Die Modellversuche zum Geschieberückhaltebecken Schächen

Autor(en): **Zollinger, Fritz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 21

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74814

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Modellversuche zum Geschieberückhaltebecken Schächen

Von Fritz Zollinger, Zürich

Als Folge der extremen Niederschläge am 31. Juli 1977 richtete der Schächenbach in und um Altdorf grosse Verwüstungen an. Sie wären in der Mehrheit nicht entstanden, wenn der Bach sein Geschiebe und das Treibholz nicht bis ins Reusstal heruntergebracht hätte. Es wurde darum ein Projekt ausgearbeitet, das einen Geschiebeablagerungsplatz oberhalb von Altdorf vorsieht. Der nachfolgende Beitrag schildert die hydraulischen Modellversuche, welche im Zusammenhang mit diesem Projekt als Auftrag des Bundesamtes für Wasserwirtschaft an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kulturtechnik durchgeführt worden sind. Es ging vor allem um die Untersuchung verschiedener Schlitzvarianten für die Geschieberückhaltesperre, um einen wirkungsvollen Uferschutz und um die Problematik beim Anfall von Treibholz. Als übergeordnete Zielsetzungen galten eine optimale Geschiebeablagerung bei Extremereignissen und eine möglichst effektvolle selbsttätige Entleerung des Beckens durch die kleineren Hoch- und Mittelwasser des Schächens.

Einleitung

Der Schächen

Mancher Schweizer mag sich auch schon gefragt haben, was ein Engländer kürzlich vor dem Standbild unseres Nationalhelden in Altdorf aussprach: «I wonder why the hell old William Tell was wearing shorts in this rough climate?» Die Frage ist berechtigt, auch wenn wir Wasserbauer dem Touristen selbstverständlich eine Antwort geben können, warum Tell trotz des rauhen Klimas kurze Hosen trug: Bei den üblichen Hochwassern des Schächenbaches- und anderer Wildbäche in den Alpen bewähren sich Strümpfe, Schuhe und lange Hosen nicht. Da gibt es eben nur eines: Offene Sandalen und kurze Hosen!

Das Schächental liegt östlich von Altdorf und entwässert ein Gebiet von etwa 100 km². Kleinere Teile davon sind vergletschert, etwa ein Fünftel ist bewaldet, und der Rest besteht aus Weiden, Alpen und weiten Flächen, welche nur eine karge oder gar keine Vegetation aufweisen und damit erosionsgefährdet sind. Der Vorfluter des Schächens ist die Reuss, 5 km vor ihrer Mündung in den Vierwaldstättersee.

Am 31. Juli 1977 wurde das ganze Urnerland von extremen Niederschlägen heimgesucht (um 150 mm Regen innerhalb von 24 Stunden). In der Nacht auf den 1. August entstanden bedeutende Schäden. Unter anderem zerstörte der Schächen 500 m oberhalb der Mündung in die Reuss seinen linken Begrenzungsdamm und schotterte die Eidgenössische Munitionsfabrik metertief ein. Allein an diesen Anlagen, in welchen ein grosser Teil der Bevölkerung Altdorfs seinen Unterhalt verdient, entstanden Schäden um 50 Mio Franken. Weiter unten verklauste sich das Gerinne bei Eisenbahn- und Strassenbrücke mit Holz. Als Folge davon setzte der Schächen den Bahnhof, die Unterführung nach Attinghausen und weite Flurflächen unter Wasser. In jener Nacht soll der «Bach» 150 000 bis 200 000 m³ Geschiebe, einige hundert Kubikmeter Holz und bis zu 110 m³/s Wasser gebracht haben.

Das Projekt

Viele der Schäden wären nicht aufgetreten, wenn der Schächen sein Geschiebe und das Holz nicht bis hinunter ins Reusstal gebracht hätte. Es lag darum auf der Hand, Massnahmen zu ergreifen, die verhindern sollten, dass der Schächenbach grössere Geschiebemengen bis ins Haupttal bringen kann. So wurde in den Jahren 1978/79 vom kantonalen Bauamt in Zusammenarbeit mit dem privaten Ingenieurbüro Projekta AG und dem Bundesamt für Wasserwirtschaft ein Geschiebeablagerungsplatz bei Bürglen ob Altdorf projektiert. Hinter der grossen Geschiebe-rückhaltesperre bei der Stiglisbrücke sollen 100 000 m³ Material abgelagert werden können. Beim Hauptbauwerk selbst handelt es sich um eine Schwergewichtsmauer in Beton mit einem Schlitz in der Mitte, in welchen horizontale Balken eingesetzt werden können. Die Mauer ist 20 m hoch, 80 m breit, und die Kronenbreite beträgt bei der Überfallsektion 5,5 m.

Obschon für die Leerung des Beckens Baustrassen vorgesehen sind, hofft man, dass der Bach mit seinen Mittel- und kleineren Hochwassern in der Lage sein wird, einen grossen Teil des bei Extremereignissen abgelagerten Materials wieder selbsttätig auszuwaschen (selbsttätige Entleerung). Es könnten damit bedeutende Bagger- und Transportkosten gespart werden.

Der Auftrag für die Modellversuche

Da man sich über die Funktionsweise der sehr grossen Schlitz-Balkensperre nicht ganz im klaren war, erteilte das Bundesamt für Wasserwirtschaft der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich Ende 1979 den Auftrag, das Rückhaltebecken im Modell nachzubilden und so das vorgesehene Projekt zu prüfen. Bei den Untersuchungen ging es vor allem um Lage und Breite des Schlitzes, Balkenabstand, Grösse des Beckens, um die selbsttätige Entleerung und um den Schutz des linken Ufers (alte Schuttdeponie).

Da der Autor zur gleichen Zeit am Institut für Kulturtechnik (IfK) der ETH mit einem Forschungsprojekt über die kontrollierte Geschiebeablagerung begann, wurden die Modellversuche in der VAW in Zusammenarbeit mit dem IfK durchgeführt. Die Untersuchungen wurden Mitte 1981 abgeschlossen und ein dazugehörender Bericht dem Auftraggeber im September dieses Jahres abgeliefert. Der vorliegende Artikel bringt eine zusammenfassende Darstellung dieses Schlussberichtes.

