Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 116 (1965)

Heft: 10-11

Artikel: Wildbachverbauung

Autor: Zeller, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767416

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: 13.12.2025

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

tion nicht mehr verwendet wissen. Wegen der sehr teuren Pflegemaßnahmen möchte Stadtoberförster Dr. *Peter Grünig,* Baden AG, die Eiche nur auf besten Standorten mit anderen Baumarten in Mischung aufbringen.

b) Zum Vortrag von Oberförster Werner Haudenschild, Niederbipp:

Zur Diskussion der aufgeworfenen Fragen wird die Zeit leider knapp. Zur *Frage 2,* der Bewirtschaftung von stark in Auflösung begriffenen Fichtenbestockungen, mahnt der Berichterstatter auf Grund seiner Erfahrung aus der Forstverwaltung Langenthal, alte Bäume als Überhalt für natürliche Ansamung zu belassen, bis diese ihren Dienst getan haben. Hinsichtlich *Frage 3,* der Überführung von Fichtenbeständen in gemischte Bestockung durch Unterbau von innen heraus, findet Ing. *Philipp Thurn* an der Verwendung von exotischen Baumarten keinen Gefallen. Warum — spricht er den schweizerischen Forstleuten mit entsprechendem Beifall aus der Seele — an Stelle der Verwendung von weniger wildschadengefährdeten, wirtschaftlich und biologisch aber unsicheren exotischen Baumarten nicht die Jagdgesetzgebung entsprechend abändern? Ein Vorschlag, der weitherum Gehör verdient. Für den Berichterstatter ist dies ein forstpolitisches Problem erster Dringlichkeit. Die Schweiz dürfte doch nicht reich genug sein, um weite Gebiete ihrer Urproduktion aus Rücksichtnahme auf eine fragwürdige Ausübung der Jagd zu gefährden. In dieser Sicht möchte der Berichterstatter das Problem gewürdigt wissen. Forstmeister *Hablützel* rät auch von der Verwendung exotischer Baumarten ab: Wenn die Fichte gut mit Föhren und Lärchenbeimischung ergänzt ist, sieht er keine Notwendigkeit dazu. Der Diskussionsleiter, Forstmeister Dr. *Alfred Huber,* Schaffhausen, streift abschließend die latente Gefahr der extensiven Verwendung forstlicher Luftbildanalysen und anderer moderner Testmethoden für den einzelstammweisen Waldbau. Gleich wie die waldbauliche Planung sind sie nach Ansicht des Berichterstatters so gut und so schlecht wie der Waldbauer, dem sie als Hilfsmittel in die Hand gegeben sind.

Arbeitsgruppe III

Wildbachverbauung

Einleitung

Auf ein Einleitungsvotum wurde verzichtet. Herr Kantonsoberförster Lienert stellte lediglich den neuen Dozenten für Wildbachverbauung an der Forstabteilung der ETH vor, Herrn Ing. J. Zeller, Leiter der Hydraulischen Abteilung an der Eidgenössischen Anstalt für Wasserbau und Erdbau.

Einige technische Belange des Wildbachverbaues

Von *J. Zeller*, Zürich

Für eine Betrachtung der Verbautechnik und der sich heute bietenden Möglichkeiten ist es sinnvoll, eine Standortbestimmung vorzunehmen und sich Rechenschaft über die Entwicklung in den letzten Jahrzehnten abzulegen. Diese Betrachtung führte jedoch dazu, daß es im Grunde genommen nicht viel Neues zu berichten gibt. Es dürfte aber eine gute Gelegenheit sein, wieder einmal einige Prinzipien und Vorgänge etwas zu analysieren und sich über die in Zukunft zu leistende Arbeit einige Gedanken zu machen.

Einleitend wollen wir den *Geschiebehaushalt* unserer Gewässer streifen, weil dieser einen integrierenden Bestandteil der Bett- oder Gerinnebildung darstellt. Anschließend werden einige *Grundprinzipien* und *Elemente für die Projektierung* von Wildbachverbauungen besprochen und zum Schlusse ein in der Schweiz *wenig bekannter Sperren- und Stützwerktyp* kurz erläutert.

1. Der Geschiebehaushalt

Versetzen wir uns in jene Zeit zurück, als unsere Flüsse und Bäche noch nicht korrigiert waren. Damals förderten die Wildbäche große Geschiebemengen zu Tal, die vom Vorflutflusse weiter talwärts transportiert werden mußten (Abbildung 1). Häufig überschritt die Geschiebezufuhr das Transportvermögen des Flusses, so daß sich ein Teil des Geschiebes im Vorfluttal ablagerte. So hoben sich diese Täler stetig. Mit der wachsenden Bevölkerungsdichte war man je länger je mehr gezwungen, auch überschwemmungsgefährdete Gebiete zu nutzen. Man begann deshalb, die Flüsse einzudämmen und schließlich zu kanalisieren (Abbildung 2). Damit dieses Vorgehen erfolgreich wurde, mußte die Geschiebezufuhr zu den Flüssen gedrosselt werden. Die Wildbäche wurden in zunehmendem Maße verbaut und kanalisiert. Dieses stark schematisierte Bild wäre unvollständig, wenn man nicht berücksichtigt, daß der Wildbachverbau auch dem Schutz der Seitentäler mit den dortigen Siedlungen und Wirtschaftsgebieten dient.

Zusammenfassend läßt sich die etwas brutale Folgerung ziehen, daß eine wesentliche Aufgabe des Fluß- und Wildbachverbaues darin liegt, die gegen die Naturentwicklung vom Menschen geschaffenen Siedlungen und Kulturen vor allem in den Tälern zu schützen. Es ist deshalb weitgehend ein Kampf *gegen* die Natur, was bedeutet, daß dieser Kampf kaum je aufhören wird.

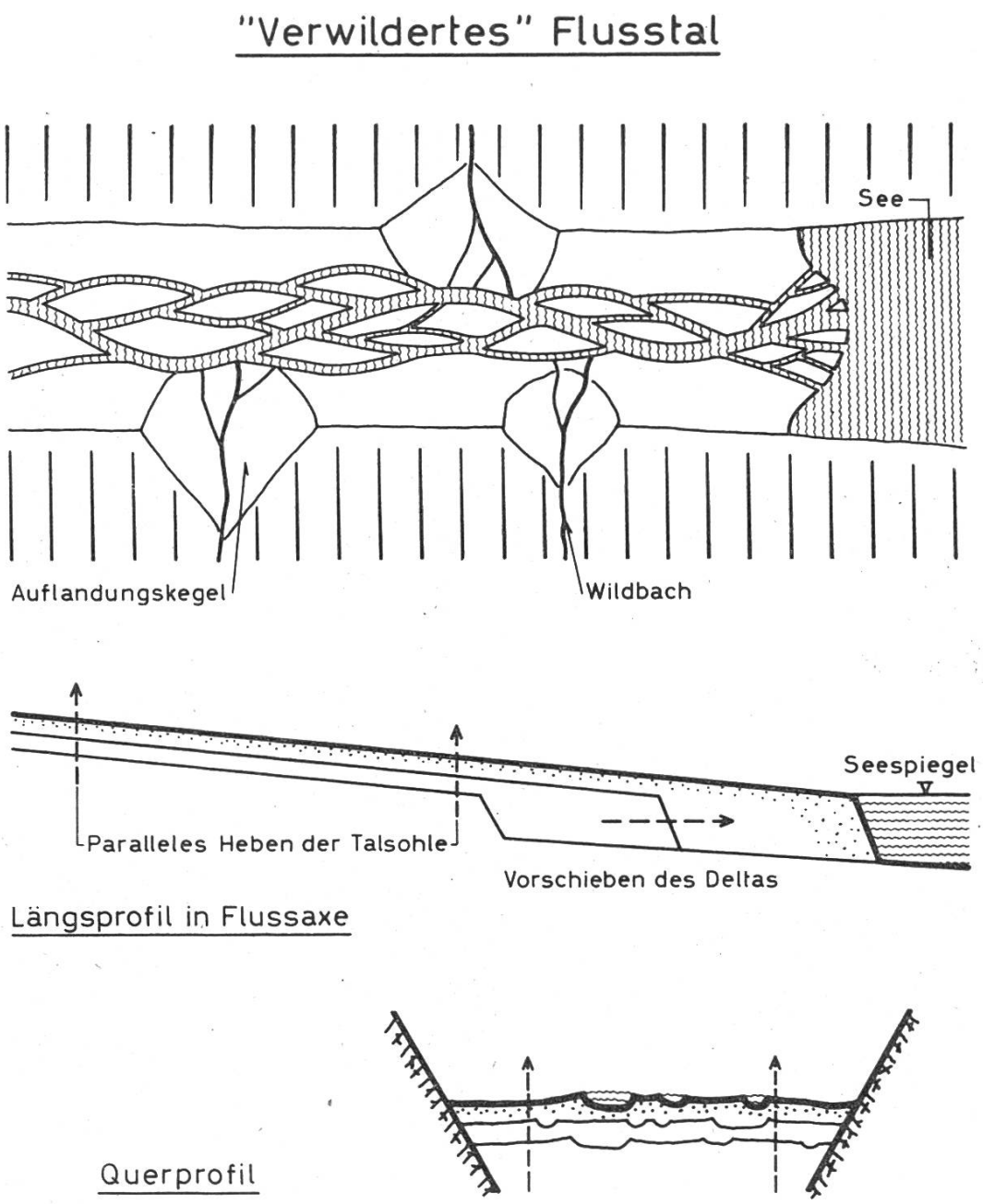


Abbildung 1
Vorfluttal im natürlichen Zustand mit seewärts wanderndem Delta.

