

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural  
**Band:** 76 (1978)  
**Heft:** 11  
  
**Artikel:** Kleiner Querschnitt durch die österreichische Wildbachverbauung  
**Autor:** Zollinger, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-229240>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.10.2024

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

# Kleiner Querschnitt durch die österreichische Wildbachverbauung

F. Zollinger

## Résumé

Les premiers chapitres montrent à l'exemple de la section de Villach, l'origine et l'organisation de la correction des torrents, soumise au Ministère Fédéral de l'Agriculture et de la Sylviculture. Après quelques remarques générales sur les torrents et leurs corrections, l'utilisation de matériaux comme le bois, la pierre, le béton et l'acier est discuté. L'emploi de gabions, de digues à rideaux de palplanches et de digues d'essai avec des grilles est traité plus en détail. A l'exemple de deux explosions de pente et d'une poussée vers la vallée une petite correction à l'aide d'une digue de déviation est présentée. Suit une courte explication du développement du barrage de rétention des éboulis fermé, à celui à fentes. Après l'exemple du passage d'un torrent sous une autoroute vient la présentation des problèmes concernant la piste de ski V73 au Dobratsch, où après une forte pluie estivale celle-ci se transforma en un torrent et une pente à érosion nue. Quelques indications sur l'importance de l'entretien des constructions dans la correction des torrents précède le problème de l'élimination de zones dangereuses autour des torrents.

Le chapitre final est voué à la nouvelle méthode, développée à Villach, d'un emploi uniforme de l'étude des profits et des dépenses lors de l'évaluation de projets de correction de torrents.

## 1. Einleitung

Der Autor hatte im Herbst 1977 Gelegenheit, in Studiaufenthalten\* – vor allem im Lande Kärnten – die österreichische Wildbachverbauung in der Praxis näher kennenzulernen. Unser östliches Nachbarland nimmt noch heute in vielen Sparten der Wildbachverbauung eine Pionierstellung ein. Es soll deshalb mit den folgenden Beispielen aus der österreichischen Praxis gezeigt werden, mit welchem Ideenreichtum und Aufwand (Abb. 1), mit welcher Baukunst und Organisation (Abb. 2) sich die Österreicher gegen die Gefahren und oft ungeheuren Kräfte der Wildbäche (Abb. 3) zu schützen versuchen. Die Beispiele sollen und können nicht im Detail dargestellt werden. Sie mögen aber dem sachverständigen oder auch nur interessierten Leser querschnittartig Information und Anregung bieten.

Die Wildbachereignisse der letzten beiden Dezennien lösten nicht nur eine neuerliche Auseinandersetzung

\* Die Reisen und Aufenthalte wurden ermöglicht durch das Institut für Kulturtechnik (IfK) an der ETH Zürich. Das IfK beschäftigt sich schon seit jeher u. a. mit der Wildbachverbauung und anderen Problemkreisen der Bergregionen. In verdankenswerter Weise übernahm das IfK auch die Kosten für die Lithos der Abbildungen.

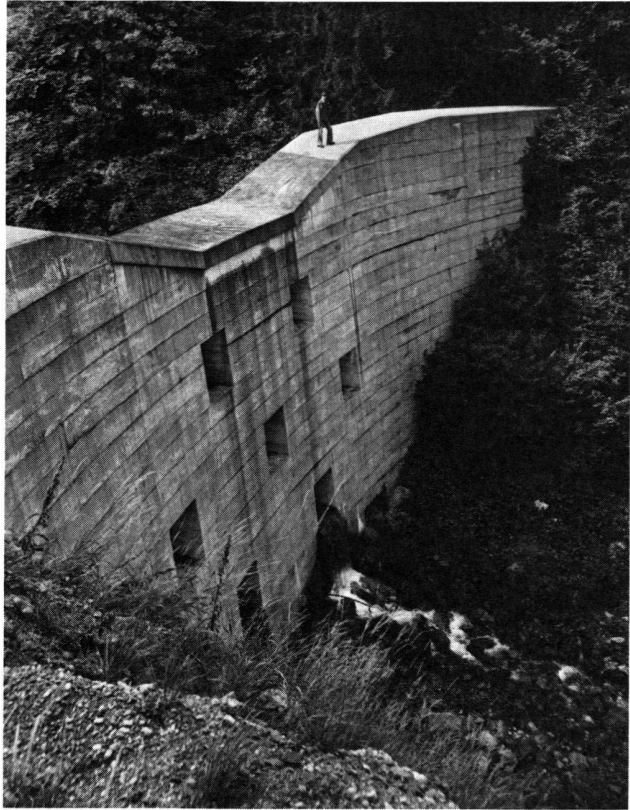


Abb. 1 Geschieberückhaltesperre im Gödersdorfer-Feistritz-Bach: Der Jungschuttbach (Einzugsgebiet  $E = 6 \text{ km}^2$ , Dimensionierungshochwasser  $HQ = 25,4 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ) bringt aus den Karawanken grosse Mengen Kalk und Mergel. Er würde ohne Geschieberückhalt im Rosental regelmässig weite Flächen übermuren.



Abb. 2 Typische Wildbachbetonbaustelle auf 1400 m im Mödritschbach bei Irschen im Drautal ( $E = 7,7 \text{ km}^2$ , Talzuschubprobleme): Links Arbeiterlager, rechts Betonmischer mit dem Beginn der Seilbahn, welche den Beton zur eigentlichen Baustelle hinaufbefördert.

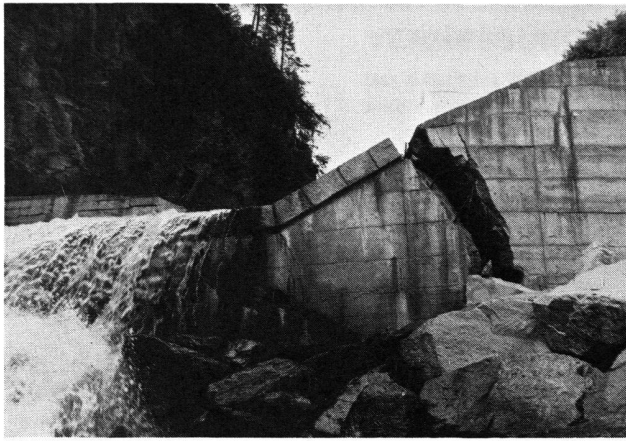


Abb. 3 Durch die Kräfte des linksufrigen Talzuschubes im Gradenbach (oberes Mölltal) zerstörte Betonsperre. Ungeheure Kräfte waren und sind hier am Werk (Siehe 6.2). Links im Bild das steile standfeste rechte Ufer.

über Verbaumethoden aus, sondern waren 1967 in Kärnten auch Anlass für den Beginn interdisziplinärer Analysen über die Ursachen der Katastrophen und für einschlägige Symposien, deren wissenschaftliche Leitung 1971 und 1975 zur Hälfte beim Institut für Kulturtechnik der ETHZ lag [5].

## 2. Die Wildbachverbauung in Österreich

Die erste Wildbachverbauung mit übergeordneter Zielsetzung wurde 1851 im Drautal durchgeführt. 1884 gründete man darauf nach französischem Vorbild mit dem «Gesetz betreffend die Förderung der Landescultur auf dem Gebiet des Wasserbaues» und dem «Gesetz betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern» die staatliche Wildbachverbauung. Als erstes entstand eine dem Ackerbauministerium unterstellte «k. k. forsttechnische Abtheilung für Wildbachverbauung». Villach (Süden) und Teschen (Norden) wurden die Sitze der ersten zwei Sektionen, denen riesige Gebiete unterstellt waren. Villach betreute zum Beispiel mit sieben Beamten Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Krain, Küstenlande, Tirol und Vorarlberg! Als fixe Aussenstellen waren damals nur diese zwei Sektionen vorgesehen; Bauleitungen und Lokalbauführungen wurden jeweils nach Bedarf installiert. Später fand eine Dezentralisation statt, indem mehrere Sektionen gebildet wurden. 1940 unterteilte man die Kompetenzbereiche der Sektionen weiter in die sogenannten Gebietsbauleitungen. Heute sind in Österreich dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft sieben Sektionen mit insgesamt 30 Gebietsbauleitungen unterstellt.

Bis zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts beschäftigten sich die beschriebenen Ämter ausschliesslich mit Wildbachverbauungen. Die Tätigkeit auf dem Sektor der Lawinenverbauung lief nur langsam an, so dass die Bezeichnung «Wildbach- und Lawinenverbauung» erst 1939 eingeführt wurde. Auf Grund des Forstgesetzes von 1975 lautet der offizielle Titel derzeit «Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung». Heute machen die Lawinenverbauungen etwa 15 % des

finanziellen Gesamtaufwandes aus. Nachdem bereits 1936 in Kärnten eine Art erster Bauhof erstellt worden war, erhielten ab 1949 die Gebietsbauleitungen ihre eigenen Bauhöfe. Es werden dort von eigenem Personal die eigenen Fahrzeuge, Maschinen und Werkzeuge untergebracht und unterhalten. Alle Gebietsbauleitungen arbeiten im Eigenregiebetrieb.

