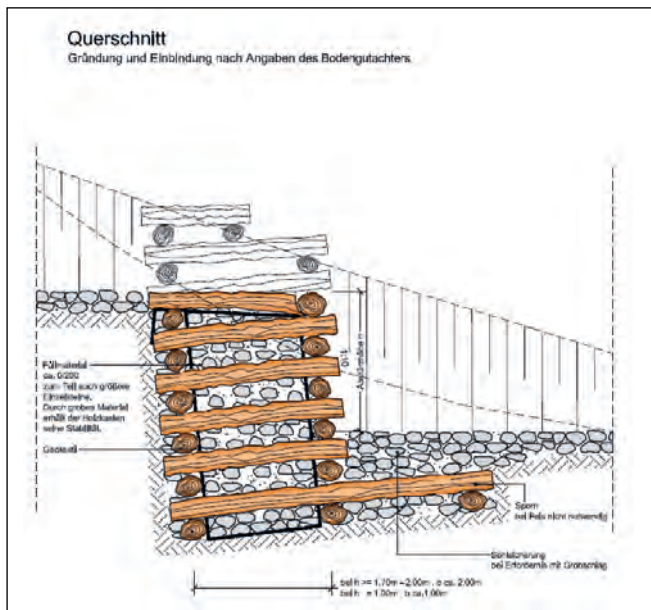
**Abbildung 10:** Einkerbn der Hölzer  
**Figure 10 :** Entaillage des bois



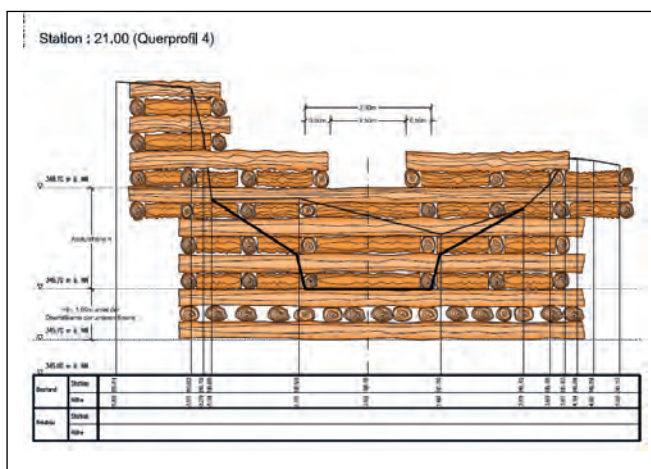
**Abbildung 12:** Draufsicht Holzkastensperre  
**Figure 12 :** Vue de dessus du barrage de caissons en bois

<sup>2</sup> Martin Frei, Albert Böll: Holz wiederentdeckt. Aufsatz in tec21, 41/2001





**Abbildung 13:** Schnitt durch die Holzkastensperre  
**Figure 13 :** Coupe à travers le barrage de caissons en bois



**Abbildung 14:** Ansicht Holzkastensperre  
**Figure 14 :** Vue du barrage de caissons en bois

der Holzkaisten mit ungespitzten Nägeln (Armierungsstahl 14 mm) vernagelt.

Vorab wurden die Hölzer mittels Fräse am oberen Quer- oder Längsholz eingekerbt, um die Unterschiede in den Durchmessern auszugleichen. Die eingesetzten Baumaschinen mussten voll geländegängig sein, sowie geeignet für schwierige Verhältnisse am Steilhang und enge Platzverhältnisse. Für solche Anforderungen sind z. B. Schreitbagger konzipiert.<sup>3</sup> Zum Einsatz kamen der sehr wendige

<sup>3</sup> Bau von Holzkästen, Fortbildungskurs am 8. Juni 1999 für die Staatlichen Forstämter Abtsgmünd und Kirchheim

Bobcat Kurzheckbagger E80, sowie die Bobcat Kompaktraupe T650. Die Sperre wurde auf einer sauber ausgeglichenen Fläche gegründet. Sie sollte wegen der Robustheit einen Schwerboden erhalten. Dieser lagert luftseitig in der Regel auf einem Längsholz. Darauf aufbauend folgen abwechselnd Lagen von Längs- und Querhölzern. Die Ausfachungen einer doppelwandigen Holzkastensperre können aus Holz- oder Steinlagen erfolgen. Im vorliegenden Fall wurde mangels Steinen die Holzvariante gewählt. Der leere Holzkasten hat eine sehr geringe Steifigkeit, da statisch gesehen die Knoten Gelenke darstellen. Die Steifigkeit erhält das System erst durch die Verfüllung mit groben Steinen.<sup>4</sup>



**Abbildung 15:** Schwerboden der Holzkastensperre  
**Figure 15 :** Fond robuste du barrage de caissons en bois



**Abbildung 16:** Detail der fertiggestellten Holzkastensperre Bild 9  
**Figure 16 :** Détail du barrage de caissons en bois terminée Image 9

<sup>4</sup> Konrad Bergmeister, Jürgen Suda, Johannes Hübl, Florian Rudolf-Miklau: Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst & Sohn Verlag, 2009





**Abbildung 17:** Aufkommende Vegetation entlang des Naturnahen Verbaus Sommer 2022

**Figure 17 :** Végétation émergente le long de l'aménagement quasi-naturel été 2022



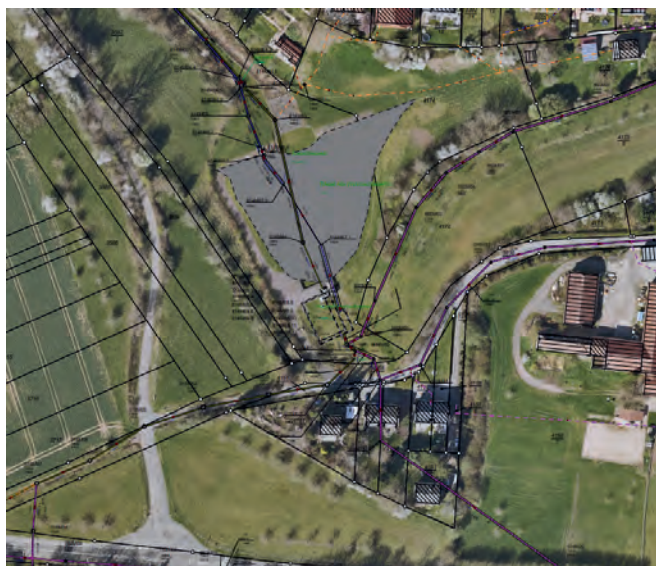
**Abbildung 18:** Aufkommende Vegetation entlang des Naturnahen Verbaus Winter 2023

**Figure 18 :** Végétation émergente le long de l'aménagement quasi-naturel hiver 2023

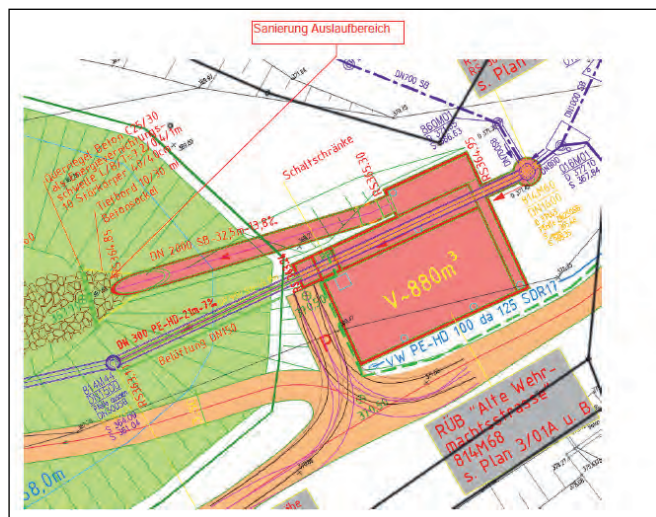


## Baukosten

Massnahmenträger war der Abwasserbeseitigungsbetrieb der Stadt Pirmasens. Die ursprüngliche Kostenschätzung belief sich auf rd. 190.000 €. Nach Kostenfeststellung belaufen sich nun die Gesamtkosten auf rd. 144.000 €. Davon waren rd. 63.000 € Materialkosten sowie rd. 81.000 € kalkulatorische Personalkosten. Die Arbeiten wurden mit eigenem Personal durchgeführt. Zur Ermittlung der Lohnkosten wurde die Gesamtstundenzahl von 2.396,5 mit einem mittleren Stundensatz von 34 € multipliziert. Die Ausführungszeit betrug insgesamt 60 Werktage, also gute drei Monate.



**Abbildung 19:** Luftbild des Kanalauslaufes Alte Wehrmachtstrasse  
**Figure 19 :** Vue aérienne de l'exutoire du canal Alte Wehrmachtstrasse



**Abbildung 20:** Sanierung Auslaufbereich Planskizze  
**Figure 20 :** Esquisse de plan d'assainissement de la zone d'écoulement



**Abbildung 21:** Schäden im Auslaufbereich des Regenüberlaufbeckens  
**Figure 21 :** Dommages dans la zone d'écoulement du bassin à débordement

## Fazit

In Anlehnung an traditionelle Methoden, wie sie gerade im Alpenraum seit Jahrzehnten eingesetzt werden, konnte durch die enge Abstimmung zwischen den Ingenieuren des Tiefbauamtes und den Bediensteten der Forstverwaltung eine Sicherungsmassnahme realisiert werden, die aufgrund ihrer ressourcenschonenden, naturnahen, wirtschaftlichen und dauerhaften Eigenschaften einen Modellcharakter im Hinblick auf den zukünftigen Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels besitzt.

## Fortführung der erfolgreichen Umsetzung der traditionellen Massnahmen

Nachdem 2011 die Sperrtreppe an der Verrieselungsanlage gebaut wurde, hat man sich entschlossen, diese Vorgehensweise bei anderen ähnlichen Baumassnahmen in den Jahren 2016 und 2019 umzusetzen.





**Abbildung 22:** Rückbau des beschädigten Einlaufbereiches  
**Figure 22 :** Démolition de la zone d'entrée endommagée



**Abbildung 25:** Fertiger Einlaufbereich  
**Figure 25 :** Zone d'entrée terminée



**Abbildung 23:** Herstellung des Planums für den Schwerboden  
**Figure 23 :** Réalisation de la surface plane pour le sol lourd



**Abbildung 26:** Regenrückhaltebecken im Betrieb  
**Figure 26 :** Bassin de rétention des eaux pluviales en service



**Abbildung 24:** Aufbau der seitlichen Holzkasten auf dem Schwerboden  
**Figure 24 :** Montage des caissons latéraux en bois sur le sol lourd

## 2016: Sanierung Kanalauslauf Regenüberlaufbecken Alte Wehrmachtstrasse

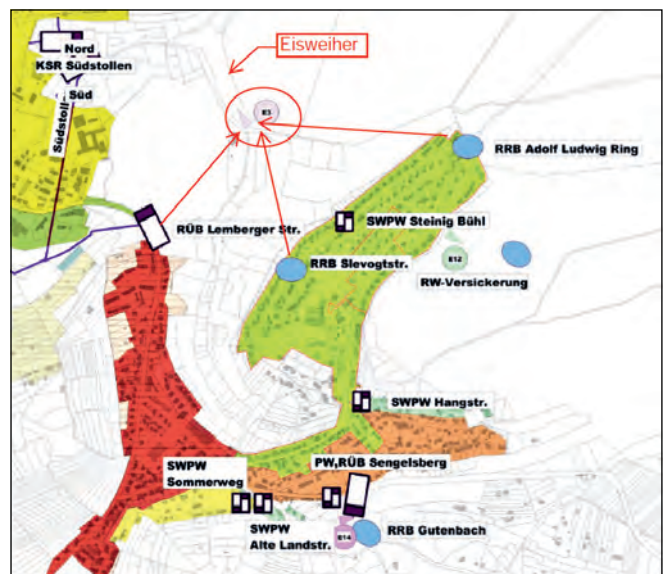
Angegliedert an das eigentliche Regenüberlaufbecken ist das Entlastungsbauwerk mit Beckenüberlauf, über das zudem die Anbindung an den bestehenden Kanal erfolgt. Für die 10 m lange Überfallschwelle aus Edelstahl ergibt sich eine max. Entlastung von 4.300 l/s.

