

# Hochwasserschutz und Wassernutzung im Gebirge. Eindrücke von Exkursionen im Zusammenhang mit dem Symposium INTERPRÄVENT 1980

Autor(en): **Bührer, M. / Hagen, A. / Hutzli, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **79 (1981)**

Heft 3

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-230644>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Hochwasserschutz und Wassernutzung im Gebirge. Eindrücke von Exkursionen im Zusammenhang mit dem Symposium INTERPRÄVENT 1980

M. Bühner, A. Hagen, P. Hutzli, J. Meyer, K. Sprecher, F. Zollinger

Die Autoren besuchten das internationale Symposium INTERPRÄVENT 80 in Bad Ischl (Katastrophen-Vorbeugung durch verbesserte Naturraum-Analysen) und bereisten anschliessend das Land Österreich. Der Artikel bringt einige Beispiele der verschiedenen Exkursionen aus dem Wasserbau im Gebirge (Kraftwerke, Flussbau), Meliorationen von Flussebenen (Drainagen, Hochwasserschutz, Wildbachverbauungen) mit den dazugehörigen, eher theoretischen Folgen und Überlegungen (Gefahrenzonen, Risiken). Vergleiche mit schweizerischen Verhältnissen werden gezogen.

*Les auteurs ont assisté au congrès international INTERPRÄVENT 80 à Bad Ischl (la prévention de catastrophes par l'amélioration de l'analyse de paysage) et on fait ensuite un voyage à travers l'Autriche. L'article présente quelques exemples pratiques de la construction hydraulique dans les montagnes: Centrales électriques, correction des fleuves, amélioration des plaines fluviales (drainages, défense contre les inondations) et correction des torrents. Suivent des réflexions et conséquences plus théorétiques qui en font partie (levée topographique des zones en danger, calcul des risques). Pour finir des comparaisons avec les situations en Suisse sont établies.*

## 1. Einleitung

Vom 8. bis 12. September 1980 fand in Bad Ischl (Österreich) das internationale Symposium INTERPRÄVENT 80 statt. Während einer Woche befasste man sich theoretisch und praktisch mit den Grundlagen landschaftspflegerischer Schutzwasserwirtschaft, mit der Analyse des Hochwassergeschehens, mit Massenströmen, Bergstürzen und Lawinen, mit Gefahrenzonen und Risikobewertungen. Die wissenschaftlich-fachliche Leitung lag bei den Professoren Aulitzky (Wien), Grubinger (Zürich) und Nemecek (Graz). In dieser Stellung ermöglichte Prof. Dr. H. Grubinger einer sechsköpfigen Delegation des Institutes für Kulturtechnik nicht nur am Symposium und den dazugehörigen Exkursionen teilzunehmen, sondern auch zusammen mit ihm anschliessend eine wöchige Fachexkursion bis hinunter nach Kärnten durchzuführen.

Der vorliegende Artikel will mit wenigen ausgewählten Beispielen einige Rosinen aus dem reichhaltigen Exkursionsprogramm herauspicken. Es sollen aber nicht nur die österreichischen Verhältnisse aufgezeigt, sondern immer wieder Vergleiche zur Schweiz und zu allgemeinen, übergeordneten Gedanken geknüpft werden. Der Beitrag teilt sich in zwei grosse Abschnitte: Der erste befasst sich mit der Nutz- und Schutzwasserwirtschaft in drei grossen Gebirgstälern (Gail-, Drau- und Ennstal). Der zweite beschäftigt sich mit den Wildbächen bei ihrer Einmündung in ihre Vorfluter, mit Geschieberückhalt und

vor allem mit der Gefahrenzonenplanung und der Risikobewertung.

## 2. Nutz- und Schutzwasserwirtschaft in grossen Gebirgstälern

### 2.1 Melioration Gailtal

#### a) Geographische Lage

Das Gailtal liegt als langgestrecktes Tal im Südwesten des österreichischen Bundeslandes Kärnten. Das west-ost verlaufende Tal ist mit der grosstektonischen alpin-dinarischen Grenzlinie identisch; es ist mit etwa 70–90 m mächtigen Lockersedimenten gefüllt. Die südliche Begrenzung bilden die Karnischen Alpen, welche gleichzeitig auch die Landesgrenze zu Italien darstellen.

Nördlich wird das Gailtal durch die Gailtaler Alpen abgeschlossen.

Der Fluss entspringt in der Gegend des 1523 m hohen Kartitsch-Sattels auf Osttiroler Gebiet, durchfliesst das Lesachtal in ziemlich genau östlicher Richtung und erreicht bei Kötschach das Gailtal und nach rund 80 km, knapp unterhalb der Stadt Villach, die Drau. Diese Flussstrecke von Kötschach bis Villach und die entsprechenden Talniederungen sind Gegenstand der seit über 100 Jahren betriebenen Gailregulierung.

#### b) Problemstellung und Flussregulierung

Das Gailtal ist eines der wasserreichsten Täler Mitteleuropas. Die mittlere Niederschlagshöhe für das ganze Gebiet beträgt 1719 mm/Jahr. Auf den umliegenden Höhenzügen fallen im Jahr 2000–3000 mm Niederschlag [11]. Besonders gefürchtet sind die herbstlichen Wetterlagen, die feuchte und warme Luftmassen aus dem Mittelmeerraum bringen, welche sich dann in tropischen Niederschlägen entladen.

Bereits im Jahr 1875 wurde ein Gesetz erlassen, welches die rechtliche Grundlage für die Gailregulierung bildete. Um Schutzmassnahmen erfolgreich in die Tat umsetzen zu können, war von allem Anfang an das Zusammenwirken von Massnahmen auf den Gebieten des Flussbaus, der Wildbachverbauung und der Kulturtechnik entscheidend. Verschiedene Hochwasserausbaukonzepte

#### Legende

- 1 Einzugsgebiet obere Enns
- 2 Einzugsgebiet Drau
- 3 Einzugsgebiet Gail
- 4 Strober Weissenbach
- 5 Zauchbach

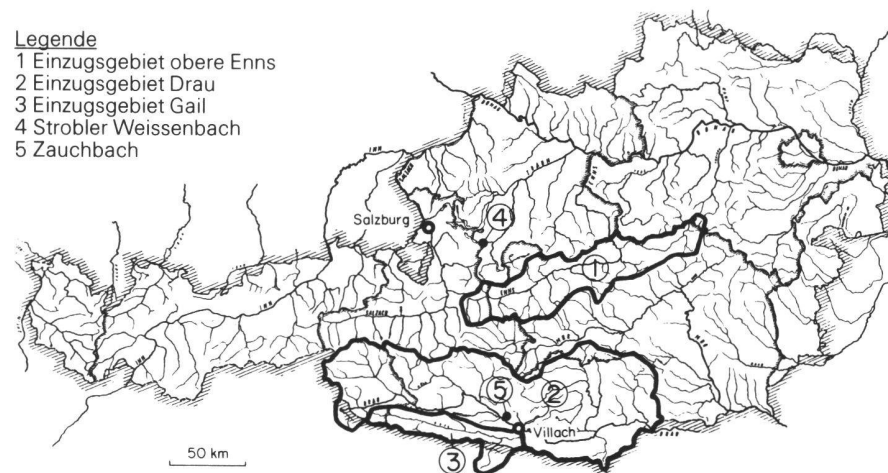


Abb. 1 Gewässernetzkarte von Österreich mit den besichtigten und im Beitrag behandelten Einzugsgebieten und Wildbächen

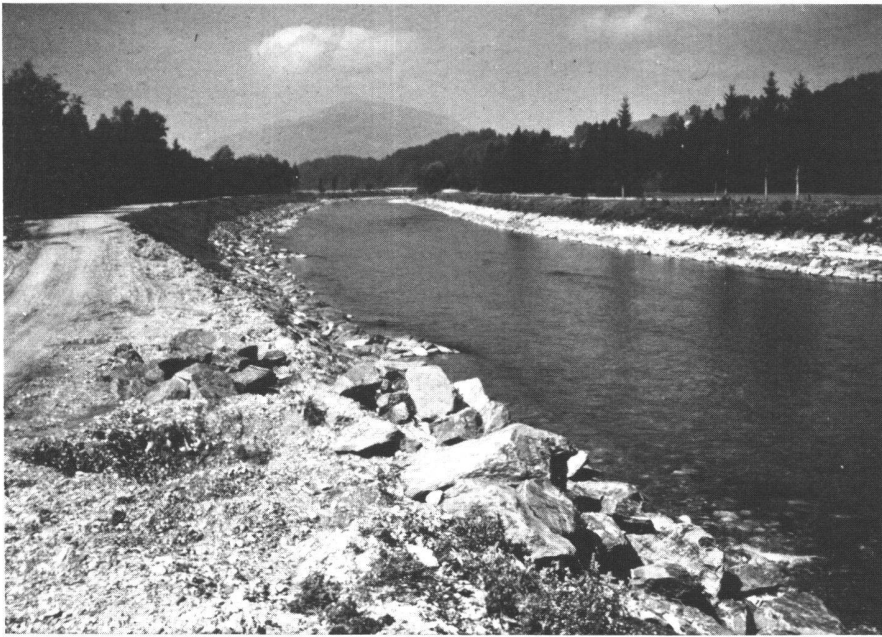


Abb. 2 Regulierte Gail kurz nach Beendigung der Bauarbeiten. Etwa 20 km unterhalb von Kötschach

wurden in der Folge aufgestellt, mehrmals modifiziert und den neuen wirtschaftlichen und technischen Erfordernissen und Erkenntnissen angepasst.

Heute wird die Gesamtregulierung nach dem «generellen Gailausbauprojekt von 1970» vorangetrieben. Dieses Regulierungskonzept 1970 sieht folgendes vor:

- Siedlungen und wichtige Verkehrsverbindungen sind vor zumindest 100jährlichen Hochwässern zu schützen (HQ<sub>100</sub>).
- landwirtschaftlich genutzte Flächen bis zum HQ<sub>30</sub>.
- Die Detailprojektierung muss die bereits ausgeführten Schutz- und Regulierungsbauten voll berücksichtigen.
- Durch Schaffung entsprechender Rückhaltebecken ist der Hochwasserschutz für den Raum Villach zu gewährleisten.

Realisiert wird dieses Konzept wie folgt:

- Das Flussgerinne wird auf ein 30jährliches Hochwasser ausgebaut (Ausbaggerung, Verstärkung und Erhöhung der alten Begleitedämme).
- Zwischen dem Fluss-km 0.0 (bei Kötschach) und dem km 40.0 sind Retentionsräume vorgesehen und mit Dämmen abgesichert (sogenann-

te Flutbecken). Ein Hochwasser bis zur Grösse von HQ<sub>100</sub> füllt diese Räume kontrolliert von unten nach oben auf und wird damit auf ein HQ<sub>30</sub> abgemindert.