Heute umfasst die österreichische Wildbach- und Lawinenverbauung etwa 250 Beamte und Angestellte nebst über zweitausend Kollektivvertragsbediensteten (Arbeiter auf den Baustellen). Die Wildbach- und Lawinenverbauung ist – im Gegensatz zum Flussbau – Bundessache, auch in der Vollziehung. Die Kosten der Arbeiten trägt die sogenannte Baukonkurrenz (Bund, Land und Interessenten), wobei der Hauptanteil – insbesondere sämtliche Personalkosten – vom Bund übernommen wird. Jährlich werden in Österreich für Wildbach- und Lawinenverbauungen rund sechshundert Millionen Schillinge (entsprechen rund neunzig Millionen Franken) ausgegeben.

Für diese aus schweizerischer Sicht erstaunliche Entwicklung waren folgende Erfahrungen massgebend: Es war und ist schwierig, private Bauunternehmer für die risikoreiche Arbeit auf abgelegenen und gefährlichen Baustellen zu gewinnen. So hat man die Wildbacharbeiter zunehmend auf die vielfältigen Arbeitsverfahren hin geschult und stützt sich dabei mit Erfolg auf das Arbeitskräftepotential der Bergbevölkerung. Im Katastrophenfall verfügt man so jederzeit über sach- und ortskundiges Personal.

## 3. Die Wildbachverbauung in Kärnten

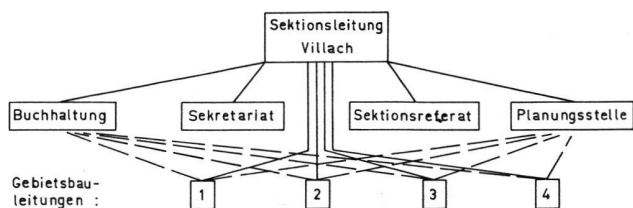
Die Sektion des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung mit dem Sitz in Villach umfasst heute «nur» noch das Land Kärnten mit 9500 km<sup>2</sup> und 500 000 Einwohnern. Kärnten wird umschlossen von den Hohen Tauern (mit ihrer höchsten Erhebung des Grossglockners, 3797 m), den Gurktaler Alpen, der Koralpe, den Karawanken und den karnischen Alpen. Die Drau durchfliesst das Land von Westen nach Osten; ihre Zubringer sind die Möll, Lieser, Gurk und Lavant; der einzige rechte Zubringer ist die Gail. Geologisch unterscheidet man sehr grob nördlich der Drau die Zentralalpen (Gneise, Quarzphyllite, Glimmerschiefer), das Klagenfurter Becken (Moränen) und die Südlichen Kalkalpen im Süden der Drau (Kalke, Dolomite, paläozoische Schiefer). In den glazialen Terrassen findet man viel Altschutt; das Vorkommen von Jungschuttbächen beschränkt sich auf die Südlichen Kalkalpen. Das Klima ist atlantisch und mediterran mit kontinentalem Einschlag: Oft halten die Alpen das Westwetter ab; dafür dringen die ausgiebigen Frühlings- und Herbstregen nicht selten von Süden bis in die Zentralalpen vor. Die Wildbachhochwasser entstehen meistens entweder durch sommerliche, lokale Starkregen und Gewitter, oder aber bei herbstlichen, grossflächigen Südwestlagen. Die Vegetation Kärntens ist ostalpin bis illyrisch und weist 50 % Wald auf (Fichte, Lärche, Weisskiefer, Rotbuche). Etwa 10 % sind Ödland.

Neben der klassischen Wildbachverbauung beschäftigen sich die Sektion Kärnten vor dem Ersten Weltkrieg

auch mit der Verbauung der teilweise unterirdisch verlaufenden Wildbäche im Karst (bereits 1888 mit Wasser-schächten und anderen Bauten im Planinatal) und mit Alpmeliorationen (Gründung des sog. «Alpenrates» 1902) [7]. Im Kampf gegen die Wildbäche und Lawinen hat sich die Sektion drei Zielprioritäten gesetzt:

1. Schutz der menschlichen Siedlungen
2. Schutz der Verkehrswege, Energieversorgungsleitungen, Fremdenverkehrsanlagen
3. Schutz der landwirtschaftlichen Kulturen

Zur Erreichung dieser Ziele steht folgende Organisation zur Verfügung:



Die Aufgaben sind wie folgt verteilt:

#### Gebietsbauleitungen:

- Projektierung, Durchführung und Abrechnung der Bauvorhaben
- Sachverständigen- und Gutachtertätigkeit in behördlichen Verfahren
- Verwaltung des Bauhofes

#### Planungsstelle:

- Projektierung grösserer Bauvorhaben
- Erstellung von Gefahrenzonenplänen
- Vermessung
- Statistik
- Dokumentation (Fotos u. a.)

#### Sektionsreferat:

- Öffentlichkeitsberatung
- Grundsatzfragen
- Schulung und Bibliothek
- Wildbach- und Lawinenkataster
- Sonderaufgaben

#### Sektionsleitung:

(einschliesslich Sekretariat und Buchhaltung)

- Repräsentation gegen aussen
- Zentrale Buchhaltung und Lohnverrechnung
- Verteilung der Konkurrenzmittel
- Kontrolle der Gebietsbauleitungen

Diese Organisation ist nicht identisch mit jener anderer Sektionen. In Villach wurden neu die Planungsstelle und das Referat geschaffen. Beide Institutionen scheinen sich zu bewähren, da sie die Gebietsbauleitungen, das Sekretariat und die Sektionsleitung von vielen Aufgaben entlasten. Sicher müssen mit dieser neuen Organisation noch Erfahrungen gesammelt werden. Trotzdem scheinen Planungsstelle und Referat hoffnungsvolle Beiträge zu einer Reorganisation der österreichischen Wildbachverbauung zu sein.

Im Lande Kärnten betrug das jährliche Verbauungsvolumen 1974 zwischen 80 und 100 Millionen Schillinge (12 bis 15 Millionen Franken). Die Sektion beschäftigte im gleichen Jahr 14 Akademiker, 30 Personen als technisches Hilfspersonal und Bürokräfte und 350 Mann einheimisches Stammpersonal auf den Baustellen.

## 4. Rund um den Wildbach

Die Wildbäche – gekennzeichnet als kleine Gewässer mit grossem Gefälle und unregelmässigem, aber heftigem Wasser- und Geschiebetransport – machen der Bergbevölkerung bereits seit frühesten Zeiten zu schaffen: Die in den kleinen Einzugsgebieten hohen Niederschläge gelangen nach kürzester Anlaufzeit ins Gerinne. Unterstützt vom grossen Gefälle setzen die Wassermassen ihre Kräfte um, indem sie Bachsohle und Ufer erodieren und in der Folge oft beträchtliche Feststoffmengen murenartig zu Tal fördern. Dabei können auch ganze Bäume, ja Waldteile mitgerissen werden. Die wichtigsten Ziele der Wildbachverbauung sind deshalb: Zurückhaltung des Geschiebes und Brechung der Hochwasserspitzen. Nebst den forsttechnischen, kulturtechnischen und alpwirtschaftlichen Massnahmen werden diese Ziele mit den eigentlichen Verbauungen erreicht: Stabilisierung oder sogar Hebung der Bachsohle (Querwerke als Sperrentreppen), Hangverbauungen und -sicherungen (u. a. Längswerke) und Geschieberückhaltmassnahmen vor allem im Unterlauf (Geschieberückhaltesperren und -becken).

Die eigentliche Verbauung eines Wildbaches wird richtigerweise oben begonnen und nach unten fortgesetzt. Vielfach kann diese Regel jedoch nicht eingehalten werden. Da sich zum Beispiel die Verbauungen im Einzugsgebiet allzu sehr in die Länge ziehen würden, ohne dass eine Schutzwirkung gewährleistet wäre, wird oft gleichzeitig mit den Bauten im Unterlauf begonnen (Dorfdurchleitung usw.). Oder man errichtet zuerst am Ausgang der Schluchtstrecke ein Bauwerk, um das Geschiebe zurückzuhalten. In seinem Schutz beginnt man darauf den Unterlauf zu verbauen, während die Arbeiten im Oberlauf fortschreiten.

Zwei Grundsätze sollten bei Wildbachverbauungen gelten:

1. Im Prinzip und wo immer dies möglich ist, müssen Ursachen (Geschiebeherde, kahle Steiflächen usw.) und nicht Symptome (Schutz einer Siedlung durch Geschiebeablagerungsplatz, Abweisdamm, Dorfdurchleitung usw.) bekämpft werden.
2. Lieber keine Verbauung als eine ungenügende, da ihr Zusammenbruch eine grössere Mure bewirken kann, als wenn der Bach unverbaut geblieben wäre.