Betrachten wir den Geschiebehaushalt eines Seiteneinzugsgebietes etwas näher, so lassen sich im Hinblick auf den Wildbachverbau etwa folgende drei Hauptteile unterscheiden:

- Geschiebeentstehung (Geschiebequellen), das heißt, ausgezeichnete Erosionszonen im Ursprungsgebiet unserer Flüsse.
- Geschiebetransport, das heißt Gerinne, in denen das Geschiebe abtransportiert wird, ohne selbst noch einen Beitrag an die Geschiebevermehrung zu leisten.

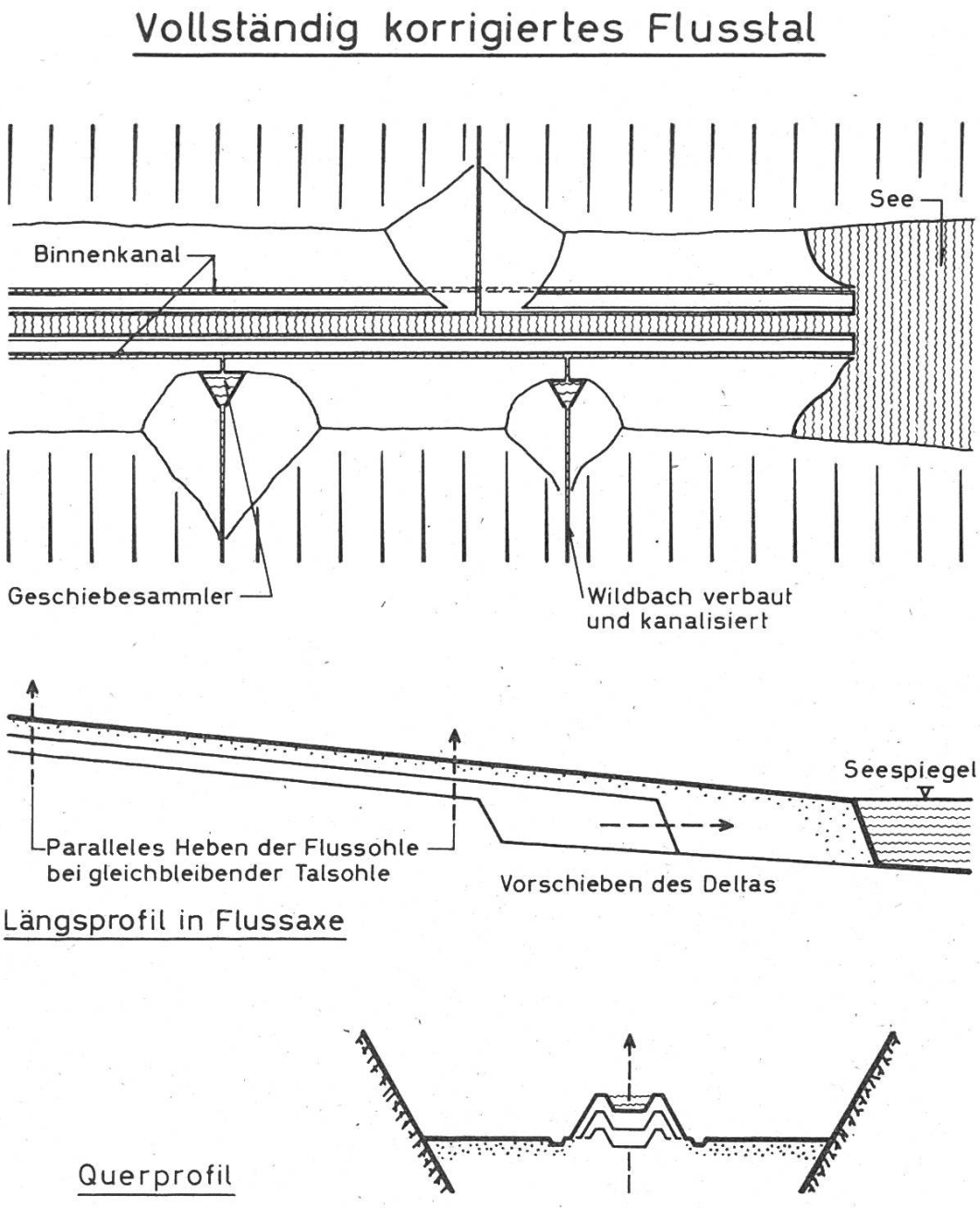


Abbildung 2
Kanalisiertes Vorfluttal mit Hochwasserschutzdämmen, Binnenkanälen und Geschiebefängern.

– Geschiebeablagerung, das heißt Geländepartien, in denen das Geschiebe nur noch teilweise oder gar nicht mehr weitertransportiert werden kann (zum Beispiel Schuttkegel oder Flachstrecken).

Grundsätzlich umfaßt der Wildbachverbau sämtliche drei Gebiete. Aber unsere Bemühungen und Sorgen konzentrieren sich vor allem auf die Erosionsgebiete. Im Prinzip gehen wir bei der Sanierung solcher Gebiete derart vor, daß wir versuchen, die Erosionskraft des Wassers zu brechen, Oberflächen- und Gerinneerosion zu reduzieren oder ganz zum Verschwinden zu

