Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 67 (1975)
Heft: 5-6

Artikel: Hochwasserschutz und allgemeiner Wasserbau am Rhein : Schutzwasserbau am Alpen- und Hochrhein von den Quellen bis Basel
Autor: Lichtenhahn, Carlo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920916

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: 13.07.2025

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

HOCHWASSERSCHUTZ UND ALLGEMEINER WASSERBAU AM RHEIN

Schutzwasserbau am Alpen- und Hochrhein von den Quellen bis Basel

DK 627.394.6 : 626.419

Carlo Lichtenhahn

1. ALLGEMEINES

Vom zähen Ringen des Menschen mit einem Urelement, dem Wasser, liefert der wilde Alpenrhein ein treffliches Beispiel. Nachdem er im Bodensee seine Geschiebe- und Schlammfracht abgelagert hat, mündet er als beruhigter Seerhein bei Konstanz in den Untersee, den er als Hochrhein wieder verlässt. Nach Ueberspringen der Felsklippen bei Schaffhausen mit dem «Rheinfall» windet er sich in grösseren und kleineren, von der Topographie und Geologie erzwungenen Schleifen in ost-westlicher Richtung bis zum Knie von Basel, wo er fast rechtwinklig gegen Norden in die oberrheinische Tiefebene zwischen Schwarzwald und Vogesen abgelenkt wird. In Koblenz nimmt er seinen grössten Zufluss, die Aare, auf.

2. DER ALPENRHEIN

Der Vorderrhein, der seinen Ursprung im lieblichen Thomasee am Fusse des 2928 m hohen Badus hat, und der Hinterrhein, der in der Gegend des Rheinwaldhornes (3402 m ü. M.) entspringt, vereinigen sich in Reichenau auf etwa 600 m ü. M. zum sogenannten «Vereinigten Rhein» (Einzugsgebiet 3200 km²). Das grosse Gefälle, das z. T. in Kraftwerkanlagen genutzt wird, erzeugt eine Gewalt, die sich besonders bei Gewittern und Landregen offenbart. Die entfesselten Wildbäche reissen dann Schutt, Wurzelstöcke und Bäume mit sich, und nur zu oft wird dieses Material schubartig als Murgang zu Tale befördert; verwüstetes Kulturland, zerstörte Häuser, weggerissene Brücken sowie verstopfte und gestaute Talflüsse sind meist die Folge. Um die Auswirkungen solcher Katastrophen zu mildern, müssen die wilden «Gesellen» verbaut werden, eine Aufgabe, die im Alpenraum nie beendet sein wird: Einerseits zur Erhaltung der kärglichen Scholle und der Verbindungswege zu den Bergdörfern, anderseits zum Schutze der Niederungen und zur Erzielung einer ausgeglichenen Geschiebeführung der Talflüsse.

2.1 Der Vorderrhein (Länge 70 km)

In diesem Gebiet ist von den Wildbächen besonders der Glenner zu erwähnen, dem aus den Seitentälern Unmengen von Material (Bündnerschiefer) zugeführt werden, so vor allem aus dem Rieinertobel, welches in letzter Zeit mit einer Abtreppung aus hohen, schlanken Betonbogensperren (Bild 1) teilweise verbaut wurde. Die Ufer des Vorderrheins selbst wurden auf der Strecke Disentis—Schleuis nach und nach auf einer Länge von rund 20 km, meist mit Leitwerken aus Blockwurf, gesichert. Zwischen Schleuis und Reichenau hat sich der Fluss in den Flimser Bergsturz eingefressen (Bild 2); hier sind die Verbauungen hauptsächlich durch den Bau der Rhätischen Bahn bedingt.