- Für das RHHQ (Rechnerisches Höchsthochwasser) stehen zwischen km 40.0 und km 60.0 weitere Retentionsräume zur Verfügung, welche wiederum auf HQ<sub>30</sub> abmindern.
- Durch zusätzliche Massnahmen werden in den Retentionsräumen Siedlungen und Verkehrswege abgesichert.

Wassermengen und Speicherung bei der Mündung in die Drau gemäss Projekt 1970 (siehe Tabelle).

Neben der eigentlichen Flussregulierung wurde und wird der Verbauung der Wildbäche besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da der Bestand der Regulierungsbauten der Gail weitgehend von der Wirkung dieser Massnahmen abhängt. Die Wildbäche werden quer zur Talebene direkt in den Fluss ausgeleitet, nachdem sie am Hangfuss einen Geschiebeablagerungsplatz durchlaufen und, falls vorhanden, den tieferliegenden Längsentwässerungsvorfluter überquert haben.

| Einzugsgebiet 1403 km <sup>3</sup> |                        | Mittelwasser MQ       |  |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|--|
| berechnete Abflussmengen           |                        | Hochwasserrückhalt    | Ausbauwassermenge                              |
| HQ <sub>30</sub>                   | 1022 m <sup>3</sup> /s | 227 m <sup>3</sup> /s | 795 m <sup>3</sup> /s                          |
| HQ <sub>100</sub>                  | 1414 m <sup>3</sup> /s | 417 m <sup>3</sup> /s | 997 m <sup>3</sup> /s                          |
| RHHQ                               | 2280 m <sup>3</sup> /s | 927 m <sup>3</sup> /s | 1353 m <sup>3</sup> /s                         |
| Speicherung bei RHHQ:              |                        |                       | 71 Mio m <sup>3</sup>                          |
| Überstaute Fläche:                 |                        |                       | 32,6 km <sup>2</sup> = 32,6 Mio m <sup>2</sup> |

### c) Entwässerungen

Die Gail hat im Oberlauf etwa 2,5% Gefälle und bringt viel Geschiebe in die Flachstrecke mit einem Gefälle unter 0,1%, was in Verbindung mit Geschiebeeinstössen der Wildbäche zu Sohlenhebungen und Versumpfungem führte.

Die Gailregulierung stellt somit die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Entwässerung der Talebene dar, welche für die Landwirtschaft von lebenswichtiger Bedeutung ist. Von den ehemals rund 3500 ha versumpften Talflächen sind heute etwa 1500 ha entwässert.

#### Hauptvorfluter

Um für die zum Teil tiefer als der Fluss liegenden Gebiete einen Abfluss zu schaffen, werden parallel zur Gail Kanäle gebaut, die mit geringem Gefälle auf lange Distanz Höhe gewinnen und schliesslich in freier Vorflut in den Fluss ausmünden können.

Das minimale Flussgefälle beträgt 0,6‰, dasjenige der Vorfluter 0,3‰.

Der Ausbau der offenen Vorfluter erfolgt mit Bruchsteinen und Grobschotter. Bei der Profilwahl wird besonderes Gewicht auf den späteren Unterhalt gelegt. So wird z. B. die Sohle in jedem Fall so breit gewählt, dass der Kanal mit einem Mähboot befahren werden kann. Etwa alle 10 Jahre wird die Sohle zudem von einem Schreitbagger ausgeräumt.

Die Böschungen werden vom Begleitweg aus mit einem an ein Geländefahrzeug angebauten Gerät gemäht. Ein solcher hydraulisch gesteuerter Schlagmäher erreicht nicht nur Gras am Fuss einer 4–5 m hohen Böschung, sondern wird auch mit Holzigem Aufwuchs bis 3 cm Durchmesser fertig. Zum Teil werden die Böschungen auch mit einem Herbizid behandelt, welches die Stauden unterdrückt, dem Grasbewuchs aber keinen Schaden zufügt.

#### Detailentwässerungen

Die Böden des Gailtals, die einer Detailentwässerung bedürfen, sind von der wechselhaften Flussgeschichte geprägt: Wechsellagerung von Moor und Flusssedimenten, aber auch Moorkomplexe bis 10 m Mächtigkeit. Diese Böden bestehen also aus feinem, mineralischem Material mit mehr oder weniger mächtigen Torf-Zwischenlagen. Die k-Werte betragen einige dm bis einige m pro Tag.

Mit einem ca. 6 ha grossen Drainversuchsfeld wurden während 10 Jahren bis 1958 Erfahrungen mit diesen Böden gesammelt. Man verfügt für das ganze Tal über eine genaue Bodenkartierung; das Bundesversuchsinstitut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen führte Bodenuntersuchungen in Feld und Labor durch, wie

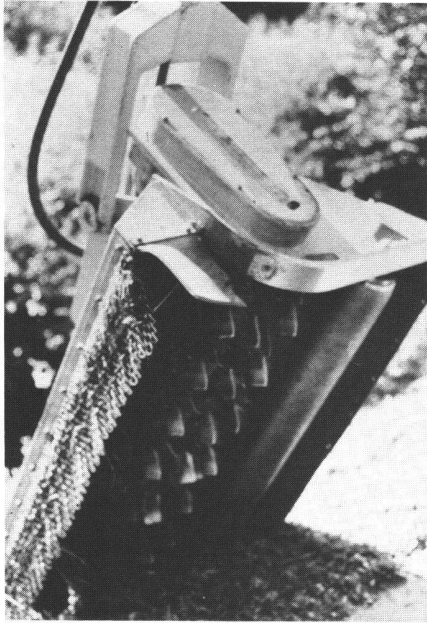


Abb.3 Schlagwerk einer hydraulisch gesteuerten Mähmaschine für den Vorflutunterhalt im Gailtal

Drainfilter wird Abfallschotter 5/12 verwendet.

Senkrecht zu den verfüllten Gräben werden anschliessend im Abstand von ca. 3 m mit dem Maulwurfflug Erd-drains gezogen. Die bindigen Böden eignen sich für diese Maulwurfdrainage (MWD) gut; nach 10 Jahren ist der Gang noch sehr gut erhalten, liegt aber 10 cm höher. Wichtig bei der MWD ist, dass die Erddrains an den Filter des Drainrohres angeschlossen sind. Das bedeutet, dass er bis über die entsprechende Tiefe eingefüllt werden muss.

Im Gegensatz zur Wippscharlockerung, für welche die Böden bei 1700 mm Jahresniederschlägen viel zu nass sind, ist diese kombinierte Drainage (Rohrdrainage + MWD) ein taugliches und preisgünstiges Mittel, um auch künstlich oder natürlich verdichtete Böden zu sanieren.

Zum Schluss noch ein Wort zum Unterhalt der Drainage. Da die Böden zum Teil bis 6 Gewichtsprozent Eisen enthalten, ist die Verockerungsgefahr sehr gross. Die Drainrohre werden aus diesem Grund konsequent periodisch mit Hochdruck gespült. Dabei wird schon beim Bau auf eine möglichst unterhaltfreundliche Anlage geachtet (Spülschächte, freie Ausmündungen in den Vorfluter).

## 2.2 Flusskraftwerksketten im Drautal – eine andere Art von Flussbau

### a) Einleitung

Trotz steigendem Stromverbrauch und einer Verteuerung aller Energieformen besteht in breiten Bevölkerungskreisen in zunehmendem Mass Misstrauen und Widerstand gegenüber den Atomkraftwerken. Die intensive Wasserkraftnutzung tritt daher wieder vermehrt in den

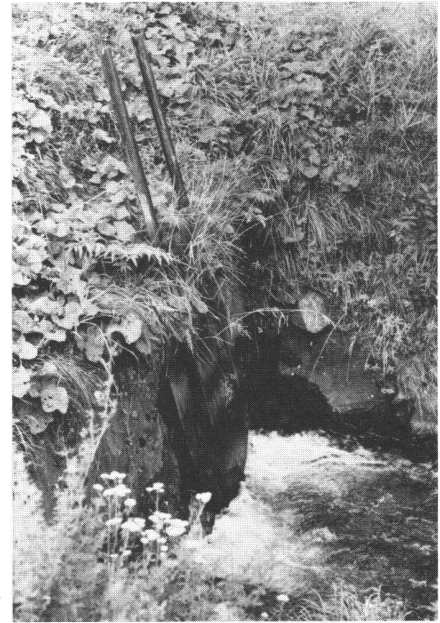


Abb.4 Ausmündung eines kleineren Vorfluters in die Gail: Die Rückstauklappe verhindert ein Eindringen der Gailhochwasser in den Vorfluter

Vordergrund, ist aber auch nicht unbestritten.

Am Beispiel des Flusses Drau (siehe Abb.1) soll gezeigt werden, wie mit einer Flusskraftwerkskette, neben dem Hauptzweck der Energieerzeugung, zusätzliche Probleme und Anliegen gelöst werden können, aber auch müssen.

### b) Grundidee

Die grossen Abflüsse aus den Bergmassiven des Alpenhauptkammes östlich des Grossglockners werden über grosse Speicherseen in Druckstufen gegen das nach Süden offene Drautal abgearbeitet. Das Wasser dieser Maltakraftwerke fliesst bei Möllbrücke wieder in

das auch etwa vom Institut für Kulturtechnik im Reusstal gemacht wird.

Solche Böden werden nun mit systematischen, meistens kombinierten Drainagen entwässert, wobei gleichzeitig zur Grundwasserabsenkung auch die Sanierung von oberflächlichen Verdichtungen, zum Teil entstanden durch intensiven Weidebetrieb, realisiert werden soll.

