Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 64 (1972)

Heft: 10-11

Artikel: Flussbauliche Probleme am Rhein zwischen Reichnau und dem Bodensee im Wandel der Zeit

Autor: Lichtenhahn, Carlo

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920974

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: 12.07.2025

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

FLUSSBAULICHE PROBLEME AM RHEIN ZWISCHEN REICHENAU UND DEM BODENSEE IM WANDEL DER ZEIT[1]

Carlo Lichtenhahn

DK 627.4

INHALT:

1. Allgemeines
1.1. Einleitung
1.2. Das Einzugsgebiet des Rheins
1.3. Einige charakteristische flussbauliche Grössen
2. Die Rheinstrecke Reichenau—Landquart
3. Die Rheinstrecke Landquart—Ill
4. Die Rheinstrecke Ill—Bodensee (sogenannte «internationale Rheinstrecke»)
5. Ueberblick über die Sohlenbewegungen und Baggerungen
6. Die Hochwassersicherheit des Rheintales

1. Allgemeines

1.1 EINLEITUNG

Dieser Bericht will einen Ueberblick über die in den letzten 100 Jahren an der 90 km langen Rheinstrecke von Reichenau bis zum Bodensee getroffenen flussbaulichen Massnahmen und deren Wirkung auf die Lage der Rheinsohle sowie über die Sicherheit des Rheintales vor Hochwasser geben. Vor rund hundert Jahren stürzte sich der entfesselte Rhein einmal mehr auf Sargans und die talwärts gelegenen Ortschaften, und bei Buchs und Sevelen barsten sogar die neuen Dämme unter dem anstürmenden Wasser. Damals, und auch in den nachfolgenden Jahren, ging es um den Kampf gegen die fortschreitende Aufschotterung des Flussbettes. Heute hingegen steht die Sorge um die zu starke Eintiefung der Rheinsohle im Vordergrund. Für das Fortdauern der mühsam erkämpften Sicherheit stellt die Stabilisierung der Rheinsohle gegenwärtig ebenso sehr das Kernproblem dar wie vordem bei der Auflandung.

1.2 DAS EINZUGSGEBIET DES RHEINES (Bild 1, Kartenbeilage)

Flussbaulich besonders wichtige Merkmale im Einzugsgebiet des Rheins zwischen Reichenau und dem Bodensee sind:

— Der Zusammenfluss des Hinter- und Vorderrheins in Reichenau ($E = 3206$ km²; Q max je etwa 1000 m³/s). Im steilen Gebiet oberhalb dieses Zusammenflusses liegen die Wildbäche, unter denen die bekannten Geschiebelieferanten «Glenner» (Rieinertobel, Bild 4) und «Nolla» (Bilder 2 und 3) besonders erwähnt seien.

— Die Einmündungen der Hauptzuflüsse «Landquart» und «Ill» sowie die Ausmündung des Rheins in den Bodensee ($E = 6122$ km²; Q max etwa 3200 m³/s).

Diese Zuflüsse teilen den Rhein von Reichenau bis zum Bodensee in drei Hauptabschnitte ein:

Reichenau—Landquart: Die Landquart ist, obschon verschiedene ihrer Seitenbäche verbaut wurden, der Hauptgeschiebelieferant des Rheins.

Landquart—Ill: Der frühere Geschiebelieferant, die Ill, ist infolge des Kraftwerkbaues und der Wildbachverbauungen sowie der Kiesentnahmen geschiebearm geworden.

Ill—Bodensee: Das Rheindelta im Bodensee wächst entsprechend der jährlichen Zufuhr von etwa 3 Mio m³ Material (vorwiegend Sand und Schlamm).

Die obgenannten Abschnitte werden weiter unten näher behandelt.

1.3 EINIGE CHARAKTERISTISCHE FLUSSBAULICHE GRÖSSEN

Es seien einige charakteristische Grössen des Rheins im Bild 5 dargestellt:

— Längenprofil mit den Fixpunkten bei der Maschänserrüfe, der Landquartmündung, der Felsschwelle unterhalb Buchs und bei der Illmündung; in letzter Zeit hinzugekommen sind als künstliche Fixpunkte das Wehr des Kraftwerks Reichenau I, eine Blockschwelle bei Felsberg, eine solche beim Ellhorn und eine weitere bei Buchs.

— Gefälle variierend von 4 ‰ bis 1 ‰
Gefällewechsel
bei der Maschänserrüfe von 2,3 ‰ auf 3,5 ‰
bei der Landquart konstant
bei der Ill von 0,85 ‰ auf 1,6 ‰

— Sohlenbreiten heute zwischen den Vorgründen:
Reichenau—Landquart 80—300 m
Landquart—Ill 85—115 m
Ill—Bodensee 45— 85 m

— Wassertiefen des hundertjährigen Hochwassers variierend zwischen 8,30 m bei km 87 bis km 88 oberhalb der Mündung und 2,60 m bei km 20,5 oberhalb der Landquart.

— Geschiebegrössen, ausgedrückt durch den massgebenden Durchmesser dm.

2. Die Rheinstrecke Reichenau — Landquart (Bilder 6 bis 11)

Der schmale Talboden des Churer Rheintales musste der zunehmenden Besiedlung dienstbar gemacht und deshalb gegen Ueberschwemmungen geschützt werden. Die Mitte des letzten Jahrhunderts begonnenen Korrektionsarbeiten wurden nach einem Richtplan mit einer Korrektionsbreite von rund 90 m ausgeführt. Die Arbeiten umfassten zunächst nur den Schutz der gefährdeten Stellen durch Längsdämme; mit der allmählichen Schliessung fast aller Lücken ergab sich eine nahezu durchgehende Korrektion, die von Reichenau bis Landquart reicht. Oberhalb der Landquartmündung wurde beispielsweise nur längs des rechten Ufers ein Schutzdamm errichtet, unter Belassung der natürlichen Alluvialebene, deren Breite von 200 m bis 320 m variiert. Die Korrektionsbreite wurde, wie bei der Mehrzahl der Schweizer Flüsse, eher schmal gewählt, damit sich der Fluss zur Vermeidung der Ueberschwemmungsgefahr in die Talsohle einfressen konnte. Ist aber

[1] Etwas abgeänderter Text der vor dem Rheinverband und dem Linth-Limmatverband am 16. April 1971 in Sargans bzw. am 27. Oktober 1971 in Zürich gehaltenen Vorträge. Die Studie wurde im Rahmen des hydrologischen Dezenniums durchgeführt.

Bild 2
Alte Sperre in der Nolla.
Der linke Sperrenflügel wurde von dem sich in Bewegung befindlichen Hang nach aufwärts gedrückt.

die Breite zu klein gewählt, so fliesst das Wasser konzentrierter, die Schleppkraft ist zu gross: Der Fluss schleppt dann nicht nur das von oben stammende Material mit, sondern er sucht sich mit dem Sohlenmaterial selbst zu sättigen, das heisst, er vertieft sich. Durch die Eintiefung wird seine Breite immer geringer, wodurch sich die Schleppkraft weiter vergrössert. Diese Vertiefung der Sohle verlangt von Zeit zu Zeit die Verstärkung des Dammfusses durch Vorgrundergänzungen und die Unterfangung der Brückenpfeiler; sie kann aber durch natürliche oder künstliche Fixpunkte an geeigneten Stellen des Flusslaufes verhindert werden (Bild 6/Faltblatt 1). Schon im Jahre 1934, als man wegen des bedrohlichen Auflandens der internationalen Rheinstrecke von allen Seiten eine Beschleunigung der Wildbachverbauung forderte, dadurch aber eine Verstärkung der Eintiefungstendenz der Sohle zwischen Reichenau und der Landquartmündung befürchtete, wurde untersucht, wie die Sohlenerosion verhindert werden könnte. Von einer Privatfirma wurden Caissonschwellen als Fixpunkte, wie sie bei den Kraftwerken für den Pfeilerbau üblich waren, vorgeschlagen. Wegen der hohen Kosten liess man diesen Gedanken allerdings fallen.

Die heute vorhandenen Fixpunkte sind im Rheinlängenprofil (Bild 7/Faltblatt 1, Rückseite) schematisch angegeben:

Die Wehrschwelle des bestehenden Kraftwerks Reichenau I stellt einen willkommenen Fixpunkt in der obersten Strecke dar. Ein besonderes Wehrreglement schreibt das Oeffnen der Schützen vor, sobald der Rhein bei einer Wassermenge von etwa 200 m^3/s Geschiebe zu führen beginnt. Dadurch wird im Stauraum sozusagen kein Geschiebe abgelagert; der Geschiebefluss bleibt also trotz des Wehres nahezu ungeschmälert.

Ein weiterer willkommener künstlicher Fixpunkt ist die anlässlich des Autobahnbaues erstellte Blockschwelle bei Felsberg, die im Modell von der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich erprobt wurde. Dank dieser Schwelle, welche die Sohlenlage auf konstanter Höhe hält,

Bild 3
Neuere Sperre in der Nolla.
Der Seitendruck vom linken Hang wird durch den verkleideten Damm aufgenommen.

mussten für die flussaufwärts gelegene Strecke die Uferschutzwerke für die Nationalstrasse N 13 weniger tief fundiert werden.

Da unterhalb der Schwelle die Erosion weitergeht, erhöht sich die Gefälledifferenz zwischen Ober- und Unterwasser immer mehr, was unterhalb der Schwelle grössere Kolke verursacht, die für deren Bestand nicht ungefährlich werden können. Der Zeitpunkt des Baues einer zweiten Schwelle unterhalb der bestehenden in Felsberg dürfte nicht mehr allzu fern sein. Eine zusätzliche Vertiefung der Rheinsohle durch Kiesentnahmen unterhalb der Schwelle ist unerwünscht. Im bestehenden Kieswerk Calanda an der Plessur wird heute, wenigstens teilweise, statt Kies aus dem Rhein solcher aus andern Geschiebequellen aufgearbeitet.

