

Die Verbauung der Thur aus der Sicht des Landschafts- und Naturschutzes

Autor(en): **Krebs, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 17

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75122>

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.

Die Verbauung der Thur aus der Sicht des Landschafts- und Naturschutzes

Von Ernst Krebs, Winterthur

Die Thurkorrektur ist ein Bauvorhaben von etwa 150 Mio Fr. und tangiert das Hoheitsgebiet zweier Kantone. Hauptanliegen ist das Ableiten von Hochwasser, ohne dass verheerende Überschwemmungen entstehen. Zu diesem Zweck sind Ausbaggerungen des aufgeschwemmten Flussprofils und Uferschutz vorgesehen.

Im Kanton Thurgau hat der Grosse Rat 1982 vom Richtprojekt zustimmend Kenntnis genommen. Die Arbeiten werden etappenweise ausgeführt, und der nötige Kredit wird jährlich im Rahmen des Budgets erteilt.

Anders im Kanton Zürich: Hier hat der Regierungsrat im September 1982 dem Kantonsrat einen Kredit von 73 Mio Fr. (1981) beantragt. Das vorgelegte Projekt stiess auf Widerstand von Natur- und Landschaftsschutz, deren Vertreter sich zur Arbeitsgemeinschaft «Pro Thur» zusammengeschlossen haben. Nachdem die kantonsrätliche Kommission das Projekt an die Regierung zurückgewiesen hat, wird es gegenwärtig überarbeitet. Vertreter von «Pro Thur» wollen daran intensiv mitarbeiten, damit sie ihre Forderungen verwirklichen und das künftige Projekt unterstützen können. Bis zur Kreditgenehmigung dürften also noch einige Monate vergehen. B.M.

Für die Erhaltung von Lebensraum

Bereits im 19. Jh. zerstört

Die Thur mit ihrem eigenwilligen Wasserregime hat schon immer periodisch im Mittel- und Unterlauf Überschwemmungen verursacht. Die Bauern mieden daher die sumpfigen Niederungen und siedelten sich meist auf höheren Hanglagen an. Nach dem gefährlichen Hochwasser von 1876 wurde die Thur in den Kantonen Thurgau und Zürich fast durchgehend kanalisiert und verbaut. Jene Sanierung, so verständlich sie aus der Sicht des Schutzes der Siedlungen und der breiten Talsohle war, bewirkte landschaftlich und ökologisch schwere Eingriffe in die urtümliche Landschaft des Wildflusses mit den Serpentin- und Altläufen, den Kiesbänken und Steilufern, den ausgedehnten Riedwiesen und echten Auenwäldern. Trotzdem hat sich seither wieder ein schützenswerter Zustand ausgebildet. Dieses natürliche Einwachsen der Kahlfelder, Böschungen und Kiesgebiete kann aber nicht dahin interpretiert werden, dass die heutige ansprechende Landschaft naturschützerisch wertvoller sei als vor der Verbauung. Tatsächlich ist durch jenes Werk der endgültige Verlust vieler charakteristischer Elemente des natürlichen Flussraumes und damit landschaftlich und ökologisch eine bleibende Verarmung eingetreten.

Verknappung des Erholungsraumes

Es kann sodann nicht übersehen werden, dass die Thurverbauung vor bald 100 Jahren unter völlig anderen land-

schaftsökologischen Voraussetzungen ausgeführt wurde, als sie heute vorliegen. Wohl waren die nutzbaren Gebiete der schweizerischen Landschaft schon zur Zeit der letzten Jahrhundertwende als Kulturlandschaft gestaltet. Seither sind aber, besonders während der letzten 2-3 Jahrzehnte viele Gegenden im dicht besiedelten Mittelland und in bevorzugten Feriengebieten des Alpenraumes durch schroffe Eingriffe geschädigt und verschandelt worden. Viele Erholungsräume und grosse Lebensräume der menschlichen Aktivitäten ohnehin wehrlos ausgesetzten Pflanzen und Tiere wurden endgültig zerstört.