## 5. Holz – Stein – Beton – Stahl

### 5.1 Holz und Stein

Die einfachsten, billigsten und naheliegendsten Baumaterialien für die Wildbachverbauung sind Holz und Naturstein. Beide wurden bereits in frühesten Zeiten vom Menschen zur Zähmung der Wildwasser eingesetzt.



Abb. 4 Diese Runse bei Kras (Drautal bei Villach) wurde gegen Erosion und Rutschung mit Steinkästen verbaut, da das oben sichtbare Reservoir gefährdet war. Die Methode eignet sich in diesem sehr schattigen und feuchten Hang gut.

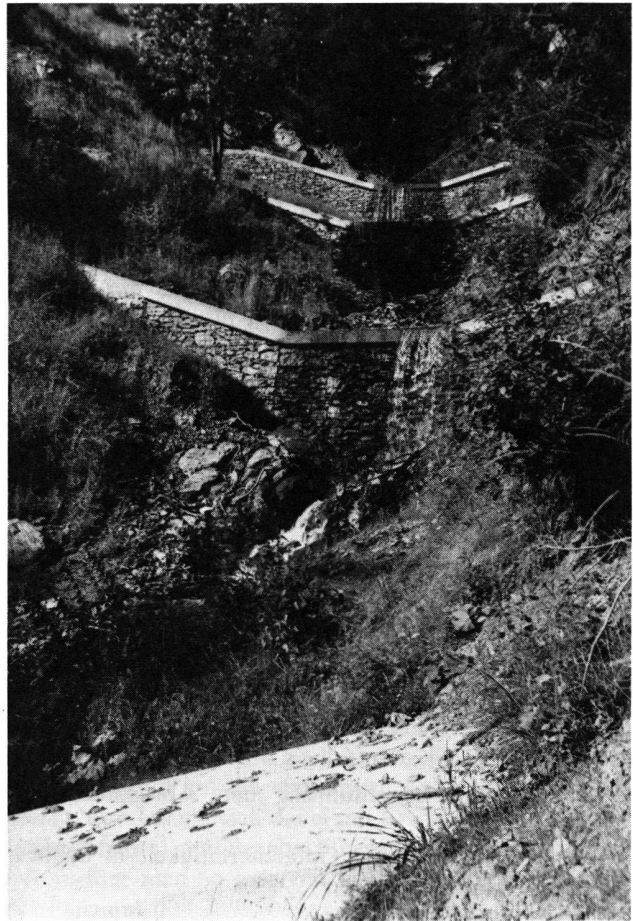


Abb. 5 Der Schrimbach im Maltatal ( $E = 3,4 \text{ km}^2$ ,  $HQ = 15,4 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ) wurde auf 1300 m mittels Drahtschottersperrn abgetrepppt. Die Methode eignete sich sehr gut, da nur wenige Sperren zu bauen waren und eine Erschliessungsstrasse fehlte.

Heute sind Holz und Stein weitgehend durch den Beton verdrängt worden; nicht immer zu Recht, denn richtig eingesetzt und fachmännisch verarbeitet, können Holz und Stein dauerhafter sein als Beton. Man kennt alte Trockensteinsperren, die immerhin 50 bis 100 Jahre alt und oft noch kaum beschädigt sind. Auch in den Dimensionen können solche Sperren beachtliche Masse annehmen: Im Pirkachergraben (Oberdrauburg) errichtete man 1886/87 eine 14 m hohe Geschieberückhaltesperre in Trockensteinbauweise [7]. Für solche Werke werden allerdings qualifizierte Arbeiter benötigt, die man heute kaum mehr findet. Auch ist es ein Irrtum, anzunehmen, ein exaktes Bearbeiten oder ein fachmännisches Aufeinander-schichten der Steine könne mit viel Zementmörtel umgangen werden. Solche «Pflastereien» sieht man heute im Wasserbau leider nicht selten. Ihre Dauerhaftigkeit ist klein, da die Steine die Lasten übertragen sollten, nicht der Mörtel; er ist lediglich eine Sicherung oder verhindert Auswaschung.

Für Holz lässt sich ähnliches sagen. Holzsperrn halten zwischen 20 und 40, selten bis 60 Jahre, falls sie fachgerecht gebaut und richtig eingesetzt worden sind (kein wechselfeuchter Standort, keine intensive Sonnenbestrahlung). Die Überfallkronen von Holzsperrn müssen gegen Abrieb geschützt werden mit Steinen oder ersetzbaren Verschleisshölzern. Wenn möglich sollen für

den Sperrenbau keine Weichhölzer verwendet werden. Vor einer Imprägnierung des Holzes muss eher abgeraten werden, da es sich hierbei um hochgiftige Chemikalien handelt, welche durch das Bachwasser zum Teil ausgeschwemmt werden. Zudem ist der Schutz im Wasser gering. Für höhere Bauwerke drängen sich die Steinkastensperrn auf. Dabei handelt es sich um eine Kombination von Holz und Stein (Abb. 4).

Holz und Stein sollten eingesetzt werden in unzugänglichen Gebieten (um teure Erschliessungskosten zu sparen), in Rutschzonen und für wahrscheinlich kurzlebige Bauten. Zudem wirken sie in ihrer Umgebung weniger stark als Fremdkörper als zum Beispiel Betonmauern.

Eine neuere Entwicklung oder Abart der Trockensteinmauerbauweise sind die Drahtschotterkörbe (mit Steinen gefüllte Kästen aus Maschendraht). Auch in schwierigem Gelände können daraus Sperren gebaut werden, wobei auch hier die Abflusssektion gegen Abrieb geschützt werden muss. Meistens bieten die Drahtschotterkörbe (ebenso im Hangverbau, Strassenbau oder als Bühnen und Längswerke eingesetzt) auch dem Auge ein ansprechendes Bild (Abb. 5).

Obschon die Bauweise mit Drahtschotterkörben einfach und zeitsparend ist, soll sie nicht für alles eingesetzt und nicht von ungelerten Arbeitern ausgeführt werden.

Eigene Erfahrungen in einem Entwicklungsland zeigen, dass die Drahtschotterkörbe (Gabions) als «Allerweltsmittel» gelten. Sie bewähren sich aber vielfach nur kürzeste Zeit, weil sie unsachgemäss eingesetzt worden sind.

Die drei wichtigsten Regeln für die Anwendung der Drahtschotterkörbe sind:

1. Die Steine dürfen nicht einfach in die Kästen geschüttet werden – sonst entstehen Drahtschotterwülste und -säcke, die in Kürze aufbrechen können –, sondern müssen sauber und selbsttragend hineingeschichtet werden. (Darum wurden die Drahtschotterkörbe als Abart der Trockensteinmauer bezeichnet. Das Drahtwerk darf nicht bereits nach Fertigstellung des Bauwerkes, sondern höchstens später unter extremer Beanspruchung, tragend werden.)
2. Auch Drahtschotterkörbe benötigen eine Foundation (wobei diese ebenfalls aus Drahtschotterkörben bestehen kann).
3. Drahtschotterkörbe dürfen nicht mit fliessendem und Grobgeschiebe führendem Wasser in Berührung kommen (es gibt zwar rostfreien, nicht aber abriebgeschützten Maschendraht).

Gleich der Holz- und Trockensteinbauweise bieten die Drahtschotterkörbe den Vorteil, dass sie leichte Geländebewegungen ohne Schaden überstehen können.

## 5.2 Beton

In den meisten Fällen wird heute Stahlbeton verwendet. Es wurden aber auch Schwergewichtsbetonmauern mit sehr wenig bis praktisch keinem Stahl gebaut. Die klassische Baustelle einer Wildbachverbauung zeigt Abbildung 2. Je nach Erschliessung der Baustelle wird aber auch Pump- oder Fliessbeton verwendet: Von der oberhalb liegenden, lokalen Mischmaschine oder vom beweglichen Betonmischer (Lastwagen) wird der Beton durch Röhren auf die Baustelle geleitet. Diese Methode stellt höhere Ansprüche an Bauleiter und Betonqualität, kann aber erfolgreich eingesetzt werden.

Die grössten Einwände gegen den Beton kommen heute vom Natur- und Landschaftsschutz. Oftmals sind sie begründet, denn eine Betonsperrentreppe (Abb. 6)

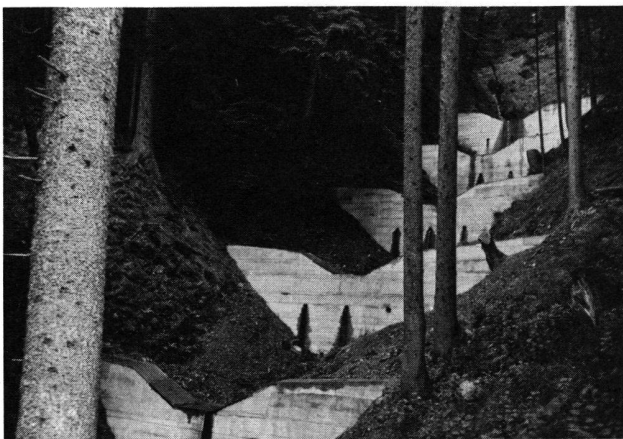


Abb. 6 Nackte Betonsperrentreppe im Reibasbach (Gailtal) – ein nur bedingt schönes Bild. Aus der Ferne betrachtet werden die Mauern jedoch durch den Wald gut versteckt.