Einen natürlichen Fixpunkt bildete die Einmündungsstelle der Maschänserrüfe in den Rhein. Dieser gefährliche Wildbach, der bei heftigen Gewittern dem Rhein grobes Material in Mengen von mehreren zehntausend Kubikmetern zuführte, war für die Nationalstrasse eine latente Gefahr, weshalb oberhalb seiner Einmündung in den Rhein ein grosser Geschiebesammler erstellt wurde (Bilder 8 und 9). Die grobe Rheinsohle an der Einmündungsstelle der Rüfe hielt bis jetzt der Erosionskraft stand; sie dürfte sich jedoch in Zukunft vertiefen, wenn nicht weiter unten der Betrieb der zwei bestehenden Baggeranlagen drastisch eingeschränkt wird.

Die Strecke oberhalb der Landquartmündung, die, wie bereits erwähnt, gegenüber der normalen Korrektionsstrecke überbreit ist, stellt einen weiteren natürlichen Fixpunkt des Rheinlaufes dar. Sie kommt einem natürlichen Auffangbecken gleich, aus dem in letzter Zeit ebenfalls Kies gewonnen wird.

Den Abschluss dieser Alluvialebene und zugleich einen weiteren natürlichen Fixpunkt bildet die Einmündungsstelle der Landquart. Die Landquart ist d e r Geschiebelieferant des Rheins, obwohl in letzter Zeit durch den Bau von grösseren Geschieberückhaltesperren im Schraubach vorübergehend bedeutende Geschiebemengen zurückgehalten wurden. Bei der Einmündungsstelle befindet sich zudem ein Kieswerk.

Die Aenderung der Rheinsohle seit 1897 ist aus Bild 7 ersichtlich.

Es ist aufschlussreich festzustellen, dass auf der Strecke Reichenau—Landquart dem Rhein durch die natürliche Erosion aus seiner Sohle in den Jahren 1897 bis 1953 rund 50 000 bis 100 000 m³/Jahr entnommen wurden, was in 56 Jahren einem Total von über 4 Mio m³ entspricht; allein seit 1949 wurden aus der erwähnten Strecke rund 3,3 Mio m³, das heisst, im Mittel etwa 150 000 m³/Jahr durch Baggerungen gewonnen.

Wie sich die natürliche Erosion und die Baggerungen auf die Sohlenlage des Rheins ausgewirkt haben, zeigen die Aufzeichnungen über die Sohlenvertiefung an einigen ausgewählten Stellen in der Zeit 1897 bis 1966 (Bild 10). Daraus geht hervor, dass

- die Sohlenvertiefung einigermassen gleichmässig fortgeschritten ist und die Einwirkung der Baggerungen von 1949 bis 1966 nicht stark zum Ausdruck kommt;
- die totale Sohlenvertiefung in dieser Zeitspanne — je nach Strecke — zwischen 0,70 m und 3,10 m, jährlich also zwischen 1 cm und 4,5 cm betrug und
- in der untersten Strecke (km 21 bis km 23,276), dort wo die Flussbreite übergross ist, zwischen 1929 und 1954 eine kleine Auflandung festgestellt wurde, die sich dann aber infolge der heutigen Baggerungen in eine Sohlenvertiefung umwandelte.

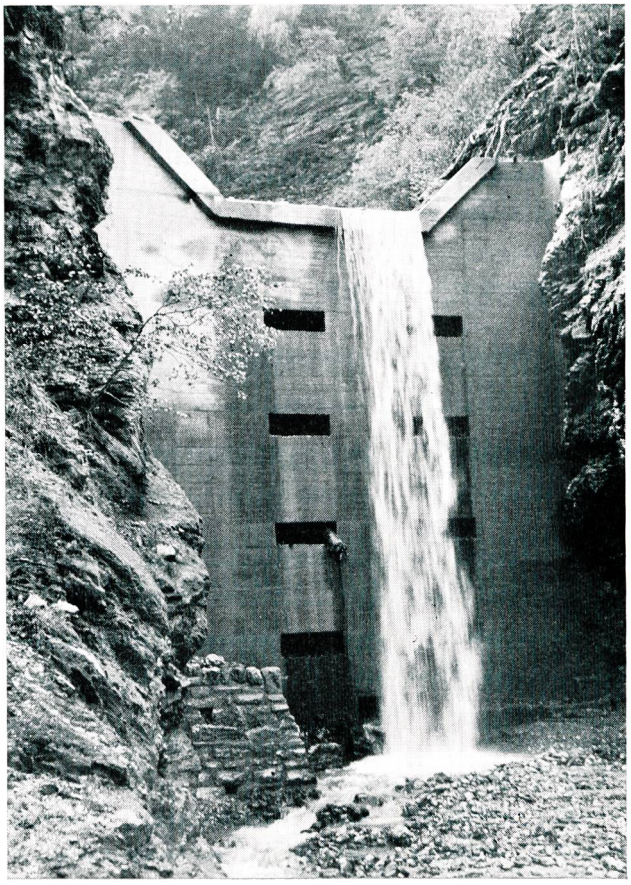


Bild 4 Rieinertobel (Seitenbach des Glenners). Moderne Bogensperre, erstellt 1969.

Die Kiesentnahmen auf der Strecke Reichenau—Landquart waren trotz der Sohlenvertiefung berechtigt, weil dadurch das Durchflussprofil vergrössert und damit die Sicherheit gegen Ueberschwemmungen erhöht werden konnte. Ohne Baggerungen hätte man die bestehenden Dämme zur Aufnahme eines 100jährigen Hochwassers erhöhen müssen; die Kosten für die Ergänzungen der Uferschutzwerke (Vorgründe) mussten in Kauf genommen werden.

Wegen der mit der Sohlenvertiefung wachsenden Kosten für Wuhrbauten und Vorgrundergänzungen und nicht zuletzt auch um den Grundwasserspiegel auf der heutigen Höhe zu halten, wird man die Kiesentnahmen in nicht allzu ferner Zukunft ganz einstellen und gegebenenfalls die Sohle an kritischen Stellen durch Querschwellen fixieren müssen. Entsprechend einer Vereinbarung zwischen dem Baudepartement des Kantons Graubünden und den Bündner Kieslieferanten wurden die Kiesentnahmen für 1971 um zirka ein Viertel der bisherigen Entnahmemenge reduziert. Der Einfluss von Baggerstellen auf das Längenprofil wird anhand eines Schemas (Bild 11/Faltblatt 1) dargestellt.

3. Die Rheinstrecke Landquart — III

In der Geschichte der Korrektionsarbeiten am sanktgallischen Rhein unterscheiden wir folgende Phasen:

In der e r s t e n P h a s e war der Fluss Alleinherrscher im Tale. Er pendelte hin und her, lagerte bei grosser Wasserführung besonders in den Kurven Geschiebe ab und versperrte sich dadurch seinen eigenen Weg. Sein Lauf änderte von Hochwasser zu Hochwasser und hob mehr oder weniger gleichmässig die ganze Talsohle an. Die spärliche Bevölkerung ging ihm aus dem Wege und baute sich ihre Dörfer am Sicherheit bietenden Berghang.

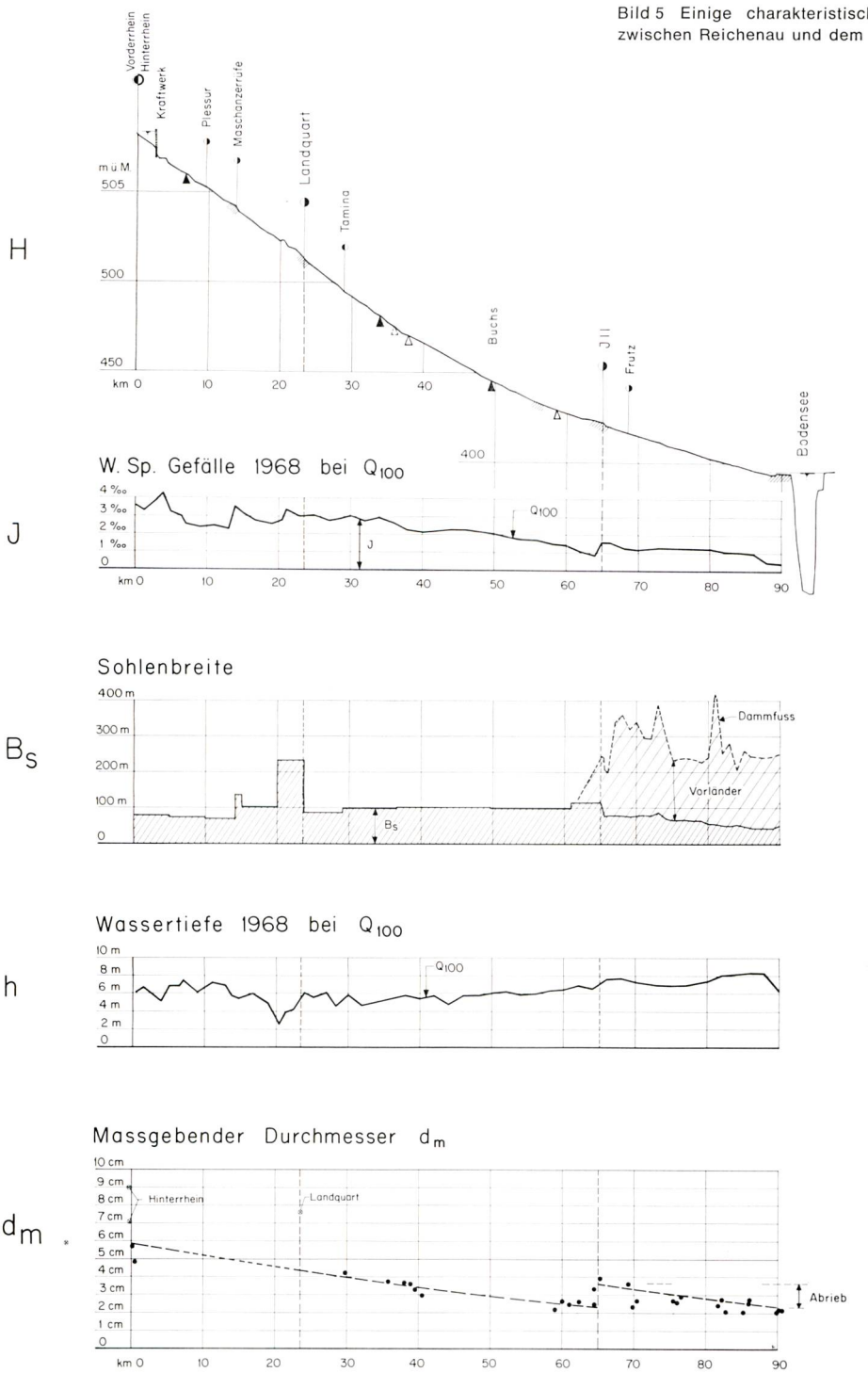


Bild 5 Einige charakteristische flussbauliche Grössen des Rheins zwischen Reichenau und dem Bodensee.