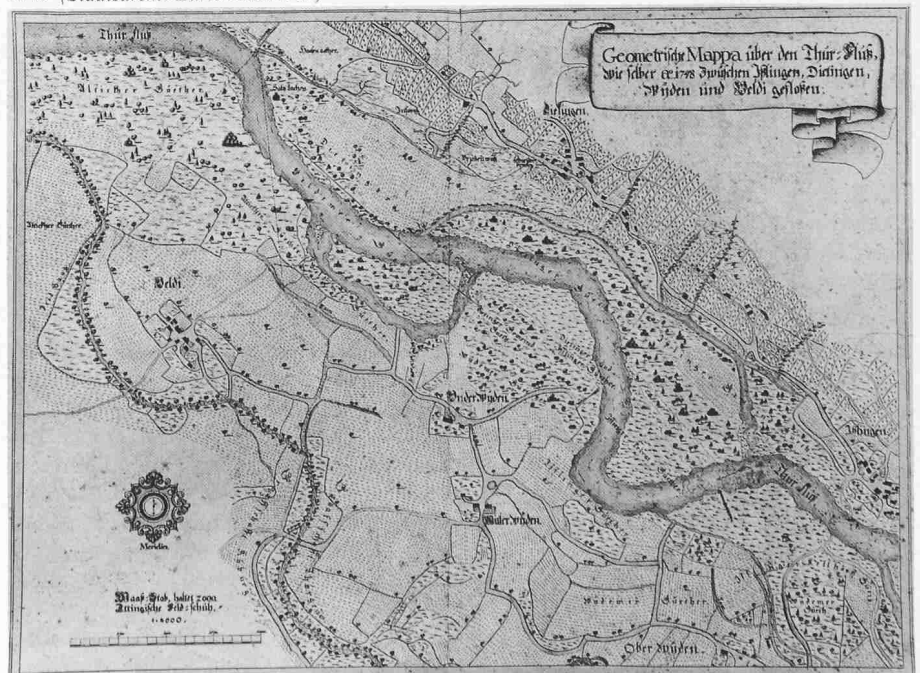
Auch die zürcherische Landschaft war vor 100 Jahren noch wenig beeinträch-

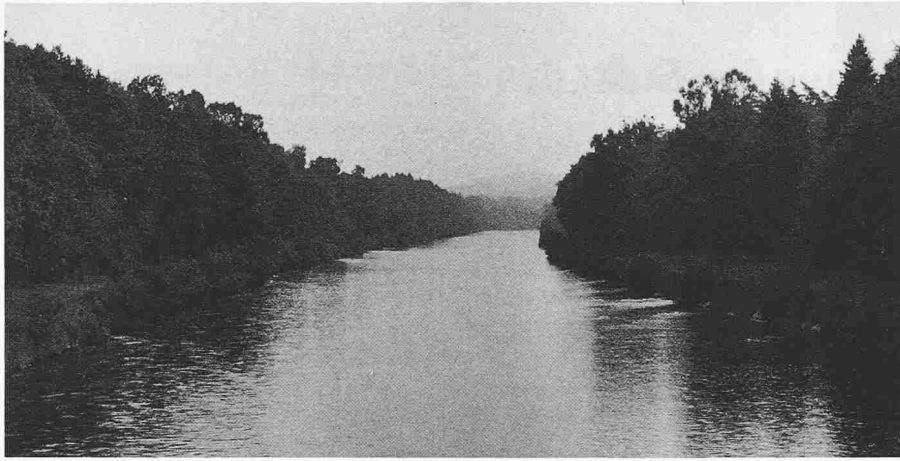
tigt. Im Raum Zürich lagen die kleinen Bauerndörfer des Limmattales isoliert in der weiten bäuerlichen Landschaft. Die Hänge des Dorfes Höngg waren mit ausgedehnten Rebbergen bewachsen. Der flache, grüne Sattel des Milchbuckes verband die Stadt mit dem schwach besiedelten, noch weitgehend intakten Glattal. An beiden Seeufern waren die Bauern- und Rebdörfer durch breite Grünstreifen getrennt, und die weiten Landwirtschaftsgebiete oberhalb dieser Dörfer bis hinauf zu den bewaldeten Hügeln waren nur von zerstreuten Höfen und Weilern besiedelt. Der Städter hatte den Erholungsraum vor der Haustür. Auch in der Region Winterthur lagen die alten Bauerndörferchen mit ihrer kleindörflichen Struktur abseits der Kleinstadt in einer landwirtschaftlich genutzten Gegend. Überall im Kanton bestanden noch naturnahe Landschaften in Gebieten, die heute dicht überbaut, industrialisiert oder durch ein verkehrsreiches Strassennetz als Erholungsraum verloren sind. Naturnahe Landschaften sind knapp geworden. Im Kanton Zürich sind es vor allem die weiten Erholungsräume Sihltal-Uetliberg, Zürcher Oberland, oberes Tösstal und Weinland mit Irchel und Thur, die höchsten Schutz verdienen.

