

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Uferschutzmauern mit hoher hydraulischer Rauigkeit: ein Erfahrungsbericht aus dem Süden Boliviens  
**Autor:** Dénes, Renato  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78383>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 16.04.2026

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

# Uferschutzmauern mit hoher hydraulischer Rauigkeit

Ein Erfahrungsbericht aus dem Süden Boliviens

**In den Jahren 1984/85 bis 1992 unterstützte die Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe (DEH) des Eidg. Departements des Äusseren (EDA) sowohl finanziell als auch mit Entwicklungsexperten ein Programm für die Verbesserung ländlicher Infrastruktur im südlichen Teil des Hochlandes von Bolivien. Im Jahr 1988 bot sich im Rahmen dieses Programms die Gelegenheit, eine besondere Art von Uferschutzmauern an einem Fluss in der Nähe der Stadt Sucre zu bauen. Das System scheint sich zu bewähren und ermöglicht, verschiedene Schwächen anderer Verbaumethoden zu vermeiden.**

## Die Bedeutung von Uferschutzmauern innerhalb des erwähnten Entwicklungsprogramms

Uferschutzmauern werden innerhalb des erwähnten Programms meist zum Schutz von bebaubarem Land, in eini-

VON RENATO DÉNES,  
ZÜRICH

gen Fällen auch zum Schutz von Brücken errichtet. Die Siedlungen selbst befinden sich in jenen Gegenden in der Regel an erhöhter Lage ausserhalb der Reichweite der Flüsse.

Das zu schützende Land ist stets solches von besonderer Wichtigkeit für die lokale Bevölkerung, denn:

- da es meistens Schwemmland ist, hat es eine höhere Fruchtbarkeit als andere, umliegende Böden.
- durch seine tiefe Lage und Nähe zu den Flüssen ist es mit wenig Aufwand bewässerbar.

- in diesen, relativ gesehen, tiefen Lagen von 1900 bis 2300 m ü.M. findet sich ein besonders günstiges Mikroklima, nicht nur wegen des Temperaturunterschiedes zum umliegenden Hochland (3000–4000 m ü.M.), sondern auch wegen des besseren Windschutzes. Während im offenen Hochland fast nur seine typischen Produkte, wie Kartoffeln, Quinoa, Getreide und teilweise Mais, angebaut werden können, gedeihen in diesen Flusstälern bereits Orangen, Feigenkaktus u.a.

Leider waren die zu schützenden Flächen in vielen Fällen wegen der Enge der Täler ziemlich klein, so dass die Frage nach der rein wirtschaftlichen Rechtfertigung der von den Bauerngemeinden erbetenen Massnahmen nicht ohne weiteres positiv beantwortet werden konnte. Vielmehr mussten ähnliche Gesichtspunkte mit berücksichtigt werden wie jene, die auch hier in der Schweiz bei der Unterstützung der ländlichen Bevölkerung eine Rolle spielen, namentlich die Abwanderung in die

(Vor-)Städte und der Verlust an einheimischer Kultur. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht bietet aber das hier beschriebene System Vorteile im Vergleich zu konventionellen Stützmauern resp. zu Steinkörpern, und zwar wegen des kleineren Materialvolumens und wegen der hauptsächlichlichen Verwendung von lokal vorhandenen Materialien.

## Das Abflussregime der Flüsse im bolivianischen Hochland

Die Hauptregenzeit im Hochland von Bolivien dauert etwa von Mitte Dezember bis April (Monsunklima). In dieser Zeit fallen etwa 80–90% der Jahresniederschläge, und zwar in Form von heftigen Regengüssen, welche jeweils nur wenige Stunden andauern. Die langen Trockenperioden von sechs bis acht Monaten Dauer behindern die Bildung resp. Neubildung einer Vegetation, die mehr wäre als das weit verbreitete Steppengras, und die helfen könnte, das Abflussregime der Flüsse zu verstetigen.

Der Erfolg verschiedener erfolgreicher Wiederaufforstungsprogramme beweist allerdings auch, dass diese Neubildung einer reicheren Vegetation an sich trotzdem möglich wäre. Die wichtigsten und ältesten dieser Wiederaufforstungsprogramme werden von der DEH seit Jahren gefördert.