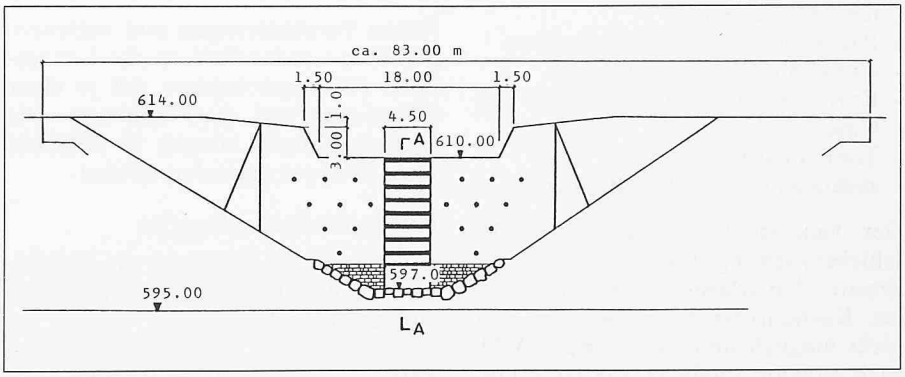


Bild 1. Die Rückhaltesperre, Ansicht aus dem Oberwasser

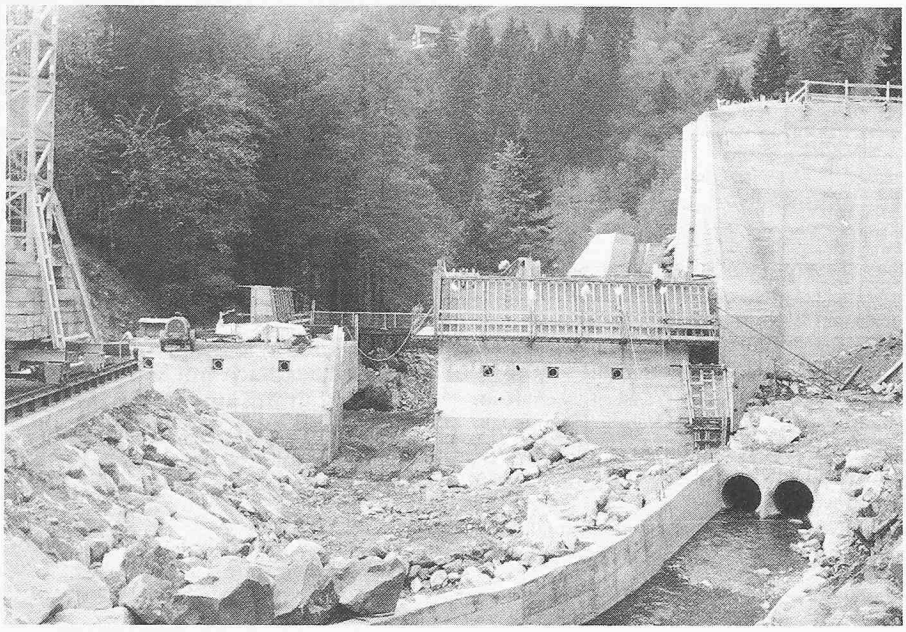


Bild 2. Das Sperrenbauwerk im Bau (12. Mai 1981). Blick aus dem Stauraum bachabwärts. Rechts im Vordergrund erkennt man die beiden Einläufe der Wasserumleitung während des ersten Teiles der Bauzeit (Doppelröhre unter dem rechten Sperrenflügel hindurch)

Das hydraulische Modell

Die Schwergewichtsmauer und ihre unmittelbare Umgebung wurden im Massstab 1:50 topografisch genau nachgebildet. Neben dem Tosbecken unterhalb der Sperre umfasste das Modell das Ablagerungsbecken bis 200 m oberhalb. Dies entspricht nach den Berechnungen des Projektes ca. 65% des gesamten Rückstauvolumens. Die folgenden Elemente konnten für die Versuche verändert werden:

- Schlitzbreite (zwischen 0 und 6 m)
- Schlitzlage innerhalb der projektierten Abflusssektion
- Balkenabstand (zwischen 0 und ∞)
- Ganglinie des Wasserabflusses
- Kornverteilung und Ganglinie des Geschiebes
- Treibholzbeschickung
- zusätzliche Einbauten (Buhnen)

Der hauptsächlich verwendeten Geschiebemischung legte man mangels besserer Unterlagen (eine Siebanalyse bei Korndurchmessern bis 1 m war nicht möglich und ist in einem Wildbach ohnehin fraglich) eine Fullerkurve zu Grunde (über d_{90} eine log-Normalverteilung). Der maximale Korndurchmesser lag bei knapp 1 m (Natur).

Für die Abflüsse wurden verschiedene Ganglinien und konstante Wassermengen verwendet. Das Hochwasser von 1977 konnte leider nicht nachvollzogen werden, weil nur dessen Spitze bekannt ist. Es existiert hingegen eine gemessene Ganglinie eines Hochwassers mit identischer Spitze von 1939. Sie kam bei den Hauptversuchen zur Verwendung.

Die Modellversuche beruhen auf dem verallgemeinerten Froudeschen Gesetz. Dabei sind sowohl die Trägheitskräfte und die Schwerkraft als auch die Mittelwerte der Kräfte aus innerer Reibung im gleichen Verhältnis in Natur wie im Modell. Beim verwendeten Modellmassstab von 1:50 ergab sich nach Froude ein Zeitmassstab von 1:7,1. Im allgemeinen können damit die Ergebnisse vom Modell auf die Natur übertragen werden.

Die Modellversuche

Neben Vorabklärungen und begleitenden Tests wurden 80 Versuche durchgeführt (40 Versuchspaare mit je einer Ablagerung und einer Spülung). Die Untersuchungen können in folgende sechs Gruppen gegliedert werden:

Rein hydraulische Versuche:

Es ging um die Messung von Stauhöhen, die Belastung der Überfallsektion und des Tosbeckens.

Versuche mit extremen Kornverteilungen:

Angaben über die Verlandungs- und Spülvorgänge, mit einerseits feineren und andererseits gröberen Korndurchmessern als in der Natur, sollten gewonnen werden.

Schlitzvarianten:

Im Hinblick auf eine optimale Ablagerung und eine ebensolche selbsttätige Entleerung (Spülung) wurden Schlitzlage, Schlitzbreite und Balkenabstand variiert.

Einbauten (Buhnen):

Für einen wirkungsvollen Uferschutz und eine verbesserte selbsttätige Entleerung wurden verschiedene Buhnen untersucht.

Baggerungen:

Es sollte gezeigt werden, ob mit minimalem Baggerungsaufwand eine selbsttätige Entleerung wirkungsvoll unterstützt und verbessert werden kann.

Versuche mit Treibholz:

Bei den letzten Hauptversuchen wurde dieses nicht einfach erfassbare Element mit einbezogen, das beim Schächen oft eine ausschlaggebende Rolle spielen kann.

Ergebnisse

Allgemeines

Verschiedene Ergebnisse aus den Modellversuchen sind nicht nur konkret auf den Fall Schächen anwendbar, sondern allgemein gültig. Von ihnen soll im folgenden die Rede sein.

Obschon es sich beim Ablagerungsplatz des Schächens nicht um ein symmetrisches Becken handelt, konnte der sogenannte Coanda-Effekt immer wieder beobachtet werden. Es zeigte sich nämlich, dass unterhalb der Stauwurzel die Lage der Hauptströmung mitten durch das Becken direkt auf den Schlitz zu sehr unstabil ist. Dieser Fall trat nur selten ein. Vielmehr zog der Strom meistens entweder dem linken Ufer (öfter der Fall) oder dem rechten Ufer entlang gegen den Schlitz hin. Interessant war es, dass unter bestimmten Umständen sowohl der Zustand rechts als auch jener links stabil war, so dass man mit manueller Einwirkung (in Natur: Lokale Verklausungen und Ablagerungen) den einen Zustand in den anderen überführen konnte, ohne dass der Strom darauf sofort wieder zurückpendelte.