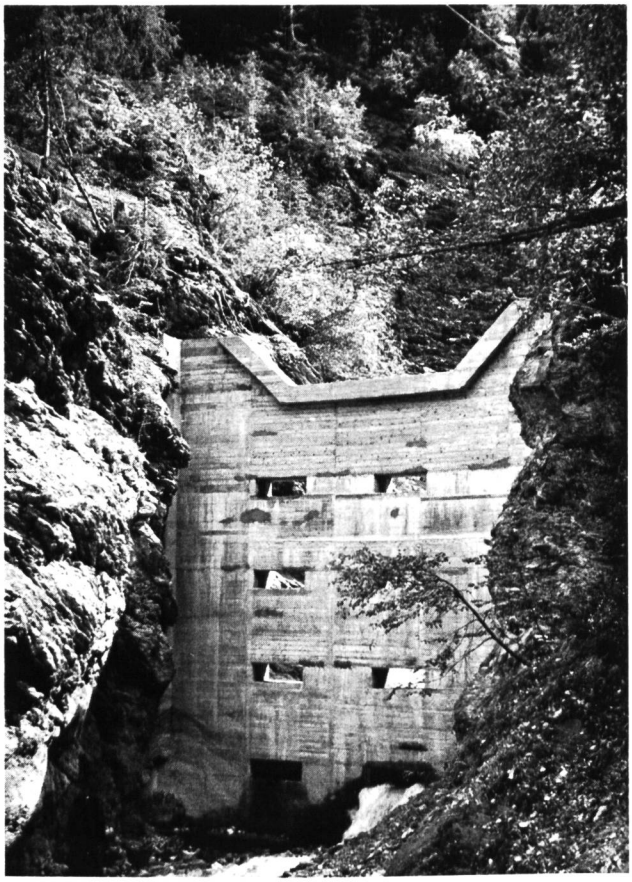


Bild 1 Eine der vielen Betonbogensperren am Rieinertobel, kurz nach der Vollendung im Jahre 1969.

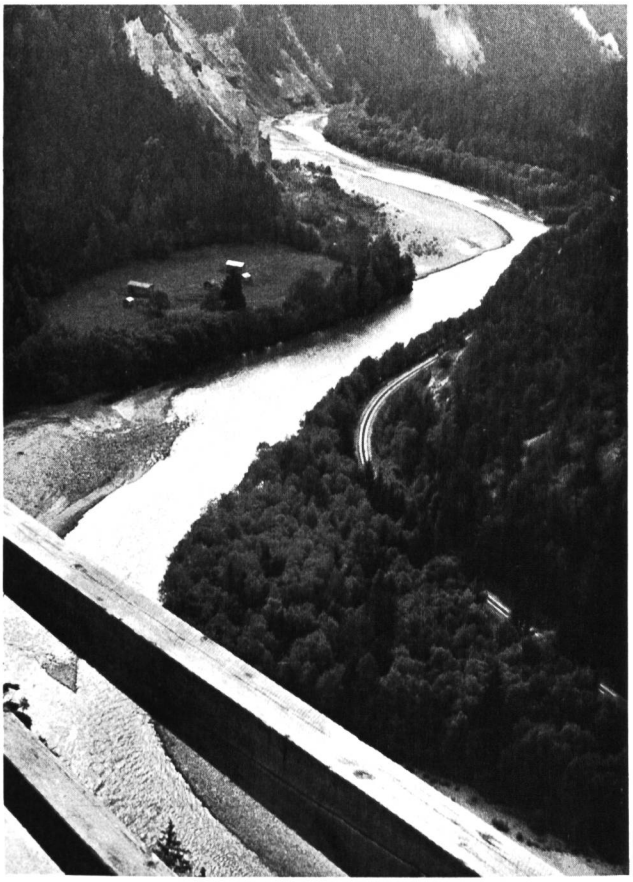
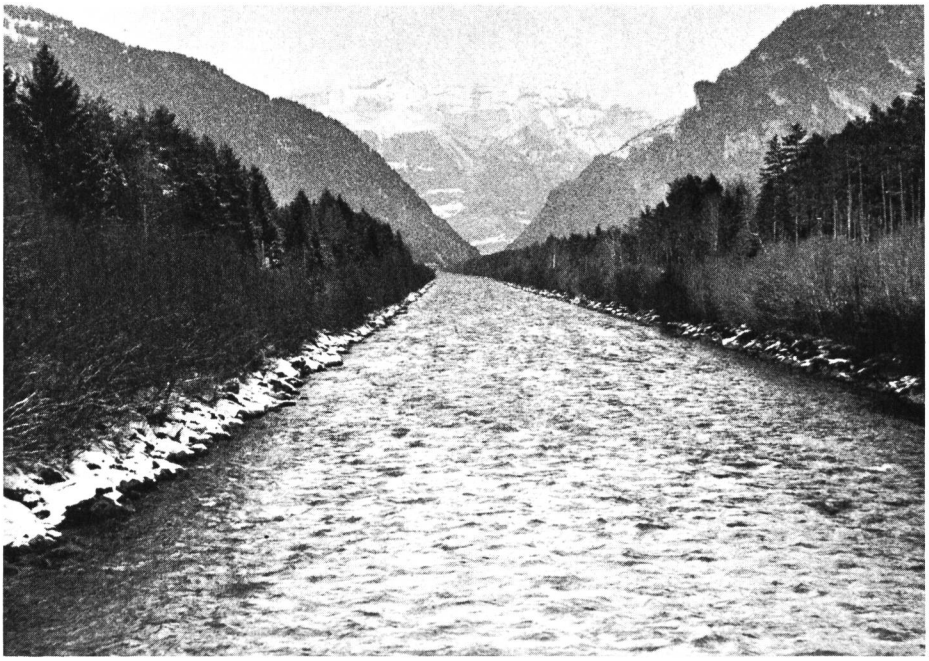