Auch wenn Wiederaufforstungen zweifellos sehr wertvolle und wichtige Massnahmen sind, so greifen sie eben doch naturgemäss erst mittel- bis langfristig, und den gewünschten Effekt auf das Abflussregime von Flüssen haben sie erst bei grossflächiger Anwendung. Zudem muss, wie die Erfahrung mit den erwähnten Projekten zeigt, nicht nur eine Wachstumsphase der Pflanzen ein-



Bild 1. Uferschutzmauer. Das raschere Wegfliessen in der Nähe der Mauer führt zu einem seitwärts gerichteten Zufluss aus der Mitte des Flussbettes (Bild: E. Decormis, Sucre)



Bild 2. Bei beidseitig vorhandenen Mauern teilt sich der Fluss aufgrund der Strömungsverhältnisse. Es können sich in der Mitte Inseln bilden

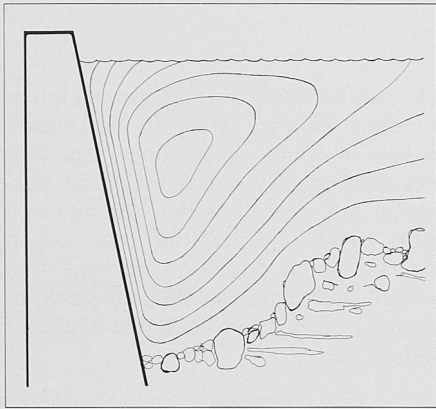


Bild 3. Geschwindigkeit (schematisch) und Auskolkung mit einer Wandrauigkeit  $k_2$ , die viel kleiner ist als jene des Flussgrundes  $k_1$

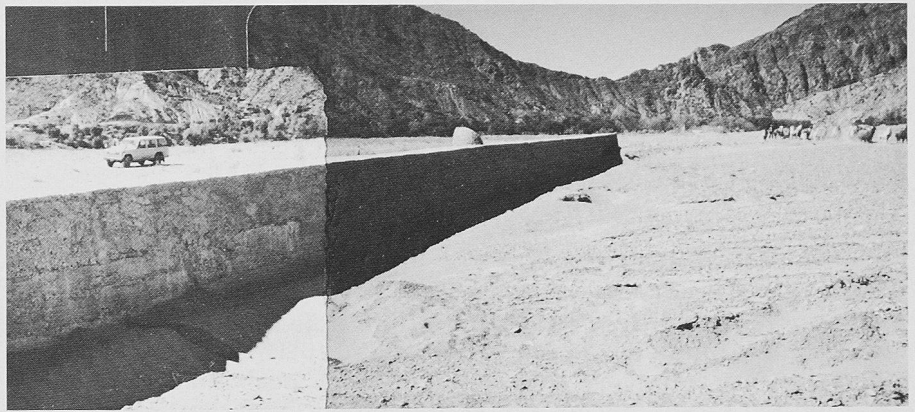


Bild 4. Oberhalb des Anfangspunktes dieser Mauern sieht der Verlauf der Flüsse oft so aus, als ob sie gezielt auf diesen Punkt zusteuern würden

gerechnet werden, sondern auch eine solche des Interesses und des Wissens der lokalen Bevölkerung.

Während der Regenzeit verwandeln sich also sonst harmlose und weithin leicht zu durchwatende Bäche in reisende Flüsse. Infolge der fortschreitenden Zerstörung der übernutzten Vegetation in ihren Einzugsgebieten und der grossen Fliessgeschwindigkeit führen sie dann grosse Mengen von Schwebstoffen und Geschiebe mit. Wenn sich die Schäden dennoch meist in Grenzen halten, ist dies auf die relativ kurzen Durchlaufzeiten von wenigen Monaten, Wochen oder sogar nur Tagen oder Stunden zurückzuführen.

### Merkmale einiger Flussverbauungsmethoden

Zum Schutz von Flussufern werden an vielen Orten Mauern mit vertikalen oder nur leicht geneigten Aussenflächen gebaut. Diese Mauern weisen jedoch in ihrer hydraulischen Wirkungsweise einen grossen Nachteil auf, der sich um so stärker bemerkbar macht, je höher die Fliessgeschwindigkeit ist und je glatter die Mauerober-



Bild 5. Mehrere Meter unterhalb des Flussgrundes fundierte Mauern werden innershalb weniger Jahre unterspült

flächen im Vergleich zum Flussgrund sind. Die glatten Oberflächen beruhigen Turbulenzen offenbar derart wirkungsvoll, dass ihnen entlang ein verstärkter Abfluss entsteht. Diese Verstärkung hat wiederum einen kumulativen Effekt, indem das raschere Wegfliessen in der Nähe der Mauer zu einem seitwärts gerichteten Zufließen aus der Mitte des Flussbettes führt (Bild 1).

Dies kann bei beidseitig vorhandenen Mauern so weit führen, dass sich der Fluss teilt und in seiner Mitte eine Insel lässt (Bild 2).

Es bleibt aber nicht bei dieser seitwärts gerichteten Wirkung: Infolge der vergrösserten Schleppkraft, welche sich aus der höheren Fliessgeschwindigkeit ergibt, öffnet sich das Wasser der Mauer entlang einen vertieften Graben. Damit «erschliesst» es sich mehr glatte Maueroblfläche, womit sich der Effekt nochmals steigert (Bild 3).