Verursacht durch diesen Coanda-Effekt, lokal verschiedenartige Ablagerungen, veränderte Gefällsverhältnisse und den verzweigten Charakter des Baches, war immer wieder zu beobachten, dass sich nicht nur ein Ablagerungsdelta nach vorne schob. Vielmehr bildeten sich zum Teil gleichzeitig, zum Teil nacheinander verschiedene Deltas entlang dem linken und dem rechten Ufer und in der Mitte des Beckens. Einzelne Deltas wuchsen bis 50 m über die anderen nach vorne, bevor jene wieder mit Geschiebe beliefert wurden und darum nachstiessen.

Sobald der Abfluss so gross war, dass sich hinter der Sperre ein Wasserrück-

stau bildete, durchfloss im Prinzip kein Geschiebe mehr den Schlitz, bis sich ein Delta sehr nahe an die Sperre herangearbeitet hatte (und der Schlitz nicht mit Holz verklaust war). Dann jedoch begann der Geschiebebetrieb durch den Schlitz. Dies konnte ohne weiteres bereits während einer Ablagerungsphase und nicht erst während der Spülphase geschehen.

Wie beschrieben, bildeten sich bei den Ablagerungsvorgängen Deltas, die sich von hinten im Becken gegen vorne (Sperre) vergrösserten. Nach der Reduzierung der Wassermenge fiel der Stau, und eine Spülung konnte beginnen, wenn die Transportfähigkeit des Wassers nicht voll ausgenützt war. In jedem Fall trat aber bei Rückgang des Staues am Deltakopf eine rückschreitende Erosion ein, die je nach Verhältnissen nur wenige Meter oder durchs ganze Becken wirksam wurde. Die Spülerosion arbeitet in vertikaler Richtung (Eintiefung des Bachbettes) und in horizontaler Richtung (Seiten- oder Ufererosion, Verlegung des Bachbettes).

Jede Spülung vollzog sich in verschiedenen Phasen, vor allem dann, wenn während des Spülvorganges der Abfluss zurückging. Je nachdem, ob der Wasserstrom auf eine Seite hin tendierte oder nicht, bildeten sich nur einseitig oder auf beiden Seiten stufenartige Terrassen, je weiter sich der Bach eintiefte.

Bei gegebenen Abflussverhältnissen ist eine Spülung bei grobem Geschiebe wenig effektvoll und nach kurzer Zeit beendet im Vergleich zu feinem Geschiebe, wo es gelang, bei nicht vorhandenem Treibholz bis zu 95% des abgelagerten Geschiebes wieder abzuspülen (selbsttätige Entleerung). Die Gründe dazu liegen auf der Hand: Beim feinen Material bildete sich keine ausgeprägte Deckschicht, so dass sich die kleinen Spülwassermengen leichter eintiefen konnten. In der Folge wurden die Ufer übersteil, stürzten ein und verlegten dem Wasser den Weg, das darum ausweichen und auf die andere Seite pendeln musste, wo wiederum als Folge das Ufer erodiert wurde und schliesslich nachstürzte. So erwies sich die Spülung im feinen Material als örtlich viel ausgedehnter und darum im Endeffekt bedeutend wirksamer als im groben Geschiebe, wo sich das Gerinne lediglich mehr oder weniger unverändert dort

Bild 3. Verlandungssituation nach 9 Stunden (Natur) im Versuch 37. Man erkennt vier verschiedene Verlandungskörper: Zuerst entstand das in der Mitte hinter dem Schlitz in Arenaform abgeschlossene Delta. Darüber hinweg schob sich in einer späteren Phase das hinten (rechts im Bild) sichtbare, breite Delta. Es stiess vor allem entlang dem linken Ufer (unten im Bild) und in der Mitte nach vorne. Zuletzt zog die Strömung nach rechts und brachte auf einem schmalen Delta Material bis zur Sperrenmauer. Der vierte Verlandungskörper entstand links des Schlitzes. In diesem Totwasser (Wasserwalze) lagerte sich feinstes Material ab.