Im Jahr 2011 wurde der Bau des Regenüberlaufbeckens und des Regenrückhaltebeckens fertiggestellt. Nach nur drei Jahren war der Auslaufbereich des Regenüberlaufbeckens von der kinetischen Energie des abschlagenden Wassers zerstört.

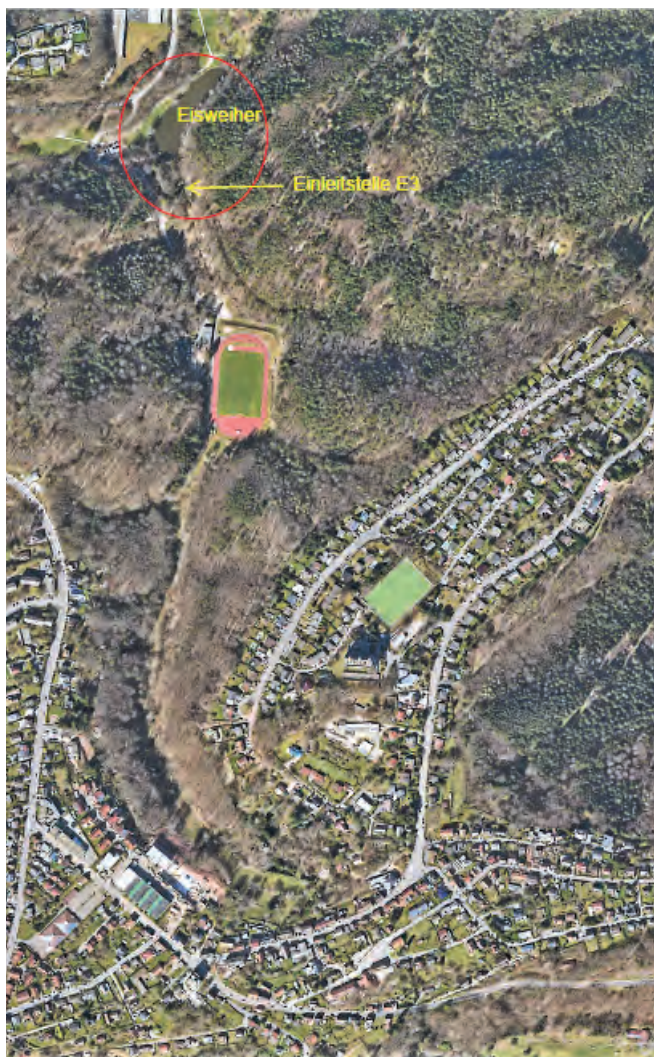




**Abbildung 27:** Einleitstelle E3 Tiefenerosion an der Einleitstelle E3  
**Figure 27 :** Point de déversement E3 Erosion en profondeur au point de déversement E3



**Abbildung 29:** Lageskizze Einleitstelle E3  
**Figure 29 :** Croquis de localisation du point de déversement E3



**Abbildung 28:** Luftbildauszug der Einleitstelle E3  
**Figure 28 :** Extrait de la photo aérienne du point de déversement E3



**Abbildung 30:** Anlegen der Sperre 4 als doppelte Holzkastensperre  
**Figure 30 :** Mise en place du barrage 4 sous forme de barrage double en caissons de bois



Auch hier wurde auf eine Wiederherstellung aus Beton und Wasserbausteine verzichtet und der Bau eines Schwerbodens mit Seitenleitwerk einer Holzkastensperre favorisiert.

### **Wiederherstellung vom Auslaufbereich Planung und Durchführung in Eigenleistung Abteilung Kanalbetrieb und -unterhalt**

Ziel der Massnahme war es, die Beckensohle des Regenrückhaltebeckens vor möglichen Erosionsschäden zu schützen und die Einfließgeschwindigkeit zu verringern.



**Abbildung 31:** Rodung des Umfeldes  
**Figure 31 :** Défrichage des alentours



**Abbildung 32:** Befüllung der Sperre 1 mit Lehm  
**Figure 32 :** Remplissage du barrage 1 avec de l'argile



**Abbildung 33:** Fertige Holzkastensperre Sperre 3  
**Figure 33 :** Barrage de caissons en bois terminé Barrage 3

Der Baubeginn war im November 2016, das Bauende im März 2017.

Für die Erstellung des Sperrbauwerks musste erst der beschädigte Auslauf bis auf die Beckensohle von dem Regenrückhaltebecken zurückgebaut werden. Danach erfolgte das Planum für den Schwerboden.

Im weiteren Ablauf wurden die beiden Seitenleitwerke als doppelwandige Holzkastensperren gebaut und befüllt.

### **Das Holz für die Holzkastensperren stammt aus regionaler und nachhaltiger Forstwirtschaft.**

Alles funktioniert seit sieben Jahren einwandfrei, es gibt bislang noch keine Schäden.



## 2019: Beseitigung von Tiefenerosion an der Einleitstelle E3

### Ausgangslage

Der Eisweiher ist ein künstliches Gewässer, das aus mehreren Einleitstellen gespeist wird. An der Einleitstelle E3 [Entlastung bei Starkregen bis zu 3120 l/s] haben sich im Laufe der Jahre erhebliche Tiefenerosionen gebildet.

Um der starken Versandung und Verkleinerung des Gewässers entgegenzuwirken, wurde der Wirtschafts- und Servicebetrieb der Stadt Pirmasens [WSP Abteilung Kanal] mit der Renaturierung des Gewässerlaufs und der Sicherung durch Schutzmassnahmen mit Holzkastensperren beauftragt.

### Planung und Durchführung in Eigenleistung Abteilung Kanalbetrieb und -unterhalt

Geplant wurden auf der Grundlage und Erfahrungen der bisher durchgeführten Massnahmen

- die Versickerungsanlage Steinig Bühl und
- der Auslauf «Regenüberlaufbecken Alte Wehmachtstrasse»

Der Zugriff auf Elemente aus Holz bedeutet nicht nur Nachhaltigkeit und Langlebigkeit – diese Variante ist auch um ein Vielfaches günstiger als Bauten aus Beton. Die Verbaustrecke befindet sich zwischen der Einleitstelle E3 und dem Einlauf in den Eisweiher.

Zur Verhinderung weiterer Sohlenerosionen waren doppelte Holzkastensperren als Wildbachsperren vorgesehen. Seitenleitwerke aus doppelten Holzkasten ergänzten die Sperren.

Geplant wurden fünf doppelte und zwei einzelne Holzkastensperren auf einer Länge von ca. 120 m sowie die Anhebung des Bachlaufs. Das Eichenholz für die Holzkastensperren stammt aus regionaler und nachhaltiger Forstwirtschaft. Der benötigte Lehm zur Anhebung, sowie das Füll- und Abdeckmaterial für die Sperren, entstammen einer eigenen Baumassnahme. Lohn- und Gerätekosten wurden auf 95.000 €, Materialkosten auf 9.600 € beziffert.

Im ersten Schritt des Projektes wurde im Frühjahr 2019 die unmittelbare Umgebung des Zulaufs fachgerecht freigeschnitten.

In den weiteren Schritten wurde der Bachlauf für die Aufnahme der Holzkasten profiliert, danach wurden die Eichenstämme angelegt, miteinander vernagelt und mit Füllholzern ausgefüllt sowie mit Lehm befüllt.

In dieser Vorgehensweise wurden alle weiteren Sperren erstellt.

### Literaturverzeichnis

- Konrad Bergmeister, Jürgen Suda, Johannes Hübl, Florian Rudolf-Miklau: Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Grundlagen, Entwurf und Bemessung, Beispiele. Ernst & Sohn Verlag, 2009
- Martin Frei, Albert Böll: Holz wiederentdeckt. Aufsatz in tec21, 41/2001
- Bau von Holzkästen, Fortbildungskurs am 8. Juni 1999 für die Staatlichen Forstämter Abtsgmünd und Kirchheim

### Tabellen

#### Hydraulische Berechnungen

##### Allgemein

Die Grundlagen der hydraulischen Berechnung wurden aus der «Planung der Versickerungsanlage Steinig Bühl» von August 1983 entnommen. Weitere Daten stammen vom Abwasserbeseitigungsbetrieb der Stadt Pirmasens.

#### Wassermengen und Abflusshöhen

##### Abfluss von befestigten Flächen

|                                              |                 |
|----------------------------------------------|-----------------|
| Befestigtes Einzugsgebiet                    | 3,21 ha         |
| Abflussbeiwert                               | 0,6             |
|                                              | 268,35 l/[s*ha] |
| Berechnungsregen gewählt $r_{10,n=0,2}$      |                 |
| $= 3,21 * 0,6 * 268,35 = 516,84 \text{ l/s}$ |                 |

##### Abfluss von unbefestigten Flächen

|                                             |                 |
|---------------------------------------------|-----------------|
| Natürliches Einzugsgebiet                   | 0,76 ha         |
| Abflussbeiwert                              | 0,05            |
|                                             | 653,03 l/[s*ha] |
| Berechnungsregen gewählt $r_{5,n=0,02}$     |                 |
| $= 0,76 * 0,05 * 653,03 = 24,8 \text{ l/s}$ |                 |

#### Gesamtabfluss

$$Q = 516,84 \text{ l/s} + 24,8 \text{ l/s} = 541,64 \text{ l/s}$$

$$\text{Gew. } Q = 540 \text{ l/s}$$

#### Berechnung der Abflusshöhe an der Überfallkante der Holzkastensperren

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| $Q_{\text{Ü}}$      | $= 0,54 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| $n_{\text{Ü}}$      | $= 0,49$                      |
| min. $l_{\text{Ü}}$ | $= 1,5 \text{ m}$             |
| $h_{\text{Ü}}$      | $= 0,395 \text{ m}$           |

An der Überfallkante der Holzkastensperre stellt sich bei einer Überfallbreite von 1,50 m ein Wasserstand von ca. 0,40 m ein.

### Abschätzung der Versickerungsleitung

Objekt: Versickerungsanlage Adolf-Ludwig-Ring, Pirmasens  
 Bemerkung: Die Reinholdschen Regenreihen gelten nur bis  $T=150$  min!