Oberhalb des Anfangspunktes solcher Mauern sieht der Verlauf der Flüsse nicht selten so aus, als ob sie gezielt auf diesen Punkt zusteuern würden. Auch dies ist durch die beschriebenen Effekte erklärbar (Bild 4).

Auf diese Art werden schwere, mehrere Meter unterhalb des Flussgrundes fundierte Mauern innershalb weniger Jahre unterspült, beginnen umzusinken und verlieren dann rasch ihre Schutzwirkung (Bild 5).

Das hier beschriebene Phänomen wurde vom Schreibenden nicht weiter theoretisch untersucht. Literatur zum Thema ist im Anhang angegeben; die meisten der genannten Quellen beziehen sich allerdings nicht auf das Problem der glatten Seitenwände, sondern auf jenes der erhöhten Rauigkeit von bewachsenen Böschungen und Vorländern.

Die Abhilfe ist klar: Die seitlichen Elemente des benetzten Umfangs sollten

so gestaltet sein, dass sie mindestens die gleiche hydraulische Rauigkeit besitzen wie der Flussgrund. Dadurch stellt sich dann innerhalb des Gerinnes eine «normale» Geschwindigkeitsverteilung ein mit niedrigen Geschwindigkeiten in Ufernähe.

Der Möglichkeiten sind viele: Mauern mit erhöhter Rauigkeit, Steinkörbe, Spornmauern oder Blockwurf sind die bekanntesten.

### Steinkörbe

werden bei Flussverbauungen oft angewendet. Einer ihrer grossen Vorteile ist ihre Unempfindlichkeit gegen Setzungen. In den Flüssen im Süden Boliviens mit ihrer grossen Geschiebefracht sind sie allerdings einer grossen mechanischen Beanspruchung durch den Aufprall von Steinen auf die Drahtmaschen ausgesetzt. Dadurch werden die Netze örtlich zerschlagen und dann langsam geleert, und die Zinkschicht auf den Drähten wird innershalb weniger Jahre abgeschliffen, wodurch dann der Korrosionsschutz verloren ist.

Im Bestreben, diese Nachteile zu vermeiden, werden die Steinkörbe oft etwas erhöht auf Sockel aus Mauerwerk aufgebaut. Da sie darauf während 8 bis 9 Monaten trocken liegen, ist die Korrosion kleiner, und auch die Aufprallwirkung ist etwas geringer. Was hier über glatte Mauern ausgeführt worden ist, gilt jedoch selbstverständlich auch für die Sockel von Steinkörben.

### Buhnen (Spornmauern)

könnten im umschriebenen Zusammenhang als Elemente betrachtet werden, welche in einigen wenigen, vergleichsweise weit auseinanderliegenden Punkten eine extrem hohe Rauigkeit erzeugen. Durch die Bildung von Kammern ergeben sich aber auch grössere Wirbel, und die zugehörigen Ein-

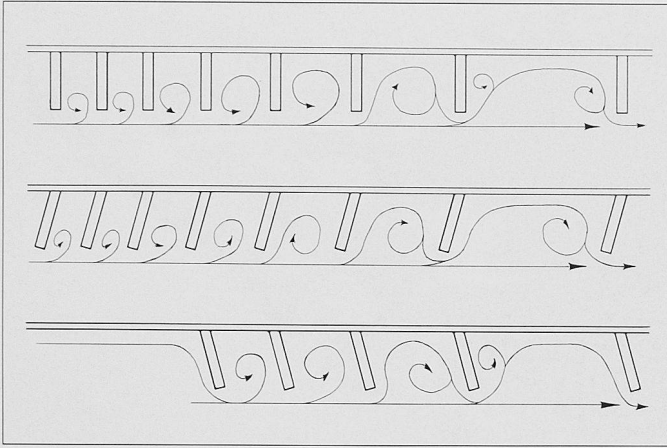


Bild 6. Wirbelbildung an Buhnen



Bild 7. Auskolkung an einer Buhne (Bild: E. Decormis, Sucre)

und Ausströmvorgänge können zu ähnlichen Problemen führen wie jene an geraden Mauern (Bilder 6 und 7).

### Blockwurf

Der Schutz von Flussufern durch Blockwurf dürfte zu den wirkungsvollsten, naturnahsten und dauerhaftesten Massnahmen gehören. Der Untergrund wird nicht durchgehend versiegelt; der Blockwurf kann «je nach Bedarf» durchwachsen werden, d.h. je nachdem, wie stark die tatsächliche Erosionskraft ist. Die Blöcke schützen Bäume und Büsche vor dem Anprall von Gesschiebe, und deren Wurzelwerk festigt den Untergrund und schützt ihn davor, ausgespült zu werden. Auch der Austausch zwischen Fluss- und Grundwasser wird durch die Blöcke nicht wesentlich behindert.