Thurgebiet gewinnt Anziehungskraft

Diese Aspekte geben der Thurverbauung einen völlig anderen Rahmen. Alles was selten wird, ist kostbar, steigt im Wert. Intakte Landschaften sind unbezahlbar, denn sie können – einmal beeinträchtigt oder sogar zerstört – nicht wiederhergestellt werden. Die Attrakti-

Ehemaliger Thurlauf bei Wyden-Feldi (nördlich Ellikon-Altikon) mit ausgedehnten Riedflächen im Jahre 1748 (Staatsarchiv Zürich Plan L 31)





Reizvoller Thurabschnitt mit gut verwachsenen Ufern (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)



Gut zugängliche Kiesbänke sind zum Baden und Picknicken sehr beliebt (M. Waldvogel)

vität der Thurlandschaft wird durch ihre Lage inmitten der weitgehend unversehrten Gegend des Weinlandes noch erhöht. In der schönen Jahreszeit suchen täglich Tausende von Erholungssuchenden das Thurgebiet auf. Die Uferwälder, Riedwiesen und Auenwälder, die Tümpel und Altläufe ermöglichen mit ihren vielfältigen differenzierten Lebensbedingungen einer artenreichen Flora und einer ebenso reichen Tierwelt das Vorkommen. Fast der ganze zürcherische Thurlauf wurde mit den Schutzgebieten «Untersee-Hochrhein» und «Glaziallandschaft Thur-Rhein» in das Inventar der Landschaften von nationaler Bedeutung aufgenommen.

Vor diesem Hintergrund ist der *Widerstand* grosser Teile der regionalen Bevölkerung und der kantonalen und schweizerischen Organisationen des Naturschutzes, der Fischerei und des Vogelschutzes gegen das *allzu technische Projekt 1980* zur Verbauung der zürcherischen Thur zu sehen. Es ist die gleiche Aufwallung der Opposition, wie sie sich auch gegen anderweitige gewaltsame Eingriffe in freie Landschaftsräume, gegen weitere Wasserkraftwerke, die die wenigen noch frei

fließenden Gewässerstrecken ausnutzen wollen, gegen weitere Grossstrassenbauten, die noch mehr fruchtbaren Boden auffressen und Wohn- und Erholungsgebiete mit Lärm und Abgasen entwerten, gegen weitere Grossüberbauungen, die das Grün überwuchern und gegen die Auswüchse der überbordenden Fremdenindustrie mit Bodenverkauf, Bau neuer Seilbahnen und Anlage brutaler Skipisten geltend macht.

Was sieht das Zürcherische Verbauungsprojekt vor?