Abb. 7 Abtreppung des Rauthbaches im Rosental mittels Larsen-Spundwandbohlen ( $E = 0,8 \text{ km}^2$ ,  $HQ = 2,0 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ). Siehe Text 5.3.1.

bietet höchstens dem Auge des Baufachmannes Befriedigung. Der andere Betrachter ist froh, wenn die kahlen Mauern durch Wald oder die Topographie versteckt sind.

Selbstverständlich kann mit grossem finanziellem Aufwand ein Betonbauwerk mit Natursteinen verkleidet werden. Bestimmt wäre es auch den Versuch oder eine Untersuchung wert, ob man dem Zement nicht einen «natürlicheren» Farbstoff beimengen könnte, damit sich Betonbauwerke besser in die Natur einpassen.

## 5.3 Stahl

### 5.3.1 Spundwandsperrren

1956 wurde in Österreich erstmals ein Wildbach mit Stahlspundwänden verbaut. Der Sulfatgehalt seines Wassers ist so hoch, dass der Einsatz von Zement nicht möglich war (Mustrigilbach bei Vandans). Falls man die Möglichkeit hat, mit Ramme und Kran oder Bagger an einen Wildbach heranzufahren, gibt es noch andere Gründe für den Einsatz von Stahlspundwänden:

1. Reduktion der Arbeitskräfte
2. Verminderung der Baukosten
3. Möglichkeit der Aufnahme sehr grosser Zugkräfte (auch bei überlastetem, annähernd gestrecktem Profil öffnen sich die Bohlenschlösser nicht).

E. Plattner beschreibt in [8] die Erfahrungen bei der Verbauung des Rehmerbaches. Es wurden dort Sohlgurten geschlagen mit einer Tagesleistung von 15 m<sup>2</sup>. Die Einsparung an Arbeitszeit im Vergleich zu gemauerten Sohlgurten betrug 84–92 %! Die Kosten verminderten sich um 13–29 %. Die Korrosion der für die Arbeiten bestens bewährten Larssen-Spundwände bleibt bei nicht extremen chemischen Wasserverhältnissen auch nach vielen Jahren kaum messbar. Einwände gegen die Spundwandbauweise kommen von seiten der Ästhetik. Man muss sie anerkennen, auch wenn man sich streiten kann, ob eine Beton- oder Stahlverbauung nach einigen Jahren «schöner» aussieht. Bis zu kleinen Fallhöhen (Abb. 7) wirken die Bohlen nicht allzu störend. Zudem gibt es viele Möglichkeiten, sie in kombinierter Bauweise beinahe oder ganz unsichtbar einzusetzen: Vertikale Kolsicherung (Einsparung von Aushub- und Betonkubaturen; Sperre muss nur auf Kippen, nicht auf Gleiten dimensioniert werden), Sicherung von Längswerken (ein Nachrollen des Ufersteinwurfes kann verhindert werden), Funktion von Pfählungen in schlechtem Baugrund.

### 5.3.2 Gittersperren

Im Kirchbachgraben (Gailtal) wurde zu Versuchszwecken eine reine Gittersperre errichtet (Abb. 8). Es handelt sich dabei um ein Stahlfachwerk.



Abb. 8 Gittersperre als Versuch im Kirchbachgraben (Gailtal; E = 17 km<sup>2</sup>, HQ = 80 m<sup>3</sup>/sec.). Die Sperre wurde bereits einmal völlig hinterfüllt und maschinell geleert. Ein Problem ist u. a. das Holz: Bereits grössere Äste bleiben im Fachwerk hängen. Siehe Text 5.3.2.

Die Auswertungen sind noch nicht abgeschlossen. Doch nach Angaben des zuständigen Gebietsbauleiters und anderer Fachleute scheinen sich die folgenden Erfahrungen abzuzeichnen, nachdem die Sperre bereits einmal vollständig hinterfüllt war und geleert werden musste:

1. Die Entleerung des Verlandungsraumes ist nicht einfach (im Fachwerk verkeiltes Holz kann nur mühselig entfernt werden; die Gitterstäbe werden bei der Leerung statisch evtl. völlig anders beansprucht als im Dimensionierungsfall)

2. Die Montage der Sperre erfordert Millimeterarbeit (Verschrauben der Stäbe)
3. Eine Gittersperre muss in ein Felsprofil gebaut bzw. eingepasst werden, damit das Bauwerk die wirkenden Kräfte ableiten kann.

Die Erfahrungen mit dieser Versuchsgittersperre sind demnach eher ungünstig. Sie dürfte höchstens in Spezialfällen zur Anwendung gelangen. Normalerweise eignet sich für die selben Zwecke eine Balken- oder Schlitzsperre besser (Siehe 6.4).

## 6. Einige besondere Probleme und Bauwerke

### 6.1 Hangexplosionen

Hangexplosionen kennt man von kleinsten bis zu gewaltigen Ausmassen. Sie sind leider meistens nicht vorzusehen: Oft nach langen Nässeperioden sammelt sich im Hang Wasser an, das nicht abfließen kann (Felsriegel, schlecht bis nicht durchlässige Bodenschicht). Dies dauert so lange, bis entweder das Wasser einen Abflussweg gefunden hat oder aber der vollgesogene Hang nachgibt. Wird dabei ein Teil des Hanges schlagartig weggepresst oder sogar weggeschleudert, so spricht man von einer Hangexplosion.

Die Hangexplosion im Wollinitzbach (bei Kleindorf im Mölltal) hat man auf Grund von Spalten im Boden vorausgesehen. Im August 1966 löste sich ein rechtsufriger Hangteil von 200 000 m<sup>3</sup> Moränenmaterial an der Innenseite einer Bachkurve und stürzte gegen den Prallhang des Baches. Dieser Hang wurde dabei verletzt und ist als Folge davon noch heute nicht zur Ruhe gekommen. Ein grosser Teil des Materials fuhr murenartig talwärts und verwüstete weite Gebiete. Die gefährdete Bevölkerung war evakuiert worden, so dass die Katastrophe «nur» drei Tote forderte und elf Häuser zerstörte. In der Folge wurde das Gebiet oberhalb der Hangexplosion entwässert und der Bach mit gewaltigen Schwergewichtsgewölbesperren bis 11,4 m Höhe, 2,0 m Basisstärke und 1,45 m Kronenstärke abgetreppt (Abb. 9). Der Wollinitzbach hat ein Einzugsgebiet von 8,6 km<sup>2</sup>, wofür der hydrographische Dienst Kärntens ein hundertjähriges Hochwasser von 24 m<sup>3</sup>/sec. berechnet.

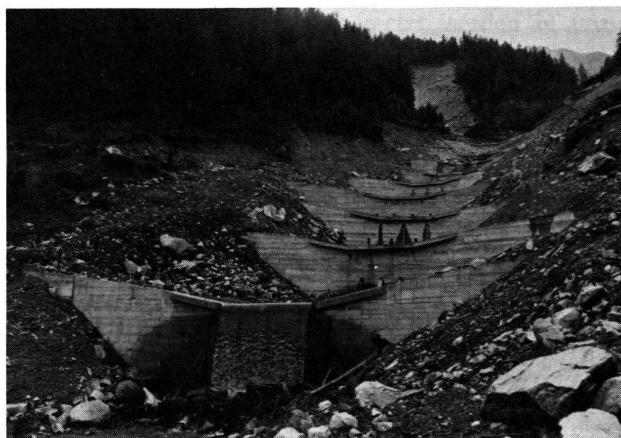


Abb. 9 Verbauung im Wollinitzbach im Mölltal nach der Hangexplosion von 1966. Im Hintergrund rechts der Bildmitte die Abruchstelle der 200 000 m<sup>3</sup> Moränenmaterial (Siehe Text 6.1). Man beachte das typische, flache Murenprofil der Sperren.



Abb. 10 Eine «kleinere» Hangexplosion löste sich bei Ferndorf oberhalb des mittleren Hauses und durchstieß ein Zimmer (die Mauer wurde nicht nachträglich noch sauber herausgetrennt; dieses Bild präsentierte sich unmittelbar nach der Hangexplosion). Der übrige Teil des Hauses blieb unbeschädigt.

Eine Hangexplosion kleineren Ausmasses fand 1975 in Ferndorf (bei Spittal an der Drau) statt: Durch die Wucht des schiessenden Materials wurde ein Zimmer des im Wege stehenden Hauses «verblüffend sauber ausgeräumt» (Abb. 10), während der Rest des kleinen Hauses unbeschädigt blieb!

Aus diesem Beispiel geht deutlich hervor, dass das Material von Hangexplosionen murenartig zu Tal schiessen und dabei «nur» einen sehr schmalen Streifen verwüsten kann; in der Breite betrachtet wirken die Kräfte oft beinahe punktförmig.