### Muldenversickerung

|                          |                    |        |
|--------------------------|--------------------|--------|
| Angeschlossene Fläche    | [m <sup>2</sup> ]: | 19.260 |
| Max. Versickerungsfläche | [m <sup>2</sup> ]: | 1.300  |
| Regenspende $r[15],1$    | [l/(s*ha)]:        | 120    |
| Regenhäufigkeit          | [1/a]:             | 0,5    |
| Durchlässigkeitsbeiwert  | [m/s]:             | 5e-6   |
| Max. Entleerungszeit     | [h]:               | 36     |
| Muldenvolumen            | [m <sup>3</sup> ]: | 406,23 |
| Muldentiefe              | [m]:               | 0,31   |
| Regenspende              | [l/(s*ha)]:        | 25,6   |
| Regendauer               | [min]:             | 139,9  |
| Entleerungsdauer         | [h]:               | 34,7   |

Die zur Versickerung stehende Fläche beträgt im Planungsabschnitt ca. 1.300 m<sup>2</sup>. Unter den vorhandenen Gegebenheiten wird eine Überschreitungshäufigkeit von  $n=0,5$  Jahren erreicht. Die Entleerungsdauer [Versickerungsdauer] der Mulde beträgt ca. 36 h.

Beim Überschreiten der Versickerungsleistung fließt das Überlaufwasser breitflächig in die östlich liegenden bewaldeten Flächen sowie in den vorhandenen Wegseitengraben. Ein Schadenspotenzial ist so gut wie nicht vorhanden. Es kann lediglich zu Erosionen in der Versickerungsmulde, an den zu errichtenden Erdwällen oder am Wirtschaftsweg kommen. Diese Erosionen lassen sich mit geringen Mitteln wieder Instand setzen.

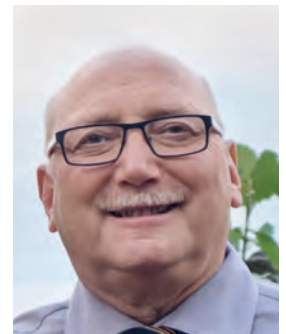
Unberücksichtigt sind die Versickerung und Speicherung innerhalb der Holzkastensperren. Diese tragen zusätzlich zu einem beträchtlichen Anteil an der Versickerung bei.

### Kontaktadressen

Bürgermeister Michael Maas  
 Exerzierplatzstrasse 17  
 66953 Pirmasens  
 Tel.: 06331 8400  
 info@pirmasens.de



Heinrich Schaaf  
 Am Innweg 15  
 66955 Pirmasens  
 Tel.: 06331 240813  
 heinrichschaaf@pirmasens.de



## Begrünungen Hunn

Mit der Natur als Partner

Nassansaat

Ingenieurbiologie

Dachbegrünung

**Erosionsschutz  
und  
Begrünungsarbeiten**

**Begrünungen Hunn AG**  
 Pilatusstrasse 14, 5630 Muri  
[www.begruenungen-hunn.ch](http://www.begruenungen-hunn.ch)



# Bautypenkatalog – Ökologie

Alfred Ellmer  
Matthias Pichler



**Auf die Wurzeln  
kommt es an...**

**Samen und Pflanzen für die Hangsicherung**  
zusammengestellt nach Wurzelprofilen und  
Erosionsschutzwirkung.  
Objektbesichtigung kostenlos  
Lieferung ganze Schweiz und EU

**schutzfilisur**  
**100 jahre** Samen Pflanzen AG

Schutz Filisur, Samen u. Pflanzen AG, CH-7477 Filisur  
Tel. 081 410 40 00, Fax. 081 410 40 77  
samenpflanzen@schutzfilisur.ch

## Zusammenfassung

Der Bautypenkatalog Ökologie liefert ökologische und technische Grundlagen für die Umsetzung von Schutzbauwerken in und an Gewässern. Es werden Längsbauwerke sowie Querbauwerke verschiedener Höhen behandelt.

## Keywords

Durchgängigkeit, Wasserwechselzone, ökologische Funktionsfähigkeit, technische Funktionsfähigkeit

## Catalogue des types d'ouvrages - Écologie Ouvrages de protection contre les torrents et les avalanches

### Résumé

Le catalogue des types de construction Écologie fournit des bases écologiques et techniques pour la réalisation d'ouvrages de protection dans et le long des cours d'eau. Les structures longitudinales ainsi que les structures transversales de différentes hauteurs sont considérées.

### Mots-clés

Continuité, zone soumise aux variations de débit, fonctionnalité écologique, fonctionnalité technique

## Catalogo delle opere tipo – Ecologia Opere di protezione lungo i torrenti e contro le valanghe

### Riassunto

Il catalogo delle opere tipo in ambito ecologico fornisce le basi ecologiche e tecniche per la realizzazione di strutture protettive all'interno e lungo i corsi d'acqua. Vengono trattate sia le strutture longitudinali che quelle trasversali di diverse altezze.

### Parole chiave

Passabilità, Zona di scambio idrico, Funzionalità ecologica, Funzionalità tecnica



**Abbildung 1:** Titelblatt des Bautypenkataloges  
**Figure 1 :** Page de titre du catalogue des types de construction

## Einleitung

Bereits 2013 wurde ein Bautypenkatalog Ökologie für die am häufigsten errichteten Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung in der Steiermark (Österreich) entwickelt. Dieses Operat enthielt Bauwerke bis zu einer Absturzhöhe von 2,00 m. Für Bauwerke mit Höhen grösser 2,00 m lagen also bis dato keine umfassenden Unterlagen für deren ökologische Gestaltung vor. Der bestehende Bautypenkatalog Ökologie wurde daher einem Evaluierungsprozess unterzogen, um grössere Bauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung ergänzt und in einem neuen Gesamtoperat vereint.

Ziel des überarbeiteten und neu aufgelegten Bautypenkataloges 2022 ist – im Sinne des Wissensmanagements – die Erfahrungen der Wildbach- und Lawinenverbauung, externer Planerinnen und Planer, ökologischer Bauaufsichten sowie Sachverständiger verschiedener Fachrichtungen in einem umfangreichen Bautypenkatalog zu sammeln und für die praxisnahe Umsetzung zur Verfügung zu stellen.

## Inhalt

Der Bautypenkatalog – Ökologie umfasst 12 Kapitel:

- 1 Ökologische Notwendigkeit
- 2 Rechtliche Grundlagen
- 3 Ökologische Grundlagen
- 4 Bautypen – Längsbauwerke
- 5 Querbauwerke bis 2 m
- 6 Querbauwerke über 2 m
- 7 Sonstige technische Bautypen
- 8 Sonstige ökologische Massnahmen
- 9 Durchgängigkeit und ökologische Aufwertung bei Bestandsbauwerken
- 10 Instandhaltung und Wartung von Hochwasserschutzanlagen aus ökologischer Sicht
- 11 Checkliste für Planung und Bau
- 12 Anhang

Der Bautypenkatalog Ökologie dient einerseits **Planungen** und andererseits der Verbesserung der **ökologischen Funktionsfähigkeit von bestehenden Bauwerken**, ohne deren Schutzwirkung zu reduzieren. Das entstandene Operat soll dazu beitragen, technisch notwendige Schutzsysteme ökologisch verträglich zu gestalten und umzusetzen.

Ergänzend zu den naturschutzrechtlichen Aspekten, wurde durch die Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in das Wasserrechtsgesetz, die «Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie der Schutz und die Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme» als oberstes Ziel festgelegt. Um diesen, auf Grundlage von Rechtsnormen basierenden Vorgaben gerecht zu werden, wurde der Bautypenkatalog erarbeitet, welcher anhand von **praxisgerechten Beschreibungen mit Skizzen und Fotos jene ökologischen Aspekte** aufzeigt, die nach Möglichkeit bei allen Längs- und Querbauten am Gewässer berücksichtigt werden müssen.

Die dargestellten Bauwerke repräsentieren einerseits den Stand der Technik hinsichtlich ihrer technischen Funktionsfähigkeit unter den jeweils zu erwartenden Wildbachprozessen, erfüllen aber zugleich alle Anforderungen der ökologischen Funktionsfähigkeit an Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung.

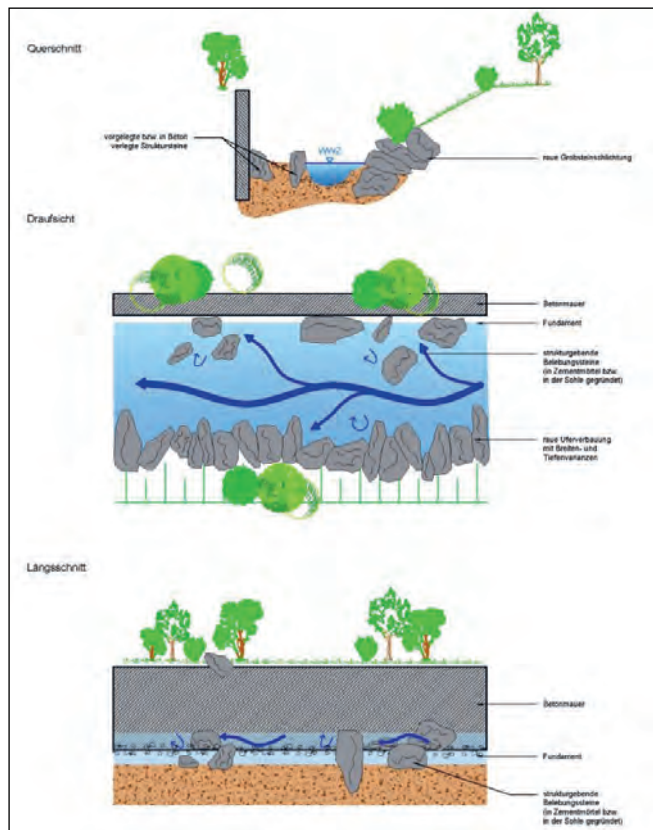
Beim Aufbau des Bautypenkataloges wurde darauf geachtet, dass zu Beginn die ökologischen und rechtlichen Grundlagen aufbereitet werden. In weiterer Folge wurde auf alle Bautypen der Längs- und Querbauwerke in Anlehnung an die ÖNORM-Regeln ONR 24800 bis 24803 eingegangen. Um das Operat zu vervollständigen, sind auch Themen-



bereiche wie die ökologische Gestaltung von Durchlässen und Brücken oder ingenieurbioökologische Gestaltungsmöglichkeiten im Kapitel «Sonstige technische Bautypen» und «Sonstige ökologische Massnahmen» zusammengefasst. Ein weiteres Kapitel wurde der Instandhaltung und Wartung von Hochwasserschutzanlagen aus ökologischer Sicht gewidmet.

Pro Bautyp sind die Themenpunkte «Ökologische Vorgaben im Zuge der Planung», «Ökologische Rahmenbedingungen im Zuge der Bauausführung», sowie «Regelplanungen der einzelnen Bautypen» abgebildet. Damit wurden ökologische Gestaltungsmöglichkeiten für den gesamten Planungs- sowie Ausführungsprozess ausgearbeitet. Ergänzend dazu werden zusätzliche ökologische Grundlagen für Planung und Bau je Bautyp dargelegt.

In diesem Bautypenkatalog wurden über die Grenzen der Steiermark hinaus, auch «best-practice» Beispiele aus den Sektionen Oberösterreich sowie Wien, Niederösterreich und Burgenland, eingearbeitet.