Im jetzigen Projekt hatte der Wasserbau Priorität

Zur Sanierung des zürcherischen Thurlaufes soll das ursprüngliche Abflussprofil, das sich innert der letzten 80 Jahre durch Kies- und Sandablagerungen verengt hat, durch streckenweise *Ausbaggerung der Thursohle* und durch den fast durchgehenden *Abtrag der Vorländer* wiederum für einen Spitzenabfluss von 1400/1450 m³/s erweitert werden. Zur Sicherung der Ufer des Mittelgerinnes ist vorgesehen, ausgenommen an den Innenufern, einen 2 m

hohen *Steinwurf aus Granitblöcken* mit einem Stückgewicht von 200–500 kg anzuschütten. Im Unterlauf werden gewisse Auenwälder als Überflutungsflächen in Betracht gezogen. Da der Kanton Thurgau auf seinem Gebiet den Thurlauf durch Sohlenabsenkung, Vorlandabtrag und Erhöhung und Verstärkung der Hochwasserdämme durchgehend konsolidieren will, muss der Unterlieger zukünftig mit ungebrochenen Hochwassermengen rechnen.

Auch wenn im Kanton Zürich die zuständigen Stellen sich bemühen, den Belangen des Landschafts- und Naturschutzes in einem gewissen Ausmass Rechnung zu tragen, sind diese Bedürfnisse doch *völlig ungenügend* berücksichtigt worden. In fast allen Fällen, in denen sich Konflikte mit andern Nutzungsarten ergeben könnten, wurden wichtige Anliegen der Schutzorganisationen meist mit der Begründung abgelehnt, dass wasserbauliche Grundsätze ihre Realisierung nicht zulassen.

Weisungen des Bundes fordern mehr

Bei einem so komplexen Vorhaben, das in diesem Ausmass in das gesamte Landschaftsgefüge eingreift, dürfen die ingenieurmässigen Grundsätze, so wichtig sie sein mögen, niemals die einzige Randbedingung für die Projektierung sein. Der Schutz der heimatlichen Landschaft, die Schonung der frei fließenden Gewässer, die Erhaltung naturnaher Erholungsräume und unersetzbarer Lebensräume von Pflanzen und Tieren sind mit ebenso grossem Gewicht zu berücksichtigen.

Die Wegleitung 1982 über «Hochwasserschutz an Fliessgewässern» des EVED bzw. des Bundesamtes für Wasserwirtschaft enthält wertvolle Richtlinien, z. B. dass bei hochwasserbedingten Eingriffen die übrigen Funktionen eines Gewässers vermehrt beachtet werden müssen, dass die heutige Korrektortechnik die Belange des *Natur- und Heimatschutzes*, der *Fischerei* usw. besonders zu berücksichtigen habe, dass die *Ufervegetation* der öffentlichen Gewässer weder gerodet noch überschüttet, noch auf andere Weise zum Absterben gebracht werden dürfe, und dass die Eingriffe bei Verbauungen durch die *Wahl des Korrektionskonzeptes, der Baumethode und des Baumaterials* so klein wie möglich gehalten werden sollen. Das sind Weisungen, wie sie auch den verfassungsrechtlichen Vorschriften verschiedener neuer Bundesgesetze entsprechen, naturnahe Landschaften und Erholungs- und Lebensräume, Gewässer, Naturschutzgebiete usw. vor Beeinträchtigung und Verschandelung zu bewahren. Diese Grundsätze bedeuten *rechtlich und et-*

hisch verbindliche Normen, die uns zum sinngemässen Verhalten zwingen.

Was ist am Zürcherischen Thurprojekt zu beanstanden?