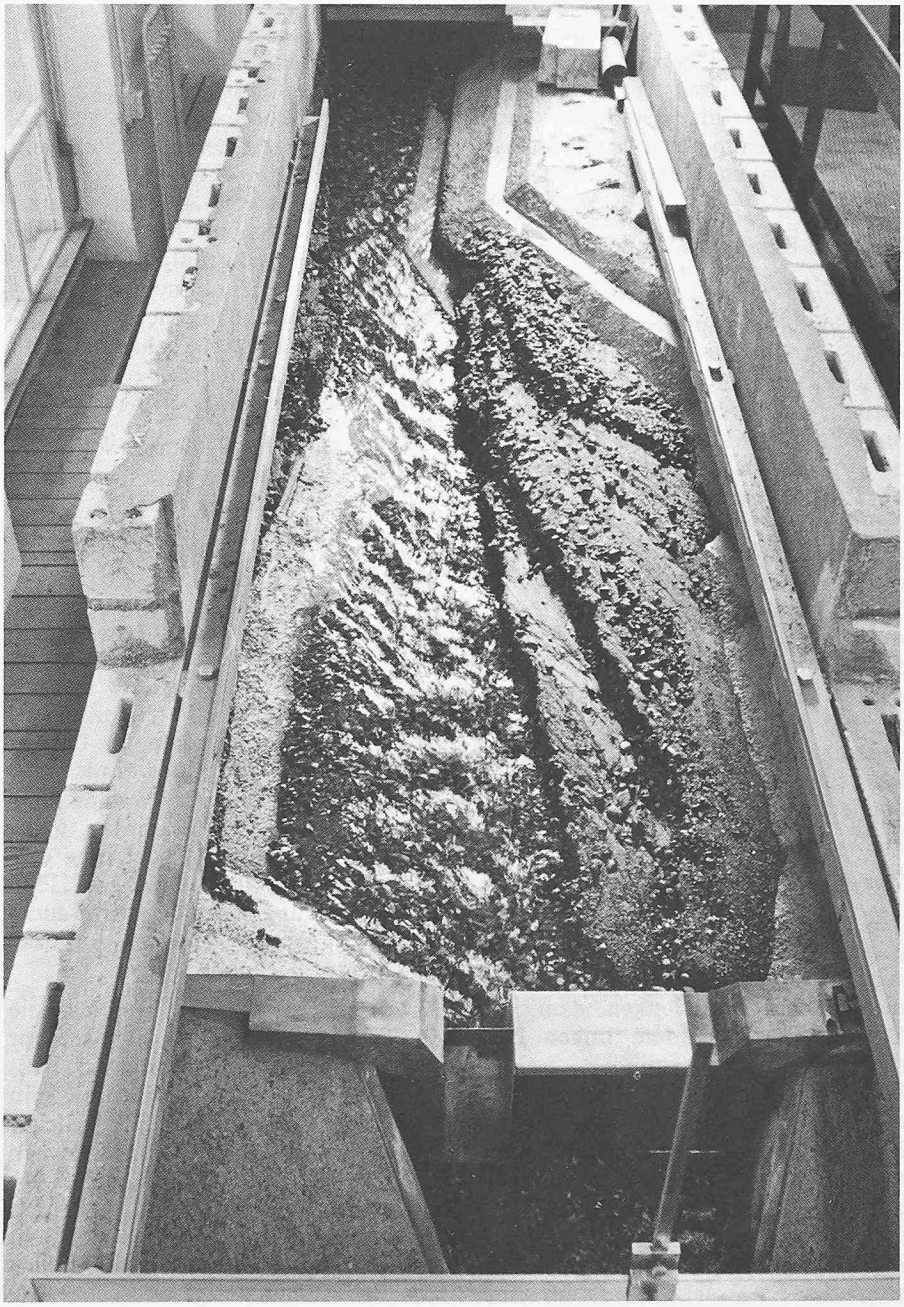


Bild 4. Endstadium des Spülversuches 38 (nach 21 Stunden in Natur). In drei terrassenartigen Stufen hat sich das Wasser in den Verlandungskörper einerodiert. Die Strömung konzentrierte sich gegen das Ende dem rechten Ufer entlang. Die Ursache dazu ist der nach rechts verschobene Schlitz. Die Spülwirkung im linken Beckenteil (rechts im Bild) ist relativ schlecht

eintiefte, wo sich der Hauptstrom am Ende der Ablagerung befunden hatte.

Weder bei den Ablagerungen noch bei den Spülungen war ein ausgeprägter Sortiereffekt (Korngrössen) festzustellen. Drei Ausnahmen seien erwähnt. Bei den Verlandungen wurden die groben Korndurchmesser auch mitten im Hauptstrom, die feinen jedoch vor allem seitlich von ihm abgelagert. Bei den Spülungen transportierten die kleinen Abflüsse vor allem die feinen Fraktionen aus dem Bachbett, bis sich die Deckschicht gebildet hatte. Als Ablagerung in «Totwässern» (Wasserwalzen) entstanden dünenartige Gebilde aus feinstem Material.

Zum Abschluss dieser allgemeinen Ergebnisse sei noch ein Hinweis auf die Sensitivität der Modellversuche gemacht. Immer wieder musste festgestellt werden, das identische Versuche (oder Teile davon) keine identischen Ergebnisse zeigten. Die Unterschiede waren vor allem bei Verwendung von Treibholz zum Teil beträchtlich, so dass bei der beschränkten Anzahl von Untersuchungen Interpretationen und Vergleiche darum nur in beschränktem Rahmen möglich und richtig sind.

Konkrete Ergebnisse für den Schächen

Rückhaltevolumen

Die Modellversuche erbrachten, dass – abzüglich des bereits bei der Auflandung durchgespülten Geschiebes – die verlangten 100 000 m³ im Stauraum ohne Probleme abgelagert werden können. Allerdings stellte sich anstelle des im Projekt berechneten Verlandungsgefälles von 2% ein solches von rund 4% ein, und es wurden sogar Werte bis gegen 6% gemessen. Ein entsprechender Doppelversuch erbrachte den Nachweis, dass das Ablagerungsbecken selbst dann ausreichend wäre, wenn der extrem unwahrscheinliche Fall einträte, dass nacheinander zwei Hochwasserereignisse mit je 100 000 m³ Geschiebefracht stattfänden, ohne dass nach dem ersten Hochwasser gebaggert würde.

Zur Ausgestaltung des Schlitzes

Mit einer Verschiebung des Schlitzes gegen das rechte Ufer hin wurde versucht, die Wasserströmung ebenfalls in diese Richtung zu lenken, damit die Erosionen entlang dem linken Ufer (Schuttdeponie) vermindert werden konnten. Man erkannte mit den Versuchen, dass diese Erosionen mit der Massnahme kaum wirkungsvoll vermindert werden konnten. Gleichzeitig entstanden verschiedene Nachteile in der Umgebung der Schwergewichtsmauer (vor allem Strömungsverhältnisse im Unterwasser), so dass am Ende keine zwingenden Gründe verblieben, den Schlitz zu verschieben.

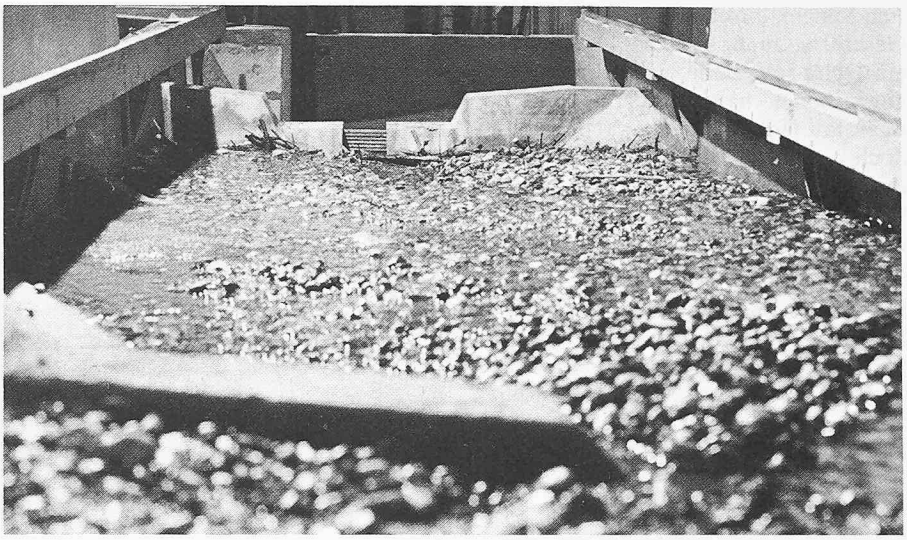


Bild 5. Endstadium nach Versuch 80 (Beschickung von insgesamt 200 000 m³ Geschiebe). Blick von 150 m oberhalb der Sperre bachabwärts

Bei der Wahl der Schlitzbreite steht man im Spannungsfeld von zwei divergierenden Forderungen: Bei extremen Hochwassern sollte möglichst viel Geschiebe abgelagert werden. Dazu ist ein grosser Stau (das heisst ein schmaler Schlitz) erforderlich. Auf der anderen Seite soll bei kleineren Hoch- und Mittelwassern die selbsttätige Entleerung voll zum Tragen kommen. Dazu soll möglichst kein Stau (das heisst ein möglichst breiter Schlitz) vorhanden sein. Man einigte sich auf die zwei folgenden grundsätzlichen Anforderungen:

- Abflüsse bis zu 40–50 m³/s sollen die Sperre ungehindert (das heisst ohne Rückstau) passieren können.
- Der Abfluss von 110 m³/s soll den Vollstau (das heisst den Stau bis zur Überfallsektion) bewirken.