Bild 2 Der Vorderrhein hat durch den Flimser Bergsturz seinen Weg gesucht.

Bild 3
Der Hinterrhein bei Rodels, 1971; Blick flussabwärts, Uferschutz mit Blockwurf.



2.2 Der Hinterrhein (Länge 65 km)

Die Geschichte des Hinterrheins ist mit derjenigen seines gefährlichsten Zuflusses, der Nolla, eng verbunden. Dieser Wildbach führte — als Folge katastrophaler Rutschungen im Einzugsgebiet — besonders im 18. Jahrhundert ungeheure Geschiebemengen zu Tale, welche den Hinterrhein aufstauten und das ohnehin spärliche Kulturland im Talboden des Domleschg verwüsteten. Um das Land wieder urbar zu machen, wurde der Hinterrhein in den Jahren 1832 bis 1892 nach einem Projekt des bekannten Bündner Ingenieurs Richard La Nicca etappenweise korrigiert und in Dämme gefasst. Durch Zufuhr von Nolla-Schlamm und die sogenannte Kolmatierung der Felder konnten bis 1939 rund 300 ha, später weitere 300 ha Neuland gewonnen werden. 1951 beschädigte ein grosses Hochwasser die bestehende Verbauung teilweise, so dass neue Dämme und Vorgründe erstellt werden mussten (Bild 3).

2.3 Der Vereinigte Rhein (Länge 90 km)

Auf dem etwa 23 km langen bündnerischen Abschnitt zwischen Reichenau und der Landquartmündung wurde mit systematischen Korrektionsarbeiten zum Schutze des schmalen Talbodens vor Ueberschwemmungen Mitte des letzten Jahrhunderts begonnen; lediglich an Stellen, die aus topographischen Gründen keiner Verbauung bedurften, blieb der Fluss unberührt. Dank der natürlichen Eintiefung von bis zu rund 3,0 m seit 1897 und Kiesentnahmen ist das heutige Profil in der Lage, selbst ein 100jähriges Hochwasser schadlos abzuführen (Q_{100} = 2400 m³/s, Pegel Felsberg).