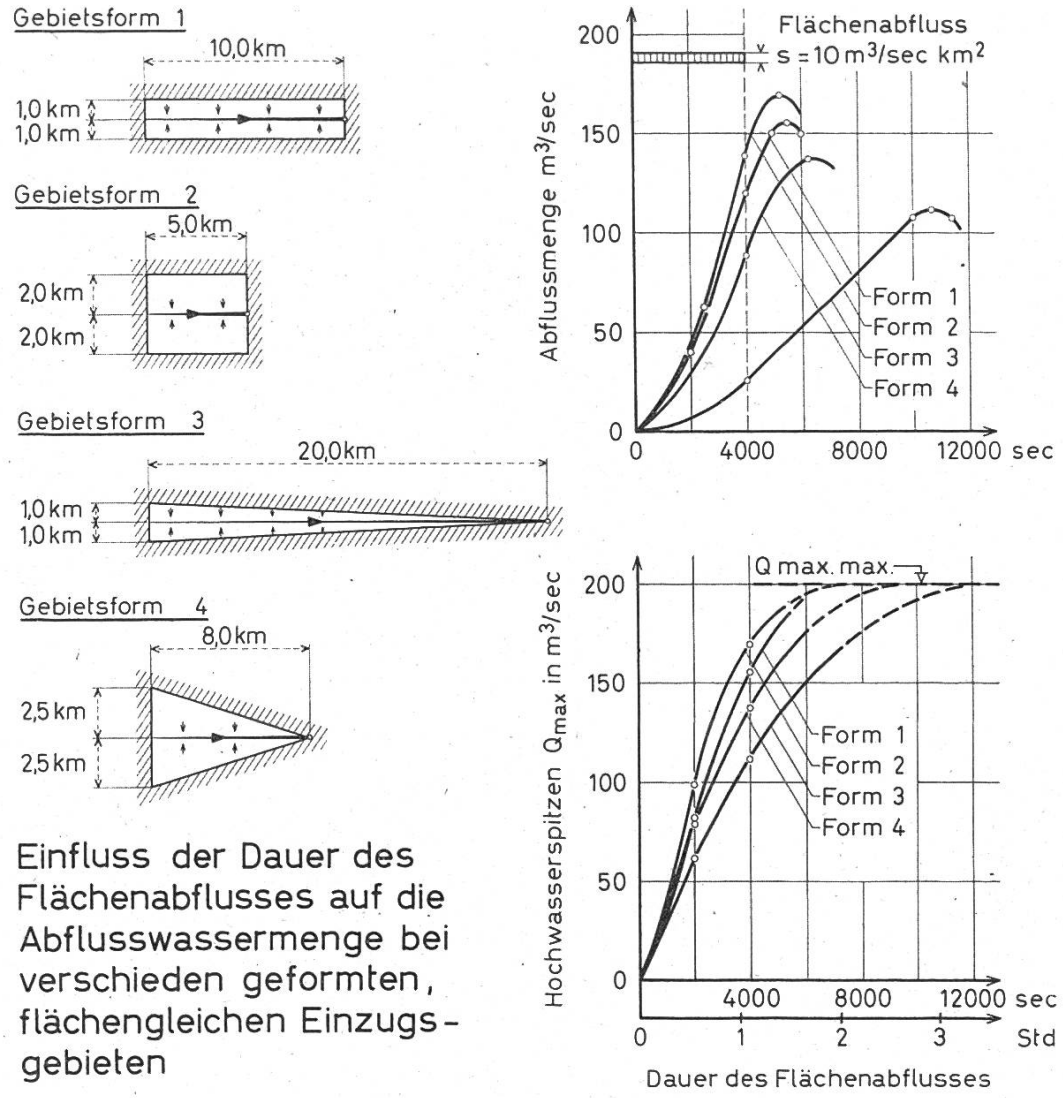


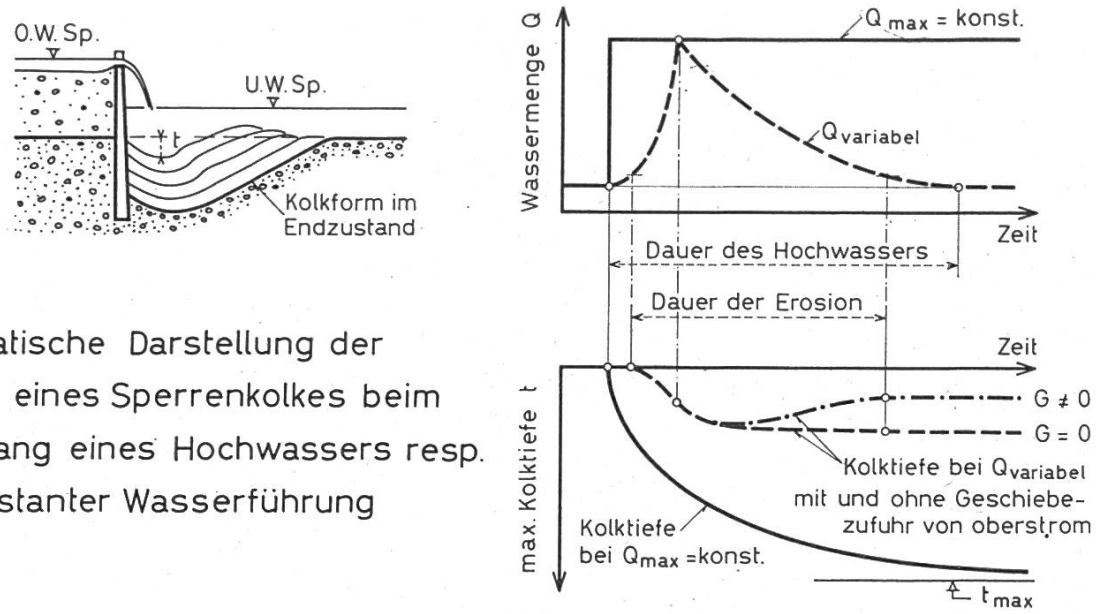
Abbildung 3

Hochwasserverlauf für verschiedenartige Einzugsgebiete gleicher Oberfläche. Links: untersuchte Formen des Einzugsgebietes; rechts oben: Verlauf der Abflußwassermengen für einen Flächenabfluß von 4000 sec Dauer; rechts unten: Kurven der Hochwasserspitzen in Abhängigkeit der Dauer des Flächenabflusses.

bringen, das heißt, wir streben den *Zustand der Geschiebelosigkeit* an. Zu diesem Zwecke verbaut man und forstet auf.

Die Lösung dieser Aufgaben setzt Kenntnisse auf folgenden Fachgebieten voraus:

Klimatologie	Lokalklima, speziell im Hinblick auf Niederschläge
Geologie	Aufbau der Fest- und Lockergesteine, Vorgeschichte und generelle geotechnische Beurteilung
Hydrologie	Abflußprognosen, speziell Relation zwischen Niederschlag und Abfluß unter Berücksichtigung von Hydrogeologie, Morphologie, Bodenbedeckung und Lokalklima



Schematische Darstellung der Bildung eines Sperrenkolkes beim Durchgang eines Hochwassers resp. bei konstanter Wasserführung

Abbildung 4

Sperrenkolk erhalten aus hydraulischen Modellversuchen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau.

Rechts oben: Abflußwassermengen in Abhängigkeit der Zeit.

Rechts unten: zeitlicher Verlauf der Kolktiefe für die Fälle

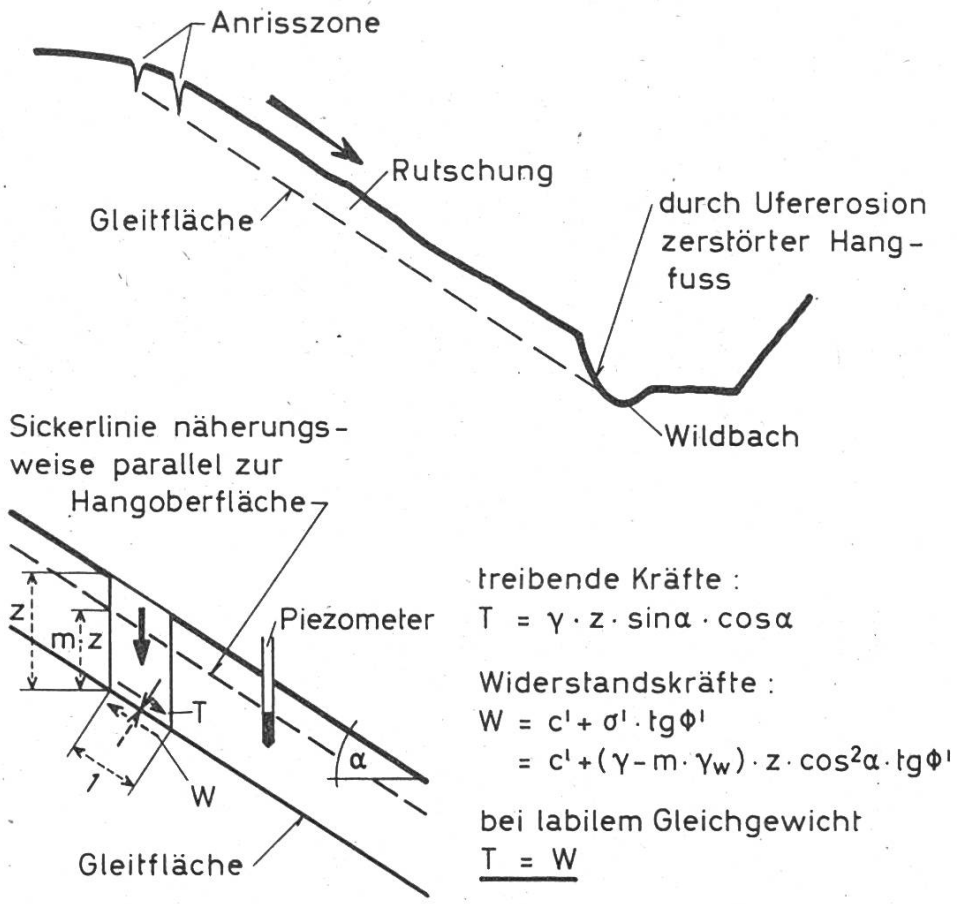
Q = konst. = Q_{max}, keine Geschiebezufuhr von oben
Q = variabel, keine Geschiebezufuhr von oben
Q = variabel, mit Geschiebezufuhr von oben.

Hydraulik	Fließvorgänge des Wassers, einschließlich Geschiebe in offenen Gerinnen, beziehungsweise Sickerströmungsvorgänge im Boden.
Bodenmechanik	Detaillierte geotechnische Beurteilung der Lockergesteine. Ermittlung der Standsicherheit von Stützmauern, der Hangstabilität usw.
Grünverbau und Aufforstung	Uferschutz, Oberflächenstabilisierung von Hängen, Schutz gegen Oberflächenerosion
Bautechnik	Entwurf und Bau von Schalen, Sperren, Stützwerken usw.

2. Die Abflußwassermenge

Gehen wir nun über zu den technischen Fachgebieten und greifen einzelne Elemente aus Hydrologie, Hydraulik und Bodenmechanik heraus. Da ist einmal die *Abflußwassermenge* zu nennen. Sie ist wohl eines der wichtigsten Elemente für die Dimensionierung von Verbauungen. Sie bestimmt die Abmessungen der zu schaffenden neuen Gerinne, der Sperren, Tosbecken, Schalen usw. Sie ist verantwortlich in Verbindung mit den topo-

Stabilität eines Rutschhanges



treibende Kräfte :

$T = \gamma \cdot z \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$

Widerstandskräfte :

$W = c' + \sigma' \cdot tg\Phi'$

$= c' + (\gamma - m \cdot \gamma_w) \cdot z \cdot \cos^2\alpha \cdot tg\Phi'$

bei labilem Gleichgewicht

$\underline{T = W}$

stabile Hangneigung für nichtkohärente Materialien ($c' = 0$) :

$$tg\,\alpha = f \cdot \left(\frac{\gamma - m \cdot \gamma_w}{\gamma}\right) \cdot tg\,\Phi'$$

α = Hangneigung

f = Sicherheitsgrad (je nach Objekt zwischen 1,1 u 1,5)

γ = Feuchtraumgewicht des Bodens t/m^3

γ_w = Raumgewicht von Wasser = 1,0 t/m^3

m = Lage der Sickerlinie
$m = 1{,}0$ — Sickerlinie ≡ O.K. - Terrain
$m = 0{,}0$ — Sickerlinie ≡ Gleitfläche