### Schwellen

Ein weiteres Element, welches dazu dienen kann, die Fließgeschwindigkeit von Flüssen zu reduzieren, sind Schwellen. Sie sind vor allem bei schmalen Gewässern mit steiler Rinne geeignet. Bei grossen Flüssen und Hochwasser führen sie nur dann zur gewünschten Verwirbelung, wenn sie eine minimale Sturzhöhe bewirken, d.h. das Wasser nicht einfach über sie hinwegschiesst. Für eine solche Lösung wäre im vorliegenden Fall ein viel grösseres Bauvolumen notwendig gewesen, und den damit verbundenen topografischen Veränderungen hätte viel Kulturland geopfert werden müssen.

### Die Uferverbauungen in Teja Huasi

Die Anwendung von Blockwurf zum Schutz von etwa 25 ha Ackerland der Gemeinde Teja Huasi, etwa 40 km ausserhalb Sucre, war leider nicht möglich. Blöcke aus einem geeigneten Gesteinsmaterial mit einer genügenden Grösse hätten über Hunderte von Kilometern

herangeführt werden müssen, und für den Aufbau der Schichten wären grosse Baumaschinen notwendig gewesen. Damit wäre das Projekt im Verhältnis zur Fläche, die zu schützen war, sehr teuer geworden und der Anteil der Selbsthilfe der Bauern an der gesamten Bauleistung wäre neben dem grossen Maschinen- und Transportaufwand sehr klein gewesen. Entwicklungszusammenarbeit sollte ja stets Hilfe zur Selbsthilfe sein. Nur so kann Hoffnung bestehen, dass die getroffenen Massnahmen auch mittel- und langfristige Wirkung erzielen.

Aus den geschilderten Gründen wurde für den Schutz der Anbauflächen in Teja Huasi ein System gewählt, das als «synthetischer Blockwurf» bezeichnet werden könnte:

Gleichförmige Blöcke aus unbewehrtem Beton wurden mittels Metallschalungen so gegossen, dass eine sowohl durch den üblichen Mauerwerkversatz als auch nach vor- resp. rückwärts verzahnte, unter 51 Grad ansteigende Mauer entstand (Bilder 8 bis 12).

Jeder der Blöcke hat ein Volumen von zirka 1 m<sup>3</sup>, somit unser Auftrieb ein Gewicht von zirka 1,2 t und besitzt einen in den Querschnitt des Flusses hineinragenden Teil, der in der Ansicht wie ein vorspringender Kopf und in der Draufsicht wie eine Schwelle aussieht. Es wurde darauf geachtet, dass dieser herausragende Teil nur Kanten von 135 Grad und mehr besitzt, damit anprallendes Gesschiebe möglichst wenig Schaden anrichten kann. Die Rückseiten dieser gleichen, schwellenförmigen Mittelteile ergeben die Abstützflächen für die nächstobere Blockreihe.

Die Metallschalungen, deren einzelne Segmente mit einfachen Durchsteckbolzen verbunden werden konnten, waren in einer Schlosserei in der Stadt Sucre hergestellt worden. Sechs Schalungen waren etwas zu wenig, was den Baufortschritt behinderte. Infolge der

sehr hohen Anzahl von Verwendungen waren Metallschalungen billiger als hölzernes Schalmaterial. Die Blöcke wurden direkt in ihrer definitiven Lage gegossen; der Einsatz von Hebezeug konnte entfallen.

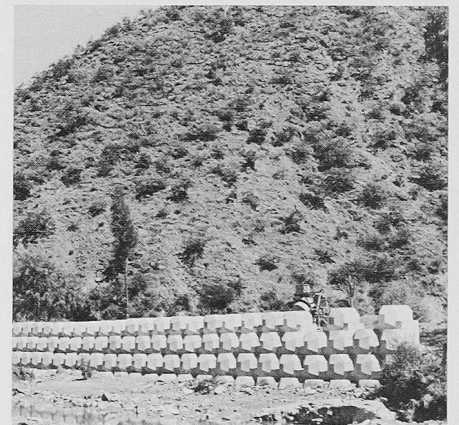


Bild 8/9. Die Uferschutzmauer nach Erreichen der vollen Höhe im Februar 1989 (Bilder: E. Decormis, Sucre)