Die im Projekt vorgesehene Schlitzbreite von 4,5 m erwies sich als guter Kompromiss. Die Versuche zeigten weiter, dass mit einer Veränderung des Balkenabstandes der Stau im Becken nur sehr wenig beeinflusst wird, es sei denn, man wähle den Abstand zwischen den Balken (Metallrohre, ∅ 45 cm) null. Mit dieser Anordnung und einer Grundöffnung von 2,5 m Höhe (in der Wirkung damit eine Art Tauchwand) können die gestellten Anforderungen erfüllt werden.

Zu dieser Lösung ist zu sagen, dass sie den ungünstigsten Fall (aus anderer Warte gesehen, den günstigsten Fall) berücksichtigt, nämlich dass kein Treibholz angeschwemmt wird. Sicher wird dieser Fall nie eintreten, aber man befindet sich mit dem Schutz für Altdorf auf der sicheren Seite. Ein kurzer Vergleich zwischen Tauchwand und Rechen ist am Ende der Ausführungen über das Treibholz angestellt.

Es sei noch erwähnt, dass Variantenstudien über die Lage der Rückhaltesperre und über die Form des Schlitzes in den Untersuchungen nicht zur Diskussion standen.

Einbauten

Die Tendenz der Strömung hin zum linken, gefährdeten Ufer war bei praktisch allen Versuchen recht ausgeprägt. Das Ufer kann gegen die Erosion von Wasser und Geschiebe nur durch massive Verbauungen geschützt werden. Der beste Schutz besteht in hoch hinaufgezogenen Buhnen, die aber den Nachteil haben, dass sie eine Räumung des Beckens behindern. Eine andere Möglichkeit besteht in einem groben Blockwurf, der bis auf die maximale Stauhöhe gezogen werden müsste. Grünverbauungen sind bei den gewaltigen Kräften von Wasser und Geschiebe bei einem Extremereignis völlig ungenügend.

Baggerungen

Gegen das Ende jeder Spülung bildete sich im Bachbett beziehungsweise in der Erosionsrinne immer die Deckschicht. Sie besteht aus Geschiebekorngrössen, die von der vorhandenen Wassermenge nicht mehr transportiert werden können. Das feine Material war jeweils ausgespült, so dass oft grössere Abflüsse notwendig wurden, um die Deckschicht aufzureissen und die Erosion neu in Gang zu bringen. Mit Baggerungen wurde nun die Deckschicht künstlich zerstört und entfernt, da und dort wurde das Wasser in neue Rinnen geleitet. Nach den Baggerungen wurden mehrmals nacheinander zweieinhalbstündige (Natur) Abflusswellen mit einer dreiviertelstündigen Spitze von 30 m³/s durch das Becken gelassen (etwa zweijährliches Hochwasser). Im Durchschnitt wurden 30–150 m³ gebaggert und anschliessend 50–250 m³

selbsttätig vom Bach ausgespült. Man erkennt, dass sich der Aufwand unter Umständen lohnen kann, der Gewinn aber nicht riesig ist.

Treibholz

a) *Probleme:* Leider existieren weder in der Praxis noch in der Modelltechnik fundierte Erfahrungen mit dem Treibholzproblem. Fragen über die Menge und die Art des Treibholzes, über seinen Transport in Wasser und Geschiebe und über den Zeitpunkt des Hauptanfalles an Holz während eines Hochwassers und andere Probleme konnten nur ungenügend beantwortet und in die Modellversuche mit einbezogen werden. Mit den entsprechenden Versuchen wollte man sich aber doch etwas an die Grundsatzfrage herantasten, ob der Geschiebeablagerungsplatz auch beim Ankommen von Treibholz einigermassen funktionieren könnte und wo die Probleme entstehen.

b) *Durchführung:* Allen Versuchen mit Treibholz wurde eine abstrahierte Ganglinie zugrunde gelegt, wie sie 1939 gemessen worden ist. Bei jedem Hochwasserereignis wurde der Bach zum Teil vor der Hochwasserspitze, zum Teil während der Spitze mit total knapp 100 m³ Holz (Natur) beschickt. Die einzelnen Holzstücke wiesen verschiedenste Grössen und Durchmesser auf, wobei die Mischung lediglich von Auge und nach Gefühl «realistisch» zusammengestellt wurde. Auch wenn viele Vorgänge während der Versuche als kaum naturgetreu beurteilt werden mussten, entstanden doch oft recht befriedigende und realistische Ergebnisse.

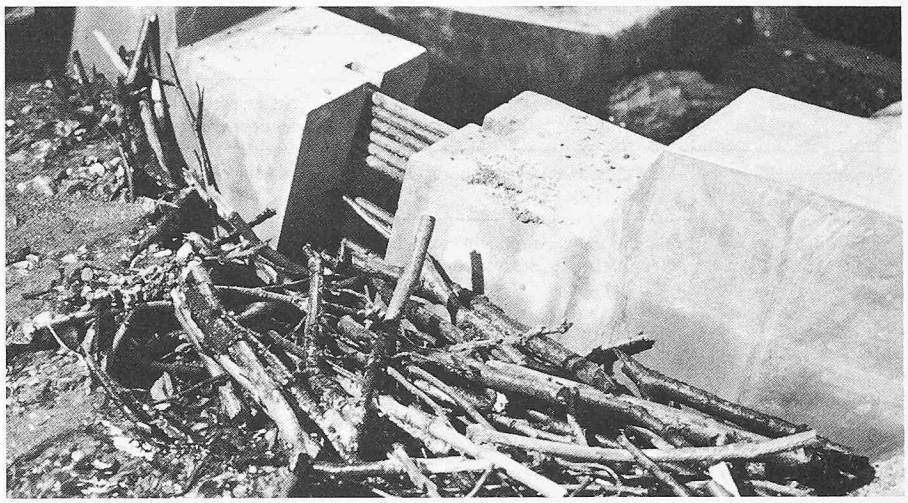


Bild 6. Endstadium nach Versuch 80: Situation der Holzverklausung oberhalb der Rückhaltesperre. Der Rechenabstand beträgt 105 cm (Natur). Die ganz oben im Schlitz sichtbaren, dicht aufeinandergelegten Rechenstäbe kamen nicht in Funktion, sie dienten lediglich als Gewichte über den anderen Stäben und Abstandhaltern

c) *Vorgänge:* Der grösste Teil (meistens praktisch 100%) des Holzes wurde durch das Becken gerissen und verklauste sich beim Schlitz oder schwamm in einer ersten Phase (grosser Stau) teppichartig an der Wasseroberfläche herum. Je ausgedehnter dieser Holzteppich war, desto harmloser fielen die Verklausungen am Rechen aus, da nachkommendes Holz gar nicht bis zum Rechen gelangen konnte. Praktisch alles Holz blieb im Stauraum, nur sehr wenig wurde durch den Schlitz oder über die Abflussektion geschwemmt.