Φ' = effektiver Winkel der inneren Reibung

Abbildung 5

graphischen und geologischen Begebenheiten für die Geschiebeführung. Man darf behaupten, daß die Größe der maximalen Abflußwassermenge und deren Abflußdauer die Baukosten entscheidend beeinflußt. Es wäre zu erwarten gewesen, daß in dieser Hinsicht große Anstrengungen unternom-

men werden, um gute Projektierungsgrundlagen zu schaffen. Doch sind wir heute kaum weiter als vor 20 Jahren. Sind wir darauf angewiesen, dieses Q_{max} zu berechnen, so verwendet man in der Regel die bekannte Gleichung vom grundsätzlichen Aufbau:

$$\boxed{q_{max} = \Psi \cdot E^{-\alpha}}$$

q_{max} = Höchstabflußwassermenge in m^3/sec pro km^2 Einzugsgebiet
E = Einzugsgebiet in km^2
Ψ = «Abflußkoef.», welcher Topographie, Geologie, Bodenbedeckung usw. berücksichtigt (je nach Autor verschieden)
α = Konstante (je nach Autor verschieden)

Lauterburg (1887): $q_{max} = \Psi_L \cdot \frac{1120}{31 + E}$

Hofbauer (1916): $q_{max} = \Psi_H \cdot 60 \cdot E^{-1/2}$

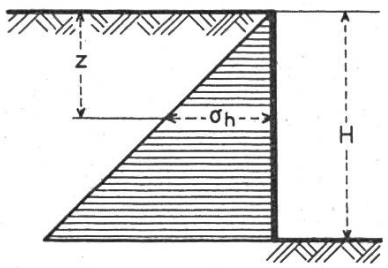
Kürsteiner (1917): $q_{max} = \Psi_K \cdot (9 \div 12) \cdot E^{-1/3}$

Melli (1924): $q_{max} = \Psi_{Me} \cdot 18{,}5 \cdot E^{-1/6}$

Müller (1943): $q_{max} = \Psi_{Mu} \cdot 43 \cdot E^{-1/3}$

Solche Gleichungen bestehen schon seit über 50 Jahren, denken wir nur an Leute wie Lauterburg, Hofbauer, Melli und andere. Eine der bekanntesten lautet: $q_{max} = \Psi \cdot 43 \cdot E^{-1/3}$ mit Werten für Ψ zwischen 0,05 (alter Wald in Tieflagen, flach) und 0,8 (hochgelegene, steile Weideböden oder Fels). Solche Gleichungen ergeben recht brauchbare Resultate für mittelgroße bis große Einzugsgebiete. Es bestehen aber erhebliche Schwierigkeiten für Gebiete, die kleiner als sagen wir 5 km^2 sind, wo die Hochwasserabflüsse kurzfristig auftreten und eine Vielzahl von Einzelfaktoren die Ereignisse maßgebend bestimmen. Vergegenwärtigen wir uns nur die Wirkung von Art und Intensität der Niederschläge oder von Topographie und Bodenbedeckung des Einzugsgebietes auf den Wasserabfluß. Am Beispiel einer theoretischen Studie von E. Walser sei der Einfluß der Laufzeit von zum Abfluß gelangenden Wasserteilchen auf Größe und zeitlichen Verlauf des Hochwassers dargestellt (Abbildung 3). Gegeben sind vier in ihrer Grundrißform verschiedene Einzugsgebiete mit einer Grundfläche von je 20,0 km^2 und einem spezifischen Flächenabfluß von S = 10 m^3/sec km^2 verschiedener Dauer. Einfachheitshalber wird angenommen, daß der Flächenabfluß senkrecht zum Fluß erfolge und eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 0,5 m/sec aufweise, während diejenigen im Flusse selbst 2,0 m/sec betrage. Der spezifische Abfluß von S = 10 m^3/sec km^2 dürfte etwa einem Abfluß bei maximalem Starkregen entsprechen und die Fließgeschwindigkeit von 0,5 m/sec einem mittelsteil bis steilen Gelände mit wenig Vegetation.

Erddruckverteilungen von nichtkohärenten Materialien hinter Sperren



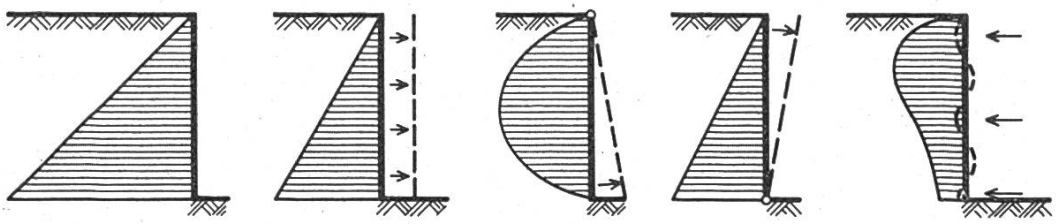
Erddruck - Verteilung nach Rankine

$$E = \int_0^H \sigma_h \cdot dz$$

$$\sigma_h\big|_z = \sigma_v\big|_z \cdot K = \gamma \cdot z \cdot tg^2(45° - \Phi/2)$$

K = Erddruck - Koeffizient

Erddruck-Verteilung bei nachgiebigen bis starren Stützwänden



1	2	3	4	5
starr unverschieblich	starr, parallel verschieblich	starr drehbar	starr drehbar	nachgiebig unverschieblich

Theoretisch möglicher max. Druckunterschied zwischen frei verschieblich und unverschieblichen starren Stützwänden :

$$\frac{E_{verschieblich}}{E_{unverschieblich}} = \frac{K_{versch.}}{K_{unversch.}} = \frac{tg^2(45° - \Phi/2)}{1{,}0} \approx \frac{1}{5{,}5}$$

Praktisch auftretende Unterschiede $\frac{1}{1}$ bis $\frac{1}{3}$ je nach Materialart, Porenwasserspannungen und Lagerungsart.

Abbildung 6

Abbildung 3 zeigt eindrücklich die Unterschiede in der Raschheit des Auftretens und der Größe der Hochwasserspitze.

Auch die anderen Faktoren, wie die Wirkung der Bodenbedeckung auf Wasserretensionsvermögen und Abflußgeschwindigkeit usw. wirken sich auf den Hochwasserabfluß aus. Eine Vielzahl von entsprechenden Untersuchungen im Laboratorium und in Natur sind aus den USA bekannt, doch lassen sich diese Versuchsergebnisse nur in den seltensten Fällen auf unsere Verhältnisse übertragen. Ich hoffe, mit diesen mehr fragmentarischen Erläute-

Einige typische Arten des Hinterfüllungs-vorganges bei neu erstellten Sperren

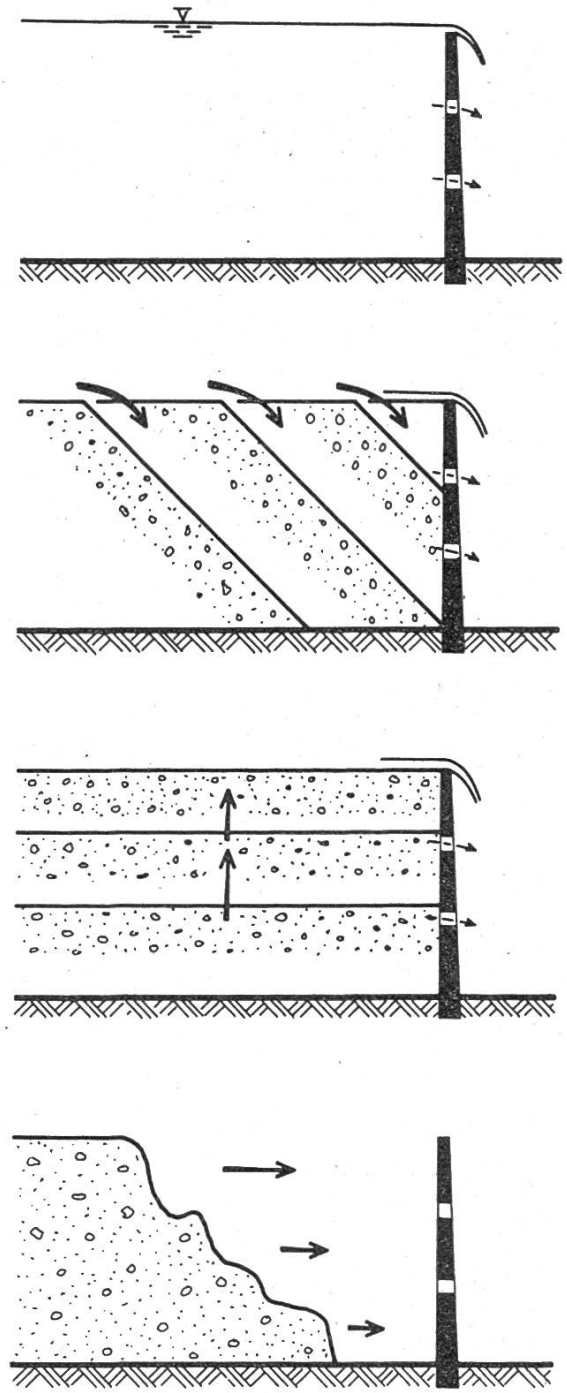


Abbildung 7

rungen einen Hinweis auf wichtige, leider nur schwer lösbare Probleme gegeben zu haben.