Berechtigter Hochwasserschutz

Die Natur- und Landschaftsschutzorganisationen lehnen eine Verbauung der Thur keineswegs ab. Sie anerkennen, dass dem Schutz der Bevölkerung insbesondere im oberen Abschnitt Ellikon-Altikon-Thalheim, wo die Thur bei einem extremen Hochwasser seitlich ausbrechen könnte, Vorrang gebührt. Für den mittleren, topographisch-landschaftlich reizvollsten Thurabschnitt hingegen, wo der Fluss in windungsreichem Lauf zwischen den Molassehügeln durchfliesst, und für das untere Teilstück, das trotz der erfolgten Korrektur eindrucklich ist, lassen sich die meisten Arbeiten im projektierten Ausmass nicht rechtfertigen. Auf jenen Strecken soll durch eine *massvolle Sanierung* wohl erhöhte Sicherheit für die bedrohten Siedlungen und Landwirtschaftsgebiete geschaffen, andererseits aber nicht unnötig Landschaft und Erholungsraum zerstört werden. Die Arbeitsgemeinschaft «Pro Thur» mit den Natur- und Heimatschutzverbänden verfolgt daher das Ziel, eine beträchtliche Redimensionierung des Auflageprojektes durchzusetzen.

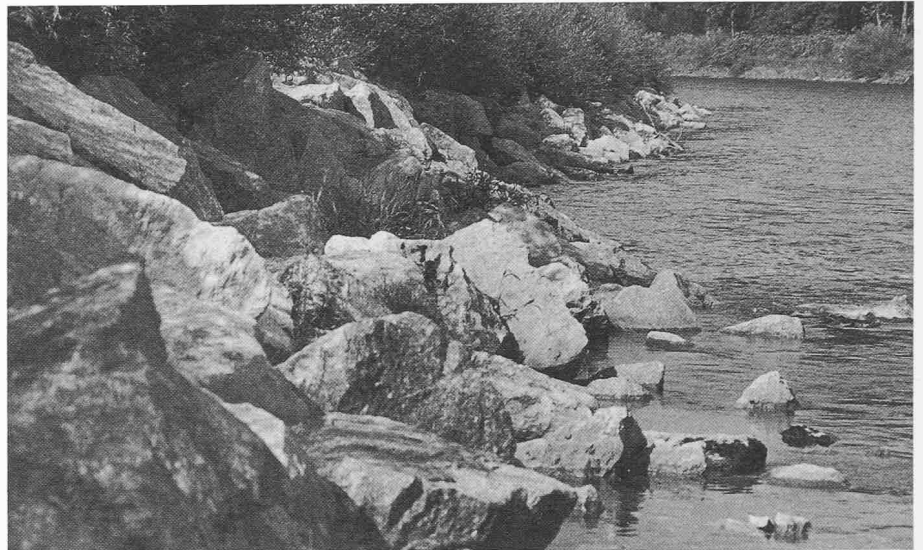
Forderungen der «Pro Thur»

Ausser verschiedenen Verbesserungsvorschlägen werden vor allem folgende Begehren vorgebracht:

Sohlenabsenkung

Die ständig benetzte Thursohle ist ein günstiger Lebensraum einer artenreichen Kleinlebewelt, die eine wichtige Lebensgrundlage für die Edelfische bilden.

Durch Vorlandabtrag und Baupisten für Blockwurf würden die herrlichen Wanderwege teilweise zerstört. (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)



Grosser Blockwurf erschwert Zugang zum Wasser für Mensch und Tier (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)

det. Die *Ausbaggerung der Thursohle*, die für zwei je rund 4 km lange Strecken vorgesehen ist, soll daher *auf ungefähr die halbe Länge verkürzt* werden. Der Geschiebetrieb der Thur ist durch günstig gelegene Kiesentnahmestellen zu regulieren, wobei für die Kiesgewinnung eingehende Bestimmungen zur Berücksichtigung der Fischerei und des Badebetriebes aufzustellen sind.