Die Verklausungen mit Holz beim Schlitz brachten hauptsächlich drei Folgen mit sich:

- Der Stau im Oberwasser wurde vergrössert, das heisst, die Stauwurzel wanderte zurück, womit auch die Geschiebeablagerungen weiter oben stattfanden. Es blieb oft praktisch alles Geschiebe liegen, und während der Verlandung wurde nichts durch den Schlitz abtransportiert.
- Eine selbsttätige Entleerung nach dem Hochwasser war ausgeschlossen, solange die Verklausungen nicht beseitigt waren.
- Die Entfernung der Verklausungen im und am Schlitz war selbst im Modell sehr mühsam und aufwendig, da sich das Holz einerseits ineinander und zwischen den Rechenstäben verkeilte und andererseits richtig ins nachströmende Geschiebe einwuchs.

Sehr viel hing davon ab, wann und wie sich die ersten ankommenden Hölzer

Bild 7. Ganglinien von Abfluss und Geschiebe während des Versuches 67/68 (Tauchwand, kein Treibholz). Kommentar und Vergleich zu Bild 8 siehe Text, Abschnitt «Treibholz»

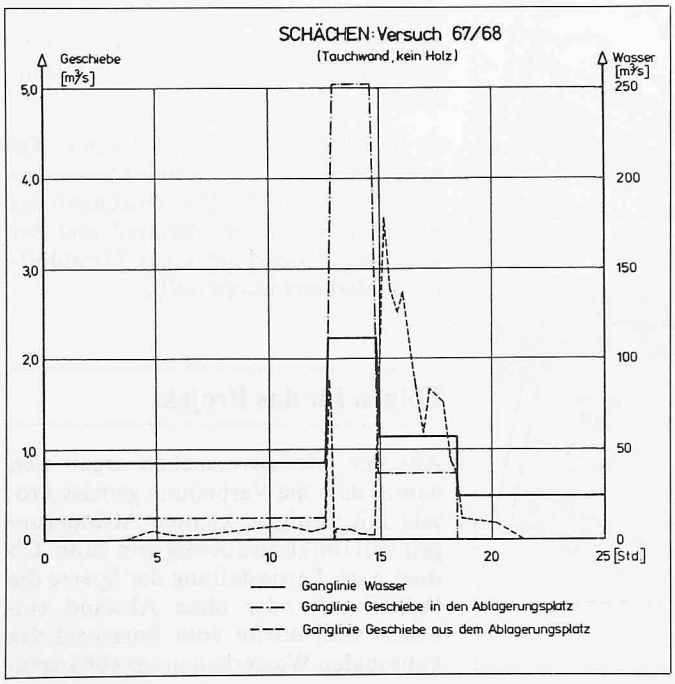


Bild 8. Ganglinie von Abfluss und Geschiebe während des Versuches 71/72 (Tauchwand, mit Treibholz). Kommentar und Vergleich zu Bild 7 siehe Text, Abschnitt «Treibholz»

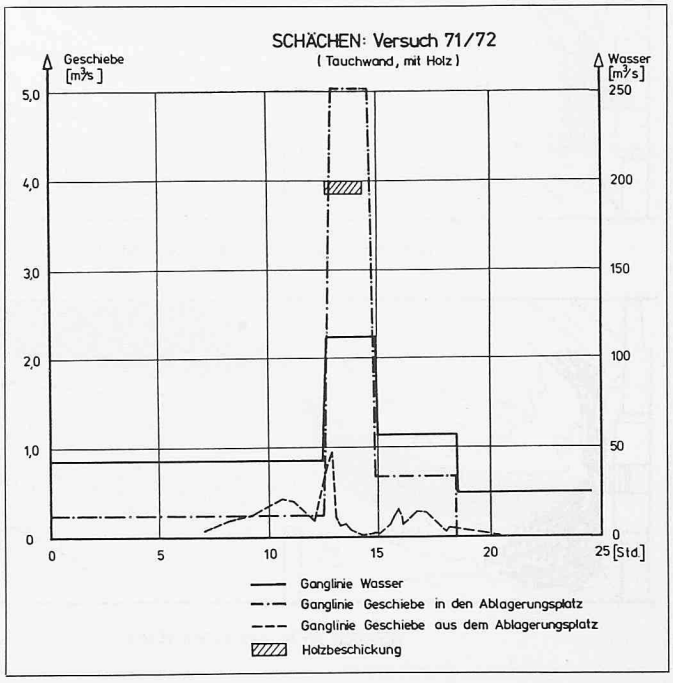
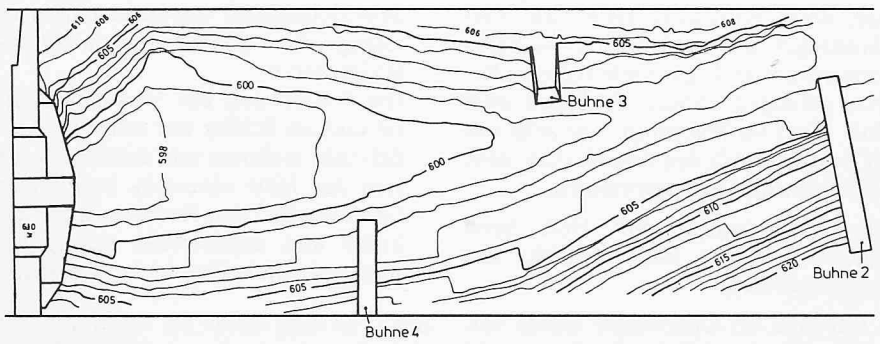


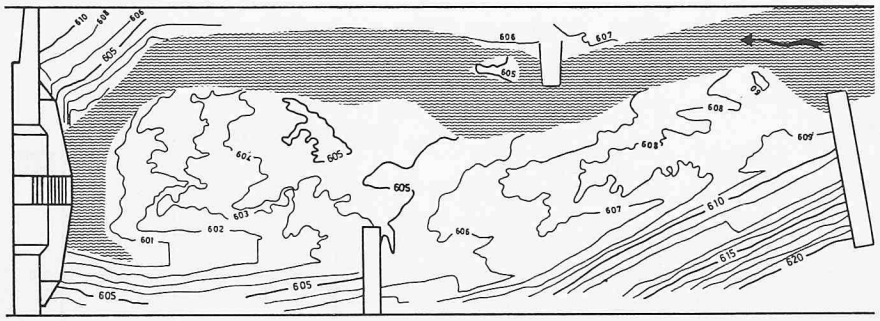
Tabelle 1. Vergleich Rechen – Tauchwand

Kriterium	Tauchwand	Rechen
Rückstau	ideal auch ohne Holz	nicht ideal, evtl. bei Anfall von viel Holz einigermassen in Ordnung
Geschieberückhalt	ideal ohne Holz, evtl. unnötig gross bei viel Holz	ungenügend bei Anfall von wenig Holz
Selbsttätige Entleerung	nicht ideal bei Anfall von Holz, da Grundöffnung sofort verstopft	besser als Tauchwand: Wenn Ablagerung Niveau der Verklausung erreicht hat, funktioniert die Entleerung wieder, falls nicht weiter viel Holz nachschwimmt
Triebholz	schwimmt besser auf (höherer Stau), damit erreicht weniger Holz den Schlitz	mehr Holz gelangt bis zum und in den Rechen, unangenehmere Verklausungen
Unterhalt	Lösen von Verklausungen ist nicht allzu aufwendig	Lösen von Verklausungen sehr aufwendig
	Es muss voraussichtlich viel Geschiebe gebaggert werden	Baggerungen voraussichtlich kleiner als bei Tauchwand
Sicherheit für Altdorf	in jedem Fall garantiert	nicht garantiert (nur bei «idealer» Holzverklausung)