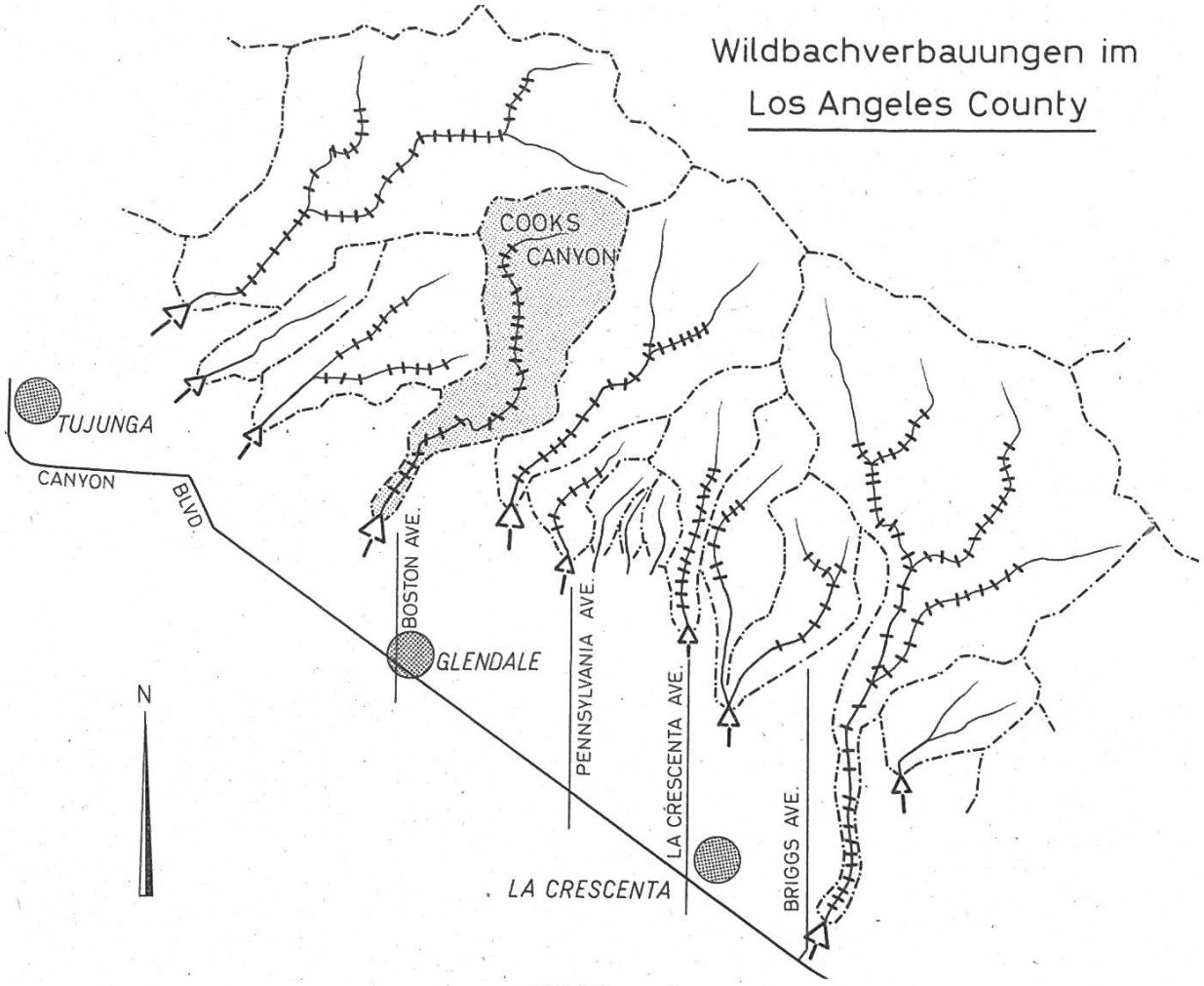


Abbildung 8

Erbaute und projektierte Wildbachverbauungen im Einzugsgebiet von Los Angeles, Kalifornien, USA, bestehend aus Sperren, Geschiebesammlern und Schalen. *

3. Hydraulik

Obwohl die Hydraulik beim Wildbachverbau, besonders wenn es sich um Arbeiten im Anrißgebiet handelt, nur rudimentäre Angaben über die Abflußverhältnisse zu liefern vermag, ist sie als eine unentbehrliche Hilfe für die Projektierung zu betrachten. Sie gibt uns Hinweise über die zu erwartenden Wassertiefen, Strömungsgeschwindigkeiten und im Wasser vorhandenen Energien. Dies erlaubt uns, die Bauwerke den Kräften entsprechend einigermaßen korrekt zu dimensionieren. Das bereits früher erwähnte Grundkonzept der sogenannten «Geschiebelosigkeit» der Gerinne dürfte heute Allgemeingut geworden sein, das heißt also, daß mit Hilfe der Verbauung ein Sohlengefälle des Gerinnes angestrebt wird, das keinen Geschiebetransport mehr zuläßt. Der Mechanismus des Geschiebetransportes ist ziemlich gut studiert für relativ kleine Geschiebekonzentrationen, jedoch fehlen noch die Grundlagen für hohe Konzentration, größer als 1:10 (Geschiebe : Wasser), das heißt, alle murgangartigen Vorgänge.

Im Bereich der Sperren sind die Strömungsvorgänge relativ gut studiert, jedoch fehlen ausreichende Unterlagen für die Abschätzung der maximalen Abmessungen der Kolkwanne unterhalb einer Sperre. Untersuchungen liegen nur vor über die maximal mögliche Kolkgröße, die sich nach sehr langer Laufzeit eines Hochwassers einstellt. Diese Werte sind von Fall zu Fall viel zu groß (Abbildung 4).

Man ist deshalb schon seit längerer Zeit dazu übergegangen, die errechneten Kolktiefen um 30 bis 50 % zu reduzieren. Dies ist ein Notbehelf und verlangt wegen der Wahl der Sperrenfundationstiefe unbedingt eine eingehendere Abklärung. Man darf dabei aber nicht den Fehler begehen, die Kolktiefe, die nach einem großen Hochwasser sichtbar wird, als die maximale Kolktiefe zu betrachten. In der Regel wird der Kolk während des abnehmenden Astes des Hochwassers wieder teilweise eingeschottert, so daß die Kolkwanne wesentlich kleiner erscheint, als sie tatsächlich während des Hochwassers war.

Es würde zu weit führen, wollte man auch noch die hydraulischen Belange der Gerinnebildung besprechen, Probleme wie zum Beispiel, welches die geeignetste Querschnittform des Gerinnes ist, warum das Wasser häufig hin- und herpendelt und derart die Ufer angreift usw. Diese Probleme, obwohl äußerst interessant, sind im Wildbachverbau kaum von großer Bedeutung, weshalb wir nicht näher darauf eingehen wollen.

4. Bodenmechanik

Die Bodenmechanik ist ein Fachgebiet, das das Bauingenieurwesen in den letzten 20 Jahren revolutioniert hat und heute reiche Früchte trägt. Im Falle des Wildbachverbaues sind vor allem folgende zwei Probleme in bodenmechanischer Hinsicht aktuell:

- Stabilität der Hänge und Böschungen gegen Abgleiten
- Erddrücke bzw. Standsicherheit von Sperren und Stützwerken.

Die Untersuchung der Hangstabilität erlaubt, Ursache und Mechanismus einer Rutschung quantitativ zu erfassen, die Sanierungsmaßnahmen richtig zu beurteilen und die Grenzneigung festzulegen. Man hat auf diesem Gebiet in der Schweiz viel Erfahrung, da die Frage der Böschungsstabilität den Ingenieur in überaus vielfältigen Variationen immer wieder beschäftigt. Allerdings ist hervorzuheben, daß hiezu nur der in Bodenmechanik gut ausgewiesene Bauingenieur oder unter Umständen der spezialisierte Geologe mit solchen Aufgaben betraut werden soll. In Abbildung 5 ist eine stark vereinfachte Darstellung wiedergegeben, wie die Stabilität eines Rutschhanges aus wenig oder nicht kohärentem Material untersucht werden kann. Die obere Figur stellt ein Profil einer solchen Rutschung dar und die untere einen Ausschnitt aus der sich in Bewegung befindlichen Hangpartie mit eingetragenen Kräften. Der Hang ist in stabilem Gleichgewicht, das heißt, rutscht nicht, wenn die Summe der treibenden Kräfte kleiner ist als die