In der zweiten Phase stiess der Mensch gegen die Ebene vor. Schon im 11. Jahrhundert war im sanktgallischen Rheintal von Rheinnot, Föhnnot und Rüfinot die Rede: Ernsthafte Bemühungen, den Strom in ein bestimmtes Bett zu weisen, gehen schon auf diese Zeit zurück. Der Uferschutz beschränkte sich während langer Zeit darauf, einzelne exponierte Stellen des gewundenen Flusslaufes durch sogenannte schiefe und stromabwärts verlaufende Schupf-, Stupf-, Ruck- oder Wurfwuhren aus Holz und Stein zu schützen. Der Zweck dieser Uferbauten bestand offenbar darin, das Wasser vom eigenen bedrohten Ufer auf dasjenige des Nachbarn «hinüberzuschupfen»! Wuhrbriefe legten die zwischen den Nachbarn getroffenen Abmachungen fest; trotzdem waren Wuhrstreitigkeiten an der Tagesordnung. Die von Hauptmann Römer im Jahre 1769 ausgefertigte kartographische Aufnahme des Rheins gibt das erste anschauliche Bild des alten Wuhrwesens. Römer tadelte hauptsächlich die Bauweise mit den einzelnen, unzusammenhängenden Schupfwuhren und dem ungleichmässigen Abstand zwischen den Wuhrköpfen. Weiter landwärts war ein lückenhaftes Deichsystem ohne einheitliche Breite angelegt worden, doch nur dort, wo grosse Gefahr herrschte oder wo der Rhein durchgebrochen war.

Während im 17. Jahrhundert nur vereinzelte Dammbrüche erwähnt sind, zählte man im 18. Jahrhundert 17 Katastrophen, die zum Teil auf dieses unsystematische Bewuhrungssystem zurückzuführen waren. Die zu niedrigen Dämme hatten bei jedem grossen Hochwasser Damm-

E = 6123 km²
E = 3206 km²
Diepoldsau
Trübbach
Landquart
Schraubach
Reichenau
Vorderrhein
Hinterrhein
ZÜRICH
LUZERN
WINTERTHUR
ST GALLEN
BREGENZ
DORNBIRN
FELDKIRCH
CHUR
Vorarlberg
ÖSTERREICH
1:500 000
Eidg. Landestopographie Wabern-Bern Alle Rechte vorbehalten

Bild 6
Schema zum Vorgang der Sohlenerosion am Beispiel des Bündnerrheines.

L1
früheres Längenprofil

L2
Längenprofil heute ohne Querschwellen

L3
Längenprofil nach Einbau von Querschwellen

L_{Gl}
Gleichgewichtslängenprofil, im Endzustand, ohne Einbau von Schwellen

Δh
Absenkung des Grundwasserspiegels

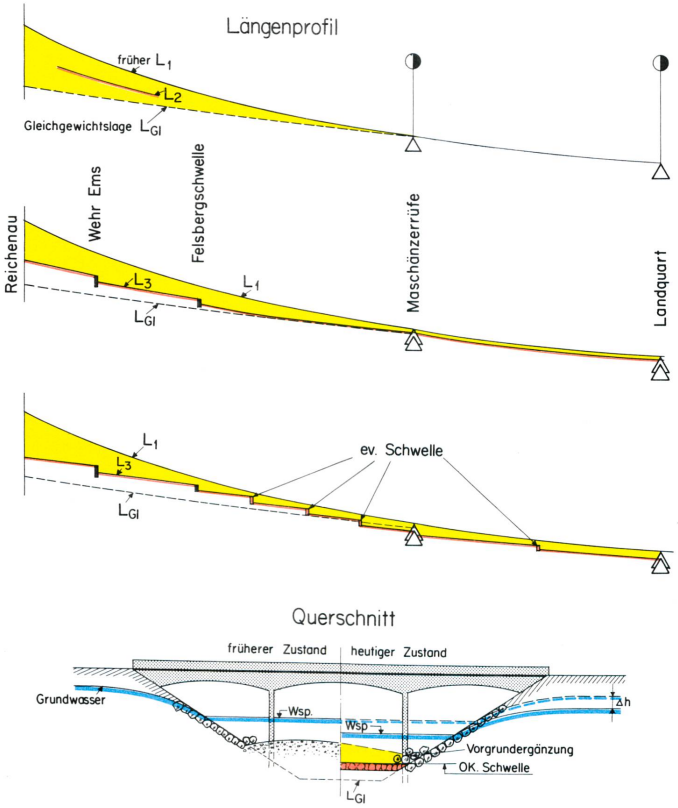
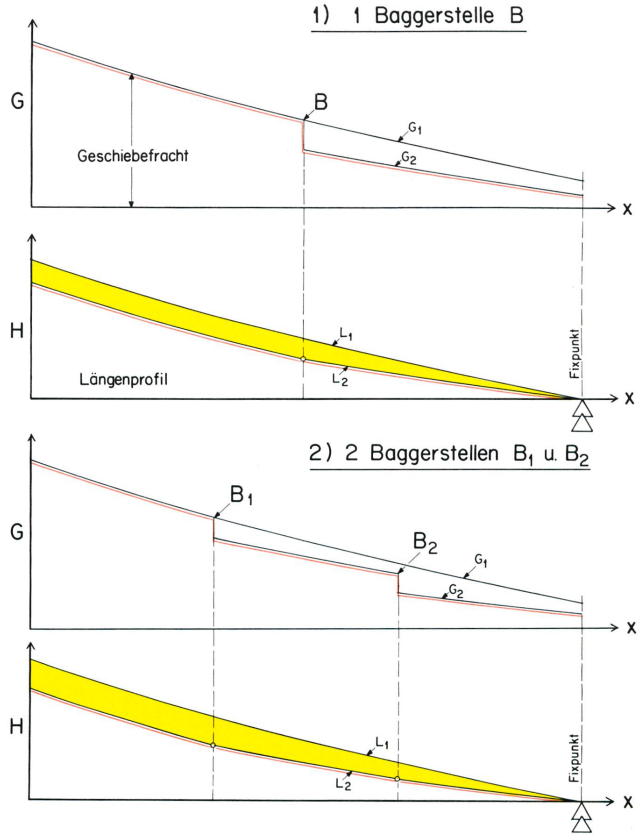


Bild 11
Schema zum Vorgang bei Dauerbaggerungen. Der Fluss braucht zur Erhaltung einer gegebenen Sohlenlage eine bestimmte Geschiebezufuhr G. Wird nun durch Dauerbaggerungen an der Stelle B eine gewisse Kiesmenge herausgenommen, so wirkt das Baggerloch als Geschiebefänger, und die Geschiebefracht unterhalb der Baggerstelle wird kleiner (G2 statt G1). Das Gefälle wird kleiner und die Sohle muss sich flussabwärts entsprechend senken (L2 statt L1). Da sich die Sohle bei der Baggerstelle B selbst senkt, muss sie sich in der Folge auch oberhalb derselben senken. Daraus ergibt sich, dass eine Dauerentnahme mit der Zeit eine Senkung der Sohle flussab- und flussaufwärts nach sich zieht. Werden die Baggerstellen B1 und B2 vermehrt, so senkt sich die Sohle entsprechend. Mit richtig verteilten und dosierten Baggerungen kann in einer Auflandungsstrecke ein tieferes Längenprofil erzwungen werden.



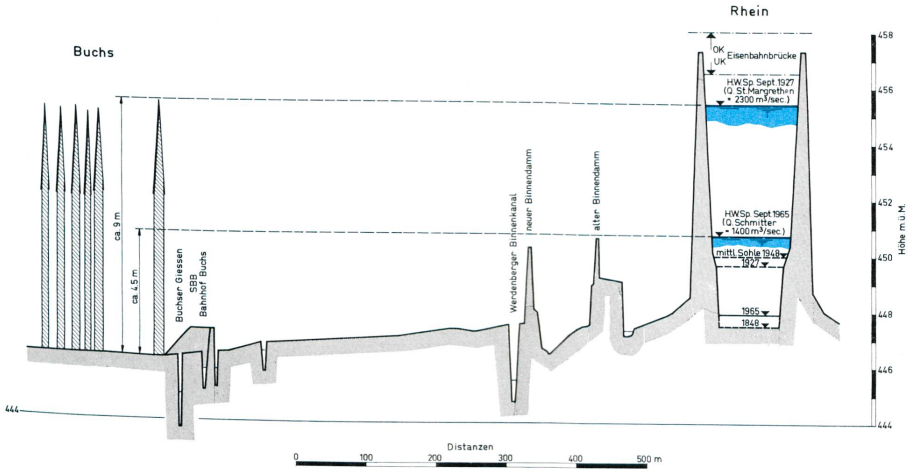


Bild 12 Talprofil bei der Eisenbahnbrücke Buchs, km 49,0.