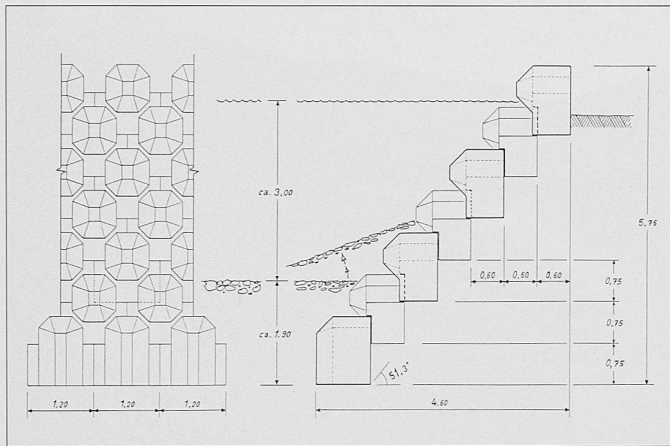


Bild 10. Ansicht und Querschnitt des «synthetischen» Blockwurfes



Bild 11. Metallschalungen und fertige Blöcke



Bild 12. Ein Block ist fertig gegossen (Bild: E. Decormis, Sucre)

Hinter den fertigen Reihen wurde jeweils einfach Erdmaterial eingefüllt und mit Handstampfern verdichtet. Die Struktur wurde unter anderem auch deshalb so grob gestaltet, damit die

Rauhigkeit nicht irgendwann durch irgendjemanden auf einfache Art («Verputzen») wieder verkleinert werden kann.

### Erste Erfahrungen

Noch während des Baus, als noch etwa zweieinhalb Reihen von Blöcken fehlten, war das System bei den Frühlingsniederschlägen im Oktober 1988 einem ersten «Probelauf» ausgesetzt. Ungünstig war in dieser Situation nicht nur das Fehlen der oberen Blockreihen, sondern auch, dass die Gräben noch offen lagen, die für den Bau der untersten Reihen ausgehoben worden waren. Zudem floss wegen der unmittelbar flussaufwärts stehenden, konventionellen Mauer bereits ein verstärkter Randstrom auf den beschriebenen Abschnitt zu. Befürchtungen, das Ganze könnte in diesem Zustand unterspült und zerstört werden, wären also sicher nicht aus der Luft gegriffen gewesen.

Es geschah jedoch genau das entgegengesetzte, der Fluss füllte die Gräben mit Geschiebe auf und bildete eine erste, gegen die Flussmitte hin geneigte Ebene. Die Ablagerungswirkung war so stark, dass der erwähnte verstärkte

Randstrom vor den Blöcken gegen die Flussmitte hin abgedrängt wurde (Bild 13).

Im Februar 1989 waren von der fertig gebauten Blockmauer dreieinhalb bis vier Reihen sichtbar (Bild 9); ein Jahr später waren es nur noch zweieinhalb bis drei Reihen. Die Blöcke schützten also nicht nur das dahinterliegende Flussufer, sondern auch sich selber durch vorgelagerte Ablagerungen. Diese könnten allerdings in einem schmalen Gerinne eine unerwünschte Auflandung des ganzen Flussbettes zur Folge haben. Auch müsste für jenen Fall die grosse Rauhigkeit der Seitenflächen in einer hydraulischen Berechnung der neuen Abflussverhältnisse berücksichtigt werden. In der vorliegenden Anwendung ging es jedoch darum, innerhalb eines 100 bis 200 m breiten Flussbettes einen örtlich begrenzten Effekt zu erzielen, der sich nur auf wenige Prozente des benetzten Umfangs auswirkte.

### Der heutige Zustand

Wie bereits aus den Bildern ersichtlich, handelte es sich bei der hier beschriebenen Anwendung um Reparaturarbeiten an schon bestehenden Uferschutz-