**Abbildung 2:** Bauskizzen (Querschnitt, Draufsicht, Längsschnitt) für die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse entlang einer Ufermauer  
**Figure 2 :** Esquisses de construction (coupe transversale, vue en plan, coupe longitudinale) pour l'amélioration des conditions écologiques le long d'un mur de rive

## Vorstellung ausgewählter Bautypen

- Regelplanung für Ufermauern
- Gestaltung «aufgelöste Sperren»
- Herstellung Durchgängigkeit von Bestandsbauwerken

### Ad a. Regelplanung für Ufermauern

Im urbanen Gebieten sind Ufermauern zum Schutz von Gebäuden oder Wegen notwendig. Diese Mauern können entweder als Betonmauern oder als Zyklopenmauerwerk errichtet werden. Zur Minimierung von negativen Auswirkungen auf das Gewässersystem, sollten bei Ufermauern auf eine vorgelagerte Strukturierung in der Wasserwechselzone geachtet werden. Es können z. B. Belebungssteine entweder beim Neubau einer Ufermauer oder auch nachträglich eingebaut werden. Zur Verbesserung des optischen Erscheinungsbildes können auch Strukturmatrizen bei der Schalung der Ufermauern verwendet werden.

In der Abbildung 2 sind Bauskizzen (Querschnitt, Draufsicht, Längsschnitt) für die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse entlang einer Ufermauer dargestellt. Die technische Funktionsfähigkeit der Ufermauer wird dadurch nicht beeinträchtigt!

In der Abbildung 3 ist eine Zyklopenmauer mit Strukturierungsmassnahmen in der Wasserwechselzone zu sehen. Durch vorspringende Wasserbausteine sowie unterschiedliche Breiten- und Tiefenvarianzen durch einzelne Belebungssteine, wird ein diverses Strömungsbild erzeugt [Schöttlbach, Bezirk Murau, 2020].



**Abbildung 3:** Zyklopenmauer mit Strukturierungsmassnahmen in der Wasserwechselzone  
**Figure 3 :** Mur cyclopéen avec mesures de structuration dans la zone soumise aux variations de débit

#### Ad b. Gestaltung «aufgelöste Sperren»

«Aufgelöste Sperren» können in unterschiedlichen Breiten mit einer unterschiedlichen Anzahl an Scheiben errichtet

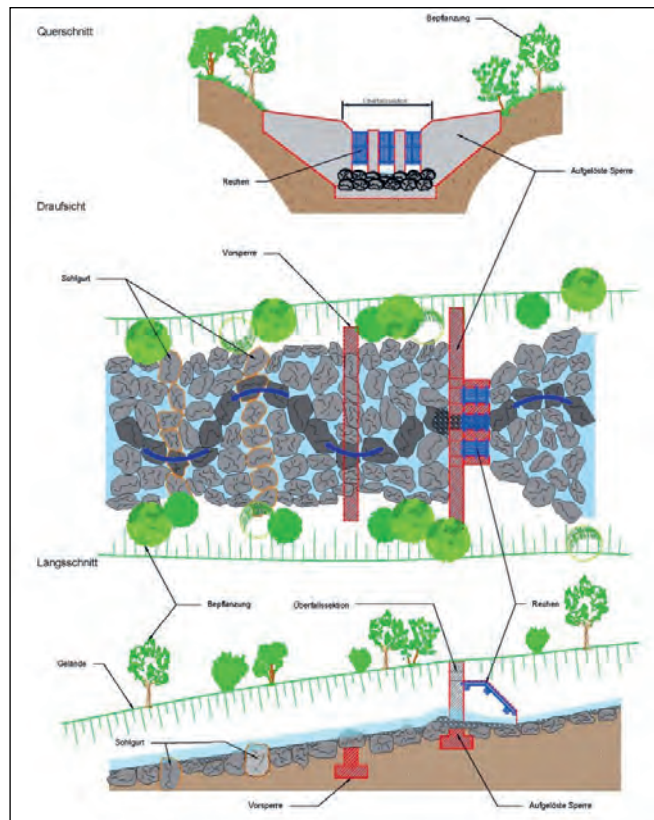


Abbildung 4: Bauskizzen für eine aufgelöste Sperre

Figure 4 : Esquisses de construction d'un barrage disloqué

werden. Dieser Bautyp wird zumeist in Betonbauweise errichtet. Es ist auf eine raue Gestaltung des Gerinnes, die Herstellung einer Niederwasserrinne sowie auf geringe Abstürze zu achten. Weiters soll der Rechenteil nicht bis in die Sohle reichen, um laufende Verklausungen des Rechens zu vermeiden.

In der Abbildung 4 sind Bauskizzen für eine aufgelöste Sperre dargestellt. Die Abbildung 5 zeigt eine ausgestaltete, strukturierte Sohle im Sperrenbereich während der Bauphase [Schöttlbach, Bezirk Murau, 2018/19].

#### Ad c. Herstellung Durchgängigkeit von Bestandsbauwerken

Zum Schutz vor Hochwässern und Muren wurde eine Vielzahl an Schutzbauwerken nach den jeweils geltenden Standards errichtet. Im Zuge von Sanierungen können neben der **technischen Sanierung** auch **ökologische Adaptationen** durchgeführt werden. Dabei werden, entsprechend dem vorherrschenden Wildbachprozess, unter anderem auch Sperrenbauwerke in deren Funktion revidiert und adaptiert. Im Zuge von derartigen Sanierungen, können Bauwerke auch hinsichtlich der ökologischen Grundsätze durchgängiger gemacht werden.

Bei der Wahl der **ökologischen Durchgängigkeitsgestaltung** ist neben den technischen Rahmenfaktoren (Zustand der Verbauung, Bauwerkstyp, Wildbachprozess) auch das ökologische Erfordernis (natürlicher Fischlebensraum, Lebensraum für Makroinvertebraten) in den Planungsprozess miteinzubeziehen.



Abbildung 5: Ausgestaltete, strukturierte Sohle im Sperrenbereich während der Bauphase [Schöttlbach, Bezirk Murau, 2018/19]

Figure 5 : Lit aménagé et structuré dans la zone du barrage pendant la phase de construction [Schöttlbach, district de Murau, 2018/19]





**Abbildung 6:** Umbau einer ehemals kronengeschlossenen kleindoligen Sperre in eine sohloffene Schlitzsperre [Schöttlbach, Bezirk Murau, 2019]

**Figure 6 :** Transformation d'un barrage à petites dolines, autrefois fermé par une couronne, en un barrage à fentes ouvert sur le lit [Schöttlbach, district de Murau, 2019]

Die Abbildung 6 zeigt den Umbau einer ehemals kronengeschlossenen kleindoligen Sperre in eine sohloffene Schlitzsperre. Durch das Aufschneiden wurde die Durchgängigkeit im Sohlbereich für die aquatische Fauna geschaffen [Schöttlbach, Bezirk Murau, 2019].

## Literaturverzeichnis

Ellmer, Pichler, Petschar, Pink: Bautypenkatalog – Ökologie: Schutzbauwerke der Wildbach- und Lawinenverbauung; Herausgeber: Sektion Steiermark, Wildbach- und Lawinenverbauung, Graz 2021;

## Download-Link

[https://www.wlv-austria.at/images/fachpublikationen/WLV-Bautypenkatalog%20%C3%96kologie\\_Version%20April%202022.pdf](https://www.wlv-austria.at/images/fachpublikationen/WLV-Bautypenkatalog%20%C3%96kologie_Version%20April%202022.pdf)

## Kontaktadressen

Alfred Ellmer  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
Sektion Steiermark  
Stattegger Strasse 60  
8045 Graz  
[alfred.ellmer@die-wildbach.at](mailto:alfred.ellmer@die-wildbach.at)



Matthias Pichler  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
GBL Steiermark West  
Murauer Strasse 8  
8811 Scheifling  
[matthias.pichler@die-wildbach.at](mailto:matthias.pichler@die-wildbach.at)





**Unser Beratungs- und Ausführungsteam begleitet Ihre Projekte mit 55 Jahren Know-how.**

- 
**Ansaat**  
 Wir begrünen alle Flächen und Böschungen in jedem Gelände und an jedem Standort.
- 
**EcoTex®-Geotextilien als Erosionsschutz**  
 Wir liefern und verlegen Geotextilien aus Kokosfasern oder Jute; natürlich und biologisch abbaubar.
- 
**Sedummatten**  
 Sie suchen vorkultivierte, sofort verlegbare Sedummatten für die extensive Begrünung von Böschungen, Verkehrsinseln, Garten- und Rasenabschlüssen oder Garagen und Carports? Wir liefern sie.
- 
**Ingenieurbilogie**  
 Wir sind Ihr Ansprechpartner für verschiedene Stützkonstruktionen für Uferzonen und Böschungen.

Mehr Informationen und interessante Referenzobjekte finden Sie auf unserer Internetseite [www.hydrosaat.ch](http://www.hydrosaat.ch).

Senden Sie uns eine Mail an [hydrosaat@hydrosaat.ch](mailto:hydrosaat@hydrosaat.ch) oder rufen Sie uns an unter 026 322 45 25. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!



# Erfahrungsbericht über die Einbringung von Weidensteckhölzer in einer in Beton verlegten Grobsteinschichtung

Mathias Huber  
Monika La Poutré

## Zusammenfassung

Die Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal hat im Zuge der erforderlichen Sanierungsmassnahmen nach einem Murereignis einen Versuch für ein neues Verfahren zur Einbringung von Weidensteckhölzern in eine Grobsteinschichtung in Beton gestartet. Ziel war es, die notwendige harte Verbauungsmasse ökologisch und in Hinblick auf das Landschaftsbild aufzuwerten. Etwa die Hälfte der mit dieser Methode eingelegten Weidenstecklinge wuchsen an. Inzwischen wurde diese Methode bei einer weiteren Versuchsfläche erfolgreich angewendet. Zukünftig sollte untersucht werden, inwieweit auch auf Extremstandorten mit geringen Niederschlagsmengen und sonnenexponierten Lagen Weiden in betonierten Grobsteinschichtungen überlebensfähig sind.

## Key Words

Weidensteckhölzer, Grobsteinschichtung in Beton, Hochwasserereignis 2005

## Rapport d'expérience sur la mise en place de boutures de saule dans un perré de pierres placé dans du béton

## Résumé

Dans le cadre des mesures d'assainissement nécessaires après un événement de lave torrentielle, la Direction régionale des constructions, aménagement des torrents et contrôle des avalanches de la haute vallée de l'Inn, a lancé un essai pour une nouvelle méthode d'introduction de boutures de saule dans un perré de pierres placé dans du béton. L'objectif était de revaloriser les mesures nécessaires d'endiguement en dur d'un point de vue écologique et en ce qui concerne le paysage. Environ la moitié des boutures de saule mises en place avec cette méthode ont poussé. Entre-temps, cette méthode a été appliquée avec succès sur une autre surface expérimentale. A l'avenir, il conviendra d'étudier dans quelle mesure les saules peuvent également survivre dans des couches de gros cailloux bétonnés situées en des endroits extrêmes avec de faibles précipitations et exposés au soleil.