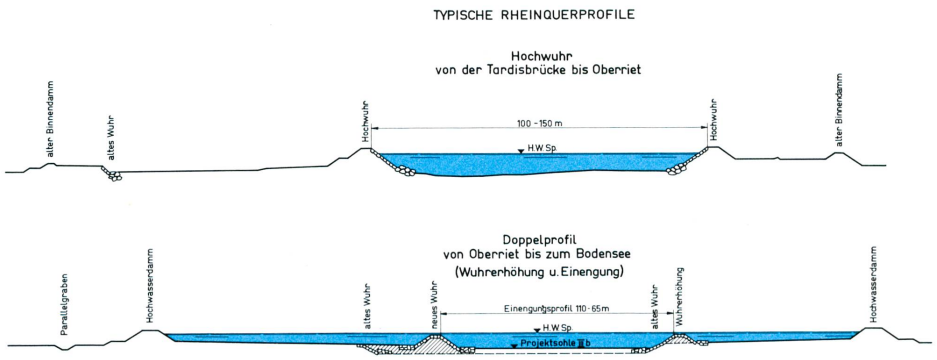


Bild 13 oben: Normalprofil der Rheinstrecke zwischen der Landquart und der Ill
unten: Normalprofil der internationalen Rheinstrecke zwischen Ill und Bodensee (vor und nach der Wuhrerhöhung und Einengung nach Projekt III^b).

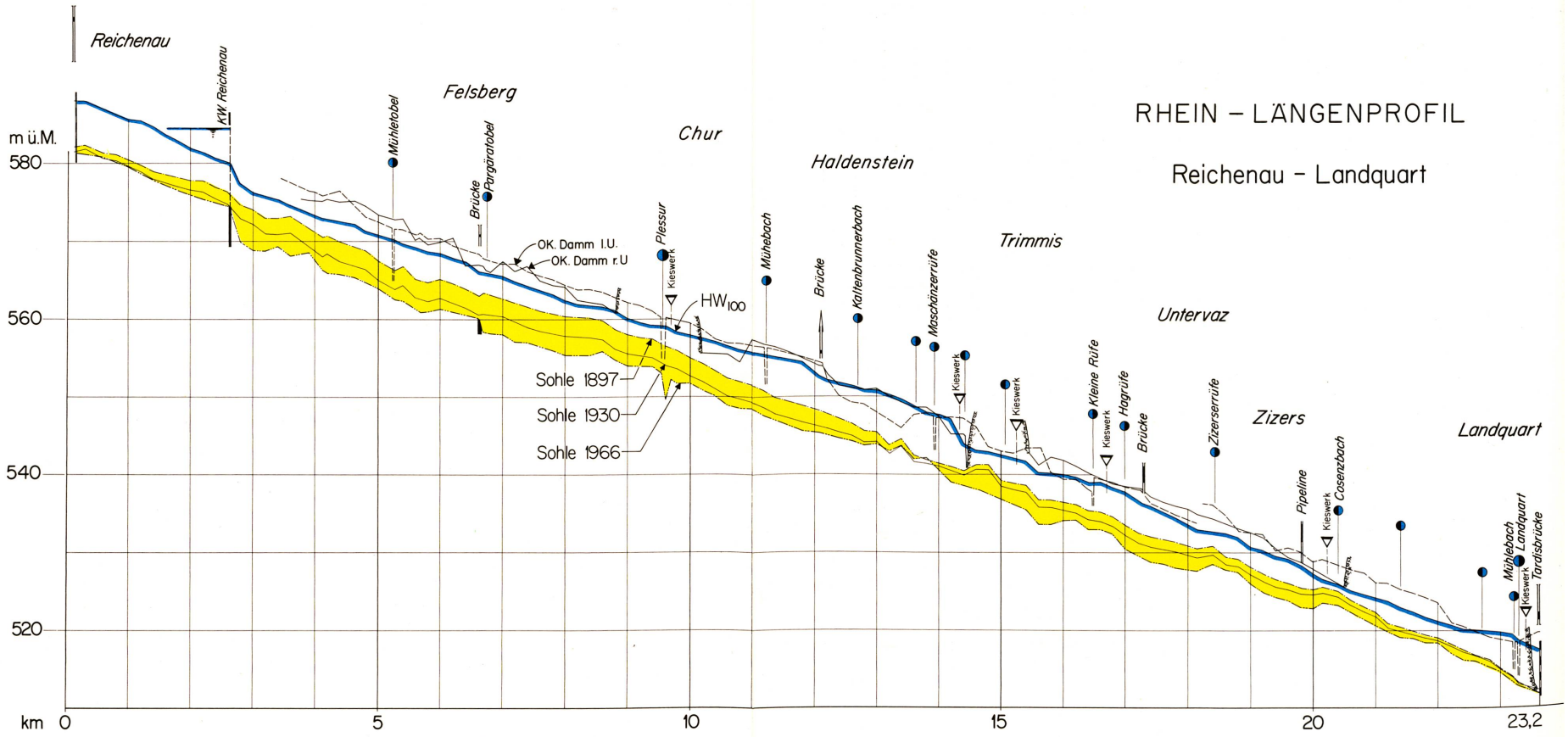
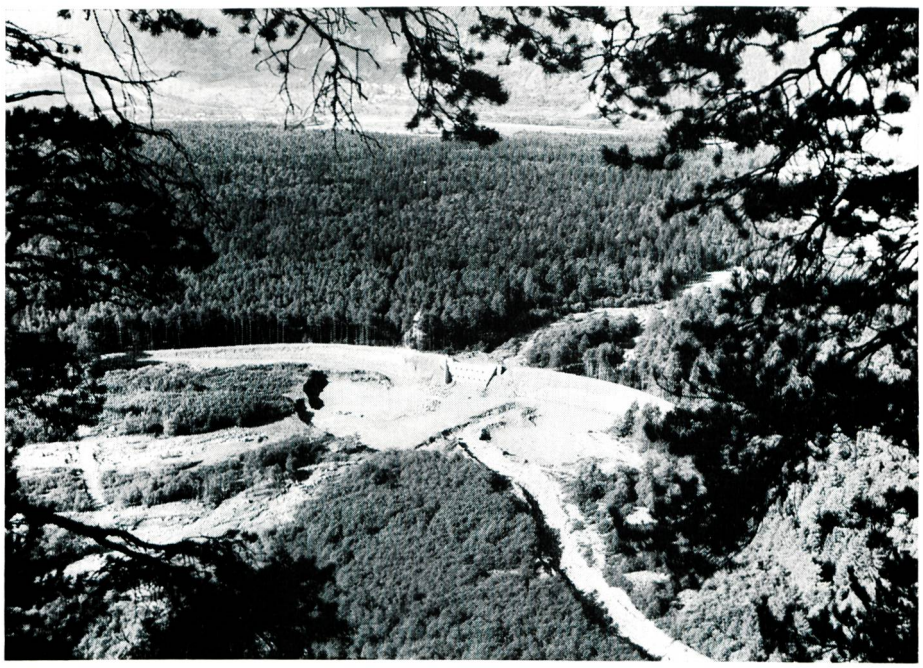


Bild 7 Rheinlängenprofil Reichenau bis Landquart in den Jahren 1897, 1930 und 1966.

Bild 8
Maschänser Rüfi bei Chur/
Trimmis.



brüche zur Folge. Und auch die Schleppkraft für den Weitertransport des Geschiebes war infolge der zu grossen Abstände zwischen den einzelnen Dämmen ungenügend; die Ablagerungsbreite, die ehemals der ganzen Talsohle entsprach, wurde auf den Dammabstand reduziert, was zu einer raschen Sohlenerhöhung führte.

Bei Dammbrüchen lagerte der Fluss im Bett selbst und auch ausserhalb der Dämme grosse Mengen an Geschiebe ab, so dass der Rhein mit der Zeit auf einem eigentlichen Talrücken floss (Bild 12/Faltblatt 1). Natürlich war neben den grossen Niederschlägen auch die schonungslose Entwaldung durch Kahlschläge im Einzugsgebiet mit der Grund für eine vergrösserte Wasser- und Geschiebeführung.

In der dritten Phase, welche etwa Mitte des letzten Jahrhunderts begann, kam es schliesslich zu einer durchgehenden Korrektion. Bei der Länge von rund 70 km zwischen Landquart und dem Bodensee war es allerdings kein einfaches Unternehmen, systematische Schutzarbeiten durchzuführen. So stellte sich vor allem das folgende Problem: Wie hoch sollen die Dämme und wie gross soll ihr gegenseitiger Abstand sein, damit die Schleppkraft des Flusses genügt, um das von ihm transportierte Material in den Bodensee zu führen.

Während des jahrzehntelangen Pröbelns schreckten die Hochwasser des Rheins die Gemüter immer wieder auf.

Die Uferstaaten lösten die Gemeinden bei den Uferschutzarbeiten ab, und endlich wurde dem Strom ein einfaches Hochwuhrprofil mit parallelen Dämmen und eine mittlere Sohlenbreite von 120 m von der Landquart bis zur Ill gegeben (Bild 13/Faltblatt 1). Die Breite erwies sich, abgesehen vom oberen Abschnitt bis zum Trübbach, als zu gross: Geschiebe lagerte sich zwischen den Dämmen ab, und die zunehmende Sohlenerhöhung verlangte die ständige Anpassung der Dammhöhe zur Erhaltung der notwendigen Abflusskapazität bei Hochwasser.

Bild 9
Geschiebesammler der
oberhalb der Nationalstrasse
N 13.

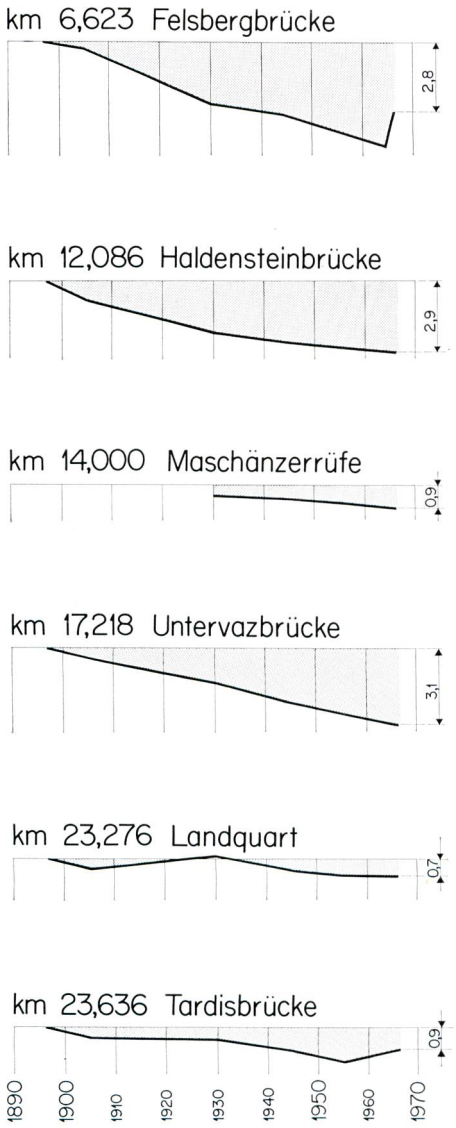


Bild 10
Rhein, Reichenau bis Landquart, Sohlenveränderung 1897—1966. Bei km 6,623 ist die Wirkung der Felsbergblockschwelle (gebaut 1962/63) gut sichtbar.