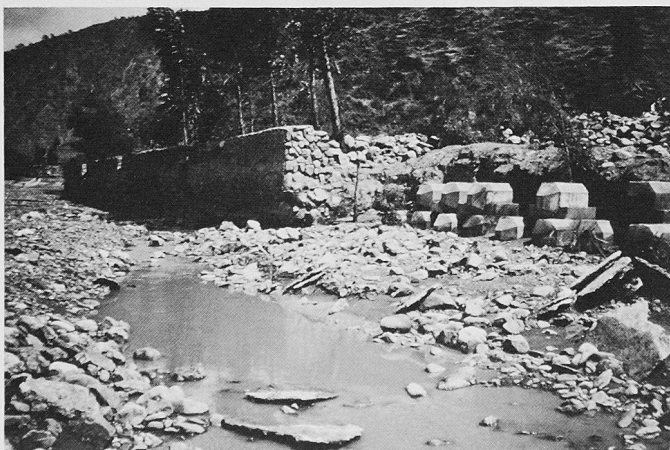


Bild 13. Der Zustand am 12. Oktober 1988



Bild 14. Die Blockmauer im Januar 1992

**Literaturhinweise:**

- [1] *G.R. Bezzola, P. Kuster, S. Pellandini*: The Reuss River Flood of 1987 – Hydraulic model tests and reconstruction concepts. International Conference on River Flood Hydraulics, Wallingford, 17–20 September 1990
- [2] *Chervet, A. und Weiss, H.W.*: Naturnaher Ausbau kleiner Bäche, Sohlenstabilisierung mittels Blockrampen, Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 42, 1990
- [3] *Lorenz H.*: Wasserbau beim Strassenbau, Autobahnamt Nürnberg, 1961
- [4] *Mertens, W.*: Zur Frage hydraulischer Berechnungen naturnaher Fließgewässer. Wasserwirtschaft, Heft 79, (1989) 4.
- [5] *Osterwalder, W.*, Iteco AG, Affoltern a.A.: River Control with Concrete Elements. Stabilisierung eines Bachgerinnes mit Betonelementen. Internationales Symposium «Interpraevent 1992», Bern
- [6] *Peterka A.J.*: Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators, Sect 11, U.S.Bureau of Reclamation, Engineering Monograph No 25
- [7] *Schiechtel, H.M.*: Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, Callwey, München, 1973
- (Die nachfolgenden Titel sind in [4] angegeben)
- [8] Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen: Fließgewässer-Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung. Düsseldorf 1984
- [9] *Bertram, H.U.*: Über den Abfluss in Trapezgerinnen mit extremer Böschungsrauhigkeit. Mitteilungen aus dem Leichtweiss-Institut für Wasserbau, TU Braunschweig, Heft 86, 1985
- [10] *Evers, P.*: Untersuchungen zur Problematik der hydraulischen Berechnung natürlicher Fließgewässer. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TH Aachen, Heft 45, 1983
- [11] *Pasche, E.*: Turbulenzmechanismen in naturnahen Fließgewässern und die Möglichkeit ihrer mathematischen Erfassung. Diss. RWTH Aachen, 1984
- [12] *Kaiser, W.*: Fließwiderstandsverhalten in Gerinnen mit durchströmten Ufergehölzen. Wasserbau-Mitteilungen der TH Darmstadt, 1984
- [13] *Rickert, K.*: Der Einfluss von Gehölzen auf die Lichtverhältnisse und das Abflussverhalten in Fließgewässern. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Landw. Wasserbau der Universität Hannover, Heft 61, 1986
- [14] *Schulz, A.*: Zur Näherungsberechnung des Abflusses in naturnahen gestalteten Fließgewässern. Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Berlin, Heft 107, 1987
- [15] Deutsche Forschungsgemeinschaft (Herausgeber: G. Rouvé et al.): Hydraulische Probleme beim naturnahen Gewässerausbau. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 1987
- [16] *Schröder, R.*: Einheitliche Berechnung gleichförmiger turbulenter Strömungen in Rohren und Gerinnen. Der Bauingenieur, Heft 5, 1965
- [17] *Hager, W.*: Abflussformeln für turbulente Strömungen. Wasserwirtschaft, Heft 78 (1988) 2.
- [18] Ven Te Chow: Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company, Tokyo 1959
- [19] *Einstein, H.*: The Bed Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows. US Department of Agriculture, Washington, Techn. Bulletin 1026, 1950
- [20] *Yalin, M.S.*: Steepness of Sedimentary Dunes, Journal of Hydraulics Division, ASCE, Vol. 105, HY4, 1979
- [21] *Yalin, M.S.*: On the Average Velocity of Flow over a Movable Bed. La Houille Blanche, No. 1, 1964
- [22] *Alam, A., J.F. Kennedy*: in Sedimentation Engineering, ASCE-Manual No. 54, New York, 1977
- [23] *van Rijn, L.*: Equivalent Roughness of Alluvial Bed. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 108, 1982
- [24] *Zanke, U.*: Grundlagen der Sedimentbewegung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982
- [25] *Einstein, A.*: Der hydraulische oder Profil-Radius. Schweiz. Bauzeitung 103, 1934
- [26] *Horton, R.*: Separate Roughness Coefficients for Channel Bottom and Sides. Eng. News. Rec. 22.
- [27] *Lindner, K.*: Der Strömungswiderstand von Pflanzenbeständen. Diss. Braunschweig, 1982
- [28] *Rickert, K.*: In Grundlagen der naturnahen Regelung bestehender Gewässer. DVWK, Heft 13, Bonn 1988
- [29] *Mertens, W.*: Erosion und Akkumulation beim naturnahen Ausbau von Fließgewässern. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TH Aachen, Heft 60, 1986