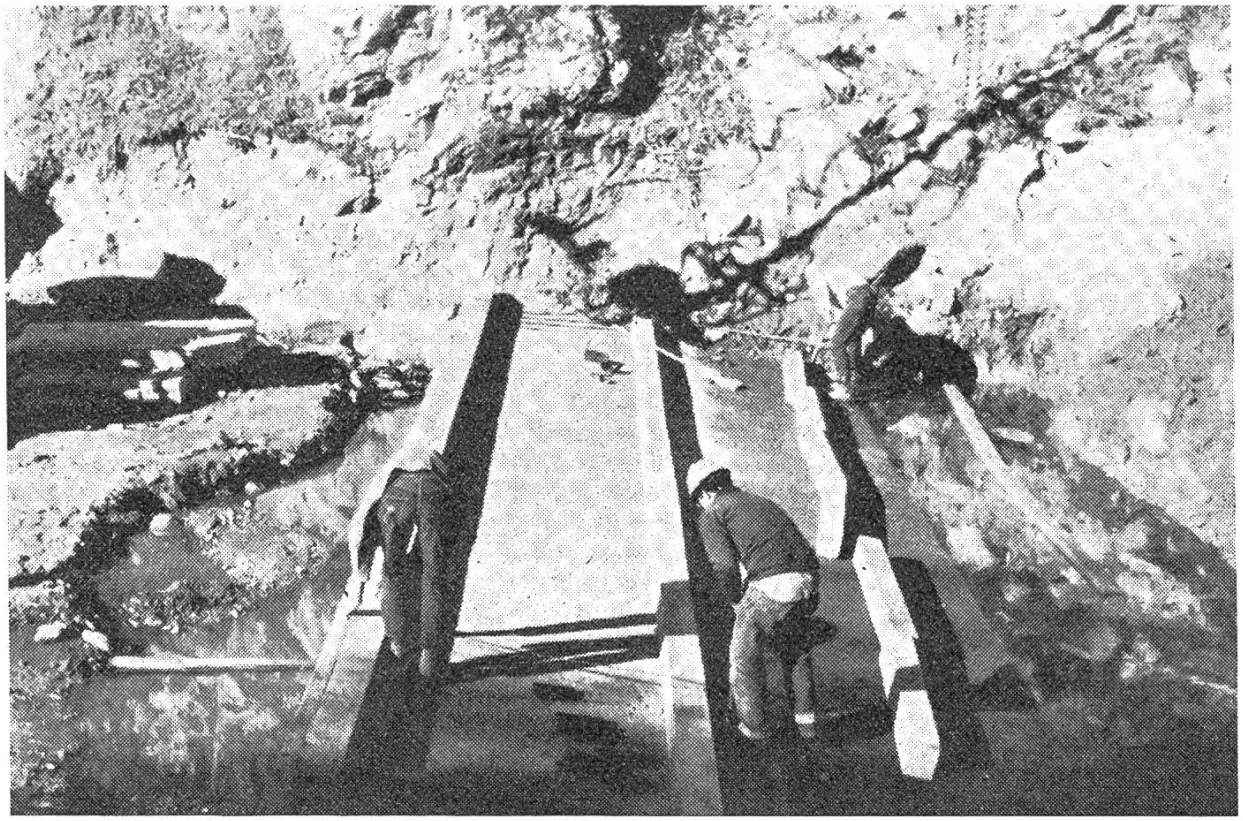


Abbildung 11
Fundamentplatte unmittelbar vor dem Verlegen der Betonbalken.*

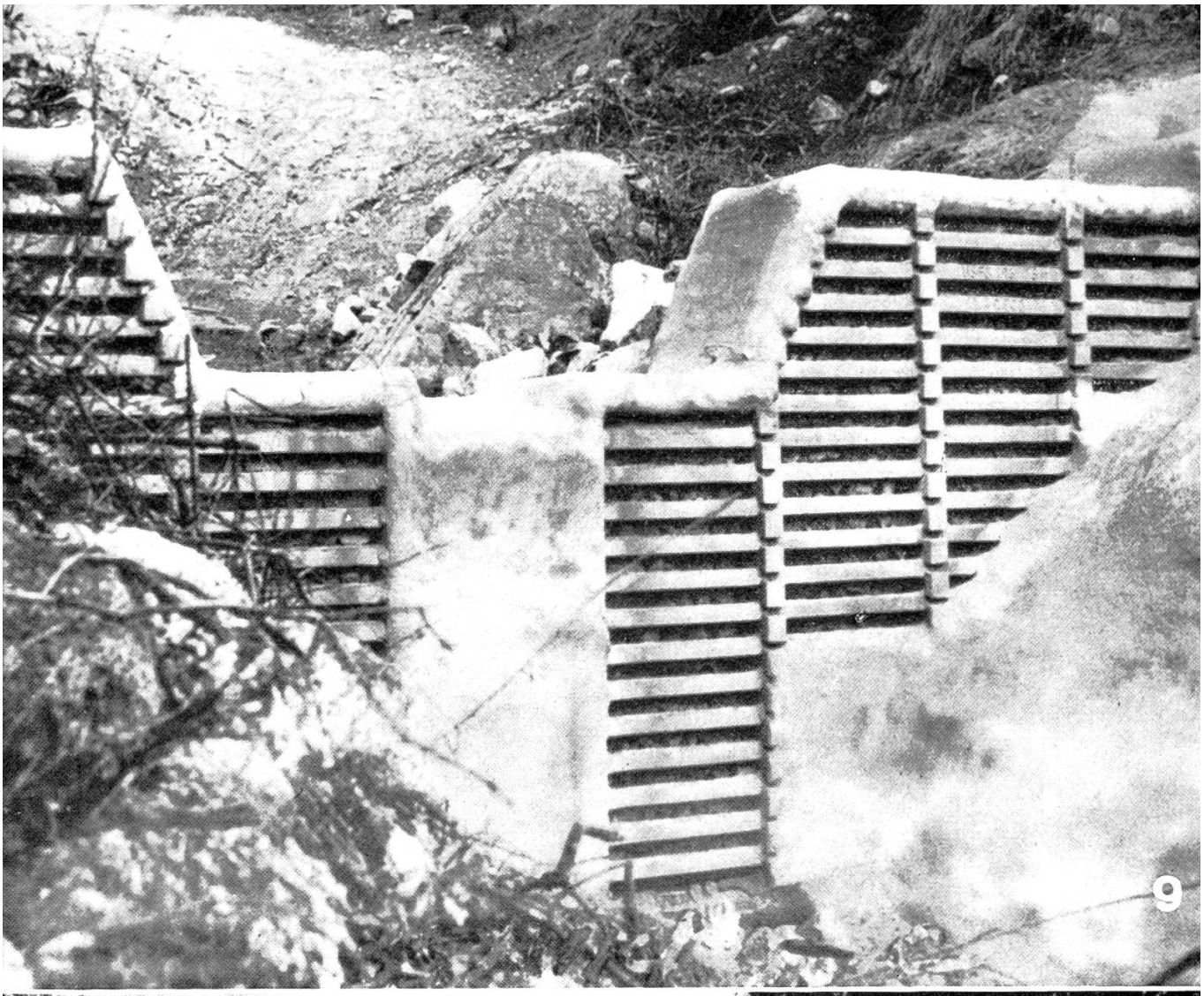
Summe der Widerstandskräfte. Aus der Gleichung geht die große Bedeutung der Wassersättigung hervor, indem bei ein und derselben Bodenart die stabile Hangneigung bei leicht feuchtem Material etwa *doppelt* so groß ist wie bei vollständig gesättigtem Material. (Vollständige Sättigung ist in diesem Falle zum Beispiel bei nasser Hangoberfläche vorhanden.) Dies mag auch ein Fingerzeig für die große Bedeutung gut wirkender und ausreichender Drainagen sein.

Was heute noch weitgehend ungeklärt ist, sind die tatsächlich auf eine Wildbachsperre wirksamen Kräfte, vor allem die Erddrücke durch das Hinterfüllungsmaterial. Einerseits ist die Nachgiebigkeit der Sperre gegen diese Drücke auf die Größe der Mauerbeanspruchung von Bedeutung und anderseits auch der Hinterfüllvorgang, den wir in der Regel der Natur zu überlassen haben. Das erstgenannte Problem hat man für Stützmauern schon relativ gut studiert, weshalb der Versuch eines kurzen Überblickes über die Druckverteilung gewagt sei (siehe Abbildung 6). Die obere Figur stellt die