Vorlandabtrag

Die Vorlandstreifen sind im mittleren und unteren Thurabschnitt zum grossen Teil mit Uferwäldern und Strauchgürteln bestockt. Der fast durchgehende Abtrag der Vorländer auf durchschnittlich 20 m Breite und auf rund 25 km Uferlänge würde die *Abholzung* eines grossen Teiles dieser landschaftlich und ökologisch wichtigen Uferbestockungen bedingen. Er soll daher auf grösseren Strecken *unterbleiben* oder nur beschränkt vorgenommen werden, um die Galeriewälder und Strauchgürtel besser zu schonen. Damit verbundene Stauungen der Hochwassermengen müssen und können in Kauf genom-

men werden, da die möglichen Gefahren und Schäden auf diesen Strecken beschränkt bleiben.

Uferblockwurf

Der schematisch angeordnete Blockwurf betrifft nach den Projektplänen Uferlängen von über 30 km Länge. Durch diesen *breiten Steingürtel*, der in der steinarmen Molassezone ohnehin ein Fremdkörper wäre, würde der organische Zusammenhang zwischen Wasser und Ufervegetation hart unterbrochen und der Zugang zum Wasser und zu den Kiesbänken für Menschen und Tiere erschwert. Für die Schüttung der schweren Steinmassen müsste beidseitig fast durchgehend eine breite, harte Baupiste angelegt und der Ufergürtel auch dort zerstört werden, wo gar keine Arbeiten nötig sind, und heute nur einfache Wanderwege bestehen. Tatsächlich hat das Hochwasser von 1978 keine grösseren Anrisse an den ziemlich gut verwachsenen Ufern verursacht. Das *brutale Steinkorsett ist daher entscheidend zu verkürzen* und auf Strecken zu beschränken, auf denen gefährdete

Durch Vorlandabtrag, Baupiste, Abholzen des Waldgürtels und Blockwurf würde dieses Ufer völlig zerstört (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)





Die im Frühjahr 1982 versuchsweise ausgeführte Böschungssicherung. Der Lebendverbau war im Herbst 1982 bereits sehr gut verwachsen (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)

Bauten, Strassen, Brücken und ausgedehnte Kulturlandgebiete geschützt werden müssen. Kleine Uferanrisse haben übrigens an den meisten Stellen keine schlimmen Folgen; sie stellen andererseits Kleinbiotope mit heterogenen Lebensbedingungen und interessanten Regressions- und Sukzessionsstadien dar und werden zum Teil auf natürliche Weise wieder verwachsen. Sollten sie sich vergrössern, können sie später immer noch ohne grosse Materialtransporte auf einfache Weise durch Lebendverbau gesichert werden.

Verschiedene Vorschläge

Das vorgelegte Projekt bedarf noch verschiedener Abstriche, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Der Kostenvoranschlag, der vorläufig 73 Mio Fr. beträgt, ist im Verhältnis zum angestrebten Ziel zu hoch. Das Hochwasser von 1978 hat im Zürcherischen Thurtal Schäden von 2,6 Mio Fr. verursacht, die ohne die Dammbüche auf Thurgauergebiet vielleicht 4 Mio Fr. betragen ha-

ben dürften. Innert der letzten 80 Jahre haben sich im unteren Thurtal Überschwemmungsschäden von 8-10 Mio Fr. ergeben. Nach den Untersuchungen der Abteilung für Wasserbau an der ETHZ ist ein Hochwasser im Ausmass desjenigen von 1978 ungefähr alle 70 Jahre zu erwarten. Bei einer beschränkten Sanierung werden daher gelegentlich grössere oder kleinere Überflutungen auftreten, die den Betroffenen gemäss gerechter Abschätzung zu vergüten sind.

Lebendverbau vermehrt anwenden

Wir verweisen ausdrücklich auf die ingenieurbioologischen Sanierungsarbeiten, wie sie im benachbarten Ausland wiederum häufiger zur Anwendung kommen. Der Grünverbau war früher fast überall üblich. Mit dem Vordringen der Ingenieurwissenschaften und

dem Einsatz grosser Baumaschinen und standardisierter Baustoffe wie Steine und Beton, hat die Hartbauweise überhandgenommen. Seit den dreissiger Jahren wurden vor allem in Österreich und in Deutschland die ingenieurbioologischen Methoden wieder entdeckt und weiterentwickelt. Tatsächlich ist der Lebendverbau viel wirksamer, als unsere Wasserfachleute annehmen.