## 6.2 Talzuschub

Österreichs Paradebeispiel eines Talzuschubes ist der Gradenbach bei Döllach im Mölltal: Kurz vor dem Einfluss des Baches in die Möll befinden sich etwa 2 km<sup>2</sup> des linksufrigen Berchtoldhanges bis in eine Tiefe von 100 bis 150 m in Bewegung. (Kurze Charakteristik des Gradenbaches: Einzugsgebiet E = 32 km<sup>2</sup>, Fliesslänge 9 km von 3280 bis 1040 m ü. M., 64 % Fels, 4 % Gletscher, 13 % Wald, 18 % Alpen, mittlerer Jahresniederschlag 1560 mm.) Die Bewegungen des Hanges wurden erstmals 1917 festgestellt. Das letzte grosse Ereignis fand 1966 statt, als der Bach nach viertägigen Niederschlägen von 150–220 mm 1,3 Millionen m<sup>3</sup> Schutt in die Möll brachte, diese über eine weite Strecke aufstaute und aus ihrem Bett warf. Der Gradenbach liegt in der Matreier Schieferzone, deren Gesteinsschichten im untersten Teil schräg in die rechte Talflanke fallen, die deshalb sehr steil aber standfest ist. Nicht unbedingt parallel zu den zum Teil völlig zerrütteten Schichten des Schiefers rutscht der linke Hang in den Bach. Der Hangfuss wird durch die Wasserkräfte dauernd wegerodiert, so dass der Hang weiter nachrutscht. Dies geschieht nicht kontinuierlich, sondern schubweise: Die Hangbewegungen sind nach starken Niederschlägen gross (bis zu 8 cm pro Tag, bis zu 350 cm pro Jahr), in trockenen Zeiten sehr

gering. Seit 1959 hat man zur Verbauung von Bach und Hang verschiedene Massnahmen ergriffen:

- Hebung und Verbreiterung der Bachsohle (Sperrentreppe)
- Entwässerung der Talzuschubmasse; rasche, oberflächliche Ableitung der Niederschläge
- Biologische Entwässerung des Talzuschubhanges (biologische Austrocknung des Bodens durch Mischwald-Aufforstung und -Erhaltung u. a.)

Die Sperren im Bach wurden und werden zerdrückt, verdreht und genickt (Risse bis 25 cm in sechs Jahren [Abb. 3] bei gemessenen Drucken bis 100 kp/cm<sup>2</sup>), einige sogar bis 2,5 m gehoben, da die Bewegungskomponente am Hangfuss aufwärts gerichtet ist. Die älteren Sperren wurden mit 30 kg Stahl pro m<sup>3</sup> Beton armiert. Später ging man bis 50 kg/m<sup>3</sup> mit dem Ergebnis, dass diese Sperren zwar mehr oder weniger unbeschädigt blieben, aber in die rechte Talflanke gedrückt wurden und den dort anstehenden Fels zerstörten. Neuerdings arbeitet man deshalb auch mit anderen Mitteln: bewegliche Schubflügel der Sperren, Pufferzonen, elastische Druckpolster zwischen Hang und Sperren, Drahtschotterbauweise. Für weitere Angaben sei auf die Publikation von Kronfellner-Kraus [6] verwiesen.

Heute ist man sich über vieles noch nicht im klaren: Rutscht der Hang wirklich bis 150 m tief oder sind es nur 15 bis 20 m? Einige Quellen liefern vor acht Jahren gefallenes Niederschlagswasser. Anderes Wasser scheint für immer zu versickern. Wo fliesst es hin? Wie sieht der unterirdische Wasserhaushalt des Berchtoldhanges aus? Diese und andere Fragen sollen mit tiefen Bohrungen und einer Verdichtung des geodätischen und hydrographischen Messnetzes geklärt werden. Daneben laufen die Verbauungen weiter. Viele Millionen Schillinge wurden bereits in den Gradenbach gesteckt; trotzdem war der Nutzen-Kosten-Vergleich auch für das Projekt 1976 positiv (Nutzen-Kosten-Verhältnis = 2,8). Wie lange wird der Gradenbach noch österreichisches Sorgenkind bleiben und Fachleute aus aller Welt anziehen?

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die Massnahmen gegen Talzuschübe oftmals den klassischen Wildbachverbauungsprinzipien entgegenstehen. Für «normale» Wildbäche gilt es: Wasser zurückhalten und nicht konzentriert und rasch abfliessen lassen. Für Talzuschübe muss eher gelten: Kein Wasser zurückhalten, sondern alles rasch aus dem kritischen Gebiet ableiten.

## 6.3 Abweisdamm

Immer wieder stehen Häuser in gefährdeten Zonen von Wildbächen. Die Hausbesitzer empfinden diese Tatsache oft erst als störend, wenn etwas geschehen ist! (Gefahrenzonenausscheidung: Siehe 6.6). Nicht immer bietet sich für die gefährdeten Häuser eine so elegante und sichere Schutzmethode an wie beim Orterbach im Gegendtal (Abb. 11). Der kleine Bach (E = 0,4 km<sup>2</sup>) schoss früher den steilen Hang hinunter direkt auf eine neuere Überbauung zu. Heute wird er durch einen Abweisdamm (Betonmauer gegen den Bach, angepflanzter Erdwall gegen die Häuser) nach rechts gelenkt, wo er höchstens die benachbarten Wiesen und Weiden überfluten kann.





Abb. 11 Der Abweisdamm lenkt die Hochwasser oder Muren des Orterbaches nach rechts auf die Weiden im Vordergrund, so dass er die hangabwärts liegenden Häuser nicht beschädigen kann.

Dieser Abweisdamm stellt eine sehr befriedigende Lösung eines kleinen Wildbachproblems dar, auch wenn er unserer Ansicht nach zu steil zur Fließrichtung des Orterbaches steht (geht aus dem Bild nicht klar hervor).

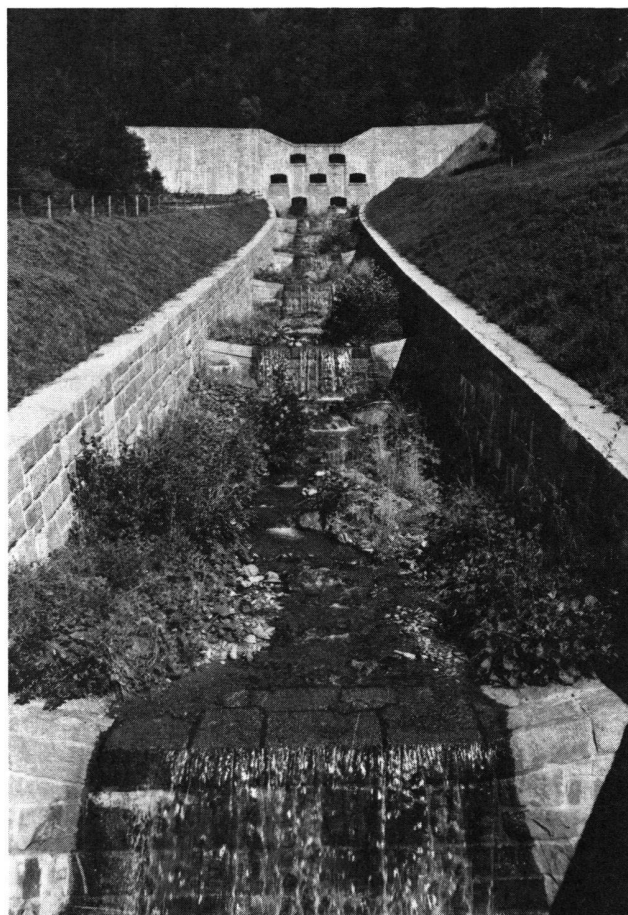


Abb. 12 Grosse Geschiebestausperre am Schluchtausgang des Schrimbaches im Maltatal (Siehe auch Abb. 5). Trotz der grossen Dohlen findet keine selbsttätige Entleerung der Sperre statt. Als weitere Sicherung des untenliegenden Dorfes wurde einige hundert Meter bachabwärts auf dem grossen Schwemmkegel ein Geschiebeablagungsplatz gebaut.

#### 6.4 Geschieberückhaltesperren

Noch bis in unser Jahrhundert baute man völlig geschlossene Geschieberückhaltesperren und -mauern. Dann wurde die grossdohlige Sperre gefunden (Abb. 12).

Sie sollte – wie auch die spätere Balken- und Schlitzsperre – grosse Mengen in kürzester Zeit herangebrachten Grobgeschiebes (Muren) zurückhalten, das regelmässig anfallende kleinere Geschiebe aber durchlassen. Kleinere Hochwasser hätten auf die Sperrenhinterfüllung selbstreinigend wirken sollen. Der Sperrentyp bewährte sich nicht, da sich Grobgeschiebe und grössere Holzstücke in den grossen Dohlen verkeilten und von einer Selbstreinigung anschliessend nicht mehr die Rede sein konnte. Manuell und maschinell mussten und müssen Verlandungsräume geleert werden.