Als sich im Jahre 1927 die Dammbruch-Katastrophe bei der Eisenbahnbrücke in Buchs ereignete, lag der Rheinwasserspiegel auf der Höhe des 3. Stockes der Häuser von Buchs (Bild 12). Zahlreiche Murgänge hatten dem Rhein ihr schweres Geschiebe zugeführt, das Hochwasser beschädigte die Wuhren und spülte Steinvorlagen weg. Die Flusssohle vertiefte sich auf gewissen Abschnitten, so dass die unterwaschenen Wuhrbauten auf die neue Sohle abgestützt werden mussten. Der Wasserstand von 1927 hatte zunächst die Unterkante der Eisenbahnbrücke der Oesterreichischen Bundesbahnen erreicht; langwierige Verhandlungen über die Hebung dieser Brücke waren zuvor gescheitert. Das Wasser strömte dann über den etwas niedrigeren rechtsseitigen Damm. Ein überfluteter Damm ist ein verlorener Damm: die Fluten stürzten sich mit elementarer Gewalt in das tiefer liegende Flachland, zuerst durch eine enge Lücke, dann durch eine Bresche, die sich bis zur doppelten Flussbettbreite erweiterte (Bild 14). Das Hochwasser von 1927 zwang zu raschem Handeln. Eine nochmalige Erhöhung der Dämme um einen Meter drängte sich auf; die Eisenbahnbrücke wurde endlich um 1,70 m gehoben. Mit Vehemenz ertönte erneut der Ruf nach der Verbauung der Wildbäche im oberen Einzugsgebiet, wovon man sich in erster Linie die Verminderung der Geschiebeführung versprach.

Während sich die Rheinsohle zwischen der Landquart und dem Trübbach ständig vertiefte und anschliessend eine kurze Gleichgewichtsstrecke aufwies, hob sie sich unterhalb der Mündung des Trübbaches bei km 33 bis oberhalb der Illschwelle bei km 61 entsprechend einer Materialablagerung von rund 76 000 m³/Jahr im Mittel jährlich um etwa 2 cm. Das Längenprofil der Rheinstrecke Landquart—Ill stützte sich dabei auf die Illschwelle, die infolge des groben Geschiebes der Ill entstanden ist. Wie aus dem Längenprofil (Bild 15/Faltblatt 2) ersichtlich ist, kann sie heute nur noch bedingt als Fixpunkt betrachtet werden.

Die ständige Erhöhung der Rheinsohle veranlasste unser Amt, auf Grund der theoretischen Grundlagen der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH, in den fünfziger

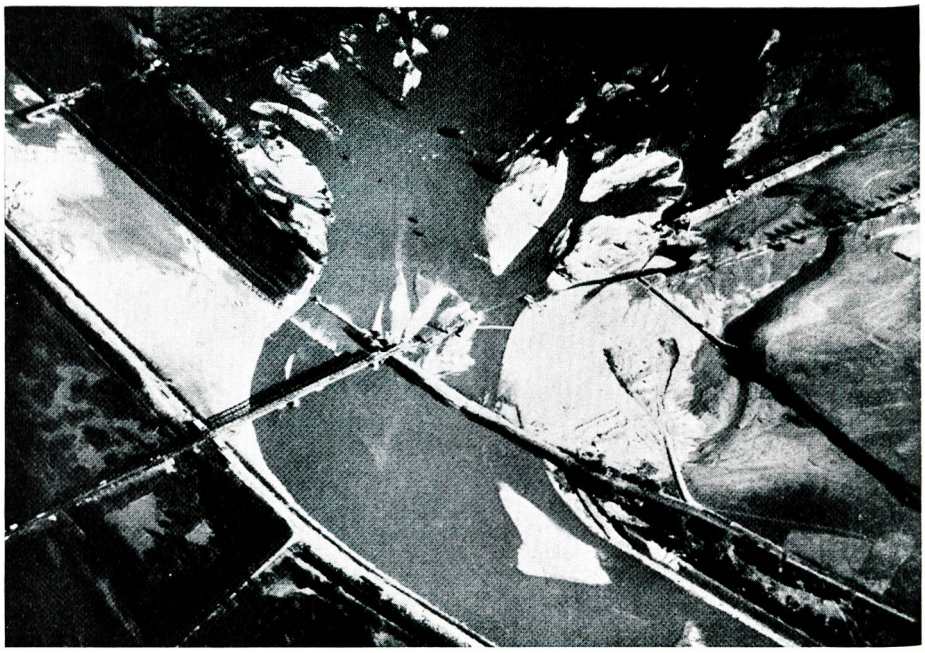


Bild 14
Rhein, Eisenbahnbrücke Buchs—Schaan. Dammbruch am rechten Ufer im Jahre 1927.

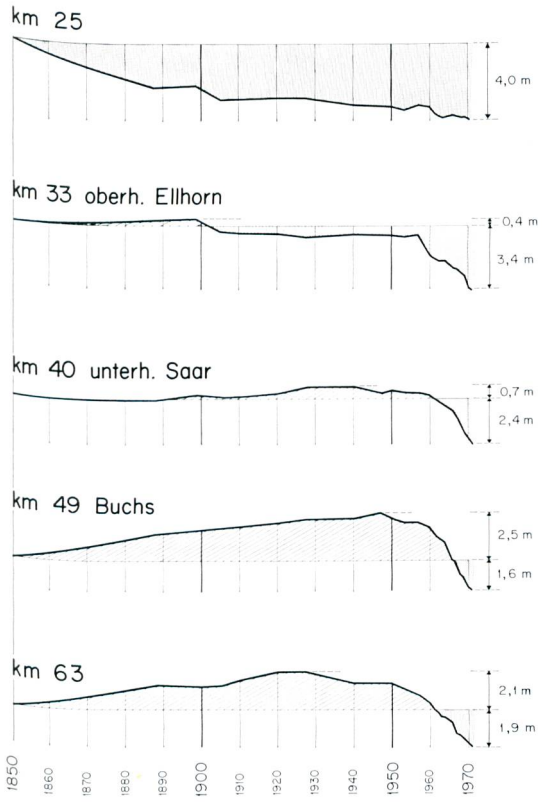


Bild 16 Sohlenveränderungen 1850—1970 in 5 Querprofilen der Rheinstrecke von der Landquart bis zur Ill. Die Wirkung der Baggerungen auf die Sohlenlage ab 1950 ist gut ersichtlich.

Jahren eine Untersuchung über die zweckmässigsten flussbaulichen Massnahmen durchzuführen. Die Studie ergab, dass eine Verengung des Profils, entsprechend der weiter unten liegenden internationalen Strecke, höhere Kosten als die Entnahme des abgelagerten Materials durch Baggerungen verursachen würde.

Der Bundesrat, das Baudepartement des Kantons St. Gallen und das Fürstentum Liechtenstein ermöglichten durch Subventionen die Erstellung von zwei Baggeranlagen in Buchs und Salez. Als sicheres und dauerndes Absatzgebiet für den gebaggerten Rheinkies kam damals nur Zürich in Frage; im Rheintal war noch kein Bedarf an Kies vorhanden. Zwischen dem Kanton St. Gallen, der Rheinkies AG und den Schweizerischen Bundesbahnen kam anfangs der fünfziger Jahre ein Vertrag zustande, welcher die Rheinkies AG verpflichtete, bis zum Jahre 1973 jährlich rund 120 000 m³ Kies aus dem Rhein zu baggern und nach Schmerikon am oberen Zürichsee zu transportieren. Mit drei anderen, kleineren Kiesgewinnungsanlagen, die den örtlichen Bedürfnissen dienten, konnten der Rheinstrecke Trübbach—Ill somit jährlich rund 200 000 m³ Kies entnommen werden.

Der Kiesbedarf stieg zusehends, so dass die Kieswerke am Rhein wie Pilze nach einem Sommerregen emporwuchsen. Zudem war der Bedarf an Kies für den Autobahnbau zu decken. Man benützte dies alles, um die Rheinsohle, welche sich ständig gehoben hatte, abzusenken. Die ausgebaggerten Kieskubaturen betrugen auf der sanktgallisch-liechtensteinischen Rheinstrecke seit 1940 total 15,6 Mio m³, was einer jährlichen Entnahme von rund 0,5 Mio m³ (1969 sogar 1,1 Mio m³) entspricht.

Bild 16 zeigt die Sohlenbewegung seit 1850. Seit Beginn der Baggerungen hat sich die Sohle um 2,70 bis 4 m vertieft. Sie liegt heute überall tiefer als im Jahre 1848 und um 2,6 bis 5,6 m tiefer als die Talsohle. Der Wasserspiegel des 100jährigen Hochwassers überragt die Talsohle nur noch um 1,0 bis 3,6 m; eine genügende Hochwassersicherheit konnte demnach bereits in kurzer Zeit erreicht werden. Mit der Ausbaggerung der Sohle mussten laufend und vor allem rechtzeitig die Vorgründe ergänzt werden, um eine Ausspülung des Dammfusses zu vermeiden.

Kann nun zur weiteren Deckung des Kiesbedarfs im bisherigen Umfange weitergebaggert werden?