## Mots-clés

Boutures de saule, perré de pierres placé dans du béton, crues de 2005



## Pantumazione di talee di salice tra i blocchi di rivestimento di una parete in calcestruzzo - Relazione sull'esperimento

### Riassunto

Nel corso delle necessarie misure di ripristino dopo un evento di colata detritica, il servizio di controllo dei torrenti e delle valanghe della regione dell'Alta Valle dell'Inn, ha avviato una sperimentazione di una nuova procedura per l'inserimento di talee di salice in un rivestimento di pietra grezza di una parete in calcestruzzo. L'obiettivo era di migliorare dal punto di vista ecologico e paesaggistico la necessaria misura di protezione realizzata in duro. Circa la metà delle talee di salice inserite con questo metodo ha attecchito. Nel frattempo, questo metodo è stato applicato con successo a un'altra area di prova. In futuro, si dovrà verificare in che misura le talee di salice possano sopravvivere tra la pietra grezza affondata nel cemento anche in situazioni estreme con scarse precipitazioni e esposte al sole.

### Parole chiave

Talee di salice, Calcestruzzo rivestito in pietra naturale, Evento alluvionale 2005

### Massnahmenfläche Stubenbach Pfunds

Im August 2005 verwüstete ein Jahrhunderthochwasser viele Teile Tirols. Anhaltende starke Regenfälle liessen Lech, Trisanna und Inn über die Ufer treten. Schwer betroffen war auch der Ort Pfunds, wo der Stubenbach 15 Meter hoch anstieg und das ganze Dorf infolge eines mehrschubigen Murereignisses überschwemmte. Die damalige Uferverbauung wurde vollständig zerstört, weshalb die Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal ein Sanierungskonzept ausarbeitete. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Ortsteil Stuben, durch welchen der Stubenbach fliesst, mussten beidseitig die Böschungen Grossteils mit einer in Beton verlegten Grobsteinschichtung gesichert werden. Die bis zu 10 m hohe Grobsteinschichtung weist, je nach Steingrösse, eine Tiefe von 1 bis 1,5 m auf.

Auf Anregung des damaligen Partieführers Christian Reheis, welchem damals schon bewusst war, dass eine so massive Verbauung einer Auflockerung bedarf, wurde der Versuch gestartet, Weidensteckhölzer einzubringen, und sie damit ökologisch aufzuwerten. Um ein Anwurzeln der Weiden zu erreichen, wurden folgende Massnahmen beim Einbau umgesetzt:

- Verwendung von Betonhalbschalen mit einem Durchmesser von 150 bis 200 mm, welche mit einem PVC Rohr verlängert wurden, in welchen die Weidensteckhölzer verlegt werden
- Befüllung der Betonhalbschalen / Rohre mit Material inklusive Verdichtung von Hand und anschliessendes Einbringen der Weidenstecklinge
- Fortlaufende Verlegung der Betonhalbschalen / Rohre mit dem Bau der Steinschichtung
- Überstand von ca. 20 cm der Betonhalbschalen aus der Mauer zur Gewährleistung der Wasserversorgung der Steckhölzer, bis deren Wurzeln in die Hinterfüllung reichen
- Betonhalbschalen-Betonrohre / PVC-Rohre reichen bis in die Hinterfüllung, um das Wurzelwachstum bis in das anstehende Erdreich zu ermöglichen
- Einhaltung einer leicht abfallenden Längsneigung beim Einbau des Rohres
- Schutz des Überstandes der Betonhalbschalen vor herabfallendem Material (beim ersten Versuch sind einige Halbschalen durch herabfallendes Material oder Gegenstände abgebrochen)



**Abbildung 1:** Detailansicht eines in einem Betonrohr verlegten Weidensteckholzes. Erfolgreicher Austrieb in der Vegetationsperiode nach Einbau.

**Figure 1 :** Vue détaillée d'une bouture de saule placée dans un tuyau en béton. Pousse réussie pendant la période de végétation après l'installation.

Anschliessend wurde das mit dem Steckholz versehene Rohr in die Steinschichtung eingebaut. In dieser Weise wurden im oberen Bereich der Mauer etwa alle 10 Meter Steckhölzer in die Mauer eingebracht. Die Steckhölzer wurden eigens für diesen Zweck von bestimmten Weiden gewonnen, welche erfahrungsgemäss eine sehr hohe vegetative Vermehrbarkeit aufweisen. Es handelt sich dabei um Hybridweiden aus Purpurweide, Bruchweide und wahrscheinlich Lavendelweide. Etwa 15 Jahre später zeigt



**Abbildung 2:** Verbauster Stubenbach im Orstgebiet von Pfunds. Die mit dieser Methode eingebauten Weiden sind rot markiert. Foto Sommer 2022.

**Figure 2 :** Ruisseau de Stuben aménagé dans la région de Pfunds. Les saules installés avec cette méthode sont marqués en rouge. Photo 2022.



**Abbildung 3:** Grösste angewachsene Weide. Der Haupttrieb hat die Stärke des Betonrohres. Hier sollte ein Pflegeschnitt durchgeführt werden. Foto Winter 2023.

**Figure 3 :** Le plus grand saule ayant poussé. La pousse principale a l'épaisseur du tuyau en béton. Ici, une coupe d'entretien devrait être effectuée. Photo hiver 2023.

sich, dass die Weiden zwar relativ langsam wachsen, aber in der Lage sind, mit diesen Extrembedingungen zu leben. Allerdings ist mit einem vergleichsweise hohen Ausfall zu rechnen. Von den mit dieser Methode eingebrachten Steckhölzern wurzelten etwa die Hälfte an. Dementsprechend ist in Zukunft ein engerer Besatz mit Steckhölzern zu wählen.

### Massnahmenfläche Grinner Wildbad

Diese Methode wurde bereits bei einem zweiten Projekt umgesetzt. Nach den Murereignissen 2016 und 2017 kam es zu massiven Erosionen im Bereich «Wildbad» am Grinner Mühlbach in der Gemeinde Grins. Da in diesem Bereich vor Jahren eine Heilquelle durch die Gemeinde Grins angebohrt wurde, sowie aus diesem Bereich im Rahmen der Ereignisse massiv Geschiebe mobilisiert wurde, hat



**Abbildung 4:** Errichtung der Grabsteinschichtung in Beton verlegt im Juli 2020. Wenige Tage nach der Errichtung färbt das Heilwasser die verlegten Steine bereits braun.

**Figure 4 :** Mise en place du perré de pierres placé dans le béton en juillet 2020. Quelques jours après la mise en place, l'eau minérale naturelle colore déjà les pierres posées en brun.



**Abbildung 5:** Die verlegten Weidensteckhölzer mit roten Pfeilen markiert.

**Figure 5 :** Les boutures de saule placées sont marquées par des flèches rouges.





**Abbildung 6:** Die Weiden treiben kurze Zeit nach dem Versetzen der Rohre bereits aus.  
**Figure 6 :** Les saules bourgeonnent déjà peu de temps après la pose des tuyaux.

die Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal Konsolidierungsmassnahmen am Grinner Mühlbach im Abschnitt Wildbad geplant.

Zur Anhebung der Sohle wurden Querwerke errichtet. Um die Heilquelle langfristig vor Vermurung zu sichern, wurden orographisch links im Bachbereich eine und darauf eine Grobsteinschlichtung in Beton aufgesetzt. Da der Bereich Wildbad auf Grund der Heilquelle intensiv von Einheimischen als auch Touristen genutzt wird, war bei der Umsetzung der Massnahmen eine Anpassung an das Landschaftsbild und Implementierung der sehr harten Verbauung in die Umgebung sehr wichtig. Daher wurde beschlossen, die Mauer mit Weiden mittels der vom Stubenbach bekannten Methode zu bepflanzen. Anstelle der Kombination aus Betonhalbschalen und PVC-Rohren, wurden hier nur PVC-Rohre verwendet.

Aufgrund des hohen Schwefelgehaltes des Heilwassers wurde vor dem Einbau der Steckhölzer in die Mauer der Einfluss des Heilwassers auf die Steckhölzer getestet. Nachdem gesichert war, dass die Steckhölzer auch bei diesem schwefelhaltigen Wasser austreiben, konnten die Steckhölzer samt Rohr in die Mauer eingebaut werden.

Die Massnahmen wurden im Frühjahr / Sommer 2020 durchgeführt. Anstatt der Betonrohre kamen PVC-Rohre DN 200 zur Anwendung, welche leichter zu bearbeiten sind.

## Ausblick

Bis jetzt wurde diese Methode nur im Gewässerbau angewendet. Inwieweit sie sich auch bei sonstigen Erdbaumassnahmen, wie z. B. Dämme eignet, muss erst noch untersucht werden. Ebenso dürften sich Extremstandorte, wie sonnenexponierte Lagen in Kombination mit geringen Jahresniederschlägen weniger oder kaum eignen, da eine erhöhte Gefahr durch Austrocknung besteht. Dies wird sich jedoch erst im Laufe der Zeit im Zuge von weiteren Projekten herauskristallisieren. Mit dieser Massnahmenkombination wird auf jeden Fall eine bessere Einbindung von in Beton verlegten Grobsteinschlichtungen in das Landschaftsbild erreicht und zudem eine Nahrungsquelle für Insekten geboten.

## Kontaktadresse

Wildbach- und Lawinenverbauung  
 Oberes Inntal  
 Langgasse 88  
 6460 Gemeinde Imst  
 Tel.: +43 5412 665310  
 E-Mail: imst@die-wildbach.at

# Initiale Vegetationsentwicklung auf einer Waldbrandfläche in Hallstatt, Oberösterreich

Stephan Hörbinger  
Hans Peter Rauch  
Melanie Maxwald  
Michael Schiffer

## Zusammenfassung

Eine Wiederbewaldung und Herstellung einer Schutzfunktion auf Waldbrandflächen ist schwierig und mit einem erheblichen Ressourcenaufwand verbunden. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich Sanierungsmassnahmen nach einem Brandereignis entwickeln und wie sich diese auf die forstlich-biologische Entwicklung von Waldbrandflächen auswirken. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in Hallstatt, wo im August 2018 in einem sehr steilen und schwer zugänglichen Bereich ein Waldbrand ausbrach. Der vom Brand betroffene begehbbare Bereich wurde begrünt, um den verbleibenden Rest des Oberbodens zu sichern und die zu erwartenden Erosionsprozesse zu dämpfen. Um für eine Wiederbewaldung der Flächen zu sorgen, wurden Weiss-Kiefern (*Pinus sylvestris*) gepflanzt. Für die Aufnahmen dieser Studie wurden zwei repräsentative Brandflächen und zwei vom Brand unbeeinflusste Referenzflächen ausgewählt. Auf den Flächen, die vom Brand stark beeinflusst wurden, war kaum Naturverjüngung zu finden. Die Ergebnisse der Aufnahmen haben die Notwendigkeit eines Wildtiermanagements, sowie von waldbaulichen Massnahmen aufgezeigt. Die unmittelbar nach dem Brandereignis durchgeführte Begrünung entwickelte sich gut und es hatte sich eine dichte Krautschicht gebildet. Es konnte dadurch ein effektiver Schutz vor einem weiteren Abtrag des Oberbodens erreicht werden.