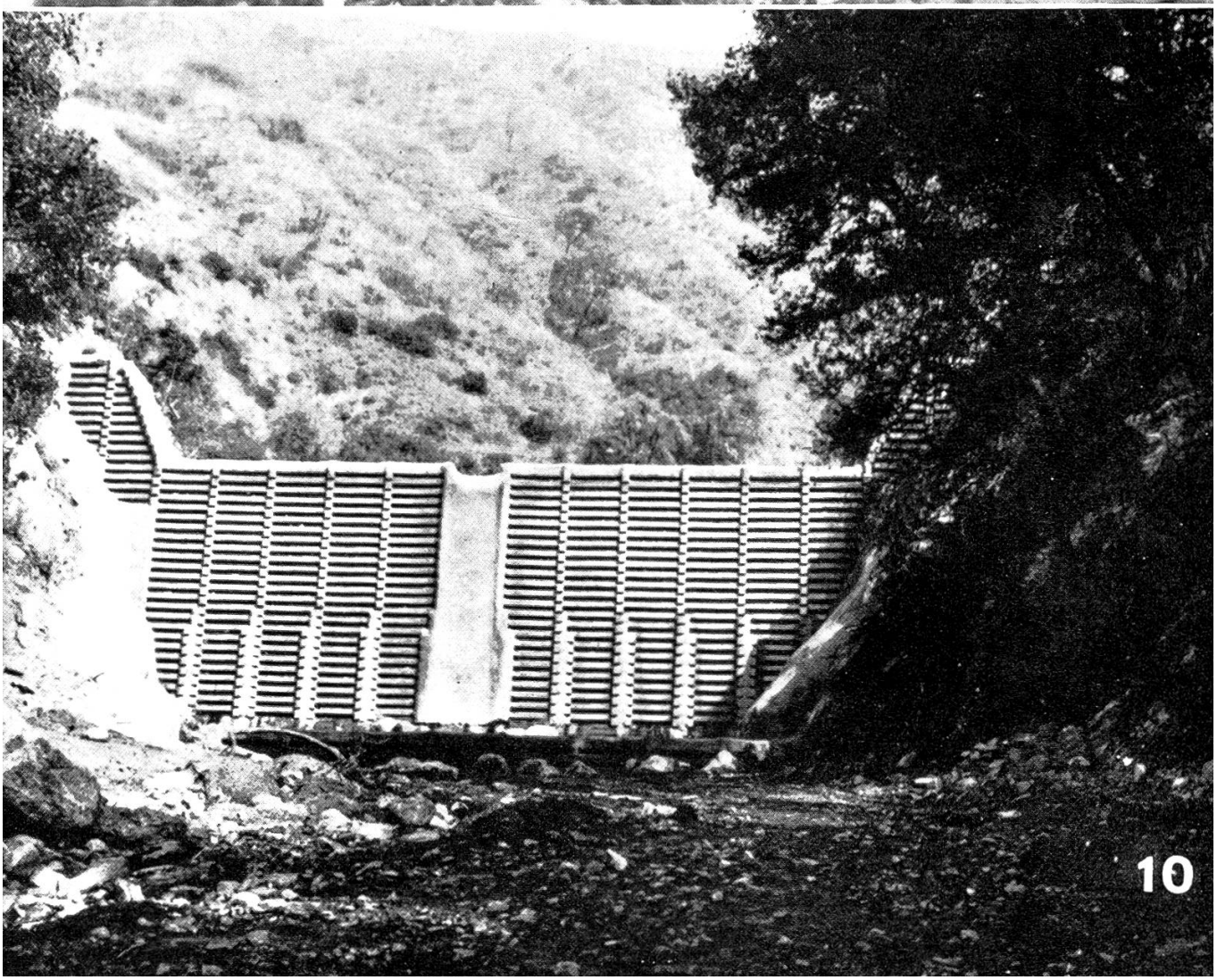
---

Abbildung 9
Kleine Wildbachsperre aus dem Gebiet des Cooks Canyon.*

Abbildung 10
Große Wildbachsperre aus dem Gebiet des Cooks Canyon.*



9



10

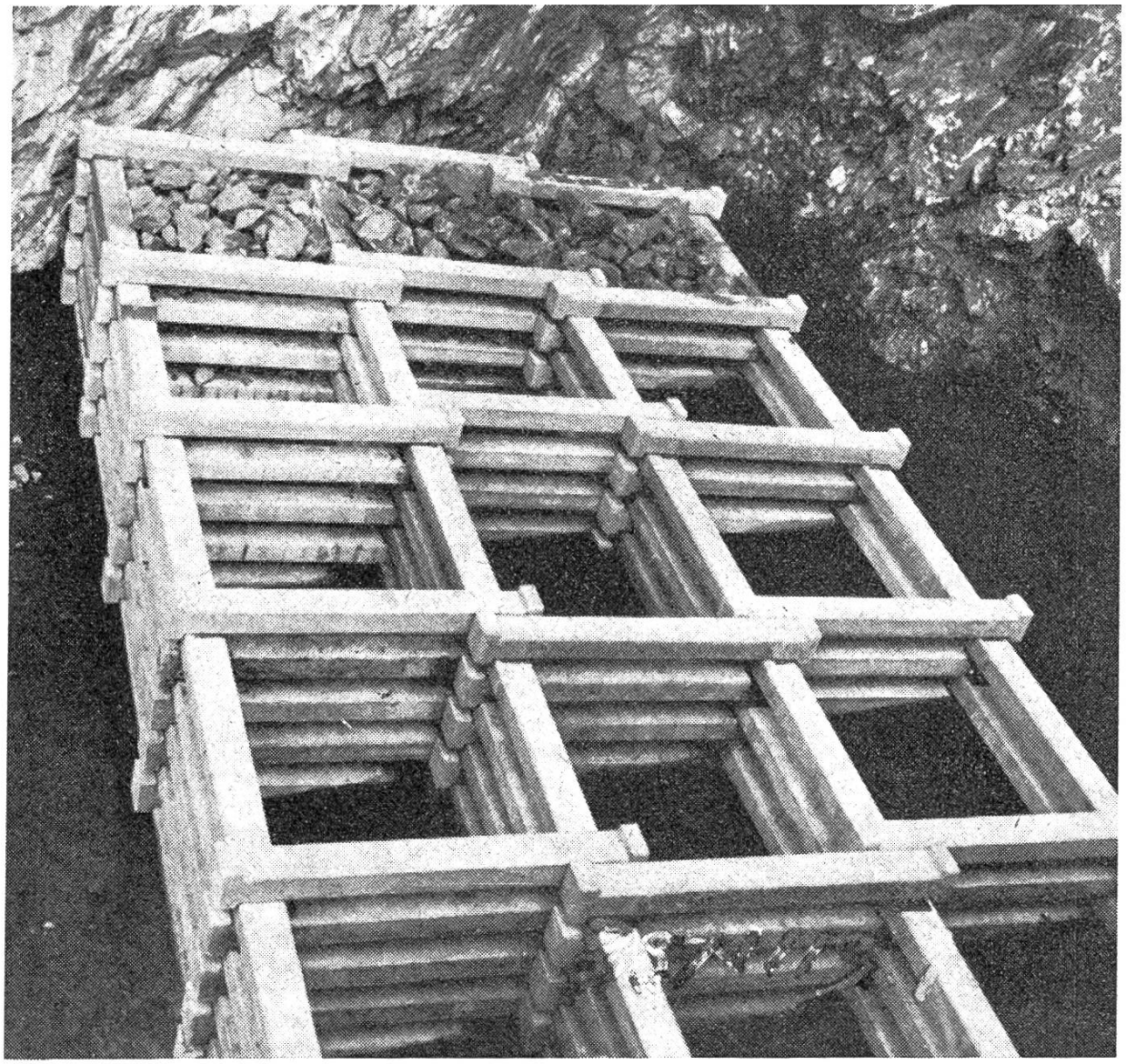


Abbildung 12
Große, dreigliedrige Sperre im Bau, vor dem Verfüllen mit Kies und Steinen.*

meist für die Dimensionierung von Wildbachsperren verwendete Druckverteilung dar. Sie ist dreieckförmig. Darunter sind schematisch einige Erddruckverteilungen wiedergegeben, wie sie sich bei unverschieblichen bis voll verschieblichen und starren bis voll nachgiebigen Stützwänden einstellen. Die Druckunterschiede können ganz erheblich sein, besonders in Lage und Richtung der Gesamtresultierenden des Erddruckes. Die gemachten Angaben gelten für in horizontalen Schichten hinter Stützwänden eingebautes Material. Die Verhältnisse ändern jedoch in unbekannter Weise, wenn es sich um Hinterfüllungsvorgänge handelt, wie wir sie bei Wildbachsperren antreffen (Abbildung 7).