Im Abstand von 20–50 m werden in einer Tiefe von 1,2 m–1,7 m (im Torf) Kunststoff-Drainrohre verlegt. Die Gräben werden nicht sofort verfüllt, damit die Grabenwände und das Aushubmaterial etwas antrocknen können. Schönes Wetter ist dabei vorausgesetzt. Als

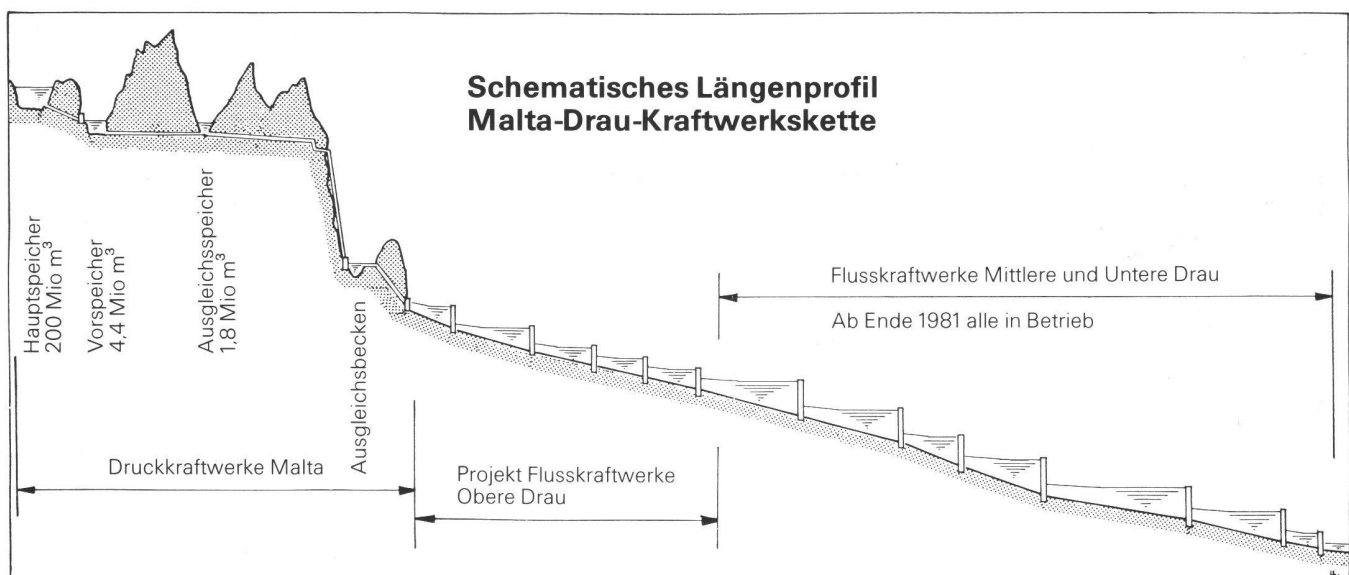


Abb. 5 Schematisches Längensprofil der Malta-Drau-Kraftwerkskette. Die Längen und Höhen sind nicht massstabsgetreu aufgetragen



den Talfluss, die Drau. Um den so vergrößerten Abfluss optimal verwenden zu können, soll die Drau zwischen Möllbrücke und der Staatsgrenze zu Jugoslawien über zwölf aneinanderhängende Flussstautufen genutzt werden. Diese kombinierte Kraftwerkskette bringt einige energiewirtschaftliche Vorteile mit sich.

Die Speicherkraftwerke Malta haben vor allem Spitzenenergie zu produzieren und gleichzeitig die Energielieferung bei Ausfall von grösseren thermischen Kraftwerken sicherzustellen. In den Monaten Dezember bis März erhöht dieses abgegebene Wasser den Normalabfluss der Drau um rund einen Drittel. Durch das Vermeiden von freien Fließstrecken steigen die Wasserstände in den zwölf aneinandergereihten Flussstauhaltungen an, sobald die Hochdruckwerke Malta zu arbeiten beginnen. Diese Dotation erlaubt zeitgleiches Produzieren von Spitzenenergie über alle fünfzehn Kraftwerksstufen, die an sich als Flusskraftwerke zur Gewinnung von Grundlast (Bandenergie) ausgelegt sind, etwa in der Art eines Schwellbetriebes.

### c) Heutiger Ausbaustand Speicherkraftwerke Malta

Die drei Stufen der Malta-Speicherkraftwerke sind voll ausgebaut. Sie nutzen insgesamt eine Rohfallhöhe von 1349 Metern und produzieren im Jahr 882,5 Mio kWh. Um den Hauptspeichersee Kölnbrein (1902 m ü.M.; 200 Mio m<sup>3</sup>) zu füllen, müssen in den Som-

|                      | Drau + Malta-Kraftwerke | Kraftwerke Oberhasli | Atomkraftwerk Gösgen |
|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| Jährliche Produktion | 3905 kWh                | 1587 kWh             | 6500 kWh             |
| Spitzenleistung      | 1540 MW                 | 1115 MW              | 970 MW               |

mermonaten mit einem Energieaufwand von 190,4 Mio kWh 120 Mio m<sup>3</sup> Wasser aus dem übrigen Einzugsgebiet gepumpt werden (Pumpspeicher-Betrieb).

### Flusskraftwerke Obere Drau

Es sind fünf Stautufen auf einer Flusslänge von 53 km, mit einer totalen Rohfallhöhe von 65 m und einer Jahresproduktion von 662 Mio kWh, geplant. Das Einzugsgebiet umfasst 3700 km<sup>2</sup>.

### Flusskraftwerke Mittlere und Untere Drau

Zwischen der Stadt Villach und der jugoslawischen Grenze nutzen sieben Stautufen, auf einer Strecke von 110 km, eine Rohfallhöhe von 146 m. Die Wasserführung der Drau beträgt beim untersten Werk im Jahresmittel 269 m<sup>3</sup>/s. Nach Inbetriebnahme des letzten noch im Bau befindlichen Kraftwerkes wird dieser Abschnitt jährlich 2360 Mio kWh produzieren. Das unterste Draukraftwerk hat ein Einzugsgebiet von 11040 km<sup>2</sup>. Darin ist der Grosse Glockner mit 3800 m die höchste Erhebung.

### Geplante, installierte Leistung

Im geplanten Endausbau wird diese kombinierte Kraftwerkskette über eine

installierte Turbinenleistung von total 1540 MW verfügen, die in Spitzenzeiten zur Verfügung steht.

Die obige Tabelle zeigt einen Vergleich der Draukraftwerke mit jenen von Oberhasli (Kanton Bern) und dem Atomkraftwerk Gösgen.

### d) Wasserbauliche Aspekte

#### Hochwasserschutz

Grosse Teile des Talgebietes unterhalb Villach wurden vor dem Erstellen der Kraftwerksbauten regelmässig überschwemmt, was nur eine beschränkte landwirtschaftliche Nutzung ermöglichte. Die für die Stauseen erbauten Längsdämme verhindern nun dieses immer wiederkehrende über die Ufer Treten des Flusses. Im Bereich des Projektes «Obere Drau» überschwemmt der Fluss ebenfalls in Abständen von ein bis fünf Jahren grosse Kulturlandflächen. Auch hier können im Endausbau über die fünf geplanten Kraftwerksstufen höhere Abflussspitzen schadlos abgeführt werden, als es die Drau heute vermag. In den obersten vier Stufen sind zusätzlich zu erstellende Hochwasserrückhalteräume vorgesehen. Unterhalb des Kraftwerkes Villach soll dann das Flussbett im Bereich der Stadt auf das 100jährige Hochwasser mit 2500 m<sup>3</sup>/s ausgebaut werden. Die katastrophalen Überschwemmungen von 1965 und 1966 haben gezeigt, dass die Drau in ihrem heutigen Zustand die Stadt Villach bereits bei einem Abfluss von 1600 m<sup>3</sup>/s teilweise unter Wasser setzt und dabei wichtige Verkehrsverbindungen lahmlegt.

Um den Hochwasserschutz in Zukunft noch zu erhöhen, können anhand eines Niederschlag-Abflussmodelles Hochwasserprognosen erstellt und die Stauseen frühzeitig abgearbeitet werden, so dass ein entsprechend grösserer Retentionsraum für die erwartete Hochwasserwelle zur Verfügung steht.

#### Vorflut

Wo wegen der Staudämme die direkte freie Vorflut nicht mehr gegeben ist, entwässern zum Teil die alten wieder ausgebauten Nebenarme der Drau sowie auch neu erstellte, gut in die Landschaft eingepante Kanäle mit natürlichem Gefälle in das Unterwasser des betreffenden Kraftwerkes. In polderartigen Gebieten stellen automatische Pumpwerke die Entwässerung sicher.

#### Grundwasserbeeinflussung

Die Vorflutkanäle sind teilweise durch Steinrampen leicht eingestaut, damit

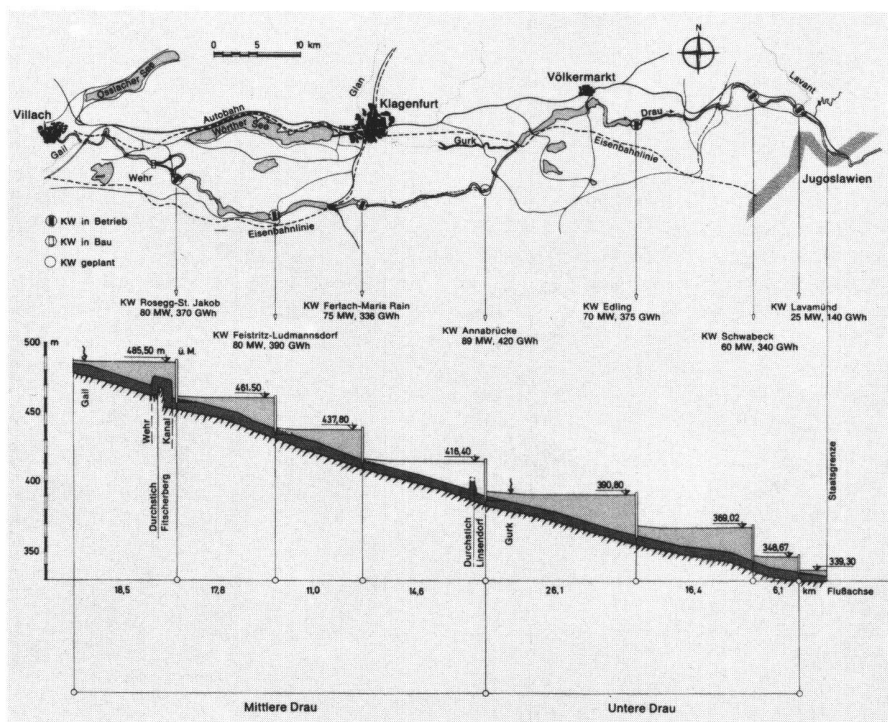


Abb. 6 Situation und Längenprofil der Kraftwerkskette mittlere und untere Drau (mit freundlicher Genehmigung der österreichischen Draukraftwerke)

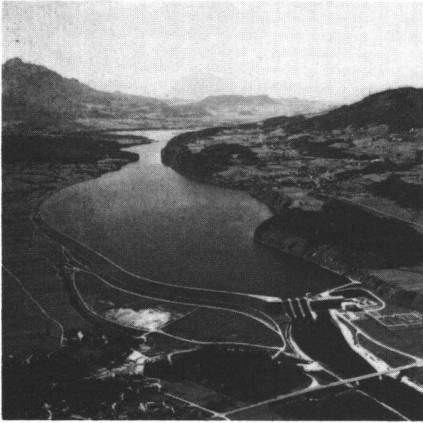


Abb. 7 Das Luftbild zeigt den Speichersee der Staustufe Feistritz-Ludmannsdorf bei Klagenfurt (s. auch Abb. 6). Abgedruckt mit freundlicher Bewilligung der österreichischen Draukraftwerke

der Grundwasserspiegel auf konstanter Höhe bleibt.