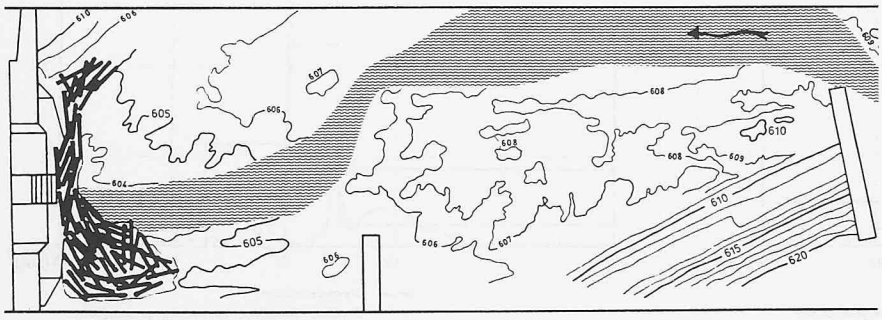
Bild 9. Die Bildfolge vermittelt einen Eindruck über die topographischen Verhältnisse im Ablagerungsbekken. Leeres Becken (Bild oben), Endstadium von Versuch 63/64 (ohne Treibholz, Bildmitte), Endstadium von Versuch 71/72 (mit Treibholz, Bild unten)



HÖHENLINIEN IM LEEREN MODELL



VERSUCH 63/64 nach 41 Std. 49 Min. (Natur)



VERSUCH 71/72 nach 24 Std. 45 Min.

am Rechen verklausten. Der ungünstigste Fall trat ein, wenn sich das Holz bereits vor der Hochwasserspitze bei niedrigem Stau ganz unten in den Rechen schob, denn damit wurde der sich später bildende Teppich dort unten fixiert und wölbte sich dann beim Anstieg des Staues auf, um so systematisch den ganzen Schlitz zu verstopfen. Doch auch der umgekehrte, «günstige» Fall trat ein (vor allem beim Einsatz der Tauchwand): Die Hölzer schoben sich nicht in den Rechen und wurden darum beim Ansteigen des Staues mitgehoben, so dass ein oft recht starker Geschiebetrieb unter dem Holzteppich und durch den Schlitz möglich war. Wie weit dieser Fall in der Natur wirklich auftritt, konnte mit den Modellversuchen natürlich nicht geklärt werden, doch scheint er eher unwahrscheinlich, auch wenn er im Modell oft auftrat.

Ganz allgemein kann festgestellt werden, dass mit Treibholz die Verlandung stark begünstigt, die Spülung hingegen sehr erschwert bis verunmöglicht worden ist. Die beiden graphischen Darstellungen der Versuche 67/68 und 71/72 (Bilder 7 und 8) sollen dieses Ergebnis illustrieren: Zu Beginn der Hochwasserspitze entsteht in beiden Versuchen eine kurze Geschiebeausflussspitze, weil die erhöhte Wassermenge viel Material abtransportieren kann. Es bleibt aber noch nicht im Bekken liegen, da sich ein erhöhter Stau zuerst bilden muss. Nach dieser Spitze geht der Geschiebeausfluss auf beinahe null zurück und springt beim Ende der Hochwasserwelle in Versuch 67/68 (kein Holz im Becken) schlagartig auf den Spitzenwert von über 3,5 m^3/s an (Stau fällt, Gefällsvergrösserung).

In Versuch 71/72 hingegen verhindert die Holzverklausung am Rechen das Ausfliessen des Geschiebes, so dass der Geschiebetrieb unterhalb der Sperre nach der Hochwasserspitze nur minim auf etwa 0,3 m^3/s ansteigt.

d) *Vergleich Rechen-Tauchwand:* Tabelle 1 zeigt einen zusammenfassenden Vergleich zwischen den Wirkungen des Rechens (Schlitz mit Balken) und der Tauchwand oberhalb einer Grundöffnung (Balkenabstand null).

Folgen für das Projekt

Aus den Modellversuchen ergab sich damit, dass die Verbauung gemäss Projekt mit wenigen, kleinen Abänderungen voll funktionstüchtig sein kann. Ob man nach Fertigstellung der Sperre die Balken mit oder ohne Abstand einbauen will, dürfte vom Entscheid des kantonalen Wasserbauamtes abhängen.

Immerhin wird es unter allen Umständen wertvoll sein, über die Funktion des Bauwerkes Erfahrungen zu sammeln. Ob man sich allerdings damit trösten kann, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass in den nächsten Jahren wieder ein Hochwasser wie 1977 stattfinden wird (es dürfte sich damals um ein mindestens hundertjährliches Ereignis gehandelt haben)?

Eines ist sicher: Selbst nach dieser aufwendigen Verbauung ist Altdorf nicht hundertprozentig gegen extreme Launen des Schächenbaches geschützt. Ein Restrisiko bleibt bestehen.

Zum Schluss möchte ich den Herren *W. Katz* und *H. Weber* vom kantonalen Bauamt bestens danken für die angenehme Zusammenarbeit. Mein Dank gilt im weiteren vor allem *M. Jäggi* für seine Beratungen während der Modellversuche und den vielen anderen Helfern in der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, welche meine Arbeiten aktiv unterstützten.

Adresse des Verfassers: *Fritz Zollinger*, dipl. Kulturing. ETH, Institut für Kulturtechnik, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich.

Wettbewerbe

Überbauung Mühlen-Areal in Thun

Die Stadt Thun, vertreten durch die Bauabteilung, veranstaltet einen öffentlichen Projektwettbewerb für die Neunutzung und Neugestaltung des Mühlen-Areals in Thun. *Teilnahmeberechtigt* sind sämtliche Fachleute, welche seit dem 1. Januar 1981 im Kanton Bern ihren Wohn- oder Geschäftssitz haben oder in der Gemeinde Thun heimatberechtigt sind. Betreffend Arbeitsgemeinschaften und Firmen wird ausdrücklich auf die Art. 27 und 28 der Ordnung für Architekturwettbewerbe SIA 152 und auf den Kommentar zu Art. 27 aufmerksam gemacht. Zusätzlich werden elf auswärtige Architekten zur Teilnahme eingeladen. *Fachpreisrichter* sind Urs Hettich, Kantonsbaumeister, Bern, Flurin Andry, Biel, Christoph Müller, Thun, Katharina Steib, Basel, Hans-Ulrich Meyer, Bern (Ersatz). Experten sind Ulrich Bellwald, Kunsthistoriker, Bern, Hans-Peter Blaser, Stadtplaner, Thun, Dr. Jon Keller, Stadtbibliothekar, Thun, Pierre Lombard, Stabsstelle BISK, Thun. Die *Preissumme* für sechs bis sieben Preise beträgt 70 000 Fr. Für Ankäufe stehen zusätzlich 10 000 Fr. zur Verfügung.