Die unter solchen Umständen vorhandenen Erddrücke können offensichtlich nicht mit denjenigen von Abbildung 6 übereinstimmen. Sie sind wesent-

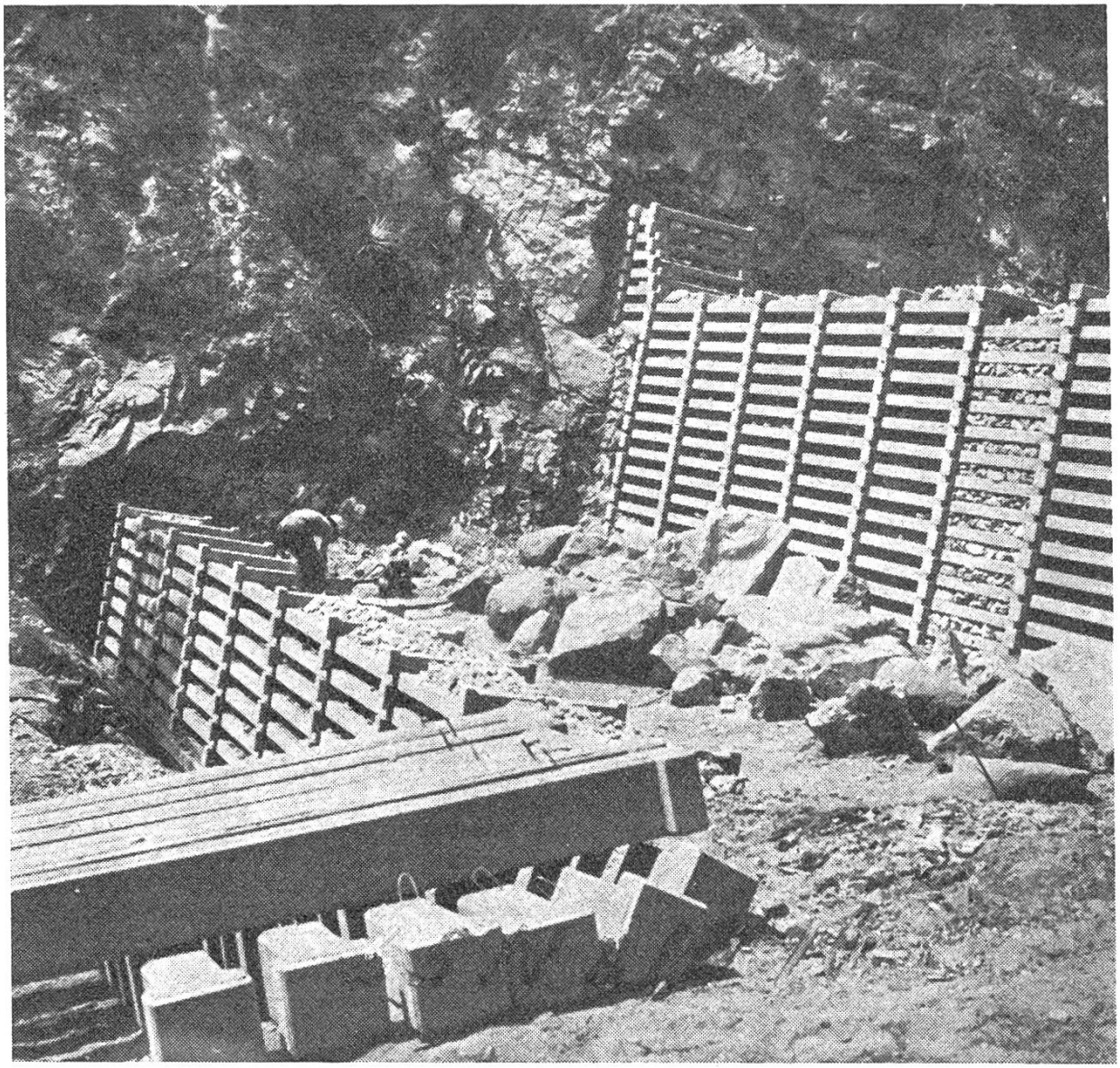


Abbildung 13
Nahezu fertige Wildbachsperre mit Blöcken für den Kolkschutz (nicht fertig verlegt) und Gegensperre. Im Vordergrund einige Balkenelemente.*

* Angaben laut: Los Angeles County Flood Control District, Dams and Conservation Branch.

lich größer oder auch kleiner und die Resultierende des Erddruckes wechselt Ort, Richtung und Größe. Es bedarf noch umfangreicher Studien, bis dieser gesamte Problemkomplex gelöst ist. Nicht zu vergessen ist auch die große Bedeutung der Sperrenauflagerung auf das statische Verhalten des Bauwerkes.

5. Wildbachsperren im Los Angeles County, USA

Neben all diesen Fragen, deren Beantwortung vor allem der Projektierung von Wildbachverbauungen dienen, tritt der gesamte Problemkreis

der praktischen Gestaltung einer Verbauung und deren Bauausführung, der Bauplatzorganisation usw. Ich möchte auf die Fortschritte, die auf diesem Sektor gemacht worden sind, nicht weiter eingehen. Sie sind Ihnen ohnedies bekannt. Um dennoch die praktische Seite des Verbaues auch etwas zum Zuge kommen zu lassen, sei mir gestattet, ganz kurz über einen bei uns wenig bekannten Sperrentyp aufmerksam zu machen. Vor drei Jahren besuchte ich das stark wildbachgefährdete Hinterland von Los Angeles in Kalifornien und habe bei dieser Gelegenheit einen in zahlreichen Varianten eingesetzten Mauertyp aus vorfabrizierten Betonfertigelementen gesehen. Als Stützmauertyp wurde das Prinzip schon vor dem 2. Weltkrieg eingeführt und hat sich recht gut bewährt.

Es wurde dann auch für Wildbachsperren verwendet und bewährt sich laut Aussagen der die Verbaugebiete betreuenden Forstleute recht gut. Abbildung 8 gibt einen Überblick über das Verbaugebiet, das nur einen kleinen Ausschnitt der gesamten verbauten Region darstellt. Im Grunde genommen handelt es sich um die seit Generationen bekannte Holzkastenbauweise, wobei anstelle von Holz die vorfabrizierten Betonbalken verwendet werden. Laut Aussage der dortigen Bauleute sind solche Sperren sehr rasch erstellt, wobei ungelernte Arbeitskräfte eingesetzt werden.

In den nachfolgenden Bildern ist der Bauvorgang wiedergegeben. Um objektiv zu sein, darf nicht unerwähnt bleiben, daß es Stützmauern und Sperren aus Stahlelementen nach dem System ARMCO gibt, von denen einige Typen auch in der Schweiz verwendet wurden. Über die damit gemachten Erfahrungen ist mir nichts bekannt.

Mit diesen Ausführungen möchte ich den Versuch eines Überblickes über den heutigen Stand des Wissens schließen. Sie konnten daraus entnehmen, daß sich an den Grundprinzipien nichts geändert hat. Stellt man sich aber die Aufgabe, möglichst den wirklichen Verhältnissen entsprechend und möglichst wirtschaftlich zu verbauen, so ergeben sich sehr bald viele Unklarheiten der verschiedensten Art, die es zu lösen gilt. Wir sind auf dem richtigen Weg, wenn wir bemüht sind, nicht nur immer weitere Gebiete zu verbauen und aufzuforsten, sondern *ständig auf der Suche sind nach noch geeigneteren Verbaumethoden und Verbaumitteln.* Leider sehen häufig die modernen Baumittel naturfremd aus und wirken im Landschaftsbild unschön. Es wird vielseitiger Anstrengungen bedürfen, diese Mängel zu beheben oder doch abzuschwächen.

Diskussion

Die eifrig benützte Diskussion zeigte, daß im Wildbachverbau noch zahlreiche Fragen weitere Untersuchung verlangen. Eine Zusammenarbeit von Bau-Ingenieuren und Forst-Ingenieuren dürfte sich als notwendig und nützlich erweisen. Vor allem sollte ein gemeinsames Arbeitsprogramm für Untersuchungen und gegenseitigen Erfahrungsaustausch aufgestellt werden.

H. Danioth: Steile Welt 1942/43

Hier geht ein Bach durch graue Schatten und durch bleiche Steine. Das Gehölz zu seinen Seiten ist verdorrt. Tannenbart hängt im Gezack der Äste, und an den Felsen klebt vergilbtes Gras. Das ist die dunkle, öde Enge eines Seitentales, nur selten einmal von der Unruhe einer Jahreszeit gestreift. Dann aber – vielleicht nach großem Sommerregen – ist sie aufgefüllt vom donnernden Strome braunen Wassers, das so stark nach Erde riecht. Dumpf prallen die Stämme gegen das Gestein und manchmal richten sie sich auf im Schaum der Wirbel.

Danach herrscht wieder, wie vordem, das müde, leere Grau. Im Winter stehen die Wasserstürze still im Eis verschlossen. Aus schwarzem Felsen greifen rauhreifweiße Stauden in den Nebel, und auf den Tümpeln schweben Schwefeldämpfe. Jetzt hungert eine Malerseele nach dem Flecklein Rot, das auf dem Halstuch einer Holzerin durch die Armut dieser Landschaft leuchtet.

H. Danioth: der sechste von sieben Tagen 1953

Man weiß – auf steilen Gründen hat das Schwere keinen Halt und zum Verderb des Menschen bricht plötzlich aus dem Hang: der Stein, der Fels, der Wald, der Gletscher, der Schnee – das Unheilvolle, das wir jetzt nicht nennen, weil schon ein Laut genügt, um es zu locken. Es bricht die Luft ab an zernagtem Berggrat und flutet heiß durchs Tal herab: das ist der Föhn! Unablässig donnert seine Brandung an das Haus. Mütter löschen mit genäßtem Scheite den Funken in der Asche ihres Herdes. Dann gehen sie durch dunkle Kammern, wo Kinder – aufgeregt ob dem Geknister ihres Streuelagers – von Feuersbrünsten träumen. Und Männer mit dem Horn behängt, dem messingblanken schrill aufblitzenden, stapfen spähend durch die Gassen.

Aber schon ist über dem Gebirge die Wolkenmauer aufgebaut – Aufstau einer neuen Flut. Bald werden die Männer wieder auf die Wache ziehen, um in das Horn zu blasen – zeigt sich der schwarze Riß am Hang über ihrem Dorfe.