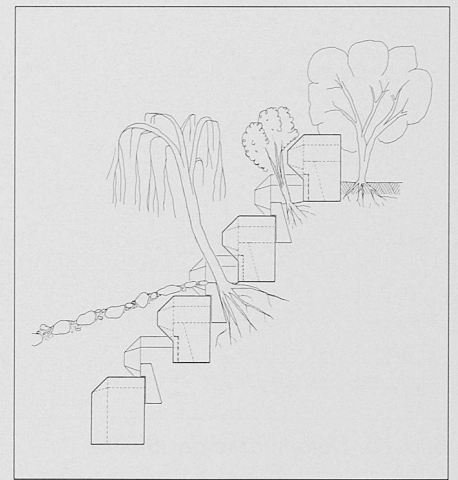


Bild 15. Blockreihen mit Lücken für verbesserten Bewuchs

mauern, d.h. um den Ersatz von Abschnitten, die vom Fluss zerstört worden waren. Um die verbleibenden Abschnitte der alten Mauern zu schützen, wurden vor diesen im Laufe des Jahres 1990 erneut Buhnen errichtet, welche nun auch einen Teil der Blockmauern abschirmen. Andere Teile sind dafür im Einflussbereich der Ausflussströmung der nachfolgenden Buhne (Bild 14). Die Blockmauer hat sich also während mindestens zwei Regenperioden (88/89 und 89/90) ohne den zusätzlichen Schutz durch die Buhnen bewährt.

**Stabilität**

Dank der dreidimensionalen Verzahnung zwischen den Blöcken ist das System, ähnlich wie Steinkörbe, unempfindlich gegen allfällige örtliche Setzungen.

**Wirtschaftlichkeit**

Die durchschnittliche Dicke der Blockreihen ist rund 1 m; der Querschnitt der Mauer im ausgeführten Projekt beträgt rund 8 m<sup>2</sup>. Das Projekt wurde einem solchen für eine konventionelle Mauer vorgezogen, welche inklusive Fundament rund den doppelten Querschnitt aufgewiesen hätte.

Insgesamt ergaben sich Kosten, welche mit jenen für Steinkörbe durchaus vergleichbar waren. Auch der Unterschied in der zu erwartenden Dauerhaftigkeit ist sicher ein wichtiges wirtschaftliches Argument (siehe auch Tabelle 1).

**Bewuchs**

Ursprünglich war vorgesehen, in den oberen Blockreihen zwischen den einzelnen Blöcken Zwischenräume offenzulassen, von Reihe zu Reihe nach oben etwas grössere. So wäre es Büschen und Bäumen erleichtert worden, den Unterspektive Hintergrund der Mauer zu durchwachsen und zu stabilisieren.

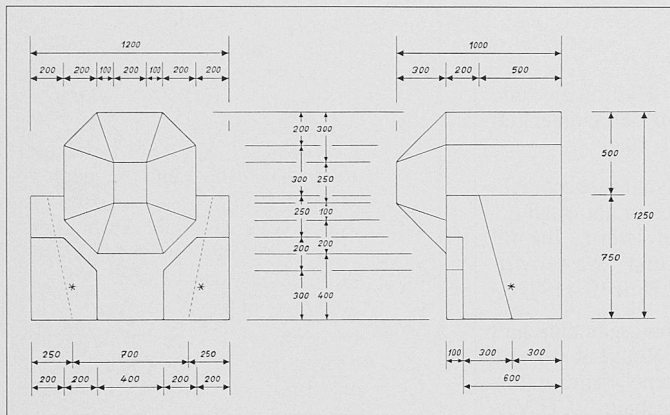


Bild 16. Detailmasse der Blöcke

		SFr.
Beitrag der Gemeinde in Form von Arbeit und aufbereiteten Materialien		23 000.-
Beiträge der DEH für		
- Metallschalungen	11 000.-	} 21 800.-
- Zement	4 800.-	
- Maurer, Transporte, diverses	6 000.-	
Gesamte Kosten (ohne Ingenieurleistungen, Topografie und administrative Kosten)		44 800.-
Kosten pro m <sup>3</sup>		147.-

Tabelle 1. Ungefährige Kosten für die Uferschutzmauer (ca. 60 m), umgerechnet auf den Kostenstand von Ende 1992

Auch hätte damit sicher eine noch bessere Integration der Uferverbauung ins Landschaftsbild erreicht werden können (Bild 15).

Leider konnte diese Verfeinerung nicht eingebracht werden, da dazu eine intensivere Betreuung des Projekts durch den Schreibenden nötig gewesen wäre,

als dies bei einer Vielzahl von weiteren Projekten möglich war.

### Ausblick

Es würde den Schreibenden natürlich interessieren, von allfälligen weiteren

Anwendungen dieses nicht urheberrechtlich geschützten Systems zu vernahmen.