Die Anwendung solcher naturnaher Methoden erfolgte in der Schweiz bis anhin nur zögernd, wohl vor allem wegen der fehlenden Ausbildung und damit wegen der Unsicherheit der Ausführung. In einem Bericht in der Schweiz. Bauzeitung (Heft 13, 1977) über eine Tagung «Vom Bau mit der Natur» werden als Vorteile einer kombinierten Bauweise von toten und lebenden Baustoffen die gössere Lebensdauer, die bessere Einpassung in die Landschaft, der höhere technisch-biologische Wirkungsgrad und die geringeren Baukosten aufgezählt. Ein Artikel in der NZZ vom 2. April 1980 des Linth-Limmatverbandes erwähnt, dass die Ingenieurbioologie zu einem wissenschaftlichen Fach geworden sei, dass geeignete Pflanzen mit einem ausgedehnten, tiefgreifenden Wurzelnetz den Boden binden und rasch eine sichernde Vegetationsdecke bilden können, und dass die pflanzliche Verbauung bei Schäden sich häufig selbst zu regenerieren vermöge. Anlässlich einer Tagung über Landschaftswasserbau in Wien im Februar 1982 ergab sich die Folgerung, dass eine Neuorientierung des Wasserbaues nötig sei, wobei zukünftig der Anwendung ingenieurbioologischer Mittel grössere Bedeutung als bis anhin zukomme. Der erfahrene Ingenieurbiologe Dr. Schiechl in Innsbruck erklärt in seinem Gutachten zum Zürcherischen Thurverbauungsprojekt, dass sich entgegen aller bisherigen Meinung erwiesen habe, dass Spreitlagen bereits im ersten Jahr nach dem Einbau eine Schleppkraft von 30 kp schadlos überdauern, dass sie also, weil sie auch der Fliesskrafterosion widerstehen, in sehr vielen Fällen zur Sicherung von Flussufern in Betracht kommen.

Eine einfache Aussage sei hier nicht vorenthalten. Schon 1888 schrieb A. Schindler in seinem Büchlein «Die Wildbach- und Flussverbauung nach den Gesetzen der Natur», dass der Grundsatz entscheidend sei, «dass die Natur vor allem sich selbst fort und fort zu heilen strebt, und dass die künstliche Heilung durch den Menschen sich genau an diese Gesetze der Natur und an keine ihr widersprechenden anzulehnen hat». Auch die moderne Technik hat keinen Grund, sich darüber hinwegzusetzen.

Der mittlere landschaftlich reizvollste Thurabschnitt soll möglichst unverändert erhalten bleiben (Heimatschutzgesellschaft Winterthur)



Ein massvolleres Projekt wird gefordert

Mit Rücksicht auf den höchst bedeutsamen Flussraum der Thur muss gefordert werden, dass dieser Landschaft mehr *Behutsamkeit* entgegengebracht wird. Es kann und muss eine massvollere Lösung gefunden werden, die den *wichtigsten Sicherheitsbedürfnissen der Bevölkerung in den extrem gefährdeten Gebieten wohl Rechnung trägt*, die aber andererseits die *unumgänglichen Eingriffe* in den Flussraum in *tragbarem Rahmen* hält. Die Natur- und Umweltschutzorganisationen sind zur Mitarbeit zu einer Redimensionierung des Projektes bereit, unter der Voraussetzung, dass den Bedürfnissen des Landschafts- und Naturschutzes, der Fischerei und des Vogelschutzes die *gleiche Priorität* beigemessen wird wie den wasserbaulichen Grundsätzen und zwar überall dort, wo nicht besondere Gefahren drohen.