Nach dem Füllen der Stauseen traten stellenweise an der Luftseite der Staudämme in vorher trockenen Gebieten starke Vernässungen durch Druckwasser auf. Die deshalb gebauten Drainagen lagen aber bereits nach sechs bis acht Jahren wieder trocken. Nach dieser Zeit waren nämlich die Stauräume durch natürliche Kolmatierung in einem solchen Ausmass abgedichtet, dass nicht nur kein Wasser austreten konnte, sondern dass das vorher der Drau zufließende Grundwasser sich nun neu parallel zum Stauraum bewegt und keinen Zusammenhang mehr mit der Stauhaltung zeigt.

#### *Geschiebe*

Die Staustufen verhindern den Abtransport des Geschiebes, das die Seitenflüsse und Wildbäche bringen. Das Geschieberegime ist so stark gestört, dass in freien Fließbecken eine Sohlenerosion und in den Stauräumen eine Aufladung stattfindet. Aus diesen Gründen ist die Flusskraftwerkskette so konzipiert, dass jeweils die Stauwurzel der unteren Anlage an den Fuss der oberen Kraftwerksstufe zu liegen kommt. So kann ein unerwünschtes Unterspülen von Ufern und Fundamenten flussnaher Bauten verhindert werden. Eine konstante Ausbeutung der Geschiebeablagerungsbecken bei den Einmündungen der Wildbäche (s. 3.2.1) und die regelmässige Baggerung der Stauseen in den Bereichen von grösseren Zuflüssen hält die Aufladung der Flusssohle in tragbaren Grenzen.

#### *Fischerei*

Die Staustufen schaffen Rückhaltebecken für organisches Material, das dort abgebaut und mineralisiert wird. Das ruhige Wasser kann den Sauerstoffbedarf dieses Abbauprozesses viel

schlechter decken, als das ein turbulenter Fluss vermag. Um aber als Fischgewässer ein genügendes Sauerstoffangebot zu gewährleisten, sind unbedingt sämtliche Abwässer vor der Einleitung in die gestaute Drau in einer dreistufigen Kläranlage zu behandeln. An den Bau dieser Anlagen leistet die OeDK (Oesterreichische Draukraftwerke AG) namhafte Beiträge.

#### *e) Landschaftspflege*

Die OeDK versucht sowohl dem Landschaftsschutz wie auch den Wünschen nach Neuerschliessung von Erholungsgebieten Rechnung zu tragen. Mittels einer geschickten Linienführung und dank eines unterschiedlichen Ausbaus der Vorfluter mit ingenieurbioologischen Massnahmen und naturnahen Rampen anstelle von gemauerten oder gar betonierten Absturzbauwerken konnten einerseits als Naturschutzgebiete ausgeschiedene natürliche Auenlandschaften erhalten und andererseits alte Flussarme und Baggerseen zu Badeplätzen ausgebaut werden. Die Spaziergänger schätzen auch die meist nur mit einem Naturbelag versehenen Verkehrswege sowie die neu erstellten Wege neben den Vorflutern.

### **2.3 Naturnaher Flussbau am Beispiel der Enns**

Ist Hochwasserschutz nur auf Kosten des Natur- und Landschaftsschutzes möglich? Gehört zu einer erfolgreichen Flussregulierung notwendigerweise ein eintöniges, verbetoniertes Landschaftsbild? Die Ennskorrektur im Ennstal zeigt, dass sich die Forderungen der Flussbauer mit den Interessen der Landschaftsgestalter decken lassen.

#### *a) Geographie, Klima und Hydrologie des Ennstales*

Die Enns, ein rechter Nebenfluss der Donau im salzburgisch-steirischen Raum, entwässert ein Einzugsgebiet von 6075 km<sup>2</sup>. Sie entspringt als Wildbach den Radstätter Tauern und fliesst bald sanft geschwungen in östlicher Richtung durchs Ennstal und gelangt am Ende des Admonter Beckens zum Gesäuseeingang. In dieser engen, steilen Schlucht dreht sie nach Norden ab und mündet nach 254 km unterhalb Linz in die Donau. Im Unterlauf wird ihre Wasserkraft in Kraftwerken genutzt. Das Ennstal wird im Norden vorwiegend durch Kalkstöcke und im Süden durch Kristallin begrenzt.

Liezen (660 m ü. M.) im mittleren Ennstal weist eine mittlere jährliche Niederschlagssumme von 1069 mm auf. Das höchste Tagesmittel der Temperatur beträgt 24,8 °C (Juli 68), das tiefste -20,8 °C (Januar 73).

Beim Pegel Liezen-Röthelbrücke (Messungen seit 1951) weist die Enns bei einem Einzugsgebiet von 2116 km<sup>2</sup> ein MQ = 64 m<sup>3</sup>/s und ein gemessenes HQ = 460 m<sup>3</sup>/s (14. 8. 1959) auf. Verheerende Hochwasser mit weiten Überflutungen der Talböden (Retentionswirkung) treten meist im Sommer und Herbst nach grossen Regenfällen auf.

#### *b) Die Ennsregulierung*

##### *Allgemeines und frühere Verbauungen*

Mitte des letzten Jahrhunderts trat die stark mäandrierende Enns schon bei geringen Niederschlägen über die Ufer, versumpfte den Talboden, der immer weniger Ertrag abwarf. Die Erschliessung des Tals mit einer hochwassersicheren Strasse und Eisenbahn war vor



Abb. 8 Das Bild vermittelt einen Eindruck von der Landschaft des Ennstales bei Schloss Trautenfels. Im Vordergrund ein Totarm des korrigierten Flusses

einer Flussregulierung unmöglich. Die Bevölkerung verarmte und nahm durch Abwanderungen stetig ab.

1859 wurde durch kaiserliche Entschliessung mit der Ennsregulierung begonnen. Eine k. u. k. Studienkommission formulierte die Richtlinien:

- Verminderung der Geschiebezufuhr aus den Wildbächen.
- Mit 40 Durchstichen (13,3 km Gesamtlänge) sollen Flussschleifen abgeschnitten und damit ein höheres Gefälle und eine grössere Schleppkraft erreicht werden.
- Mit der Senkung des Ennswasserspiegels um ungefähr 1,5 m will man die Vorflut der versumpften Talböden verbessern.
- Die Bauobjekte sind nach und nach flussaufwärts auszuführen. Dabei ist die Wirkung der bereits ausgeführten Anlagen ständig zu beobachten.

Die Kommission sah folgende Bausysteme vor: Leitwerke sind aus Faschinenpackwerken oder aus Sinkwalzen zu bilden, die bei grosser Schleppspannung noch durch Pilotierung und einen Vorgrund aus Bruchsteinen und eine Steinabschwerung bis zur Mittelwasserhöhe verstärkt werden. Uferdeckwerke aus Bruchstein reichen ebenfalls bis zum Mittelwasser. Einrissbuchten sollen mit Querbauten der selben Bauweise saniert werden.

In natürlichen Flussstrecken sollen überbreite Stellen durch Vortreiben von Bühnen allmählich auf die Normalbreite eingeschränkt werden. Die Auflandungen in den Bühnenfeldern sind mit Weidenstecklingen, Erlen und anderen Auenhölzern zu befestigen und nach erfolgter Eintiefung der Enns mit Leitwerken zu sichern.

#### Die Buschbauweise

Um die Jahrhundertwende entwickelten die Flussbauer an der Enns eine naturnahe Verbauungsart, die Buschbauweise. Die oben beschriebenen Leitbauwerke und Bühnen stellte man jetzt anders her, die langweilige Steinöde und tote Pflasterung wusste man nun zu verdecken.

Vom Ufer aus wird bei Niederwasser mit biegsamen Weidenstecklingen und anderen Auenhölzern durch Ineinanderstecken ein schwimmendes Floss geflochten, das im Ufer verankert und gegen den Stromstrich und flussabwärts durch Bruchsteinstücke auf den Grund gesenkt wird. Auf gleiche Weise kommen mehrere Lagen auf die schon eingebrachten, bis die erforderliche Höhe erreicht ist. Bei Hochwasser verfangen sich in diesem Flechtwerk Schlick und Feinmaterial, und das Ganze verfestigt sich. Als oberste Lage kommen nur ausschlagfähige Stecklinge in Frage, die im Keimbeet Wurzeln schlagen und die Ufer weiter stabilisieren. Unschöne, aber notwendige Steinbauten können so mit austreibenden Auenhölzern innert weniger Jahre wieder verdeckt werden. Die Uferbepflanzung setzt sich aus Bäumen aller Altersstufen zusammen.

#### Erhaltung der Ennsregulierung

Das Hauptproblem liegt in der Sohlhebung der Enns. Die Vorflut und der Geschiebetransport sind aufgrund von Längsprofilstudien und Schotterbankuntersuchungen ständig zu verbessern, indem das Grobgeschiebe an den Wildbachmündungen künstlich entfernt, zu scharfe Krümmungen ausgeglichen und Überbreiten eingeschränkt werden. Eine Kapazitätzunahme der Enns verringert zugleich die Überschwemmungsflächen. Auch die im Hochwasserbereich stehenden Weiden müssen ab und zu wieder auf den Stock gesetzt werden.

#### Bewahrtes Landschaftsbild

Gewaltsame Eingriffe (Flussdurchstiche) blieben aufs notwendige Mindestmass beschränkt. Viele Altarme sowie Uferböschungen blieben im Besitz und somit in der Verfügungsgewalt des Regulierungsunternehmens. Der Baumbestand entlang der abgeschnittenen Altarme fiel deshalb nicht der Motorsäge zum Opfer. Die Linienführung der Enns kennt keine schnurgeraden Strecken. Das Landschaftsbild ist trotz der Regulierung lebendig und vielfältig ge-

blieben. Mögen sich viele Flussbauer von dieser gelungenen Korrektur inspirieren lassen und überall dort, wo Boden noch vorhanden ist, landschaftsgestaltender planen und wirken.