Die nächste Entwicklung war die Balkensperre (Abb. 13). Die Öffnungen für das Geschiebe wurden grösser, und zudem lassen sich die Stahlbalken bei hinterfüllter Sperre nach unten entfernen, falls die Selbstreinigung nicht spielen sollte.



Abb. 13 Balkensperre im Wollinitzbach (Siehe auch Abb. 9). Die grossen Öffnungen bewirken meistens eine selbsttätige Reinigung der Sperrenhinterfüllung; andernfalls können die Balken nach unten entfernt werden.

Bei der Schlitzsperre fallen die Balken weg, und es bleibt ein sich nach unten verjüngender Schlitz: Grosse Geschiebestöße werden aufgehalten und später während kleinerer Hochwasser langsam, selbstreinigend durch den Schlitz abgebaut. Wenn die Gefahr besteht, dass der Vorfluter eines Wildbachs zu erodieren beginnt – falls man ihm das Geschiebe seines Zubringers vorenthält –, ist man hin und wieder angewiesen auf diese vorübergehende, möglichst selbstreinigende Geschieberückhaltung. Sowohl Balken als auch Schlitzsperre haben sich in der Praxis recht gut bewährt.

#### 6.5 Autobahn und Wildbach

Vielfach wird recht emotionell gegen die harte (Beton) Verbauung von Bächen gewettert. Es wird dann vergessen, dass es gerade im Gebirge Situationen gibt, in welchen man aus Platz- und Sicherheitsgründen nicht

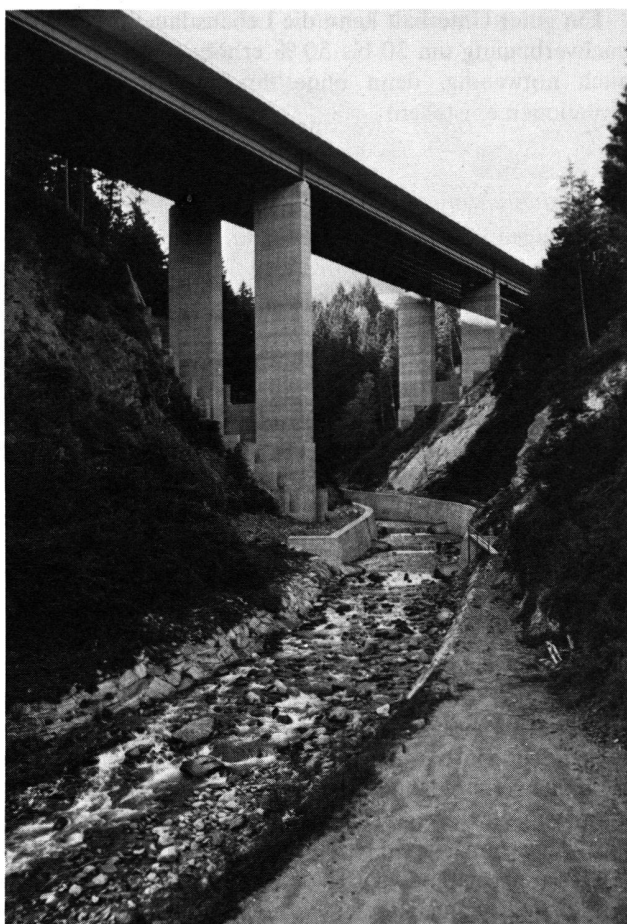


Abb. 14 Die Liesertal-Autobahn überquert den Steinbrückenbach: Zum sicheren Schutz der Brückenpfeiler und wegen der engen Platzverhältnisse musste der Bach über eine kurze Strecke zwischen Betonmauern kanalisiert werden.

um die kalte, naturfremde und tote Betonverbauung herkommt. Ein Beispiel ist die Kreuzung des Steinbrückenbaches ( $E = 27 \text{ km}^2$ , Dimensionierungshochwasser  $HQ = 41 \text{ m}^3/\text{sec.}$ ) mit der Autobahn im Liesertal (Abb. 14): Für ein kurzes Stück muss der Bach in ein Betonlängswerk gezwängt werden, da die Erosion der Autobahn-pfeiler katastrophale Folgen hätte. Gleich nach der Unterführung überlässt man aber den Bach wieder seinem natürlichen Bett, und er fließt ungestört der Lieser zu.

#### 6.6 Skipiste und Wildbach

Der Titel könnte richtiger auch heissen: Da werden Skipisten zu Wildbächen! Da in der Schweiz in dieser Richtung ebenfalls «gesündigt» wird, kann dieses abschreckende Beispiel für uns lehrreich sein.

Die Abbildung 15 zeigt die Skipiste V 73 am Dobratsch bei Villach im Sommer: Von einem Wildbach nicht zu unterscheiden! Vor 1973 stand auf diesem bis 40 % steilen Hang Wald – keine Wasserprobleme. Heute klafft dort eine teilweise mehrere hundert Meter breite Schneise (Abb. 16) mit grossflächiger Erosion und einem stellenweise tiefen Wildbachgerinne . . .

Obschon Fachleute vor dem Bau der V 73 gewarnt hatten, entstand sie 1973. Bereits die Gewitterregen von 1974 räumten alle Begrünungsversuche wieder weg und

überschwemmten viele Hektaren landwirtschaftliches Gebiet mit Wasser und Steinen. In der Folge mussten ein richtiger Geschiebeablagungsplatz und ein Gerinne gebaut werden, um mit den Wasser- und Geschiebemas-sen des «V 73-Wildbaches» fertig zu werden. Wie die Bilder zeigen, ist man heute (1977) noch weit davon entfernt, die Erosion der Skipiste unter Kontrolle zu haben. Im Hang zieht man kleine Gräben und Grund-schwellen ein: Die Oberfläche soll gehalten und das Wasser seitlich mit Röhren und Sandfängen in den Wald geleitet werden, wo es versickern kann. An anderen Orten müssen Hänge verbaut werden, da ihr Fuss durch das Skiliftrassees unsachgemäss angeschnitten worden ist.

Die einfachste Lösung des Problemes wäre die Ab-treppung des neuen Wildbaches und die Aufforstung der Schneise. Was wohl der Skifahrer dazu meinen würde? Er würde es nicht verstehen, denn im Winter «ist es doch traumhaft schön!» Im Sommer aber steht der Wildbach-verbauer vor der verunstalteten Natur und sucht nach Lösungen des Skipistenproblems. Schön, dass der Tou-rismus auch einigen Wildbachverbauern tägliches Brot gibt . . .



Abb. 15 Die Skipiste V 73 am Dobratsch bei Villach im Sommer – ein Wildbach!



Abb. 16 Auf der breiten Waldschneise der V 73 findet eine starke Flächenerosion statt. Auch die neu herangeführten Humushaufen dürften beim nächsten Starkregen mit viel Wasser und Geschiebe wieder zu Tal befördert werden . . .

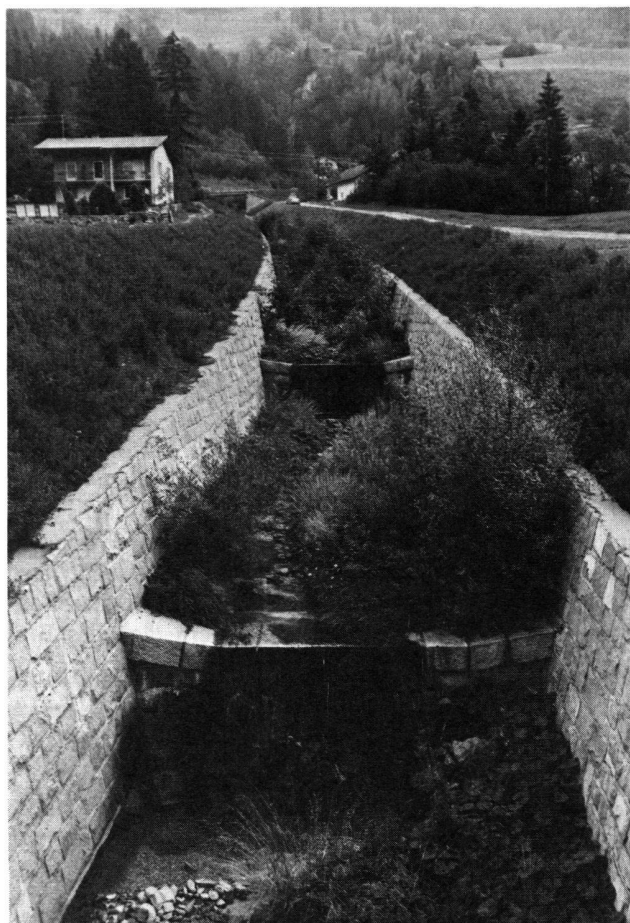


Abb. 17 Vernachlässigter Unterhalt in der Unterlaufkünette des Wollinitzbaches (Siehe auch Abbildungen 9 und 13).