Die anschliessende sanktgallisch-bündnerische Rheinstrecke misst von der Einmündung der Landquart an abwärts etwa 12 km; dieser wichtige Zufluss ist auch heute noch einer der bedeutendsten Geschiebelieferanten. Seit 1850 hat sich die Sohle um bis zu 4,0 m vertieft, so dass auch hier — wie auf dem bündnerischen Abschnitt — die Kiesbaggerungen vor kurzem eingestellt werden mussten. In Streckenmitte beträgt die Abflusskapazität etwa 5000 m³/s bei einem 100jährigen Hochwasser von rund 2600 m³/s. Am Ende der Strecke wurde deshalb vor einigen Jahren am Ellhorn eine Blockschwelle erstellt, welche das Längenprofil fixieren soll. Hier beginnt auch die grosse Rheinebene, die sich in einer Breite von 1 bis 10 km bis zum Bodensee hinzieht. Der Rhein lagerte auf dem flachen Talboden seit jeher das Geschiebe ab, wobei er seinen Lauf immer wieder änderte: Der Fluss beherrschte das Tal, und die Siedlungen mussten an den Hängen angelegt werden. Als der Mensch im 11. Jahrhundert schliesslich damit begann, «sein» Land mit primitiven Mitteln örtlich zu schützen, waren nachbarliche Streitigkeiten bald an der Tagesordnung. Die zu schwachen Buhnen (Wuhrköpfe) und die zu niedrigen Dämme wurden immer wieder zerstört; das Geschiebe blieb bei Ausbrüchen in Flussnähe liegen, so dass der Rhein bald einmal auf dem höchsten Punkt des Talbodens floss. Dazu kam, dass eine schonungslose Entwaldung des Einzugsgebietes die Geschiebeführung vergrösserte.

Auf der sanktgallisch-liechtensteinischen Strecke (Bild 4) wurde das seit 1837 angewendete Doppelwuhrsystem nach dem katastrophalen Hochwasser von 1868 durch die heutige Verbauungsart ersetzt, indem die Wuhre des Mittelgerinnes zu Hochwasserdämmen erhöht wurden. Die Sohle des Rheins aber stieg und stieg, bis 1927 das befürchtete Unheil eintrat: Die hochgehenden Fluten durchbrachen den Damm bei

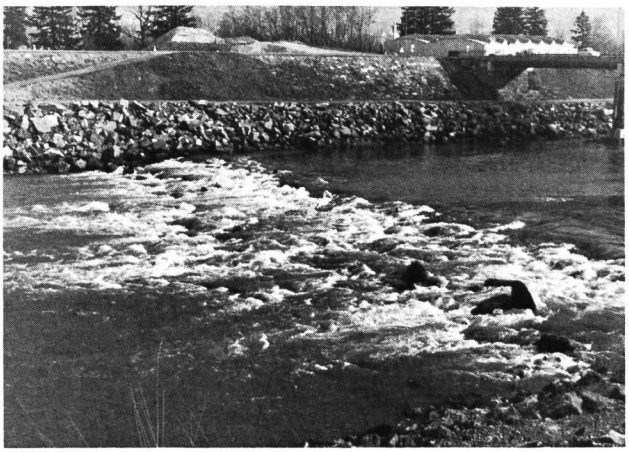


Bild 4 Vereinigter Rhein bei Buchs. Blockschwelle zur Verhinderung der Sohlenvertiefung und zum Schutz der Brückenpfeiler gegen Kolk. Vorgrund aus Blockwurf, Pflästerung des Hochwasserdammes.

Schaan und überschwemmten die rechtsseitige Talebene. Weitere Dammerhöhungen folgten, bis man nach Abwägen verschiedener Möglichkeiten schliesslich übereinkam, die Rheinsohle durch Entnahme von jährlich mindestens 120 000 m³ Kies zu stabilisieren. Massive Baggerungen nach 1960 führten aber rasch zu einer Sohlenvertiefung, so dass die Kiesentnahmen immer mehr eingeschränkt und 1973 ganz eingestellt werden mussten. Die Rheinsohle liegt heute tiefer als 1848 zu Beginn der Korrektion, und der Rhein ist daran, sein Längenprofil wieder in ein natürliches Gleichgewicht zu bringen. Die 100jährige Hochwassermenge beträgt rund 2650 m³/s, die Abflusskapazität des Gerinnes mehr als 7000 m³/s.