### 3. Die Problematik rund um die Wildbäche bei ihren Einmündungen in die Haupttäler

#### 3.1 Das verwaltungsrechtliche Vorgehen bei Wildbachverbauungen in Österreich und in der Schweiz

Im folgenden soll kurz ein Blick auf die Amtsstellen und anderen Organisationen im Zusammenhang mit Projekten der Wildbachverbauungen der beiden benachbarten Länder geworfen werden.

##### a) Der verwaltungsrechtliche Ablauf in Österreich

In Österreich sind der Flussbau und die Wildbachverbauung Bundessache. Die schiffbaren Flüsse (Donau, March) und einige Grenzgewässer sind dem Bundesministerium für Bauten und Technik unterstellt, der Bund trägt alle Kosten. Die Korrektur der Flüsse, soweit sie als sogenannte «Bundesgewässer» numerativ aufgeführt sind, besorgen die Wasserbauämter der Länder im (sogenannten mittelbaren) Auftrag des Bundes. Der Bau- und Unterhaltsaufwand wird hauptsächlich vom Bund mit Beiträgen von Land (Kanton) und Gemeinden bestritten. Der «Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung» mit seinen 7 Sektionen und diesen unterstehenden 30 Gebietsbauleitungen ist direkt dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft unterstellt. Der Kostenverleger ist ähnlich wie beim Flussbau.

In der Regel gelangen die Gemeinden mit ihren Wünschen an die Sektion. Die Gebietsbauleitung stellt Erhebungen an und unterbreitet sie der Sektion zur Stellungnahme. Die Sektion stellt dann Antrag an das Bundesministerium. Nach Überprüfung des Antrages wird der Entscheid zusammen mit dem Subventionsbeschluss der Sektion zugestellt. Die Bundesbeiträge schwanken zwischen 50% und 80% der Kosten. Bei Verbauungen an Unterläufen von Wildbächen sind die Beiträge eher an der unteren Grenze, an Oberläufen bis zu 80%. Die Restkosten werden vom Land und den Interessenten anteilmässig aufgebracht. Damit wird übertriebenen Wünschen ein Riegel vorgeschoben. Die Projektierung, Durchführung und Abrechnung der Bauvorhaben werden von der Gebietsbauleitung oder von der Sektion durchgeführt. Die Gebietsbauleitungen besitzen ihre eigenen Bauhöfe mit eigenem Personal, eigenen Fahrzeugen, Maschinen und Werkzeugen. In den seltensten Fällen werden private Unternehmen zugezogen. Bauherren

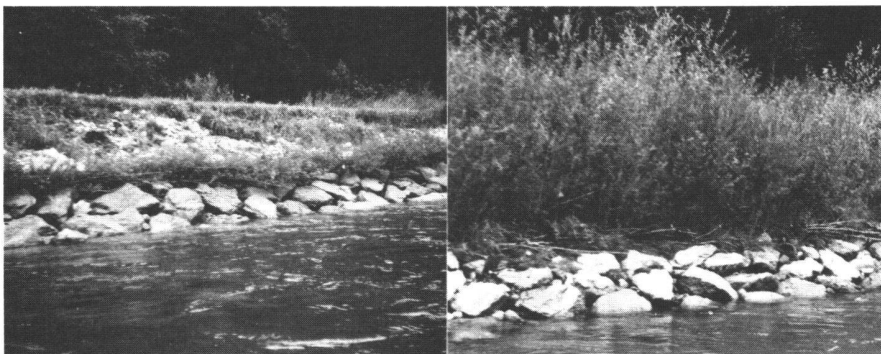


Abb. 9 Links ein knapp einjähriger, rechts ein dreijähriger Weidenbestand am Ufer der Enns (Buschbauweise, s. 2.3)



sind immer die jeweiligen Interessenten. Der Unterhalt obliegt prinzipiell den örtlichen Interessenten. Die Sektionen besitzen einen eigenen Betreuungsdienst, der verschiedenste Reparaturen an Wildbachverbauungen ausführt. Für den Unterhalt kommen der Bund, das Land und die Interessenten zu je einem Drittel der Kosten auf.

#### ***b) Der verwaltungsrechtliche Ablauf in der Schweiz***

Normalerweise werden Begehren für eine Wildbachverbauung von einer Gemeinde oder von Anstössern dem Kanton unterbreitet. Die Anstösser sind meistens in einer Korporation zusammengeschlossen, die je nach Landesgegend Bach- oder Schwellenkorporation oder auch Wuhrgenossenschaft heissen kann. Die zuständige Stelle für das Begehren ist das kantonale Wasserbauamt. Dieses stellt das Projekt auf oder lässt es von einem privaten Ingenieurbüro aufstellen. Sehr oft sind bei der Festlegung der Projektierungsrichtlinien bereits die Organe des Bundes zugegen. Zusammen mit den zuständigen Stellen für Forstwesen, Meliorationen, Gewässerschutz, Fischerei und Naturschutz wird das Projekt bereinigt und anschliessend mit dem Subventionsgesuch dem Bund unterbreitet. Als Bauherren können der Kanton, die politischen Gemeinden oder die Korporationen auftreten. Der Kanton ist gegenüber dem Bund verantwortlich. Die Gemeinden und Korporationen unterstehen der kantonalen Wasserbaupolizei.

Die Überprüfung des Projektes obliegt dem Bundesamt für Wasserwirtschaft, das dem Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement zugeordnet ist. Das Bundesamt für Wasserwirtschaft unterbreitet das Projekt zur Stellungnahme im Vernehmlassungsverfahren dem Bundesamt für Umweltschutz, dem Bundesamt für Forstwesen, dem Eidg. Meliorationsamt, dem Eidg. Militärdepartement, der Finanzverwaltung und dem Delegierten für Konjunkturfragen. Wenn das Projekt genehmigt wird, geht es zusammen mit dem Subventionsbeschluss an den Kanton zurück.

Die Bundesbeiträge variierten Ende 1980 je nach Finanzkraft der Kantone zwischen 27% und 45% der Bauungskosten. Gegenwärtig sind Bestrebungen im Gange, diese Prozentsätze um 5%–10% zu reduzieren. Der Bundesrat ist berechtigt, für Katastrophenfälle in finanziell schwachen Landesteilen Zusatzbeiträge bis zu 20% zu gewähren. In besonders gearteten Fällen kann die Bundesversammlung noch weitergehen und Bundesbeiträge über 45% bzw. 65% bewilligen. Die Subventionskompetenz beträgt beim Bun-

desamt für Wasserwirtschaft bis zu Fr. 100 000.–, beim Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement bis zu Fr. 5 000 000.– und bei der Bundesversammlung ab Fr. 5 000 000.–. Die restliche Finanzierung leisten der Kanton und die Anstösser. Damit wird verhindert, dass die Wünsche der Interessenten ins Uferlose gehen.

Die Frage, wer für den Unterhalt aufkommt, ist in den meisten Fällen nicht geregelt. Es bleibt Sache der Anstösser und der Gemeinden, eventuelle Schäden festzustellen und auszubessern. Wenn die Kassen der Gemeinden und Korporationen es nicht gestatten, den Schaden selbst zu tragen, können sie höchstens mit einem neuen Begehren an den Kanton gelangen.

#### **3.2 Rückhalt von Geschiebe und Wasser**

Wo ein Gewässer dem Menschen in irgend einer Art und Weise Schwierigkeiten macht, gibt es theoretisch wasserbaulich jeweils drei grundsätzliche Möglichkeiten, diese Schwierigkeiten zu beseitigen oder mindestens zu mildern. Zum ersten kann man das Fluss- oder Bachgerinne ausbauen oder verbauen. Zum zweiten kann man es vollständig oder teilweise verlegen (Entlastungskanal). Zum dritten besteht die Möglichkeit, die Energieträger im Gerinne (Wasser, Geschiebe) durch temporären oder endgültigen Rückhalt der Abflussspitzen zu vermindern. Im folgenden soll kurz auf die letzte der drei Möglichkeiten in Wildbächen eingegangen werden.

#### ***a) Geschiebeablagerungsplätze***

Sinn und Zweck der Geschiebeablagerungsplätze besagt ihre Bezeichnung. Das untenliegende Gerinne soll von Geschiebespitzen entlastet werden, um ein Übersaaren der tieferliegenden Ländereien zu vermeiden. Dieses Ziel wird oft erreicht, doch gerne vergisst man, dass ein nicht unbedingt erwünschter Nebeneffekt eintreten kann. Der vom Geschiebe befreite Wildbach besitzt nach dem Geschiebeablagerungsplatz überschüssige Wasserenergie und beginnt sein Bett zu vertiefen und von Fall zu Fall seine Ufer zu erodieren. Das selbe geschieht beim Vorfluter, wenn ihm bedeutende Geschiebemengen von den seitlichen Zubringern entzogen werden. Er tiefte ein, die Ufer rutschen nach, und der Grundwasserspiegel im Haupttal kann schliesslich sinken, was von der Landwirtschaft, der Trinkwasserversorgung und/oder vom Naturschutz nicht immer erwünscht ist.