Im Blick über die Thurverbauung hinweg möchten wir festhalten, dass die schonende und pflegliche Behandlung unserer Landschaft ein *unerlässliches Gebot* ist. Die Erhaltung und Schonung der Umwelt ist ein wichtiger Teil der Politik, nicht nur der Umweltpolitik, sondern der allgemeinen Staatspolitik. Allzulange hat der Mensch seine Herrschaft über die Erde eigenmächtig und rücksichtslos ausgeübt, ohne sich zugleich seiner besonderen Verantwortung bewusst zu sein, die er gegenüber der Nachwelt trägt.

Adresse des Verfassers: Dr. E. Krebs, alt Oberforstmeister des Kantons Zürich, Rundstr. 23, 8400 Winterthur.

Adresse des Verfassers: Dr. E. Krebs, alt Oberforstmeister des Kantons Zürich, Rundstr. 23, 8400 Winterthur.

Kaminsprengungen

Beispiele zur Übereinstimmung von Theorie und Praxis

Von Alfred Steiger, Effretikon

Hochkaminsprengungen finden immer wieder ein grosses Echo. In diesem Zusammenhang lohnt es sich, einige theoretische Untersuchungen vorzunehmen und ihre Übereinstimmung mit der Praxis aufzuzeigen. Dabei kann auf die Erfahrungen abgestützt werden, die in der GEFAS bei der Sprengung von über 100 Hochkaminen gemacht worden sind.

Knickstelle beim Fall eines Kamins

Bei Sprengungen von Backsteinkaminen kann sehr oft festgestellt werden, dass ein Kamin während der Sturzphase

in mehrere Teile zerbricht, wobei sich eine der Bruchstellen *im unteren Drittelpunkt* befindet (Bild 1, 2, 3). Nachstehend wird der theoretische Nachweis dieser Knickstelle *B* erbracht. Die Modellannahmen wurden gemäss Bild 4 getroffen.

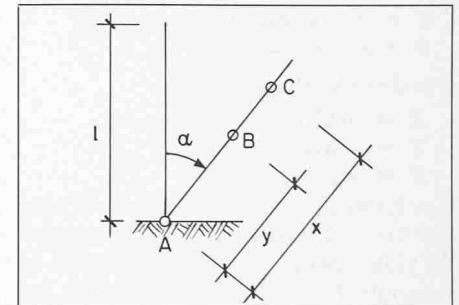


Bild 4. Geometrisches Modell für die Berechnung des Knickpunkts B

Dabei bedeuten:

- l = Länge des Kamins
- G = Masse des Kamins
- A = Drehpunkt
- B = Knickstelle
- C = Ort des Massenelements $dm = \frac{G}{l} dx$
- x = Abstand des Massenelements vom Drehpunkt A

Bild 1. Beispiel für Knickstelle (Schlachthof Luzern)



Bild 2. Beispiel für Knickstelle (Waggon-Fabrik Schlieren)

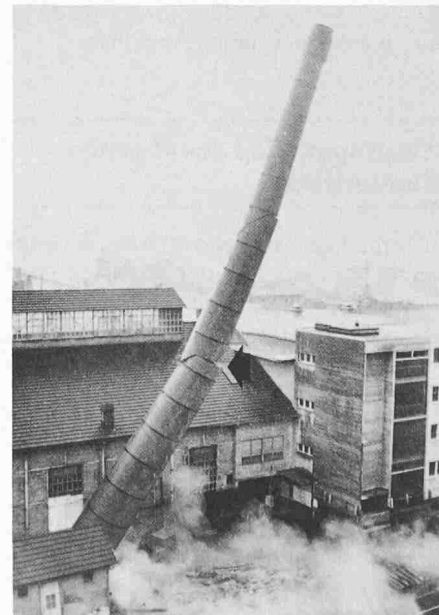


Bild 3. Beispiel für Knickstelle (Färberei Thalwil)