## Keywords

Waldbrand, Sanierungsmassnahmen, Vegetationsentwicklung

## Développement initial de la végétation sur une zone de feu de forêt à Hallstatt, Haute-Autriche

### Résumé

Le reboisement et la mise en place d'une fonction de protection sur des surfaces touchées par un feu de forêt sont difficiles et nécessitent des ressources considérables. La présente étude a examiné comment les mesures d'assainissement se développent après un feu et comment elles affectent le développement forestier-biologique des zones touchées par le feu. La zone étudiée se trouve à Hallstatt, où un feu de forêt s'est déclaré en août 2018 dans une zone très escarpée et difficile d'accès. La zone accessible touchée par l'incendie a été végétalisée afin de préserver le reste de terre végétale et d'atténuer les processus d'érosion attendus. Des pins blancs (*Pinus sylvestris*) ont été plantés afin d'assurer le reboisement de la zone. Pour les relevés de cette étude, deux surfaces représentatives de l'incendie et deux surfaces de référence non affectées par

STOMOH



**Drenoroll Drainagerohr**  
Die Drainage mit Schweizer Holz.

**Drenoroll tube de drainage**  
Le drainage avec du bois suisse.

**Drenoroll tubo di drenaggio**  
Il drenaggio con legno svizzero.

**Lindner suisse**  
produziert von | produit par | prodotto da:  
Lindner Suisse GmbH | CH-9630 Wattwil  
holzwohle@lindner.ch | www.lindner.ch









l'incendie ont été sélectionnées. Sur les surfaces fortement touchées par l'incendie, on ne trouvait pratiquement pas de régénération naturelle. Les résultats des relevés ont mis en évidence la nécessité d'une gestion de la faune sauvage et de mesures sylvicoles. La végétalisation réalisée immédiatement après l'incendie s'est bien développée et une couche herbacée dense s'est formée. Cela a permis d'obtenir une protection efficace contre une nouvelle érosion de la couche supérieure du sol.

### Mots-clés

Incendie de forêt, mesures d'assainissement, développement de la végétation

## Sviluppo iniziale della vegetazione in un'area interessata da un incendio boschivo a Hallstatt, in Alta Austria

### Riassunto

Il rimboschimento e l'instaurazione di una funzione protettiva nelle aree colpite da incendi boschivi sono difficili e richiedono risorse considerevoli. Il presente studio ha analizzato come si sviluppano le misure di ripristino dopo un evento di incendio e come influiscono sullo sviluppo forestale-biologico delle aree interessate. L'area di studio si trova a Hallstatt, dove nell'agosto 2018 è scoppiato un incendio boschivo in una zona molto ripida e di difficile accesso. L'area accessibile colpita dall'incendio è stata rivegetata per mettere in sicurezza il suolo rimasto e smorzare possibili processi erosivi. Per garantire il rimboschimento sono stati piantati pini bianchi (*Pinus sylvestris*). Per i rilievi di questo studio sono state selezionate due aree rappresentative dell'incendio e due aree di riferimento non interessate dall'evento. Nelle parcelle fortemente toccate dall'incendio non è stato rilevato quasi nessun ringiovanimento naturale del bosco. I risultati delle analisi hanno evidenziato la necessità di misure di gestione faunistica e selvicolturale. Il rinverdimento effettuato subito dopo l'incendio si è sviluppato bene e si è formato un denso strato erbaceo, il quale ha permesso un'efficace protezione contro l'ulteriore erosione del soprassuolo.

### Parole chiave

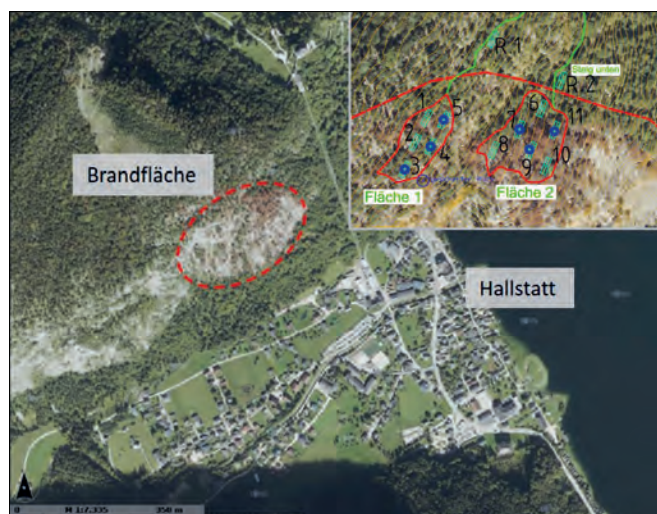
Incendio boschivo, misure di rivegetazione, sviluppo della vegetazione

## 1. Einleitung

In den letzten Jahren kam es in Österreich vermehrt zu Waldbrandereignissen. Laut der nationalen Waldbrand-

datenbank wurden alleine im Jahr 2013 130 Ereignisse registriert, bei denen mehr als 100 Hektar Nutz- und Schutzwald zerstört wurden. Flächen- und Waldbrände können durch ein Zusammenspiel von Wetter, trockener Vegetation und unzweckmässiger Landnutzung begünstigt werden. Waldbrände haben erhebliche Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme und können neben den direkten Schäden am Wald zu einer Minderung von Schutzfunktionen führen. Insbesondere in alpinen Regionen kann es als direkte oder mittelfristige Folge von Waldbränden zu höheren Abflussmengen und Bodenerosionen, sowie zur Zunahme des Anbruchrisikos für Lawinen in gefährdeten Gebieten und zu erhöhten Gefährdungen durch Steinschläge und Muren kommen [Müller et al. 2020]. Eine Wiederbewaldung und die Wiederherstellung der Schutzfunktion auf Waldbrandflächen ist schwierig und mit einem erheblichen Ressourcenaufwand verbunden. Die Untersuchung einer Waldbrandfläche in Münstair in der Schweiz, mit einer Grösse von 50 Hektar, vergleicht Naturverjüngung mit künstlicher Verjüngung und beschreibt die damit verbundenen Probleme. Durch künstliche Verjüngung kann ein Vorsprung von ca. 10 Jahren gegenüber der natürlichen Sukzession erreicht werden. Speziell die Pflanzung von schnellwüchsigen und sich stark vermehrenden Pioniergehölzen bietet raschen Schutz vor Erosion und schützt in weiterer Folge die gesetzten Forstpflanzen [Wasem et al. 2010].

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich Sanierungsmassnahmen nach einem Brandereignis entwickeln und wie sich diese auf die forstlich-biologische Entwicklung von Waldbrandflächen auswirken. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in Hallstatt, wo im August 2018 in einem sehr steilen und schwer zugänglichen Bereich der Echernwand ein Waldbrand ausbrach. Grösstenteils war das Ereignis als Bodenfeuer ausgebildet und nur lokal, entlang von kaminähnlichen Felsschächten, welche für Zugluft sorgten, fingen auch die Kronen der Bäume Feuer. Auf den betroffenen Flächen wurden der gesamte Auflagehumus sowie die Feinwurzeln der Vegetation grossflächig verbrannt und zerstört. Durch die extreme Hitzeentwicklung in Bodennähe wurde die Borke im Bereich der Wurzelanläufe und unteren Stammteile stark in Mitleidenschaft gezogen, was zur Schwächung der Bäume, sowie bei einigen Individuen zum Absterben führte. Aufgrund der Hitzeentwicklung und umstürzender Bäume wurde Gestein aus dem übersteilen und felsigen Untergrund gelöst. Dies führte zu Steinschlägen, die bis in den geschlossenen Siedlungsbereich vordrangen. Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden zwei Jahre nach dem Ereignis durchgeführt und sollen die initiale Vegetationsentwicklung zeigen.



**Abbildung 1:** Lage der Brandfläche Hallstatt und Anordnung der Probeflächen [inkl. Referenzflächen] [DORIS, Orthofoto 2019]

**Figure 1 :** Situation de la surface touchée par le feu à Hallstatt et disposition des surfaces d'échantillonnage [y compris les surfaces de référence] [DORIS, orthophoto 2019]

## 2. Methodik

### Beschreibung der Brandfläche

Auf Grund der Lage der betroffenen Fläche, die sich direkt über dem Ort Hallstatt befindet, bergen der Waldbrand und seine Folgen ein erhöhtes Risiko. Insgesamt sind 6,2 Hektar projizierte Fläche betroffen. Wobei die begehbare Fläche, welche auch die Intensivzone des Brandgeschehens bildet, eine Grösse von 1,2 Hektar aufweist. Der Rest der Fläche ist unzugängliches, grossteils senkrecht abfallendes, felsiges Steilgelände. Abbildung 1 zeigt die Lage der Brandfläche direkt über dem Siedlungsgebiet von Hallstatt und die Anordnung der Probeflächen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Lage der Waldbrandfläche sowie zwei unterschiedliche Zustandssituationen der Fläche.

### Beschreibung der Sanierungsmassnahmen

Anschliessend an die Sicherungs- und Abräumarbeiten wurde der vom Brand betroffene, begehbare Bereich begrünt. Ein möglichst rasches Aufkommen einer Krautschicht sollte den verbleibenden Rest des Oberbodens sichern und die zu erwartenden Erosionsprozesse dämpfen. Es wurden zwei unterschiedliche Saatgutmischungen verwendet. Eine an den Standort und an die brandbeeinflussten Nährstoffverhältnisse angepasste Saatgutmischung wurde erstellt. Diese Saatgutmischung bestand aus vielen Pionierarten und hatte einen hohen Anteil an Leguminosen und Kräutern. Als zweites Saatgut wurde vorab, aufgrund der raschen Verfügbarkeit, eine Standardböschungsmischung verwendet, wie sie häufig zur Begrünung

von Böschungen bei diversen Bauvorhaben eingesetzt wird. Die zweite Saatgutmischung setzt sich aus drei Gräsern zusammen. Um den ausgefallenen Baumbestand zu kompensieren und für eine Wiederbewaldung der Flächen zu sorgen, wurden vorab rund 800 Stück Weiss-Kiefern (*Pinus sylvestris*) gepflanzt. Diese wurden in kleinen Verbänden und, wenn möglich geschützt, hinter kleinen Felsen und Baumstümpfen angeordnet.

## Untersuchung der Sanierungsmassnahmen

Für die Aufnahmen wurden zwei repräsentative Brandflächen und zwei vom Brand unbeeinflusste Referenzflächen ausgewählt (siehe Abbildung 1), welche über zwei Steige erreichbar sind. Innerhalb der Frequenzrahmenbereiche wurden Daten bezüglich der krautigen Vegetationsentwicklung und das Vorkommen von Gehölzkeimlingen erhoben. Bei der Aufnahme der krautigen Vegetationsentwicklung wurden in insgesamt 6 Frequenzflächen folgende Parameter aufgenommen: Gesamtdeckungsgrad in %, Gräser-Kräuterverhältnis, Vitalität, Infloreszenz und Wuchshöhe.