Das Problem wurde in der Wildbachverbauung erkannt, und man unterscheidet darum zwischen Geschiebeablagerungsplätzen, welche das Geschiebe vollständig und für immer zurückhalten (sie müssen im Normalfall periodisch maschinell geleert werden) von solchen, in denen das Geschiebe nur temporär abgelagert wird. Bei aussergewöhnlichen Ereignissen soll möglichst viel der Geschiebefracht liegen bleiben. Bei kleineren Hochwässern oder gar Mittelwässern soll der Bach aber einen möglichst grossen Teil des deponierten Geschiebes wieder selbst abtransportieren. Man spricht dabei von

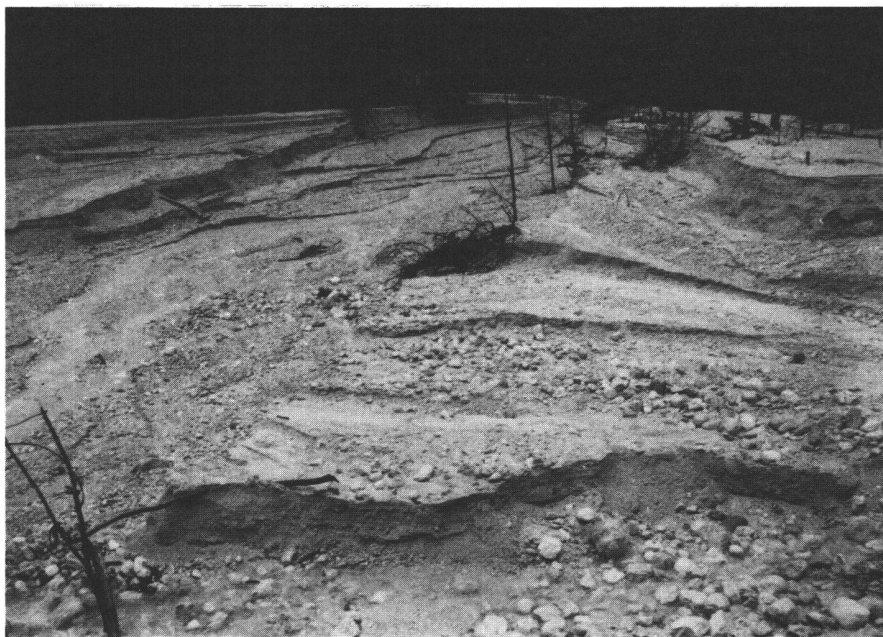


Abb. 10 Geschiebeablagerungsplatz Kammersbach: Der Bach kommt aus dem Hintergrund des Bildes und fliesst nach links zur Rückhaltesperre. Von rechts im Bild mündet ein zweiter, kleinerer Zubringer in das Rückhaltebecken. Sehr schön erkennt man die verschiedenen Terrassen von Abbaustufen der selbsttätigen Entleerung zwischen 17. und 20.9.80



selbsttätiger Entleerung der Ablagerungsplätze.

Jede genügend hohe Stausperre mit relativ kleinen Dohlen für den Wasserdurchlass erfüllt die Funktion, sämtliches Geschiebe zurückzuhalten. Das Prinzip wird z.B. angewandt bei Wildbächen, die in Staubecken einmünden. Dagegen stellen Bauwerke für die oft gewünschte selbsttätige Entleerung viele Probleme, die man heute nur zum Teil im Griff hat. Die Österreicher sprechen dabei von Dosiersperren (Geschiebespitzen sollen die Sperre nicht passieren können) und von Sortiersperren (nur das feinere Material soll durchgespült werden). Die Begriffe werden allerdings in der Praxis und Literatur nicht konsequent in diesen Definitionen verwendet.

Für die selbsttätige Entleerung eignen sich im allgemeinen Schlitzsperren im weitesten Sinn. Man kennt verschiedene Formen des Schlitzes, und er kann völlig frei oder durch Balken (Balkensperre) teilweise geschlossen sein. Wird der Schlitz sehr breit (im Extremfall bis zum Abstand zwischen den Längswerken oder den Ufern), so dass nur noch Balken oder Stahlseile vorhanden sind, so spricht man von Gitter-, Rechen- oder Netzsperren. Mit allen Typen soll ähnliches erreicht werden:

Das Wasser soll nur einen Teil des Geschiebes durch die Sperre transportieren. Je nach Abmessung des Schlitzes, Grundablasses oder der Dohlen ergibt sich hinter der Sperre bei Hochwasser ein grösserer oder kleinerer Stau, so dass mit dem selben Bauwerk unter Umständen auch Wasserspitzen gebrochen werden können. Versuche zeigten allerdings, dass in der Zeit des Staues (Stausee) praktisch kein Geschiebe durch die Sperre fließt, so dass unterhalb Erosionsgefahr besteht. Bei der Bemessung der Rückhaltesperren (Breite und Form des Schlitzes, Abstand der Balken) machen vor allem die unterschiedlichen Geschiebekorndurchmesser eines Wildbaches (grösste Blöcke neben feinstem Material) und das unberechenbare Triebholz Schwierigkeiten. Ein Forschungsprojekt des Institutes für Kulturtechnik und der Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW) der ETH soll in nächster Zeit wieder die eine oder andere Frage in diesem Zusammenhang beantworten.

#### **b) Das Beispiel des Stroblers Weissenbachs**

Der Strobl Weissenbach mündet wenig oberhalb des Wolfgangsees in den Ischflus (35 km östlich von Salzburg). Das Einzugsgebiet umfasst 43,5 km<sup>2</sup> und erstreckt sich von 500 bis auf 1850 m ü. M. Staulagen am Alpennordrand können im Gebiet ausgiebige und starke Niederschläge hervorrufen (mitt-



Abb. 11 Netzsperrre im Werkstattgraben. Sie dient dem Rückhalt des Triebholzes, damit die selbsttätige Entleerung im untenliegenden Geschiebeablageungsplatz nicht durch Verkläunungen behindert wird

lerer Jahresniederschlag 1900 mm), die zu einem gerechneten HQ<sub>100</sub> von 160 m<sup>3</sup>/s führen. Geologisch befinden wir uns in der kalkalpinen Trias als Grundgestein (Kalke, Dolomite). Daneben und darüber liegen die sogenannten Gosau-Ablagerungen (Kalke, Mergel, Konglomerate). Die Topographie zeigt auch unübersehbare Spuren eines Lokalglaziers.

Seit 1900 ist die Wildbachverbauung im Strobl Weissenbach tätig. Ein umfassendes Projekt entstand aber erst 1966 und 1970. Das vorgesehene Rückhaltebecken im unteren Teil des Tales mit einem Stauraum von 1,1 Mio m<sup>3</sup> konnte allerdings bis heute gegen den Widerstand der Grundeigentümer nicht gebaut werden. Dagegen sind die grösseren Zubringer (Unkelbach, Russbach, Kammersbach und Werkstattgraben) seit 1973 verbaut. Besonders eindrücklich sind die beiden Geschiebeablageungsplätze mit Dosiersperren im Werkstattgraben und im Kammersbach (Abb.10). In den sehr steilen, felsigen Ufern wurden je eine ca. 15 m hohe Schlitzsperrre eingebunden (Schlitzbreite ca. 80 cm). Im Kammersbach liess man den Schlitz mit gutem Erfolg offen, im Werkstattgraben wurde lediglich unten ein Grundablass von ca. 2 m Höhe gelassen. Darüber ist der Schlitz mit fugenlos aufeinandergelegten, horizontalen Holzbalken geschlossen. Die Öffnung erwies sich jedoch als zu klein (die selbsttätige Entleerung wurde durch Verstopfung unterbunden), weshalb man unten weitere Balken wegsägte.

Beide Ablagerungsplätze sollen sich bei den Hochwässern von 1976 gut be-

währt haben. Wir selbst wurden Zeugen eines Spülvorganges, bei welchem sich der Verlandungskörper im Kammersbach zwischen dem 17. und 20. September 1980 in der Höhe um 4 m abbaute durch einen Abfluss von 5–10 m<sup>3</sup>/s. Das gute Funktionieren der selbsttätigen Entleerung wird im beschriebenen Fall allerdings sehr stark begünstigt durch das ideale, homogene Geschiebematerial. Es handelt sich um kohäsionslosen, dolomitischen Witterschutt von kleinem Korndurchmesser (2–10 cm, wenige grössere Steine bis zu 30 cm Durchmesser), der im ganzen Einzugsgebiet in grossen Mengen produziert wird. Die beiden Rückhaltebecken geben eine kleine Vorstellung von der eindrücklichen Jungschuttproduktion im Gebiet.

Gegen die Verstopfung durch Wildholz errichtete man im oberen Werkstattgraben eine ca. 4 m hohe und gegen 20 m breite Netzsperrre (Abb.11). Man soll damit gute Erfahrungen gemacht haben, allerdings unter den hier erfüllten Randbedingungen, dass die engmaschige Sperre nicht durch Geschiebe verstopft wird (keine Auflandung bis zum unteren Rand des Netzes; Geschiebe kann das Netz ungehindert passieren), dass nicht zu viel Holz anfällt (keine Verkläunungen) und dass die Sperre bei Bedarf vom aufgehaltene Triebholz gereinigt wird.

### **3.3 Gefahren und Risiken**

#### **a) Von der Gefahr zum Gefahrenzonenplan**

Beinahe überall in den Gebirgstälern lauern die verschiedenen Gefahren der Natur. Siedlungsdruck und Tourismus

drängen den Menschen den gefährdeten Gebieten entgegen und leider oft auch in sie hinein. Zusätzlich schafft der Mensch selbst neue Gefahren durch unsachgemässes Anlegen von Skipisten, Strassen, Wegen, Waldrodungen usw. Gleichzeitig will er sich aber gegen diese Gefahren schützen. Man unterscheidet dabei den aktiven Gefahrenschutz (Verbauungsmassnahmen) vom passiven Gefahrenschutz (Ausweichen vor den Naturgewalten). Die wichtigste Grundlage für die passiven Massnahmen (oft aber auch für die aktiven) ist der Gefahrenzonenplan. Im folgenden soll kurz darauf eingegangen werden, wie ein Gefahrenzonenplan entsteht und wozu er dient.

Wenn ein Gefahrenzonenplan erstellt wird, dann sollten möglichst alle natürlichen Gefahren miteinbezogen werden. Es sind dies die

- Gefahren durch Schnee und Eis
- Gefahren durch Wasser und Geschiebe
- Gefahren geologischer Natur.

Die Erfassung all dieser Gefahren geschieht im Prinzip in zwei Schritten:

- Erkennen, festlegen und kartieren der Gefahren
- Zuordnen von angemessenen Beschränkungen und Auflagen für die Besiedlung.

Man beginnt mit der Aufstellung eines Gefahrenkatasters, in welchem alle erkannten Gefahrengebiete zeichnerisch und beschreibend festgehalten werden. Dazu benötigt man neben einem sensibilisierten Auge Unterlagen über aktuelle und frühere Schadenfälle (Fotos, stumme Zeugen, Beschreibungen, Chroniken usw.) und eventuell alte Gefahrenkataster. Der nächste Arbeitsschritt führt zur Gefahrenkarte. Darin werden die einzelnen Gefahren in ihren Intensitäten abgestuft und in ihren räumlichen Ausmassen genau festgelegt. Unterschiedliche Gefährdung führt zu unterschiedlichen Farben auf der Karte. In Österreich unterscheidet man vor allem zwischen einer roten, gelben und grünen Zone. Die entsprechenden Abstufungen in der Schweiz sind:

- rot: Grosse Gefahr, Gebäude können zerstört werden, Lebensgefahr für Menschen
- blau: Geringere Gefahr, Zerstörung von Gebäuden nicht zu erwarten bei Einhaltung bestimmter Auflagen
- gelb: Nach menschlichem Ermessen sind keine Schäden zu erwarten.