Die Geschichte der anschliessenden «internationalen Rheinstrecke» von der Illmündung bis zum Bodensee (E=6123 km²) ist für den Flussbauer besonders interessant. Wie oberhalb der Ill waren auch hier Dammbrüche und Ueberschwemmungen an der Tagesordnung (Bild 5). Verschiedene katastrophale Hochwasser führten 1871 zunächst zu einem sogenannten Präliminarabkommen zwischen der Schweiz und Oesterreich. Erst die Hochwasser von 1888 und 1890 veranlassten jedoch die Regierungen beider Länder am 30. Dezember 1892, den ersten, 1924 ergänzten Staatsvertrag abzuschliessen, der folgende Bauwerke umfasste:

— Direkte Einführung des Rheins in den Bodensee mit dem Fussacher Durchstich (Länge 4925 m); durch die Verkürzung um 6 km konnte die wenig Gefälle aufweisende Strecke Brugg—Altenrhein umgangen werden. Die Breite des Normalgerinnes wurde auf 110 m, diejenige der beidseitigen Vorländer auf je 75 m festgelegt;
— Normalisierung der anschliessenden «Zwischenstrecke» auf 110 m Breite, unter Belassung der bestehenden Vorländer;
— Abschneiden der Hohenemserkurve mit dem Diepoldsauer Durchstich (Länge 6146 m; Verkürzung um rund 2,8 km), der das gleiche Normalprofil erhielt wie der Fussacher Durchstich;
— Normalisierung der «oberen Strecke» bis zur Illmündung entsprechend der Zwischenstrecke.

Der Fussacher Durchstich wurde im Jahre 1900, der Diepoldsauer Durchstich 1923 vollendet. Trotz einer Verkürzung der Strecke um insgesamt rund 8 km erwies sich die gewählte Breite bald als zu gross, und wegen der zu geringen Schleppkraft des Rheins kam es zu immer grösseren Ablagerungen im Mittelgerinne. Die nötig werdenden

Bild 5
Internationaler Rhein um 1850.
(Eidg. Landestopographie)

Bild 6 Internationaler Rhein von der Brücke Au bis zum Bodensee; Mittelgerinne, Vorland, Hochwasserdamm.

Dammerhöhungen hätten aber zu einer Bedrohung der Rheinebene geführt, weshalb die Vertreter der beiden Anliegerstaaten die Versuchsanstalt für Wasser- und Erdbau der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich damit beauftragten, das Rheinproblem in seiner Gesamtheit mit Hilfe von Modellversuchen zu studieren. Diese Versuche, deren Grundlagen teilweise erst erarbeitet werden mussten, brachten neben der Lösung der gestellten Aufgabe auch neue Erkenntnisse im Zusammenspiel von Wassermenge, Geschiebetrieb, Korndurchmesser, Profilbreite und Gefälle; sie führten zudem zur allgemein bekannten Geschiebetriebformel Meyer-Peter/Müller (1948).

Das aufgrund der Studien ausgearbeitete Umbauprojekt war Gegenstand des Staatsvertrages von 1954. Es umfasste im wesentlichen die Vergrösserung der Abflusskapazität durch höhere Mittelgerinnewuhre, eine Erhöhung der Schleppkraft durch verringerte Gerinnebreite, die Befreiung der Vorländer von Staudenwuchs sowie die Vorstreckung der Regulierungsbauwerke in den Bodensee. Diese Arbeiten zeitigten eine gute Wirkung, und das Längenprofil der Sohle befindet sich heute im Beharrungszustand (Bild 6). Die Vorstreckung der Dämme (Projekt 1972) zur Ableitung des Rheins in die grösseren Seetiefen sollte bis etwa 1993 beendet sein. Die 100jährige Hochwassermenge beträgt 3250 m³/s, die Abflusskapazität der internationalen Strecke rund 5000 m³/s.