## 3. Ergebnisse

### Monitoring der Verjüngungsmassnahmen:

Die Aufnahmen im Bereich der Probeflächen zeigten, dass die Verjüngung >20 cm nur in geringem Masse vorhanden ist. Auf den Flächen, die vom Brand stark beeinflusst wurden, ist kaum Naturverjüngung zu finden. Hier befindet sich nur die Kunstverjüngung, die im Rahmen der Sofortmassnahmen gepflanzt wurde. Die gepflanzten Weisskiefern waren bei der Aufnahme im Frühling 2020 in einem sehr schlechten Zustand. Hauptsächlich wurden die Pflanzen durch den Verbiss von Gamswild in Mitleidenschaft gezogen. Im Zuge einer späteren Begehung konnte festgestellt werden, dass sich die meisten Pflanzen aber gut erholen konnten und neue Triebe bildeten. Innerhalb der oberen Brandfläche (Fläche 1), in der keine Pflanzen im Rahmen der Sofortmassnahmen gesetzt wurden, waren nur wenige Individuen vorhanden. Der erhöhte Anteil von Nadelholz innerhalb von Fläche 2 ergibt sich durch die Pflanzung der Weisskiefern nach dem Brand. Auf den Referenzflächen ist durch den natürlichen und nicht brandbeeinflussten Ausfall von Bäumen (Altbestand) ein erhöhtes Aufkommen von Naturverjüngung festzustellen. Mithilfe des Frequenzrahmens wurden pro Probepunkt vier Bereiche aufgenommen, in denen, neben der Analyse der Krautschicht auch die Keimlinge dokumentiert wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten eine insgesamt schwache Entwicklung der Gehölze. Auf den Probepunkten eins (P1) und neun (P9) konnte jeweils ein Tannen-Keimling ge-





**Abbildung 2:** Zustand der Waldfläche unmittelbar nach der Beendigung der Löscharbeiten (2018)  
**Figure 2 :** État de la surface forestière immédiatement après la fin des travaux d'extinction (2018)



**Abbildung 3:** Zustand der Waldfläche bei den Vegetationsaufnahmen (2020)  
**Figure 3 :** État de la surface forestière lors des relevés de végétation (2020)

funden werden. Beim Punkt P2 konnte ebenfalls nur ein Bergahorn-Keimling gefunden werden. Diese Ergebnisse sind auf die Lichtverhältnisse am Boden, der sehr stark von der Krautschicht bedeckt war, zurückzuführen. Es ist davon auszugehen, dass die im Boden vorhandene Samenbank durch den Brand zerstört wurde. Auf den Referenzflächen wurden keine Keimlinge gefunden. Grund für deren Ausbleiben dürfte die Überschirmung durch den Altbestand und somit das fehlende Licht am Boden, sowie der überalterte Bestand sein.

#### **Vegetationsmonitoring der Krautschicht:**

Beim Vergleich der Ergebnisse aus der Bonitur wird ersichtlich, dass ein Zusammenhang zwischen Deckungsgrad, Wuchshöhe, Vitalität und dem Anteil von Kräutern je Frequenzfläche besteht. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse in aufsteigender Reihenfolge, unterteilt in die Flächen des oberen und unteren Steigs. Während Fläche 4 [oben], sowie Fläche 6 [unten] die niedrigsten Werte bezüglich Deckung aufwiesen, wird im Vergleich deutlich, dass auf diesen beiden Frequenzflächen die niedrigsten Kräuteranteile vermerkt wurden. Die Gegenüberstellung von Wuchshöhe und Kräuteranteil verdeutlicht, dass auf Fläche 9 sowohl die maximale Wuchshöhe (60 cm) als auch die höchste Kräuterpräsenz (65%) aufgenommen wurde. Auch der Gesamtdeckungsgrad war auf Fläche 9 (und 11) mit 95 % am höchsten. Der Vergleich der Vitalität mit dem Gräser-Kräuterverhältnis verdeutlicht, dass sich die Präsenz von Kräutern positiv auf die Vitalität der Krautschicht auswirkte. Die Flächen 5 und 9 wurden beide mit 1 als vital beurteilt, wobei Fläche 5 im oberen und Fläche 9 im unteren Gebiet die höchsten Kräuteranteile aufwiesen. Bei den Flächen 3 [oben] und 11 [unten] wurde die Vitalität mit 2 bewertet, während der Kräuteranteil im Vergleich zu den beiden vitalsten Flächen sank. Die Flächen 4 [oben] und 6 [unten] wurden jeweils am niedrigsten, mit einem Vitalitätswert von 3, bewertet. Gleichzeitig wiesen diese Flächen die geringsten Kräuteranteile auf. Abbildung 4 zeigt die Unterschiede zwischen den Beobachtungsflächen 4/6 [geringerer Anteil an Kräutern, Vitalität und Deckung] und den Beobachtungsflächen 9/11.

#### **Ergebnis detaillierte Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet**

Die detaillierte Vegetationsaufnahme diente dazu, einen Überblick über die Arten und deren Verteilung auf den begrünten Flächen zu bekommen. Da insgesamt zwei unterschiedliche Saatgutarten verwendet und diese teilweise vermischt wurden, kann nicht genau rückverfolgt werden, welche Arten wo aufgebracht wurden. Auf den sechs Frequenzflächen ist die Zusammensetzung der Krautschicht unterschiedlich. Da viele Arten bestimmt wurden, welche





**Abbildung 4:** Vergleich der Beobachtungsflächen 4/6 [geringerer Anteil an Kräutern, Vitalität und Deckung] und den Beobachtungsflächen 9/11

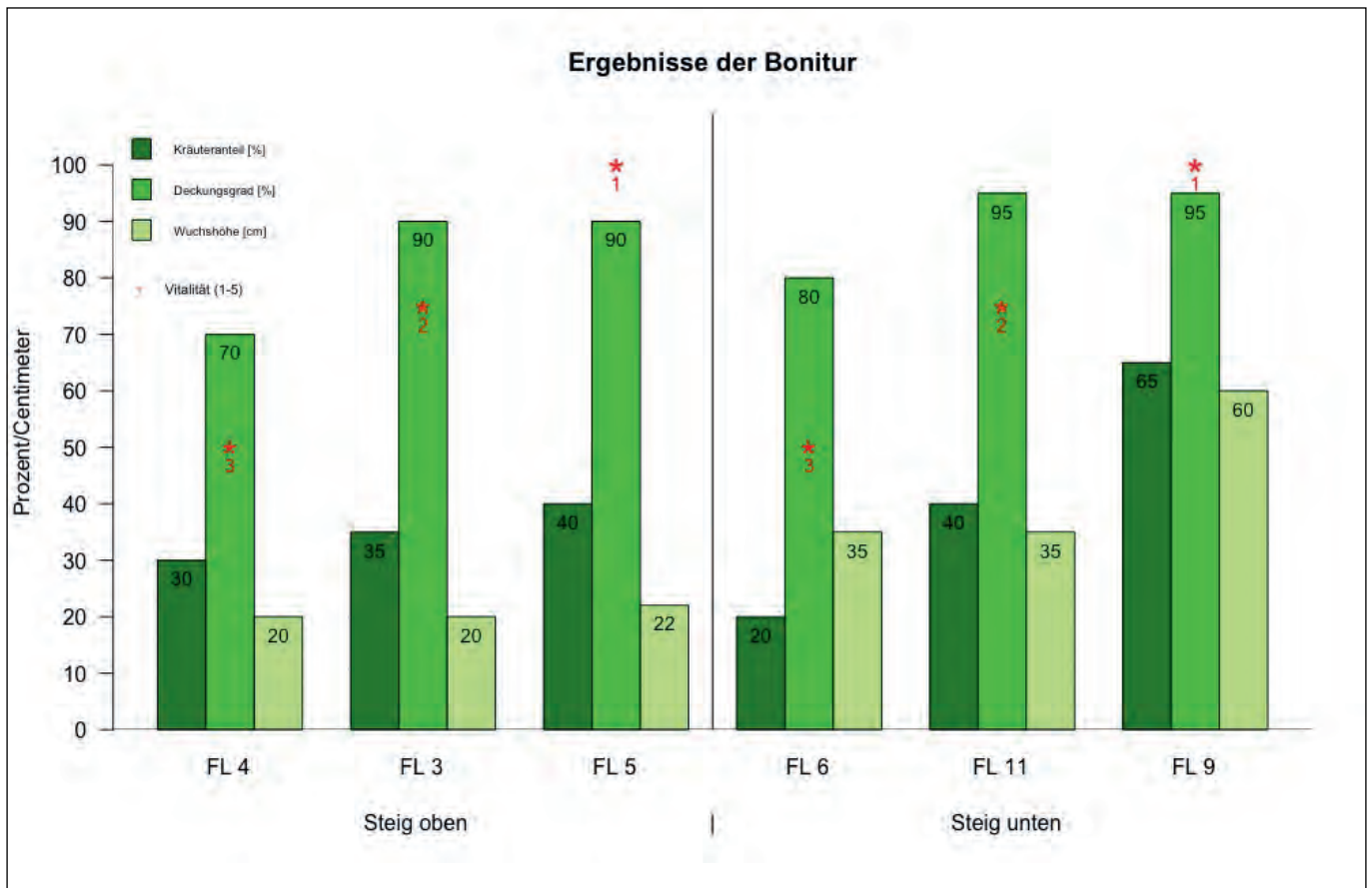
**Figure 4 :** Comparaison des zones d'observation 4/6 [faible proportion d'herbacées, de vitalité et de couverture] et des zones d'observation 9/11

nicht Teil der aufgetragenen Saatgutmischungen waren, deutet dies auf eine rasche Regeneration der krautigen Pflanzen nach dem Waldbrand hin. Generell kann eine höhere Entwicklung von Kräutern für den Standort von Vorteil sein, da z. B. aufgrund der tiefer reichenden Wurzeln [im Vergleich zu Gräsern] eine höhere Trockenresistenz besteht und ein oberflächlicher Bodenabtrag in Folge von Wind oder Regen verhindert wird. Mit steigendem Kräuteranteil konnte auf den Frequenzflächen eine höhere Vitalität der Pflanzen beobachtet werden. Die Gräserarten aus der artenarmen Begrünungsmischung «Austroaat»

wurden durchgehend auf allen aufgenommenen Flächen als dominante Arten erkannt.

Insgesamt lag die Artenvielfalt am oberen Steig bei 25, am unteren bei 21 aufgenommenen Spezies. Des Weiteren war die Artenanzahl pro Frequenzfläche am oberen Steig im Schnitt höher, als auf den aufgenommenen Flächen des unteren Steigs. Der Gesamtdeckungsgrad dagegen, war auf den unteren Flächen höher.





**Abbildung 5:** Vergleich der Boniturergebnisse, Juni 2020

**Figure 5 :** Comparaison des résultats de l'évaluation, juin 2020

#### 4. Diskussion

Die unmittelbar nach dem Brandereignis durchgeführte Begrünung entwickelte sich gut und es hat sich eine dichte Krautschicht gebildet. Es konnte dadurch ein effektiver Schutz vor einem weiteren Abtrag des Oberbodens erreicht werden. Die detaillierte Vegetationsaufnahme zeigt einen hohen Anteil von Gräsern und Kräutern. Kräuter bilden in der Regel ein tieferes Wurzelsystem als Gräser aus, wodurch sie auch tiefere Bodenschichten stabilisieren können und trockenresistenter sind. Ausserdem sind sie weniger dominant als Gräser. Das sehr kräftige Wachstum der Krautschicht lässt sich auf die gute Lichtverfügbarkeit im Bereich der Waldbrandfläche und auf die reichliche Freisetzung von Nährstoffen durch das Brandgeschehen zurückführen. In einer Studie von Malowerschnig & Sass, 2014 wird beschrieben, dass die Ausdehnung der Grasflächen in den ersten 1 bis 2 Jahrzehnten nach einem Brandereignis seinen Höhepunkt erreichte und erst danach erfolgte die Rückeroberung der Flächen durch die Baumvegetation. Eine dichte Grasdecke hat eine starke Reduktion der Keimfähigkeit von Gehölzen zur Folge [Sass et al. 2012].