Für die Erstellung der Gefahrenkarte benötigt man vor allem den Gefahrenkataster und eine detaillierte Begehung des Geländes mit der Erfahrung eines Fachmannes. Daneben braucht man rechnerische Kontrollen, Luftbilder und Aussagen Ortsansässiger.

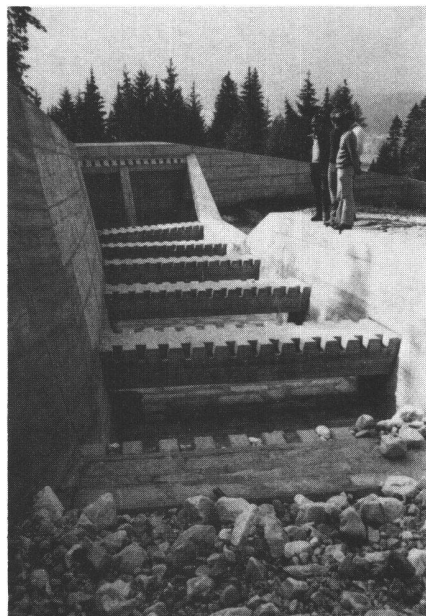


Abb. 12 Auslaufbauwerk im Geschiebeablagerungsplatz des Zauchbaches. Man erkennt eine Art Tirolerwehr (unvollendet, die Eisenbahnschienen als Rechen fehlen noch): Das Geschiebe soll darüber liegen bleiben bzw. hinten im Bild nach rechts gespült werden, während das Wasser im darunterliegenden Kanal und dann im Bild hinten nach links durch eine kleine Öffnung abfließen soll. Ob das Bauwerk einmal funktionieren wird, wie man sich das vorstellt, wird auch von den österreichischen Kollegen z. T. in Frage gestellt

Zuletzt entsteht der Gefahrenzonenplan, der die Überbauungsbeschränkungen aufzeigt:

- rot: Bauverbot
- blau: Bauen mit besonderen Auflagen gestattet
- gelb: Keine Beschränkungen.

Der Gefahrenzonenplan muss nicht identisch mit der Gefahrenkarte sein, denn es sollen bei der Umsetzung Anpassungen erfolgen. Zum Beispiel soll eine «blaue Insel» im roten Gebiet ebenfalls der Bauverbotszone zugeschrieben werden, weil sie nur über stark gefährdetes Land zu erreichen ist. Ursache von «Anpassungen» dürfen aber nicht das Haus des Gemeindepräsidenten oder spekulatives Bauland sein!

Der Gefahrenzonenplan ist nicht statisch und definitiv. Er muss periodisch überprüft und veränderten Verhältnissen (nach Schadenergebnissen, bei ausgeführten Verbauungen) angepasst werden.

Gefahrenzonenpläne bieten viele Vorteile: Sie sind eine Grundlage für die Zonenpläne, objektive Grundlage für die Baubehörde (einheitliche Beurteilungskriterien, Gutachten sind höchstens in der blauen Zone notwendig), gefährliche Bauentwicklungen können ausgeschlossen werden. In einzelnen Kantonen sind die Gefahrenzonenpläne sogar

direkt rechtsgültig und verbindlich (siehe 3.3 b). Trotzdem sind die Gefahrenzonenpläne aber in unserer profitorientierten Gesellschaft meistens unbeliebt, da sie in der Herstellung Geld kosten und als Folge das Grundeigentum beschränken. Nichtsdestotrotz sollten wir Ingenieure immer wieder in den entsprechenden Gemeinden – es gibt in der Schweiz nur allzu viele – auf die Erstellung eines umfassenden Gefahrenzonenplanes dringen.

#### **b) Der Gefahrenzonenplan in der Ortsplanung**

##### *Der Gefahrenzonenplan der Gemeinde Weissenstein, Kärnten*

Wir konnten in der Gemeinde Weissenstein bei Villach recht schön beobachten, wie sich die Resultate des Gefahrenzonenplanes im Gebiet des Zauchbaches auf die Ortsplanung ausgewirkt haben.

Die alte Besiedlung des Dorfes befindet sich an geschützter Stelle am Rande des Schwemmkegels des Zauchbaches, während sich das Dorf nach dem Zweiten Weltkrieg ungeregelt bis in Bachnähe und in den Schutzwaldgürtel hinein ausgeweitet hat.

1975 wurde ein Gefahrenzonenplan ausgearbeitet. Er zeigte eine eminente Gefährdung des Gebietes am Schwemmkegel auf. Der Gemeinde bieten sich nun zwei Möglichkeiten, den Gefahren gemäss Gefahrenzonenplan zu begegnen:

- a) Beschränkung der Nutzung in den bedrohten Gebieten, Meiden der gefährdeten Zonen (passiver Gefahrenschutz).
- b) Verbleiben in den Gefahrengebieten, Bekämpfen der Gefahren durch verschiedene bauliche Massnahmen, die die Folgen des Risikos vermindern sollen (aktiver Gefahrenschutz).

Die Gemeinde Weissenstein entschied sich für die zweite Variante und verbaut für 8,2 Mio Schilling den Zauchbach. Im Anschluss an diese Schutzmassnahmen konnte die Ortsplanung revidiert werden, sind doch die Gefahrengebiete bedeutend kleiner geworden. Gleichzeitig konnten die Bauzonen dank der Schutzbauten auf dem Schwemmkegel vergrössert werden.

Mit den zuständigen Forstorganen wurde diskutiert, ob die unterliegenden Landeigentümer an den entstandenen Kosten der Verbauungen nicht im Sinne einer Mehrwertabschöpfung beteiligt werden könnten, was nicht geschehen und in Österreich nicht üblich ist.

##### *Gefahrenzonenpläne in der Schweiz*

Das neue Raumplanungsgesetz RPG [1] fordert die Kantone auf, in ihren Richtplänen die Gebiete auszuscheiden, welche durch Naturgefahren oder schädliche Einwirkungen erheblich bedroht

sind. Waren vor einigen Jahren Gefahrenzonen identisch mit den Lawinenzonen, so wurde in letzter Zeit dieser Begriff erweitert. Als Beispiel sei zum Schluss der Kanton Graubünden erwähnt.

Gefahrenzonen umfassen in diesem Kanton [2] jene Gebiete, in denen das Leben der Menschen durch die Gefahr von Lawinen, Rutschungen, Steinschlag, Überschwemmung oder anderen Naturereignissen bedroht ist. Meist werden die bündnerischen Gefahrenzonenpläne gemeindeweise parallel zum Ortsplanungsverfahren von den Forstorganen erstellt. Der Gefahrenzonenplan muss öffentlich aufgelegt und von der Gemeindeversammlung beschlossen werden. Der so fixierte Gefahrenzonenplan genießt im Kanton Graubünden Nutzungsplancharakter (grundeigentümerverbindlich) und muss in die angepasste Zonenplanung übernommen werden.

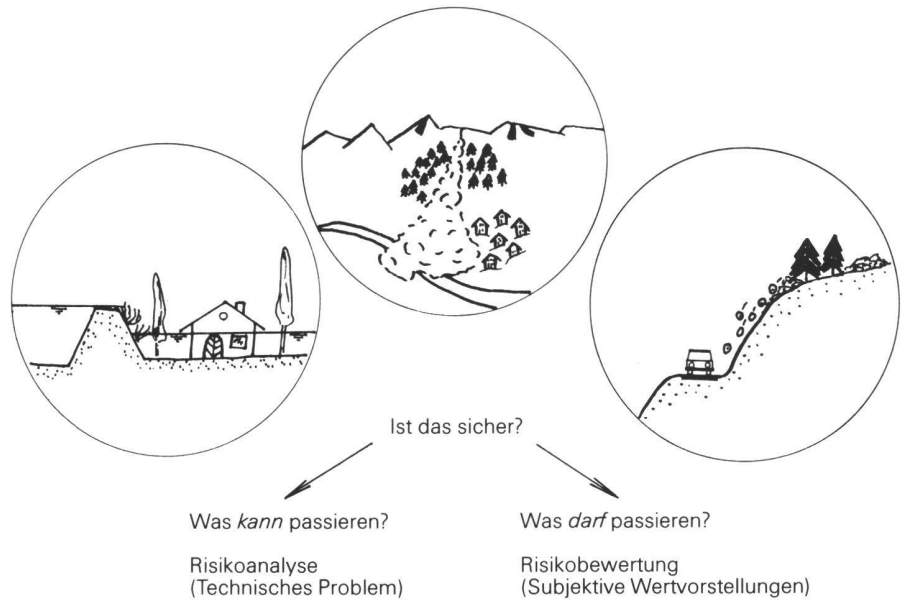


Abb. 13 Schema zur Sicherheitsbeurteilung. Als Grundlage diente eine Grafik von T. Schneider [9]

### c) Moderne Sicherheitsplanung

#### Problemsituation

Nach welchen Kriterien sichert man eine Alpstrasse gegen Gefahren wie Steinschlag, Erdbeben oder Lawinen? Wo trifft man Massnahmen, wo ist dies nicht notwendig? Wie können die vordringlichsten Projekte ausgewählt werden?

Anlässlich Interprävent erläuterte Th. Schneider [9], wie die Methode der modernen Sicherheitsplanung zur Klärung solcher Fragestellungen beitragen kann. Obwohl diese Methode auf dem Gebiet der Explosivstoffe entwickelt wurde, kann doch auch der Wasserbauer viel davon profitieren.

#### Grundgedanken

«Sicherheit» ist bis anhin nicht konsequent als quantitatives Problem betrachtet worden. Eine Betrachtungsweise, welche auf konsequent quantitativem Denken beruht und dementsprechend auch quantifizierbare Grössen zur Beschreibung von Risiken definiert, ist zu fordern.

Die technischen und die politisch-psychologischen Aspekte müssen zudem vermehrt auseinandergelassen werden. So lässt sich die Frage «Ist das sicher?» in zwei Fragestellungen zerlegen, nämlich in «Was kann passieren?» und in «Was darf passieren?». Eine Sicherheitsbeurteilung besteht in der Beantwortung dieser beiden Fragen. Die Risikoanalyse geht auf die erste Fragestellung ein, während sich die Risikobewertung mit der zweiten befasst. Die Risikoanalyse ist somit die objektive Erfassung der möglichen Gefahren in einem System. Bei der Risikobewertung hingegen geht es darum zu entscheiden, wie weit wir gegen diese Gefahren etwas

zu unternehmen gedenken (subjektive Wertvorstellungen).