Aus dem Programm: Die Stadt Thun will mit der Umnutzung und Neugestaltung des Mühle-Areals den Bereich urbaner Dichte und Belebtheit in der Thuner Altstadt erweitern. Das von der Offenen Planung erarbeitete Nutzungskonzept und das aus dem Wettbewerb hervorgehende Projekt sollen diese Bestrebungen unterstützen. Da diese übergeordneten Zielsetzungen nicht zu allen Zeiten mit denselben Nutzungsinhalten optimal erfüllt werden können, muss die zukünftige Anlage ohne Zwänge umnutzbar sein. Nach den genannten Vorarbeiten scheint es dem Veranstalter realistisch, in einem nächsten Schritt zu einem ausführbaren Projekt zu gelangen, dieses soll die Grundlage bilden für die noch auszuarbeitenden baurechtlichen Bestimmungen auf dem ganzen Areal und für die möglichst baldige Realisierung mindestens einer Bauetappe. *Raumprogramm:* Stadtbibliothek mit allen Nebenräumen rund 1700 m², Café-Restaurant, Kleingewerbe, Werkräume, Ausstellungsräume, gedeckte öffentliche Fussgängerverbindungen, Hausdiensträume.

Die teilnahmeberechtigten Fachleute können sich bis spätestens 19. Juni 1982 schriftlich für die Teilnahme anmelden. Vorgängig ist eine Hinterlage von 350 Fr. einzuzahlen auf Konto PC 30-328, Stadtkasse Thun (Vermerk: «Wettbewerb Mühlen-Areal» Kto. 9.669.00). Das *Wettbewerbsprogramm* ist ab 24. Mai im Planungsamt zur Einsicht aufgelegt und kann dort bezogen werden. Die Anmeldung ist zu richten an das Planungsamt der Stadt Thun, Kyburgstrasse 28, 3600 Thun. (Beizufügen sind ein Beleg der Teilnahmeberechtigung und eine Kopie der Postquittung betr. die Hinterlage.) Die *Unterlagen* stehen vom 12. bis 30. Juli zum Bezug bereit. *Termine:* Besichtigung des Areals am 14. Juli und am 3. August jeweils um 10.30 Uhr, Fragestellung bis 21. August, Ablieferung der Entwürfe bis 3. Dezember, der Modelle bis 17. Dezember 1982.

Aménagement du village de Chêne-Bougeries GE

La Commune de Chêne-Bougeries ouvre un concours d'idées au sens de l'art. 5 du règlement des concours de la SIA No 152, édition 1972, en vue de l'élaboration d'un plan directeur. Le concours est ouvert à tous les architectes et étudiants en architecture domiciliés à Genève avant le 1er janvier 1979, ainsi qu'à tous les architectes et étudiants en architecture genevois, quel que soit leur domicile. Les architectes employés sont soumis aux conditions de l'article 26 du règlement SIA No 152.

Le jury est composé de M. Picut, conseiller administratif, J.-F. Doret, conseiller municipal, D. Serdaly, conseiller municipal, P. Charvoz, conseiller municipal, G. Corsat, directeur de l'aménagement du Canton, les architectes A. Ortis, M. Annen, F. Mentha, E. Nierle, J.-J. Oberson, A. Rivoire, Président; membres suppléants: N. Alfandary, L. Wursten.

Il est mis à la disposition du jury une somme de fr. 50 000.- pour l'attribution de prix aux meilleurs projets; une somme de fr. 10 000.- pour l'achat éventuel de projets intéressants non primés ou d'éléments isolés de projets.

Bien que l'aménagement du territoire soit une tâche essentiellement cantonale, les autorités locales sont associées depuis quelques années aux études concernant leur région. C'est dans cette optique, et afin d'harmoniser le développement futur du côté sud avec le côté nord qui est considéré comme réalisé et en voie de réalisation, que les autorités communales de Chêne-Bougeries ont décidé d'organiser un concours d'idées devant aboutir à l'élaboration d'un plan directeur dans le secteur délimité par le côté nord de la rue de Chêne-Bougeries élargie, la Seymaz, la limite de la propriété Gautier et le chemin de la Bessonnette. Ce plan directeur définira les différentes affectations des terrains et des bâtiments, l'implantation des bâtiments, leur gabarit, ainsi que l'organisation des accès, des aménagements extérieurs, des parcs de stationnement, des circulations des véhicules et des piétons. Les concurrents ont la faculté de demander par écrit, à la Mairie de Chêne-Bougeries exclusivement, des renseignements complémentaires jusqu'au 15 septembre 1982 à 17 h. Ils remettront leur projet avant le 29 décembre 1982, à 17 h à la Mairie de Chêne-Bougeries. S'agissant d'un concours d'idées, la Commune de Chêne-Bougeries se réserve toute liberté quant à la suite des études et à leur réalisation éventuelle.

Zentrumsplanung Ostermundigen

In diesem öffentlichen Ideenwettbewerb wurden 31 Entwürfe eingereicht. Zwei Projekte mussten wegen Verstösse gegen Programmbestimmungen in wesentlichen Punkten von der Preiserteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis:

1. Preis (17 500 Fr.): mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Atelier für Architektur und Planung, Bern

2. Preis (15 000 Fr.): Raoul Felix, Ittigen

3. Preis (7000 Fr.): V. Somazzi und B. Häfliger, Bern; Mitarbeiter: R. Gerber

4. Preis (4000 Fr.): Itten + Brechbühl AG, Willi Frei; Mitarbeiter: R. Geiger, R. Gonthier, Zoltan Szelestenyi

5. Preis (3500 Fr.): Walter Rey, Christian Wahli, Biel; Mitarbeiter: Jürg Rüfli

6. Preis (3000 Fr.): Ulyss Strasser, Bern; Mitarbeiter: B. Strasser

Ankauf (4000 Fr.): J. Stampfli, Ostermundigen, J. Burkhard, Bern, R. Kohler, Bern, W. Trachsel, Bern

Ankauf (3000 Fr.): J. und P. Gygax, Bern

Ankauf (3000 Fr.): Bornand + Michaelis AG, Bern

Fachpreisrichter waren Fritz Thormann, Matthias Lutz, Hans-Ulrich Meyer, René Stoos, Rudolf Rast, alle Bern. Die Ausstellung der Wettbewerbsprojekte findet bis zum 24. Mai in der Aula der Primarschule Mösli in Ostermundigen statt. Sie ist werktags geöffnet von 16 bis 20 Uhr, samstags von 10 bis 12 und von 14 bis 16 Uhr, sonntags geschlossen. Die Ausschreibung des Wettbewerbs wurde in Heft 39/1981 auf Seite 850 veröffentlicht.

(Fortsetzung Seite 454)