Adresse des Verfassers: Renato Dénes, dipl. Bauing. ETH, Ottenweg 24, 8008 Zürich

## Tagungsberichte

### Nachhaltigkeit als Postulat der Forstwirtschaft kein Modewort

Den Forstleuten kommt das Verdienst zu, den Begriff «Nachhaltigkeit» vor über 100 Jahren in den Sprachgebrauch eingeführt zu haben. Nachhaltigkeit meinte vorerst das Streben nach einem dauernden, gleichmässigen und möglichst vielfältigen Holzsertrag. Die Forstwirtschaft ist in unseren Breiten graden bisher der einzige Wirtschaftszweig, der dieses Prinzip befolgt und seine Ressourcen nachhaltig nutzt: Es wird nicht mehr Holz geschlagen als nachwächst. Nachhaltige Nutzung und Entwicklung ist also das Gegenteil zum ständigen Abbau von Gütern. Die Frage steht im Vordergrund, welches Kapital wir kommenden Generationen weitergeben müssen.

Wichtig wäre es, dass die bedeutungsvollen Grundsätze, die hinter den Begriffen stehen, umgesetzt werden. Hierzu einen Beitrag zu leisten, hatte sich der Schweizerische Forstverein (SFV) zum Anlass seines 150-Jahr-Jubiläums als Ziel gesetzt.

Im Grunde genommen wurde mit dem Thema des anderthalbtägigen Seminars «Nachhaltigkeit als Grundlage menschlichen Handelns», das der Schweizerische Forstverein am 8. und 9. September 1993 in Interlaken durchführte, etwas Selbstverständliches gefordert. Oder kann heute jemand verantwortungsvoll handeln, ohne die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen zu beachten, ohne sich der Endlichkeit von Ressourcen bewusst zu sein, ohne an die Bedürfnisse künftiger Generationen zu den-

ken? Zwischen den Absichtserklärungen und dem wirkungsvollen Handeln scheint aber gerade bei der Durchsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens ein weiter Weg zu liegen. So zeigt beispielsweise die Konferenz in Rio von 1992, wie gross die Kluft zwischen diesen Forderungen und dem faktischen Geschehen in vielen Bereichen noch ist.

Das Hauptziel des Seminars bestand deshalb darin, den Nachhaltigkeitsgedanken nicht nur vermehrt bewusst zu machen, sondern konkrete Ideen und Ansatzpunkte zu entwickeln, um ihm im täglichen Geschehen mehr Bedeutung zu verschaffen. Der Einladung des Schweizerischen Forstvereins folgten gegen 250 Personen. Besonders bereichernd war die Teilnahme von etwa 50 Damen und Herren aus nichtforstlichen Berufs- und Tätigkeitsbereichen. Angeregt durch Vorträge wurden die zu behandelnden Schwerpunkte von den Seminarteilnehmern selbst ausgewählt und in Gruppen bearbeitet. Alle Teilnehmer des Seminars sollten Ideen mit nach Hause nehmen können, wie sie als Individuen, als Forstvereinsmitglieder oder Mitglieder anderer Vereinigungen, Wirtschaftszweige und Institutionen zur Umsetzung beitragen können.

#### Nachhaltigkeit als Strategie und im Alltagsgeschehen

Am ersten Seminartag trugen Repräsentanten der Industrie, Politik, Verwaltung und Forschung durch Vorträge dazu bei, den Ein-

stieg in das Thema zu finden. Es wurden dabei unter anderem die folgenden wichtigen Thesen vertreten:

Die ökologische Herausforderung konfrontiert alle Wirtschaftsunternehmen mit einer neuen Dimension des Prinzips der Nachhaltigkeit. Es muss das Konzept der nachhaltigen Entwicklung eingeführt und verankert werden, was eine sehr anspruchsvolle Führungsaufgabe darstellt. (Referat von Dr. A. Krauer, Präsident des Verwaltungsrates der Ciba Geigy AG)

Nachhaltigkeit ist eine zu wichtige Forderung, als dass sie nur der Politik überlassen werden dürfte. Es geht um eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung der nächsten Jahrzehnte, und die Aufgabe der Politik besteht darin, Grenzenlosigkeiten im Umgang mit den begrenzten Ressourcen Einhalt zu gebieten. Dazu sollte die Pflicht zur Nachhaltigkeit in der Verfassung verankert und durch die Gesetzgebung umgesetzt werden. (Referat von Frau Nationalrätin Ursula Mauch)

Eine nachhaltige Entwicklung hängt ab vom richtigen Umgang mit Energiere Ressourcen. Eine sektorielle Energiepolitik allein kann dies nicht gewährleisten. Der technologische Weg ist zu schwach und führt nur in den wenigen Ländern weiter, welche über bevorzugte, soziale, institutionelle, kulturelle und wirtschaftliche Bedingungen verfügen. Der Übergang zu einem Energiesystem, das auf erneuerbaren Energien basiert, verlangt strukturelle Anpassungen der Wirtschaft und Gesellschaft. (Referat von Nationalrat Dr. F. Caccia)

Die Natur ist dauernd in Entwicklung. Es braucht nachhaltige Entwicklungen auch der Wirtschaft, die aber weder mit dem Brutto-