3. DER BODENSEE (Länge 70 km)

Am Ende des Fussacher Durchstiches ergiesst sich der Alpenrhein in den rund 540 km² grossen Bodensee (Ober- und Untersee), wo die Hochwasserspitzen gebrochen werden. Einem Höchstzufluss aus dem Alpenrhein von über 3000 m³/s steht lediglich eine Abflussspitze aus dem Untersee von 1150 m³/s gegenüber. Die zulässige Speicherkapazität wird aber gerade bei Hochwasser überschritten, was zu Ueberschwemmungen der Uferzone führt, so dass sich das Problem einer Seeregulierung seit mehr als einem Jahrhundert stets von neuem stellt. Das unter der Führung des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft ausgearbeitete «Projekt 1973» sieht eine Verbesserung des Durchflusses zwischen Ober- und Untersee bei Konstanz, eine Vergrösserung der Abflusskapazität des Hochrheins aus dem Untersee sowie die Erstellung eines Wehres mit Schleuse für die bestehende Personenschiffahrt unterhalb Hemishofen vor, wodurch im wesentlichen die Hochwasserstände um etwa 70 cm gesenkt und die sommerlichen Niederwasser im Obersee um etwa 50 bis 70 cm erhöht werden könnten. Die Bevölkerung ist heute aus Natur-

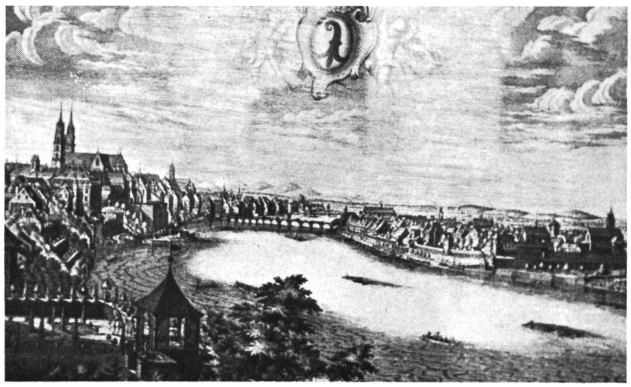


Bild 7 Rhein in Basel nach einem Stich aus dem Jahre 1745; Blick flussabwärts gegen die mittlere Brücke.

schutzgründen eher gegen eine Bodenseeregulierung eingestellt, doch könnte vielleicht schon ein grösseres Hochwasser die Verwirklichung des Projektes fördern.

4. DER HOCHRHEIN VOM BODENSEE BIS BASEL (Länge 140 km)

Die Akten im Bundesarchiv zeigen, dass von 1877 bis zum Bau der verschiedenen Laufkraftwerke am Hochrhein nur wenige, verhältnismässig kurze Strecken verbaut wurden. Dies lag daran, dass einerseits der Rhein hier seit jeher seinem vorgezeichneten Lauf folgen konnte und anderseits die Anliegergemeinden kleinere Uferschutzarbeiten ohne Bundeshilfe selbst ausführten. An Teilverbauungen sind unter anderem zu erwähnen:

— Uferregulierung und Aufschüttungen in Konstanz (1881 bis 1925);
— Neuere Uferschutzarbeiten am Trichter des Untersees und an der anschliessenden Flussstrecke bis zum Kraftwerk Schaffhausen, wobei der aus Blockwurf bestehende Uferschutz weitgehend der natürlichen Uferlinie folgt und die Schönheit der Rheinlandschaft sowenig als möglich beeinträchtigt;
— Verbauung der Mäanderstrecke zwischen Ellikon und Rüdlingen, einschliesslich tangentiale Einmündung der Thur (1888 bis 1925);
— Ufermauern in verschiedenen Dörfern und alten Städtchen am Rhein, sowie
— Ufersicherungen im Zusammenhang mit dem Bau der Rheinhäfen in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt.