Da heute die Abflusskapazität auf der Strecke Landquart—Trübbach für das 100jährige Hochwasser reichlich vorhanden ist, sind Baggerungen, die in letzter Zeit rund 100 000 m³/Jahr betrugen, in diesem Abschnitt nicht mehr erforderlich, sondern sogar schädlich. Sollten die Baggerungen im bisherigen Umfange fortgesetzt werden, so würde die Sohlenabsenkung in 10 Jahren etwa weitere 1,5 m erreichen. Bereits für das Jahr 1970 musste deshalb eine sogenannte «politisch-wirtschaftliche» Lösung gesucht werden: die Entnahme wurde auf rund 30 000 m³ beschränkt, wobei es sich zweifellos nur um eine kurzfristige Uebergangslösung handeln kann. Der Zeitpunkt ist somit gekommen, da die Rheinsohle fixiert werden muss, um die infolge der Sohlenvertiefung nötigen Wuhr- und Vorgrundarbeiten auf ein Minimum zu beschränken; ausserdem muss die Lage des Grundwasserspiegels in der Talebene auf der heutigen Höhe gehalten werden. Mit der Fixierung der Sohle wurde, ähnlich wie bei Felsberg, durch eine Querschwelle aus groben Blöcken oberhalb der Trübbachmündung — beim Ellhorn — begonnen. An dieser Stelle bildet der Rhein bereits eine natürliche Kiesschwelle, die lediglich verstärkt werden musste. Entsprechende Modellversuche zur Ausbildung dieser Querschwelle wurden von der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich durchgeführt.

Würde auf der Strecke Trübbach—Ill im bisherigen Umfange weitergebaggert, so wäre in einem einzigen Jahr eine Sohlenvertiefung von rund 0,40 bis 0,50 m, in zehn Jahren eine solche von 4,0 bis 5,0 m zu erwarten. Eine derartige Entwicklung darf nicht zugelassen werden: die erwähnte Sohlenvertiefung würde den Grundwasser-

Bild 17 Blockschwelle im Rhein bei Buchs, ausgeführt im Jahre 1971.

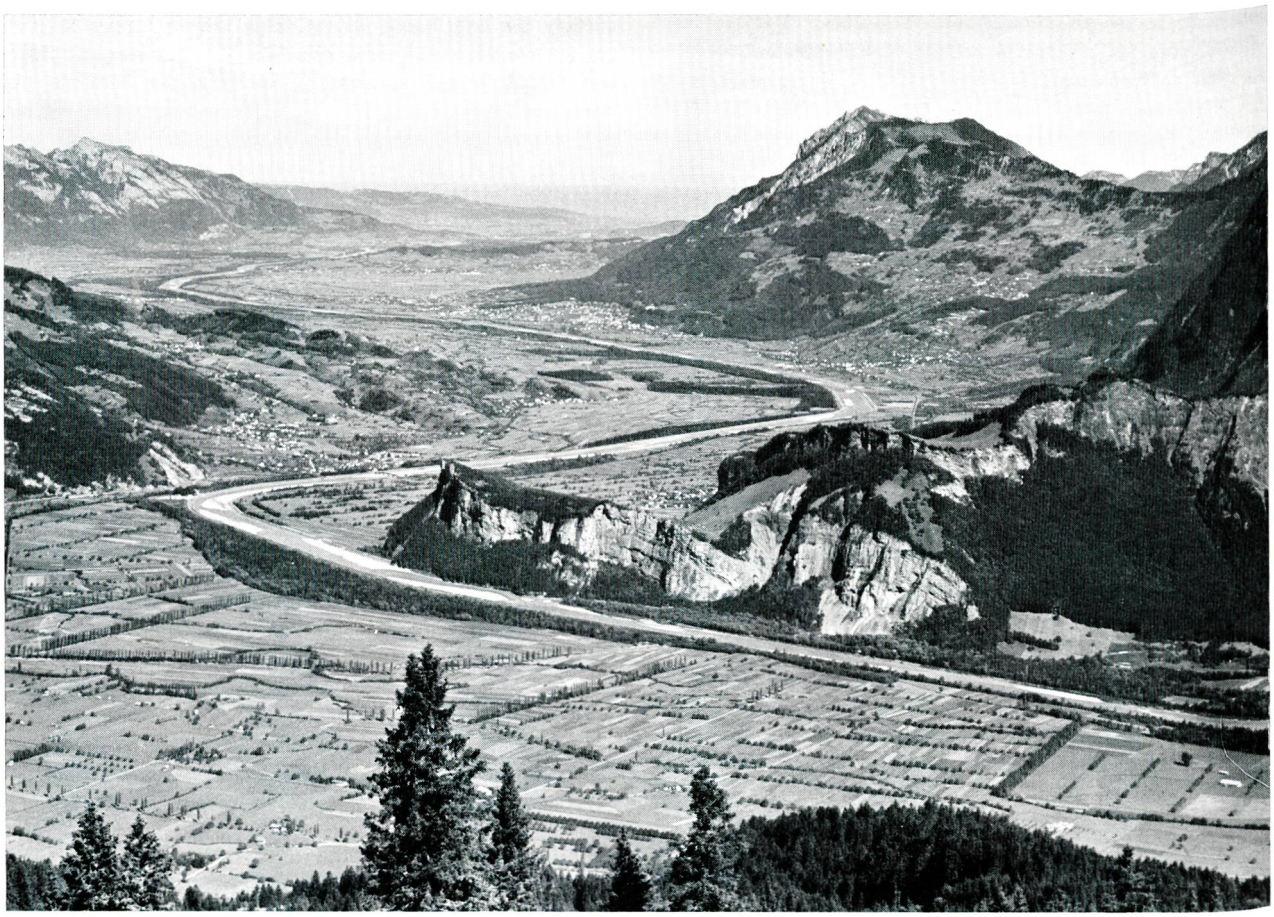


Bild 18 Rhein vom Ellhorn bis zur Ill.

spiegel zwischen Binnenkanal und Rhein noch weiter absinken lassen und grosse Kosten für die Vorgrunderneuerung zur Folge haben.

Die sofortige Einstellung aller Baggerungen wäre zweifellos die einzig richtige Lösung gewesen. Nach einer Kontingentierung der Kiesbezüge auf Schweizer Seite wurde alles versucht, den Bedarf auf der liechtensteinischen Strecke zu decken, was natürlich zu einem unhaltbaren Zustand führte. Durch eine Vereinbarung zwischen dem Fürstentum Liechtenstein und dem Kanton St. Gallen wurden im Einvernehmen mit dem Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau die noch möglichen Entnahmen festgelegt, da die Kiesproduzenten ein sofortiges, generelles Baggerverbot als einen «untragbaren Härtefall» betrachtet hätten. Aus den Querprofilen 1969 ging hervor, dass sich die Sohle bei Buchs, wo früher die grösste Auflandung festzustellen war, am wenigsten unter die Talsohle abgesenkt hatte. Im Sinne einer Uebergangslösung wurde eine untere Begrenzungslinie der Baggerungen festgelegt, wonach die Flussohle bei Buchs ebenfalls rund 3 m unter die Talsohle zu liegen kommt. Diese Uebergangslösung gestattet die zusätzliche Gewinnung von rund 1 Mio m³ Kies.

Die Begrenzungslinie für die Baggerungen (Bild 15), die annähernd parallel zur Sohle des Jahres 1940 angenommen werden konnte, geht von einem untern Fixpunkt aus, den die neue Blockschwelle bildet, die zur Sicherung der Brückenpfeiler der bereits bestehenden und der zukünftigen neuen Brücke bei Buchs im Jahre 1970 gebaut wurde (Bild 17). Die erwähnte Gleichgewichtslinie liegt jedoch tiefer als der Fuss der beim Ellhorn im Winter 1971/1972 gebauten Blockschwelle, so dass der sich allenfalls daraus ergebende Höhenunterschied durch eine Uebergangsrampe überwunden werden muss. Dies kann mit Blockschwellen, deren Anzahl vom sich einstellenden Gleichgewichtslängenprofil abhängt, verwirklicht werden. Es ist aber anzunehmen, dass, sobald die Baggerungen eingestellt werden, eine gewisse natürliche Abpflästerung die Sohle gegen eine zu grosse Erosion schützen wird. Im Jahre 1971 sind im Rahmen der Uebergangslösung auf beiden Seiten Kiesentnahmen von total 400 000 m³ bewilligt worden; die Kiesreserven waren demnach Ende 1971 unter Berücksichtigung des natürlichen Sohlenabtriebs nahezu erschöpft.

Die Uebergangslösung für die zusätzliche Gewinnung von Kies ist zudem mit erheblichen Kosten verbunden: mindestens 1,5 Mio Franken für voraussichtlich drei Schwellen zur Bildung der Uebergangsrampe, weitere 2,5 Mio Franken für die auf einer Rheinstrecke von 12 km beidseits notwendige Vorgrundergänzung. Zur Deckung dieser Kosten wird eine Gebühr von 2 Fr./m³ Kies bei den Kiesentnehmern erhoben.

Die Einhaltung der festgelegten Begrenzungslinie bedingt die Umstellung des Baggerbetriebes einzelner Anlagen. So ist es beispielsweise nicht zulässig, dass ausgerechnet unterhalb der vorgesehenen Schwellen weitergebaggert wird, um diesen buchstäblich zum vornherein das Grab zu schaufeln. Auch ist es nicht sinnvoll, bereits zu tief liegende Partien durch Kiesentnahmen noch weiter abzutiefen; vielmehr muss der vorhandene Kiesbuckel von km 39 bis km 48 abgetragen werden.

Die Sohlenvertiefung hat als weitere Nachteile noch die Gefährdung der Fundamente der Brücken und der Widerlager mit sich gebracht. Wie Versuche am Modell der Versuchsanstalt für Wasserbau ergeben haben, können sich bei Hochwasser Kolke bis zu 5 m bilden, wobei die grössten bei kreisförmigen Fundamenten der Brückenpfeiler beobachtet wurden.

Bild 19 Flugaufnahme des Rheintales mit Rheindelta im Bodensee und Einmündung der Bregenzer Ach.

Eine Gesamtübersicht flussabwärts vom Ellhorn bis zur Ill gibt das Bild 18.