### 6.7 Unterhalt

Es kann nie genug betont werden, wie wichtig der Unterhalt von Wildbachbauwerken ist. So falsch es ist, zu glauben, mit der Erstellung einer Ortsplanung sei dieses Problem gelöst bis zum Planungshorizont (jede Planung muss dynamisch revidiert werden), so unrichtig ist es, anzunehmen, mit einer Verbauung sei ein Wildbach für die geschätzte Lebensdauer der Bauwerke gebändigt. Eine im Unterhalt vernachlässigte Wildbachverbauung (Abb. 17) kann die Auswirkungen eines Hochwassers oder einer Mure nicht mehr mildern, sondern sogar vergrößern. Nach österreichischem Gesetz werden die Kosten für den Unterhalt je zu einem Drittel von Bund, Land und Interessenten übernommen. Das Land Kärnten besitzt seinen eigenen sogenannten Betreuungsdienst: Vier Mann je Gebietsbauleitung ziehen mit einem Wohnwagen durch das Land, um verschiedenste Reparaturen an Wildbachverbauungen auszuführen. Eine sehr gute Einrichtung, mit welcher es jedoch in zweierlei Hinsicht noch nicht getan ist: Erstens kann diese geringe Besetzung natürlich nicht sämtliche im jeweiligen Gebiet anfallenden Unterhaltsarbeiten – vor allem die grösseren nicht – erledigen. Zweitens müssen Schäden, Mängel und Verwachsungen zuerst festgestellt werden. Dazu sind periodische Kontrollen (möglichst zweimal jährlich) durch einen ortskundigen Fachmann (z. B. Förster) notwendig. Erst anschliessend können und müssen die Unterhaltsarbeiten unverzüglich in Angriff genommen werden.

Ein guter Unterhalt kann die Lebensdauer einer Wildbachverbauung um 30 bis 50 % erhöhen [9]; er ist aber auch notwendig, denn ohne ihn können gefährliche Situationen entstehen!

### 6.8 Gefahrenzonenpläne

Die eigentliche Wildbachverbauung umfasst den aktiven Gefahrenschutz. Der Mensch kann sich aber auch passiv vor den Gefahren schützen, indem er ihnen ausweicht. Früher, als der Boden noch nicht die Mangelware war, welche er heute ist, war der Mensch noch öfter bereit, nach Wildbachschäden Flächen preiszugeben. Auch wenn später jahrzehntelang nichts geschah, so erinnerte man sich doch an die Erzählung des Gross- und Urgrossvaters. Heute ist eine Katastrophe oft nach zwei bis drei Jahren vergessen, und spätestens nach zehn Jahren wird im gefährdeten Gebiet wieder gebaut – falls nicht ein Gefahrenzonenplan existiert, der das Bauen verbietet oder nur unter Auflagen gestattet.

Auf die Ausscheidung von Gefahrenzonen soll hier nicht näher eingegangen werden. Es geschah an anderer Stelle [10]. Trotzdem seien einige Bemerkungen gemacht zu diesem in unseren immer dichter besiedelten Gebieten sehr wichtigen Aufgabenkreis. Das Ausschneiden von Wildbachgefahrenzonen ist bedeutend schwieriger als jenes von Lawinengefahrenzonen. Für die Abgrenzung der letzteren existieren bereits recht gute Unterlagen und Berechnungsmethoden. Bei den Wildbächen muss noch grösstenteils ohne Hilfen, «von Hand» und mit Erfahrung gearbeitet werden. Logisches Überlegen, Gefühl für die Kräfte und Bewegungen von Wasser und Geschiebe, ein kritisches Auge, Naturverbundenheit und Mut zum Entscheid sind wichtige Eigenschaften des Fachmannes für Gefahrenzonen. Bei seiner Arbeit mit grosser Verantwortung ist Subjektivität nicht auszuschliessen, so dass Beurteilungen von gestern und heute nicht unbedingt übereinstimmen. Der gute Fachmann ist sich dessen bewusst und betrachtet jede Grenze einer Gefahrenzone möglichst aus verschiedenen Richtungen und Blickwinkeln (vor allem im wörtlichen Sinn verstanden). Die Ausscheidung von Wildbachgefahrenzonen ist – wie die Praxis zeigt – eine sehr anspruchsvolle, aber auch befriedigende Aufgabe. Weniger erfreulich sind oft die späteren Diskussionen mit Grundeigentümern und Gemeinde, wenn die Gefahr dem wirtschaftlichen Interesse gegenübersteht!

Eine wichtige Hilfe bei der Beurteilung von Gefahrenzonen sind die sogenannten «stummen Zeugen». Es handelt sich dabei um Spuren im weitesten Sinn in der Natur oder Besiedlung, die auf frühere Hochwasser und Muren und ihre Ausmasse schliessen lassen. Oft sind es Kleinigkeiten, die nur das geschulte Auge erkennt (coupiertes Gelände, Alter und Zusammensetzung eines Waldes usw.). Hin und wieder sind es aber auch massive und offensichtliche Zeugen früherer Gewalt (Abb. 18). Nicht selten findet man in Orts- und Flurnamen ebenfalls eine Art stumme Zeugen (meist aus älterer Zeit). So ist es zum Beispiel in alten Schriften belegt, dass die heutige Ortschaft Steinfeld im Oberdrautal früher einmal Schönfeld geheissen hat. Eine vielsagende Namenswandlung!

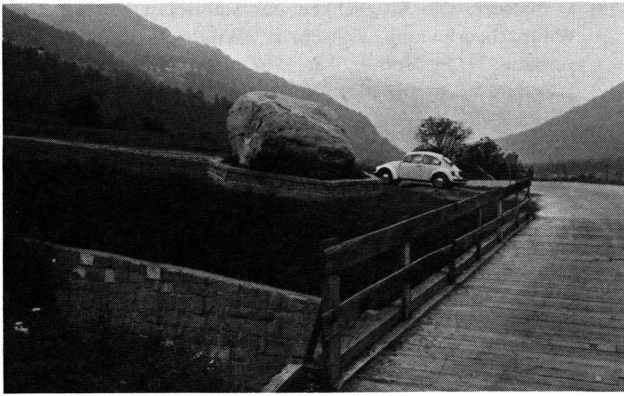


Abb. 18 Diesen zimmergrossen Stein brachte ein Hochwasser des Wollnitzbaches, dessen 100jähriges Hochwasser auf  $24 \text{ m}^3/\text{sec}$ . berechnet ist, bis hierher auf den Schwemmkegel – ein nicht zu übersehender stummer Zeuge!

Die stummen Zeugen – falls man sie zu erkennen und richtig zu interpretieren weiss – sind eine der zuverlässigsten Hilfen bei der Ausscheidung von Gefahrenzonen.

### 6.9 Nutzen – Kosten – Analysen

Für jedes österreichische Projekt in der Wildbachverbauung muss eine Nutzen-Kosten-Analyse erstellt werden. Bis vor kurzem wurde dies nach bestem Wissen und Gewissen der zuständigen Fachleute gemacht. Es war nicht zu vermeiden, dass bei jedem Projekt von anderen Annahmen und Voraussetzungen ausgegangen wurde, so dass jede Nutzen-Kosten-Analyse anders herauskam. Dadurch wurde ein einigermaßen objektiver Vergleich einzelner Projekte praktisch verunmöglicht. Nun hat die Sektion Villach einen Leitfaden ausgearbeitet für die Kosten-Nutzen-Vergleiche in der Wildbach- und Lawinerverbauung [4]. In Zukunft sollen alle Nutzen-Kosten-Vergleiche nach dieser Methode, das heisst mit einheitlichen Annahmen, durchgeführt werden. Erfahrungen mit diesem normierten Ablauf bestehen noch keine. Auf Stufe der Ausführenden besteht grösstenteils die Ansicht, dass die Neuerung viel mehr Arbeit bringe als früher. Sicher ist dies richtig, doch bildet der Leitfaden nach unserer Ansicht einen akzeptablen Weg zwischen einem in wenigen Stunden gemachten Nutzen-Kosten-Vergleich und einer exakten Nutzen-Kosten-Analyse.

Die von Villach ausgearbeitete Methode sei nachfolgend kurz skizziert: Nach der Kapitalwertmethode wird die Differenz der abgezinsten Nutzen und Kosten gebildet (Kapitalwert). Ist der Kapitalwert positiv (Nutzen überwiegend), so ist das Projekt wirtschaftlich. Es wird mit einem festen Untersuchungszeitraum von 30 Jahren ab Baubeginn gerechnet und deshalb nach Ablauf dieser Zeit ein Restwert der Verbauung von 50 % der Baukosten eingesetzt. Die Rechnung erfolgt mit einem Zinssatz von 5 %. Nutzen und Kosten werden wie folgt aufgeschlüsselt (intangibile Nutzen und Kosten bleiben unberücksichtigt):

Nutzen:

- Zu verhindernde Schäden (aufgeteilt nach Landwirtschaft, Forstwirtschaft, sonstige land- und forstwirtschaftliche Erwerbszweige, Bachbett und Vorfluter,

Verkehrsanlagen, Energieversorgung, Nachrichtenversorgung, Wasserversorgung und -entsorgung, Fremdenverkehr, sonstiges Gewerbe, Industrie, sonstige öffentliche Einrichtungen, sonstiges privates Eigentum, Sonstiges ausserhalb der Gefahrenzonen)

- Wertsteigerungen
- Ausserregionale Einflüsse (ohne Bewertung)

Kosten:

- Kosten des Projektes plus 1,5 % für den Unterhalt
- Restkosten alter Projekte plus 1,5 % für den Unterhalt
- Geschätzte weitere Verbauungskosten im Untersuchungszeitraum
- Kosten für Projekte der Wasserbauverwaltung mit gleichem Nutzen

Die verschiedenen Grössen werden in vorgedruckte Tabellen eingesetzt und mit gegebenen Formeln abgezinst. Vor der Bildung des Kapitalwertes wird zum Schluss den Gesamtnutzen der Restwert der Verbauungen zugeschlagen (oder den Gesamtkosten abgezogen).