Der Bau der Niederdruckwerke, wovon an anderer Stelle die Rede sein wird, drängte sich am Hochrhein mit seinem stabilen Lauf geradezu auf. In den Konzessionen wurden die insgesamt zwölf Kraftwerkgesellschaften verpflichtet, die notwendigen Ufersicherungen — fast auf der ganzen Strecke — zu erstellen und zu unterhalten. Für die Höhe der Dämme ist bei neueren Werken das grösste seit 1803 in Basel beobachtete Hochwasser (1876 = 5400 bis 6000 m³/s) massgebend, während für die Uferbefestigungen wegen des Wellenschlages der höchstschiffbare Wasserstand von 2420 m³/s oberhalb der mittleren Rheinbrücke von Basel zu beachten ist. Durch rechtzeitiges Oeffnen der Wehrschützen wird zudem dafür gesorgt, dass bei einem katastrophalen Hochwasser kein schädlicher Aufstau im Oberwasser entsteht.

In Basel bzw. bei dem unterhalb Basel gelegenen Kraftwerk Kembs, welches den Wasserstand bei 6000 m³/s so absenken kann, dass die frühere natürliche Wasserspiegellinie nirgends überschritten wird, findet der Hochrhein seinen Endpunkt. Durch diese Regulierung dürfte die Stadt am Rheinknie, welche früher immer wieder von Ueberschwemmungen heimgesucht wurde, vor Hochwassern weitgehend geschützt sein, um so mehr als die Uferschutzbauten im Laufe der Jahre immer wieder ergänzt wurden (Bilder 7 und 8).

Abschliessend darf man wohl sagen, dass die Gebiete längs des Alpen- und des Hochrheins auf einer rund 370 km langen Strecke fast durchgehend vor den Angriffen der Fluten geschützt sind, und es ist zu hoffen, dass Ueberschwemmungen des unberechenbaren Elementes Wasser ausbleiben.

Adresse des Verfassers:
C. Lichtenhahn, Tit. Prof. ETHZ
Sektionschef beim Eidg. Amt
für Strassen- und Flussbau, Bern

Bildernachweis:
Bild 1: Foto C. Bischoff, Chur
Bilder 2, 4, 7, 8: C. Lichtenhahn/ASF, Bern
Bild 3: Foto Siegfried/ASF, Bern
Bild 5: Eidg. Landestopographie, Bern
Bild 6: Foto Comet, Zürich

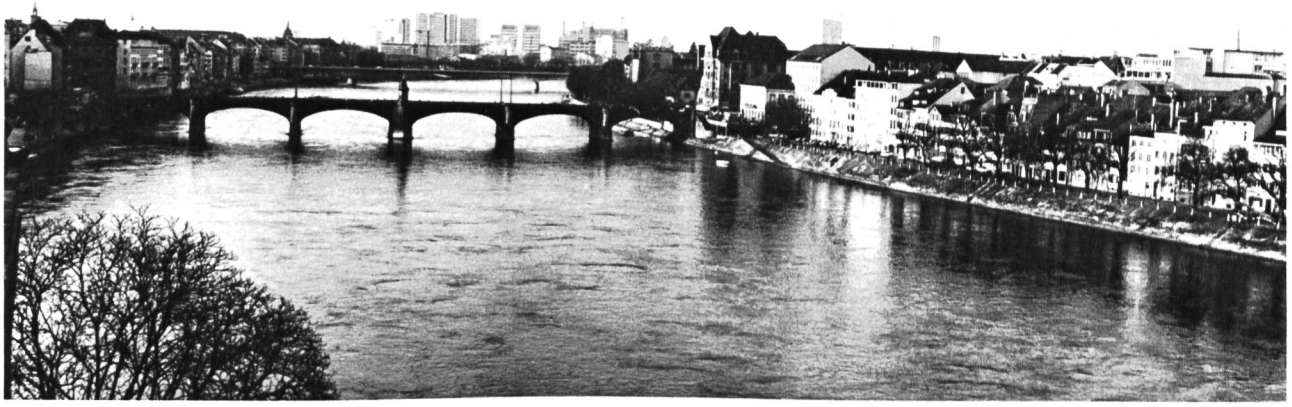



Bild 8 Rhein in Basel 1975; Uferschutz am rechten Ufer. Blick flussabwärts gegen die mittlere Brücke.