4. Die Rheinstrecke Ill — Bodensee (sogenannte «internationale Rheinstrecke») (Bild 19)

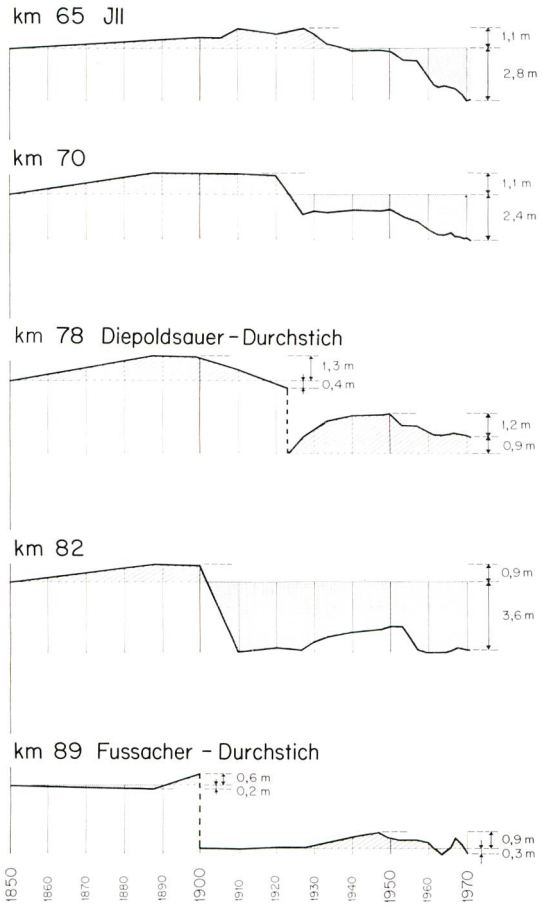
Der Zustand zwischen der Illmündung (Bild 20) und dem Bodensee war vor der Korrektion im letzten Jahrhundert ähnlich demjenigen von der Ill flussaufwärts: Dammbrüche waren an der Tagesordnung. Mit dem von beiden Uferstaaten nach dem Hochwasser von 1827 vereinbarten Wuhrprovisorium fiel das System der Schupfwuhre dahin. Nach dem grossen Hochwasser im Jahre 1830 erliess die österreichische Verwaltung das sogenannte «Wasserbau-Normal», wobei das gesamte Wuhrwesen am Rhein an den Staat überging. Dank reger Wuhrtätigkeit wurde Vorarlberg in der Folge von Hochwassern zum grössten Teil verschont.

Unter dem Eindruck der Hochwasser von 1868 und 1871, wo durch Wuhr- und Dammbrüche bei Ragaz, Sevelen, Buchs und Montlingen die Bezirke Sargans, Werdenberg, Ober- und Unterrheintal arg überschwemmt wurden, richtete der Schweizerische Bundesrat eine Note an Oesterreich, man möge den Fussacherdurchstich, der bereits seit einigen Jahrzehnten Gegenstand von Verhandlungen und Studien war, durchführen. Diese Note führte am 19. September 1871, also vor fast genau hundert Jahren, zum sogenannten Präliminarabkommen, worin sich beide Staaten verpflichteten, unter anderem den Diepoldsauer- und den Fussacherdurchstich durchzuführen (Bild 21, Kartenbeilage bei Faltblatt 2). Mit diesen Durchstichen sollte der Rheinlauf um etwa 8 km verkürzt werden, wobei zu erwarten war, dass die durch das vergrösserte Gefälle erhöhte Schleppkraft das Geschiebe ohne gefährliche Zwischenablagerungen unterhalb der Illmündung bis zum See abschwemmen würde.

Die sogenannte Gleichzeitigkeitsklausel, das heisst, der gleichzeitige Bau von Fussacher- und Diepoldsauerdurchstich, gab in der Folge viel zu reden und noch mehr zu schreiben, und es wurde daraus leider keine technische, sondern eine staatspolitische Angelegenheit, so dass der Ausbau des Unterlaufes wegen dieser Frage immer wieder zurückgestellt wurde. Der Rhein zerstörte jedoch mit seinen Hochwassern von 1888 und 1890 die Illusion, hinter den bestehenden Dämmen ohne die geplanten Durchstiche sicher leben zu können. Diese Hochwasser führten zum ersten Staatsvertrag vom 30. Dezember 1892 zwischen der Schweiz und Oesterreich, in dem unter Aufhebung der Gleichzeitigkeitsklausel folgende Massnahmen vorgesehen wurden:

Bild 20
Illmündung bei Rhein-km 65. Die Wasserspiegeldifferenz zwischen Ill und Rhein ist gut ersichtlich.

Bild 23 Sohlenveränderungen 1850—1970 in 5 Querprofilen der internationalen Rheinstrecke. Die Wirkung des Fussacher- und des Diepoldsauerdurchstiches auf die Sohlenlage flussaufwärts und -abwärts sind gut ersichtlich.



— die sofortige Ausführung des Fussacherdurchstiches von Brugg bis zum Bodensee mit einer Länge von 4925 m;
— die Normalisierung der sogenannten «Zwischenstrecke» des Flusslaufes zwischen dem Fussacher- und dem Diepoldsauerdurchstich;
— die anschliessende Realisierung des Diepoldsauerdurchstiches, der die Hohenemserschleife abschneidet, Länge 6146 m;
— die Normalisierung der sogenannten «oberen Strecke» bis zur Ill und
— die Ergänzung der Binnengewässerkorrektion, die jeder Staat auf eigene Kosten zu errichten hatte.

Oesterreich nahm unverzüglich den Fussacherdurchstich in Angriff, der 1900 eröffnet wurde. Seither stellt die neue Mündung des Rheins einen Fixpunkt dar, auf welchem sich das Längenprofil der internationalen Strecke bis zur Ill aufbaut.

Dem Durchstich wurde, nach vielen Diskussionen über die anzunehmende Breite, ein zu breites Doppelprofil mit 110 m Mittelgerinne und beidseitig gegen die Hochwasserdämme leicht ansteigenden Vorländern von je 75 m zugrunde gelegt; die Gesamtbreite zwischen den Hochwasserdämmen betrug somit 260 m. Auch das Längenprofil wurde im voraus festgelegt. Wie erwartet, stellte sich eine Sohlenvertiefung ein, die bis zur «Zwischenstrecke» reichte (Bild 22/Faltblatt 2).

Für diese flussaufwärts anschliessende «Zwischenstrecke» wurde, wie übrigens auch für die «obere Strecke», eine Normalisierung der Mittelrinne, das heisst, deren Ausbau auf die gleiche Breite von 110 m zwischen den Wuhrkronen, vereinbart; die Breite der Vorländer wurde dagegen nicht verändert, sie variiert zwischen 25 und 260 m.

Der Diepoldsauerdurchstich, der das gleiche Normalprofil wie der Fussacherdurchstich erhielt, wurde 1923 eröffnet. Auch hier hatte man Flussbreite und Längenprofil festgelegt. Entsprechend dem Projekt hätte sich in der

Rhein - Längenprofil über die Wirkung des Diepoldsauer Durchstichs

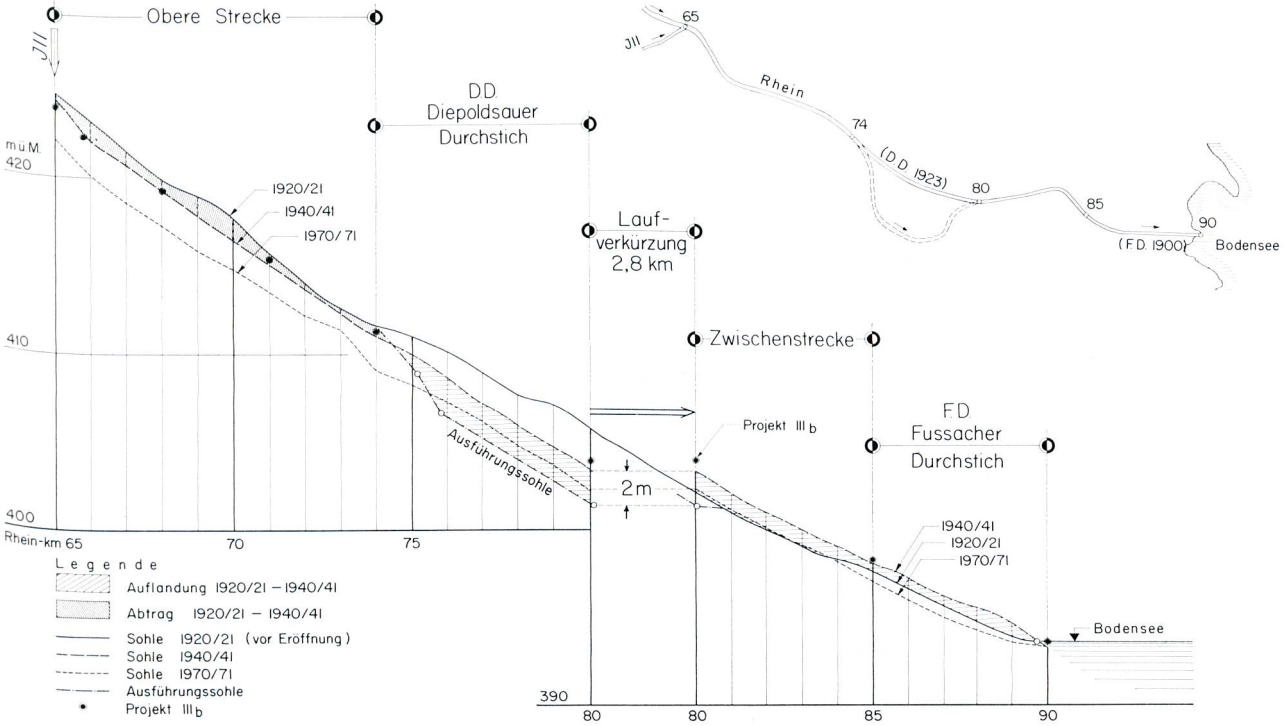


Bild 29 Nach Ausführung des Diepoldsauer Durchstiches 1923 senkte sich die Sohle von km 74 aufwärts, während sich abwärts eine Auflandung einstellte. Die heutige Sohlenlage ist durchwegs tiefer als die Sohle nach Projekt IIIb.