Bis heute haben Sicherheitskonzepte aus Massnahmenpaketen bestanden. Gegen welche Ereignisse welcher Schutz geboten wird, welche Ereignisse nicht erfasst werden, welches Risiko damit verbleibt, ist praktisch nie bekannt. Meist fehlen heute auch explizite Zielvorstellungen. Die Lösungen von Sicherheitsaufgaben sollten sich auf klare Ziele und definierte Gefahren abstützen.

#### Risikoanalyse

Die Risikoanalyse hat letztlich zu den präzise definierten Risikowerten zu führen. Sie kann unterteilt werden in

- die *Ereignisanalyse*: Diese beinhaltet die Gefahrenerkennung, Umfang, Ort, Art und Wahrscheinlichkeiten möglicher Schadenergebnisse
- die *Wirkungsanalyse*: Sie untersucht die gefährlichen Wirkungen der definierten Ereignisse und ihre räumliche und zeitliche Ausbreitung auf die Umgebung. Das Ausscheiden der Gefahrenzonen ist Bestand der Wirkungsanalyse
- die *Expositionsanalyse*: Diese enthält spezielle Erhebungen über die räumliche und zeitliche Verteilung der gefährdeten Personen und Objekte, so zum Beispiel die Verkehrsbelastung der Strassen, die zeitliche Belegung der Ferienhäuser usw.

Schwierigkeiten bei der Risikoanalyse bereiten vor allem das Aufstellen eines wirklichkeitsgetreuen quantitativen Modells der Unfallgefahren sowie das

Festlegen der Eintretenswahrscheinlichkeiten.

#### Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Wie erwähnt ist das quantitative Erheben des Risikos wichtiger Bestandteil moderner Sicherheitsplanung. Dies bringt auch den grossen Vorteil, dass der Nutzen der vorgeschlagenen Massnahmen zahlenmässig in Form von Risikoreduktionen angegeben werden kann. Ein einheitlicher Risikomassstab ermöglicht nun auch den Vergleich beliebiger Massnahmen. Somit ist eine Ausgangsbasis für jede Art von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (insbesondere Nutzen-Kosten-Analyse) hergestellt.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die Frage «Was kann passieren?» in der Gefahrenkarte beantwortet wird. Die Antwort auf das «Was darf passieren?» hingegen findet man im Gefahrenzonenplan und im Zonenplan. Die Nutzen einer Wildbachverbauung lassen sich aus der Differenz zwischen dem Gefahrenzonenplan vor und jenem nach der Verbauung (Risikoreduktion) berechnen.

#### 4. Abschliessende Bemerkungen

Die Autoren hoffen, dem Leser eine zwar nur kleine, dafür aber reichhaltige Palette von Problemen und ihren möglichen Lösungen des Gebirgs- und landwirtschaftlichen Wasserbaues gegeben zu haben. Es war nicht der Zweck des Beitrages, ein technisches Problem tiefgreifend und im Detail darzustellen, sondern vielmehr etwas breitgefächerte Ideen und Anregungen auf diesem Fachgebiet weiterzugeben.



Zum Schluss möchten wir Prof. Dr. H. Grubinger bestens danken, dass er uns dieses abwechslungsreiche Exkursionsprogramm ermöglicht hat. Im weiteren danken wir der ETH für die finanzielle Unterstützung der Reise. Und nicht zuletzt gilt unser Dank den vielen österreichischen Kollegen, welche uns mit viel Fachwissen und Geduld nicht nur gelungene, sondern auch unbefriedigend ausgeführte Projekte gezeigt haben. Gerade darin lag auch ein grosser Wert der Besichtigungen, denn man sollte auch aus fremden Fehlern lernen können. Und doch ist es nicht selbstverständlich, anderen Fachleuten eigene Fehler zu zeigen, damit sie von ihnen nicht wiederholt werden. Als junge Ingenieure danken wir in dieser Hinsicht den österreichischen Fachkollegen aufrichtig!

#### Literatur

- [1] Bundesgesetz über Raumplanung vom 22. Juni 1979, Art. 6, Bern 1979
- [2] Raumplanungsgesetz für den Kanton Graubünden vom 20. Mai 1973
- [3] H. Grubinger: 100 Jahre Ennsregulierung. Österr. Wasserwirtschaft, Jahrgang 12, Heft 7, Wien 1960
- [4] Interprävent 1980: Exkursionsführer; verschiedene Autoren. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung, Klagenfurt 1980
- [5] E. Länger: Verschiedene Kurzbeschreibungen von Wildbächen und Verbauungsprojekten in Kärnten, Villach 1980
- [6] C. Lichtenhahn: Schutzmassnahmen gegen Unwetterschäden im Gebirge. Österr. Wasserwirtschaft, Heft 7/8 1971
- [7] C. Lichtenhahn: Erweiterte Vorlesung über Flussbau. ETH Zürich 1977
- [8] Österreichische Draukraftwerke; verschiedene Werkbeschreibungen in Kurzfassung, Klagenfurt 1975–1980

[9] Th. Schneider: Grundgedanken und Methodik moderner Sicherheitsplanung. Tagungspublikation Interprävent 1980, Band 1, Bad Ischl 1980

[10] Verschiedene Autoren: Festschrift «100 Jahre Ennsregulierung». Verlag Natur und Technik, Wien 1960

[11] Verschiedene Autoren: Festschrift «100 Jahre Gailregulierung». Amt der Kärntner Landesregierung, 1976

[12] F. Zollinger: Die Ausscheidung von Gefahrenzonen. DISP Nr. 42, ORL-Institut der ETH Zürich, 1976

[13] F. Zollinger: Kleiner Querschnitt durch die österreichische Wildbachverbauung. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 11/78.

Adresse der Verfasser:

Markus Bühner, Anton Hagen, Peter Hutzli, Jürg Meyer, Kurt Sprecher, Fritz Zollinger, alle Dipl. Kulturing. ETH, Institut für Kulturtechnik, ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich

## SVVK / SSMAF

Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik  
Société suisse des mensurations et améliorations foncières

### Mitteilung des Zentralvorstandes

Anlässlich der Sitzungen vom 16. September und 16. Dezember 1980 hat der Zentralvorstand unter anderem folgende Beschlüsse gefasst:

- Der SVVK bildet eine Arbeitsgruppe «Normen». Sie hat die Aufgabe, eine Übersicht und Systematik zu erarbeiten für mögliche und wünschbare Normen im gesamten Bereich des Vermessungswesens. Die Arbeitsgruppe steht unter dem Präsidium des Ressortchefs «Vermessung», Walter Oettli.
- Der SVVK bildet eine Arbeitsgruppe «Reform». Sie hat die Aufgabe, die Struktur und Organisation des Vereins zu überprüfen und neue Vereinsstatuten zu erarbeiten. Die Arbeitsgruppe setzt sich wie folgt zusammen:  
J. Hippenmeyer, Zentralpräsident  
J.P. Indermühle, Vertreter der GF im Zentralvorstand  
A. Frossard, Vizepräsident SVVK  
X. Husmann  
W. Willhelm
- Das «Reglement über die Organisation des Sekretariates des SVVK» wird genehmigt. Der Visura werden folgende Hauptaufgaben übertragen:  
- Allgemeine Sekretariatsarbeiten und Korrespondenzen.  
- Vorbereitung und Protokoll der jährlichen Mitgliederversammlung, Vollzug der Beschlüsse.

- Vorbereitung und Protokoll der Vorstandssitzungen, Vollzug der Beschlüsse.
- Reinschrift und Versand der Protokolle von Kommissionssitzungen.
- Auskunftserteilung an Mitglieder.
- Führen der Buchhaltung.
- Erledigung des Zahlungswesens und Verwalten der flüssigen Mittel.
- Erstellen der Jahresrechnungen und der Budgets.
- Inkasso der Mitgliederbeiträge.
- Nachführen der Mitglieder- und Kommissionsverzeichnisse.

Das Auftragsverhältnis beginnt am 1. Januar 1981.

Der Zentralvorstand begrüsst und unterstützt die Vorschläge der beauftragten Arbeitsgruppe (Leitung A. Frossard) über die Durchführung einer nationalen Ausstellung und die Herausgabe einer Sondernummer der Vermessungszeitschrift. Die Hauptthemen der Ausstellung sind:

- Die Ausbildung des Ingenieur-Geometers.
- Die Struktur und Organisation des Geometerberufes in Verwaltung und Privatwirtschaft.
- Die Aktivitäten des Ingenieur-Geometers: Grundbuchvermessung, Ingenieurvermessung, Kulturtechnik, Planung und Kartographie.
- Die Tradition der Vermessung und Kartographie in der Schweiz.

Die Sondernummer der Zeitschrift soll als eine Art Ausstellungskatalog gestaltet werden.

Das Amt für Berufsbildung des Kantons Zürich hat beim BIGA erneut die Aufhebung der interkantonalen Fachkurse für Vermessungszeichner gefordert. Der Zentralvorstand SVVK gelangt nun gemeinsam mit dem VSVT an das BIGA und ersucht die Behörde, keine weiteren Schritte in dieser Angelegenheit zu unternehmen, ohne mit den Berufsverbänden den ganzen Fragenkomplex zu diskutieren.

### Communications du Comité Central

Lors de ses dernières séances des 16 septembre et 16 décembre 1980, le Comité Central a pris, entre autres, les décisions suivantes:

- La SSMAF crée un groupe de travail «Normes».

La tâche dont ce groupe aura à s'occuper est l'élaboration d'une conception générale et une systématique des normes réalisables ou souhaitables englobant tout le domaine de la mesuration. Le groupe de travail est présidé par W. Oettli, chef du dicastère de la mesuration.

- La SSMAF crée un groupe de travail «Réforme».

Ce groupe de travail est chargé du réexamen des structures et de l'organisation de la Société et d'en élaborer les nouveaux statuts. Il est constitué de la manière suivante:

J. Hippenmeyer, Président central  
J.-P. Indermühle, Représentant du G.P. dans le Comité Central  
A. Frossard, Vice-président  
X. Husmann  
W. Willhelm

- Le Comité Central accepte le «Règlement concernant l'organisation du secrétariat permanent de la SSMAF». La VISURA est chargée des tâches principales suivante:

- Travaux généraux de secrétariat et de correspondance;
- Préparation et tenue du procès-verbal des assemblées annuelles, application des décisions;
- Préparation et tenue du procès-verbal des séances du Comité Central, application des décisions;
- Dactylographie et expédition des procès-verbaux des séances des commissions;
- Service de renseignements pour les membres;
- Tenue de la comptabilité;