Für die Berechnungen wird die Existenz eines Gefahrenzonenplanes vorausgesetzt. Weil dort jedoch mit höheren Jährlichkeiten (Wiederkehrperioden der Schadensereignisse) gerechnet ist, wird für den Nutzen-Kosten-Vergleich ein Reduktionsfaktor eingeführt. Die Nutzen werden verschieden gewichtet, je nachdem, ob sie in der roten oder gelben (Schweiz: blauen) Zone anfallen. Die summierten Nutzen werden mit einem Ereignisfaktor multipliziert, der berücksichtigt, wie wahrscheinlich das Eintreffen eines bestimmten Ereignisses im Untersuchungszeitraum ist. Weiter nimmt man an, dass die Nutzen ab Baubeginn bis zum Bauende linear steigen und dann jährlich gleich bleiben für den Rest der dreissig Jahre. Die Kosten werden gleichmässig auf die Baujahre verteilt. Für Details wird das Studium des erwähnten Leitfadens [4] empfohlen.

Abschliessend sei betont, dass der Nutzen-Kosten-Vergleich im Prinzip ein sehr einfaches und nützliches Hilfsmittel darstellt zur Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit eines Projektes beziehungsweise zum Vergleich einzelner Projekte. Niemals aber liefert der Nutzen-Kosten-Vergleich eine absolute Wirtschaftlichkeit, da der Zeitpunkt eines schadenbringenden Wildbachereignisses nicht vorausgesagt werden kann.

Zum Schluss soll nicht versäumt werden, den Kollegen aus Österreich sehr herzlich zu danken für die aufmerksame und fachkundige Betreuung. Sie machte die Aufenthalte im sympathischen Nachbarland zu einem grossen fachlichen Gewinn. Besonderen Dank verdient Oberforstrat E. Länger (Sektionsreferat Villach), welcher trotz offensichtlicher Überlastung viel Zeit für den Gast aus der Schweiz opferte.

### Literatur und andere Quellen:

Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung, Sektion Kärnten:

- [1] Gradenbachprojekte 1959, 1967, 1973, 1976.
- [2] Wildbach- und Lawinerverbauung im Lande Kärnten, Villach 1970.

- [3] Beitrag zur Neuorientierung und Reorganisation der Wildbach- und Lawinerverbauung in Kärnten, Villach 1971.
- [4] Wildbach- und Lawinerverbauung: Kosten-Nutzen-Vergleich, Villach 1977.
- [5] H. Grubinger: Der Schutz alpiner Lebensräume. Eine Auswertung von INTERPRAEVENT 75. Zft. österr. Wasserwirtschaft, 28. Jg. Heft 3/4, 1976.
- [6] G. Kronfellner-Kraus: Die Wildbacherosion im allgemeinen und der Talzusub im besonderen, 100 Jahre forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, 1974.
- [7] E. Länger: Villach – die Wiege der österreichischen Wildbachverbauung, Neues aus Alt-Villach. Museum Stadt Villach, 12. Jahrbuch 1975.
- [8] E. Plattner: Die Möglichkeit des Stahlwasserbaues bei der Wildbachverbauung, Zeitschrift «Wildbach- und Lawinerverbau», 31. Jg. Heft 2, Sept. 1967.
- [9] J. Zeller: Vorlesung über Wildbach- und Hangverbau, ETH Zürich 1976.
- [10] F. Zollinger: Die Ausscheidung von Gefahrenzonen, DISP Nr. 42 des ORL-Institutes der ETH, Zürich 1976.

Adresse des Verfassers:

Fritz Zollinger, dipl. Kulturing. ETH; Institut für Kulturtechnik, ETH-Hönggerberg; 8093 Zürich;

Zurzeit: c/o FAO-UNDP; P. O. Box 107; Kathmandu; Nepal

## Le monorail au service des améliorations foncières

B. Jacot

### Zusammenfassung

*Das durch die Firma Habegger AG in Thun entwickelte MONORACK ist ein Fahrzeug, das nur auf einer Schiene, welche auf der Unterseite mit einer Zahnstange ausgerüstet ist, fährt. Es ist ein Transportsystem und Arbeitsgerät für schwer zugängliche Gebiete, mit dem Steigungen bis zu 100 % überwunden werden können. Die Einsatzgebiete des MONORACK sind vor allem in Rebbergen, Obstkulturen, Alp- und Forstwirtschaft, Hangsiedlungen, Schrägschächten, Stollen usw. Es ist dank dem Baukastensystem schnell und selber montierbar.*

Depuis quelques décennies, la rationalisation des exploitations, et particulièrement celle des exploitations viticoles, a fait par étapes successives, des bonds prodigieux.

Il n'y a pas si longtemps, les vignes en terrasses étaient considérées comme intouchables, on s'est mis alors à créer des routes permettant l'accès aux parcelles. Il n'était pas encore question de remaniement dans ce genre de terrains. Puis peu à peu, on s'est lancé dans le remaniement des vignes de faible pente, et devant l'avantage évident qui en est résulté on s'est attaqué aux vignes en terrasses. On a vu apparaître aussi les premiers téléphériques nécessaires pour desservir les parcelles trop éloignées des chemins. On a même vu un syndicat de téléphériques se muer en syndicat de remaniement avec route, mais à l'heure qu'il est, les téléphériques ne sont pas encore construits. Il y a bien eu des syndicats de téléphériques exclusivement, qui ont apporté de très nettes facilités et des gains de temps considérables. Toutefois, il faut reconnaître que ces installations sont soumises à un certain nombre d'impératifs tels que le tracé rectiligne, des difficultés à franchir les grands murs, l'amenée du courant électrique, l'emprise des socles de pylônes sur le sol cultivable. Il faudrait trouver autre chose (Fig. 1).

Il y a quelques années le propriétaire d'un grand domaine viticole me faisait part de son souci pour terminer ses vendanges; alors que plusieurs de ses voisins avaient terminé, lui en avait pour une semaine, avec tout ce que cela comporte de risques (intempéries, pourriture, etc.). Il fallait trouver une autre solution (Fig. 2).

Dans le domaine de l'économie alpestre aussi, le problème se posait. Par exemple la bourgeoisie de Kratti-

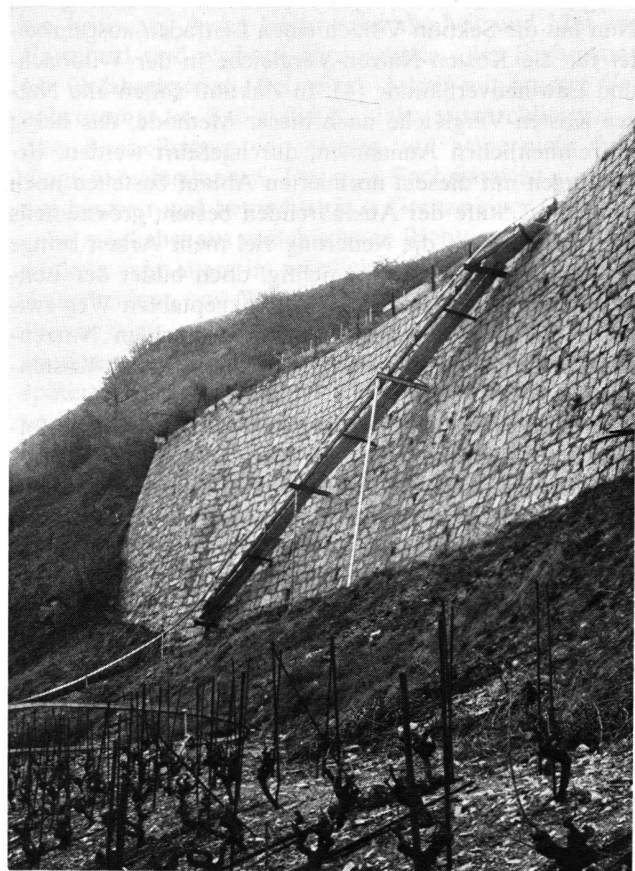


Fig. 1 En Valais, franchissement d'un mur de 11 m