Bei den Aufnahmen im Frühling 2020 waren die gepflanzten Weisskiefern Grossteils in einem sehr schlechten Zustand. Die Pflanzen waren durch den Verbiss von Gamswild schwer geschädigt, haben sich aber im Laufe der Vegetationsperiode wieder erholt. Die Aufnahmen zeigen, dass die natürliche Verjüngung >20 cm nur sehr schwach ausgeprägt ist. In den vom Brand stark beeinflussten Bereichen ist kaum Naturverjüngung vorhanden und es wurde fast ausschliesslich Kunstverjüngung vorgefunden. Die Ergebnisse der Aufnahmen haben die Notwendigkeit eines Wildtiermanagements sowie von waldbaulichen Massnahmen [Überführung des Altbestandes in einen mittel – bis niederdwaldartigen Steinschlagobjektschutzwald] aufgezeigt.

Das Keimlingsaufkommen stellt sich auf den untersuchten Flächen als sehr gering dar. Dies dürfte auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen sein. Zum einen auf die Intensität des Brandereignisses, wodurch das eingelagerte Samenmaterial weitgehend zerstört wurde, und zum ande-

ren auf die sich rasch etablierende Krautschicht, gegen die sich Baumkeimlinge nur schwer behaupten können. Aber auch das Arteninventar und die Dominanzstruktur vor dem Feuerereignis determinieren das Verjüngungsaufkommen [Wagner et al. 2013]. Bei den Aufnahmen in den Referenzflächen wurden keine Keimlinge und nur eine geringe Anzahl an Naturverjüngung gefunden. Das zeigt, dass der Bannwald zunehmend überaltert und nur ein geringes Regenerationspotenzial hat und/oder zusätzliche Faktoren die Verjüngung erschweren (extreme Standortbedingungen, Keimlingsverbiss etc.).

Eine Möglichkeit, die Keimlingssituation zu verbessern könnte die kombinierte Aussaat der Samen von krautigen Arten und Gehölzen sein. Diese Massnahme wird beispielsweise in den USA häufig angewandt [Heel, 2015]. Auch die Mikrobiologie [Mykorrhiza] im Boden wird bei Brandereignissen geschädigt oder zerstört. Die Pilze, die mit den Pflanzen in Symbiose treten, zeigen sich vor allem für eine verbesserte Wasserversorgung verantwortlich [Garbaye, 2000]. Ausserdem verbessern Mykorrhizapilze die Bodenstruktur indem ihr Hyphengeflecht die Aggregierung des Bodens steigert [Bast et al., 2013].

## 5. Folgerungen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Begrünungsmassnahmen nach dem Brandereignis zur Fixierung des Oberbodens wirkungsvoll und notwendig waren. Für eine Regeneration des Baumbestandes ist auf eine entsprechende Artenauswahl zu achten. Bei der Begrünung sollten gezielt Kräuter gefördert werden. Keine Begrünung durchzuführen würde zu flächigen Bodenerosionen und auf Grund der guten Nährstoffversorgung zu einem hohen Aufkommen von krautiger Spontanvegetation oder invasiven Neophyten führen.

Um die Schutzfunktion möglichst schnell wiederherzustellen, sollte eine Aufforstung mit Pionierbaumarten als Grundlage für eine niedrig- bis mittelwaldartige Objektschutzwaldbewirtschaftung gegen Steinschlag und Erosion durchgeführt werden. Ein begleitendes Wildtiermanagement (Einrichtung von Kontrollflächen) ist entscheidend für den Erfolg der Aufforstungsmassnahmen.

## 6. Literatur

- Bast, A., Wilcke, W., Graf, F., Lüscher, P., Gärtner, H., 2013. The use of mycorrhiza for eco-engineering measures in steep alpine environments: effects on soil aggregate formation and fine-root development. *Earth Surf. Process. Landforms* 39, 1753–1763 [2014].
- Garbaye, J., 2000. The role of ectomycorrhizal symbiosis in the resistance of forests to water stress. – In: *Outlook on Agriculture* 29 (1), S.63–69.
- Heel, M., 2015. Waldbrände in den Nördlichen Kalkalpen – raumzeitliche Verteilung und Beispiele lokaler Auswirkungen. Dissertation, Universität Augsburg, Fakultät für Angewandte Informatik
- Malowerschnig, B. & Sass, O., 2014. Long-term vegetation development on a wildfire slope in Innerzwain [Styria, Austria]. *Journal of Forestry Research*, März, pp. 103–111.
- Müller M.M., Vilà-Vilardell L., Vacik H., 2020. Waldbrände in den Alpen – Stand des Wissens, zukünftige Herausforderungen und Optionen für ein integriertes Waldbrandmanagement. Vollständig überarbeitete deutsche Fassung des Originals: Forest fires in the Alps – State of knowledge, future challenges and options for an integrated fire management. EUSALP Action Group 8.
- Sass, O., Heel, M., Leistner, I., Stöger, F., Wetzel, K.F., Friedman, A., 2012. Disturbance, geomorphic processes and recovery of wildfire slopes in North Tyrol. *Earth Surface Processes and Landforms*, Juni, pp. 883–894.
- Wagner, S., Huth, F., Fischer, H., Hagemann, U. 2013. Konzeption eines DBU-Projektes zur Renaturierung von Kiefernreinbeständen. DBU-Abschlussbericht. Deutsche Bundesstiftung Umwelt.
- Wasem, U., Hester, C., & Wohlgemuth, T. 2010. Waldverjüngung nach Feuer. Vielfältige Wiederbewaldung nach Waldbrand bei Müstair. *Wald und Holz*, 91[1], 42–45.



## Kontaktadressen

Stephan Hörbinger  
Ingenieurbiologie und  
Landschaftsbau [IBLB]  
Peter-Jordan-Strasse 82/III  
1190 Wien  
Universität für Bodenkultur,  
Wien [BOKU]  
stephan.hoerbinger@boku.ac.at



Melanie Maxwald  
Universität für Bodenkultur, Wien  
[BOKU],  
Department für Bautechnik und  
Naturgefahren  
Institut für Ingenieurbiologie und  
Landschaftsbau [IBLB],  
Peter-Jordan-Straße 82,  
1190 Wien, Austria  
melanie.maxwald@boku.ac.at



Hans Peter Rauch  
Ingenieurbiologie und  
Landschaftsbau [IBLB]  
Peter-Jordan-Strasse 82/III  
1190 Wien  
Universität für Bodenkultur,  
Wien [BOKU]  
hp.rauch@boku.ac.at



Michael Schiffer  
Wildbach- und Lawinenverbauung  
GBL Oberösterreich West  
Traunreiterweg 5, 4820 Bad Ischl  
michael.schiffer@die-wildbach.at



## «Mein Team für mehr Biodiversität»

Hanspeter Latour, OHS Wildblumenbotschafter

Wildblumen



www.hauenstein.ch | info@hauenstein.ch | 044 879 17 19

# Impressum

---

## **Mitteilungsblatt für die Mitglieder des Vereins für Ingenieurbilogie**

Heft Nr. 3/2022, 32. Jahrgang  
Erscheint viermal jährlich  
ISSN 1422-008

## **Herausgeber / Editeur:**

Verein für Ingenieurbilogie  
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule  
ILF-Institut für Landschaft und Freiraum  
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil  
Tel.: +41 58 257 48 97  
E-Mail: sekretariat@ingenieurbilogie.ch

## **Internet-Adresse / Adresse internet:**

<http://www.ingenieurbilogie.ch>

## **Druck / Impression:**

Vögel AG, Langnau i. E.

## **Verantwortlicher Redaktor / Rédacteur responsable:**

Monika La Poutre  
Bruckfeldweg 3a  
A-6511 Zams  
Tel.: +43 67764454809  
E-Mail: m.stampfer@gmx.at

## **Redaktionsausschuss / Comité de rédaction:**

Robert Bänziger  
Tel.: + 41 44 850 11 81  
E-Mail: Robert.Baenziger@bk-ing.ch

Massimiliano Schwarz  
Tel.: + 41 31 910 21 79  
E-Mail: massimiliano.schwarz@bfh.ch

Roland Scheibli  
Tel.: + 41 43 259 27 64  
E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch

## **Lektorat / Lectorat:**

Martin Huber  
Tel.: + 41 32 671 22 87  
E-Mail: martin.huber@bsb-partner.ch

## **Übersetzungen / Traductions:**

Rolf T. Studer  
E-Mail: rolf.studer@mail.com

## **Sekretariat / Secrétariat:**

Verein für Ingenieurbilogie  
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule  
ILF-Institut für Landschaft und Freiraum  
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil  
Tel.: +41 58 257 48 97  
E-Mail: sekretariat@ingenieurbilogie.ch

**Weitere Exemplare dieses Heftes können zum  
Stückpreis von Fr. 20.– beim Sekretariat bezogen werden.**



# Inserate Annonces



INGENIEURBIOLOGIE  
GÉNIE BIOLOGIQUE  
INGEGNERIA NATURALISTICA  
INSCHENIERA BIOLOGICA

Verein für Ingenieurbiologie  
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule  
ILF Institut für Landschaft und Freiraum  
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil  
Tel.: +41 58 257 48 97  
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

## Inseratentarif für Mitteilungsblatt / Tarif d'insertion dans le bulletin

Der vorliegende Tarif ist gültig für eine Ausgabennummer.

Le présent tarif comprend l'insertion pour une parution

1 Seite Fr. 1125.-    2/3 Seite Fr. 825.-    1/2 Seite Fr. 600.-

1/3 Seite Fr. 450.-    1/4 Seite Fr. 375.-    1/8 Seite Fr. 225.-

Separate Werbebeilage beim Versand: 1 A4-Seite Fr. 1000.-  
jede weitere A4-Seite Fr. 300.-

**Inseratenannahme: Verein für Ingenieurbiologie c/o OST Ostschweizer  
Fachhochschule ILF, Institut für Landschaft und Freiraum, Oberseestrasse 10,  
8640 Rapperswil, Tel. +41 58 257 48 97,  
sekretariat@ingenieurbiologie.ch**

Link auf der Internetseite des Vereins / Liens sur la page de l'Association:

Fr. 750.- pro Jahr/par an

Oder gratis bei Inseraten im Mitteilungsblatt im Wert von mindestens  
Fr. 750.- pro Jahr.

Ou gratuit pour des annonces dans le bulletin d'une valeur d'au moins Fr. 750.-  
par an.



Europäische Föderation für Ingenieurbiologie  
Federazione Epea l'Ingegn Naturalistica  
Europ. Federation for Soil Bioengineering  
Fedetacion Epea de Ingeniarta def Palufe

Giovanni de Cesare  
EPFL ENAC IIC PL-LCH  
GC A3 495 (Bâtiment GC)  
Station 18, CH-1015 Lausanne  
Tel. +41 21 69 32517  
Mail: giovanni.decesare@epfl.ch

## Nächste Ausgaben Prochaines éditions

### Thema

Ingenieurbiologie für die Stabilisierung von flachgründigen Rutschungen

Auenwald

Projektierung von Revitalisierungen

### Redaktion

Massimiliano Schwarz

Roland Scheibli

Robert Bänziger

**Fachbeiträge sind gemäss den redaktionellen Richtlinien zu verfassen und bis zum Redaktionsschluss dem/der  
zuständigen Redaktor/in einzureichen.**