Flusssohle beim oberen Anschluss an den Altlauf ein Absturz von über 3 m ergeben; um diese Höhendifferenz zu überbrücken, wurde der Anschlussstrecke ein steileres Gefälle gegeben. Mit dem Diepoldsauerdurchstich vertiefte sich die Sohle im Verlaufe der Jahre flussaufwärts bis zur Illschwelle. Im Durchstich selbst blieb aber der Grossteil des einlaufenden Geschiebes wegen der übersetzten Breite liegen. Von 1923 bis 1935 betrug die gesamte Ablagerung 940 200 m³ oder rund 72 000 m³ jährlich. Die Geschiebewalze erreichte langsam die Zwischenstrecke, wo sich die Ablagerungen von 4000 m³ im Jahre 1920 auf 55 000 m³ im Jahre 1935 steigerten. Die totale Ablagerung betrug in diesem Zeitraum 278 700 m³.

Die Ablagerung erhöhte sich aber auch im oberen Teil des Fussacherdurchstiches von 3900 m³ im Jahre 1933 auf 28 800 m³ im Jahre 1935 (Bild 22). Wegen der zu gross gewählten Ausbaubreite von 110 m in den Durchstichen und den anschliessenden Strecken erreichte man den angestrebten Erfolg leider nicht. Die Kapazität der Mittelrinne im Diepoldsauerdurchstich ging durch die Aufschotterung von 700 m³/s auf 300 m³/s zurück.

Um diesen unhaltbaren Zustand zu verbessern, griff man das Rheinproblem erneut auf. Nach eingehenden Variantenstudien und Modellversuchen durch die ETH Zürich wurde ein neues Projekt, genannt Umbauprojekt IIIb, ausgearbeitet, das heute nahezu verwirklicht ist.

Das neue Projekt sah folgende Massnahmen vor (Bild 13 unten):

— Verschmälerung des 110 m breiten Mittelgerinnes um 20 m bei der oberen Strecke und um 40 m bei der Mündung;
— Erhöhung der Mittelgerinnewuhre zur Steigerung der Kapazität des Mittelgerinnes auf 1200 m³/s.

Diese baulichen Massnahmen sollten zu der berechneten Sohle IIIb führen. Die Entnahme von rund 3 Mio m³ Kies aus dem Rheinbett für den Dammbau und andere Zwecke hat dazu beigetragen, dass die Projektsohle heute um fast 2 m tiefer verläuft als die berechnete Sohle IIIb, was sich natürlich nur günstig auf die Sicherheit des Rheintales auswirkt (Bild 22).

Interessant dabei ist, dass die Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH dem Korrektionsprojekt eine Variante mit Baggerungen gegenüberstellte. Die Tatsache, dass die Ablagerungen im Diepoldsauerdurchstich und in der Zwischenstrecke rund 100 000 m³/Jahr betrugen, veranlasste die Versuchsanstalt, eine Lösung vorzuschlagen, wonach jeden Winter 100 000 m³ zu baggern seien.

Auch diese Variante wurde eingehend studiert. Da ein Kiesbedarf jedoch nicht vorhanden war, wurde errechnet, dass die Kosten für die Entnahme dieser Kiesmengen und die Abfuhr auf Depot, einschliesslich der notwendigen Korrektionsarbeiten, etwa gleich hoch wären wie für einen totalen Umbau der Rheinstrecke zwischen der Illmündung und dem Bodensee. Die Baggerungen wurden deshalb seinerzeit als unzweckmässige Massnahme betrachtet. Die beiden Länder, Oesterreich und die Schweiz, entschlossen sich daher im Staatsvertrag von 1954, die Korrektion nach dem Umbauprojekt IIIb durchzuführen.

Eine Uebersicht über die Sohlenbewegung auf der Strecke Ill—Bodensee gibt für fünf ausgewählte Profile vor und nach der Ausführung der Durchstiche Bild 23.

Ein weiteres flussbauliches Problem ist die Erhaltung der Sohlenlage bei der Mündung (Bild 24/Faltblatt 2). Die Ablagerungen von jährlich 3 Mio m³ schieben das Delta immer weiter vor: die Verlängerung beträgt rund 23 m im Jahr, die Vergrösserung der Oberfläche des Deltas (über Kote 375.74) 3,3 ha. Bei einem Gefälle von rund 1 ‰ bei der Mündung hebt sich die Sohle flussaufwärts um 2,3 cm/Jahr oder 2,3 m im Jahrhundert. Da die heutige Rheinsohle um rund 2 m tiefer liegt als diejenige des Umbauprojektes

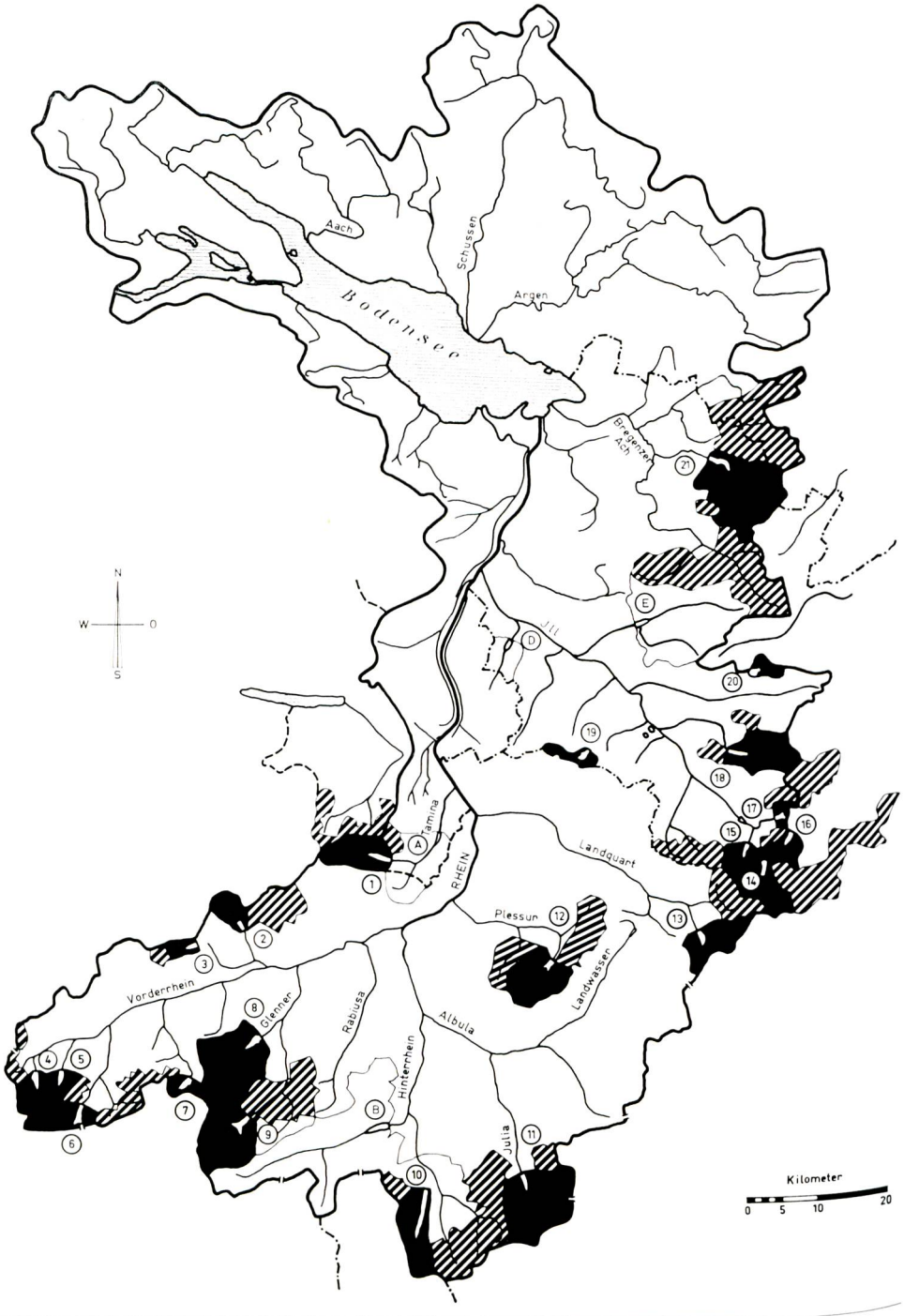
Sohlenveränderungen gemäss Querprofilaufnahmen

Strecken		1897—1929	1930—1953	1954—1966	1967—1969
Reichenau—Landquart	Total	— 3 003 343 m³	— 1 281 000 m³	— 1 401 380 m³	— 253 535 m³
		— 91 010 m³/J	— 51 240 m³/J	— 107 800 m³/J	— 84 500 m³/J
Landquart—Ill	Total	+ 681 120 m³	— 98 200 m³	— 8 704 700 m³	— 3 813 180 m³
		+ 20 640 m³/J	— 4 092 m³/J	— 669 590 m³/J	— 1 271 060 m³/J
Ill—Bodensee	Total	m³	+ 365 866 m³	— 1 540 370 m³	— 197 000 m³
		m³/J	+ 15 244 m³/J	— 118 490 m³/J	— 65 670 m³/J

Baggermengen

Reichenau—Landquart	Total	m³	145 270 m³	2 334 010 m³	803 140 m³
		m³/J	29 050 m³/J	179 540 m³/J	267 710 m³/J
Landquart—Ill	Total	m³	2 379 560 m³	9 552 380 m³	3 659 710 m³
		m³/J	183 040 m³/J	734 800 m³/J	1 219 900 m³/J
Ill—Bodensee	Total	m³	1 421 570 m³	1 836 700 m³	147 640 m³
		m³/J	109 350 m³/J	141 290 m³/J	49 200 m³/J

Bild 30
Bestehende und mögliche Speicherbecken im Einzugsgebiet des Bodensees.



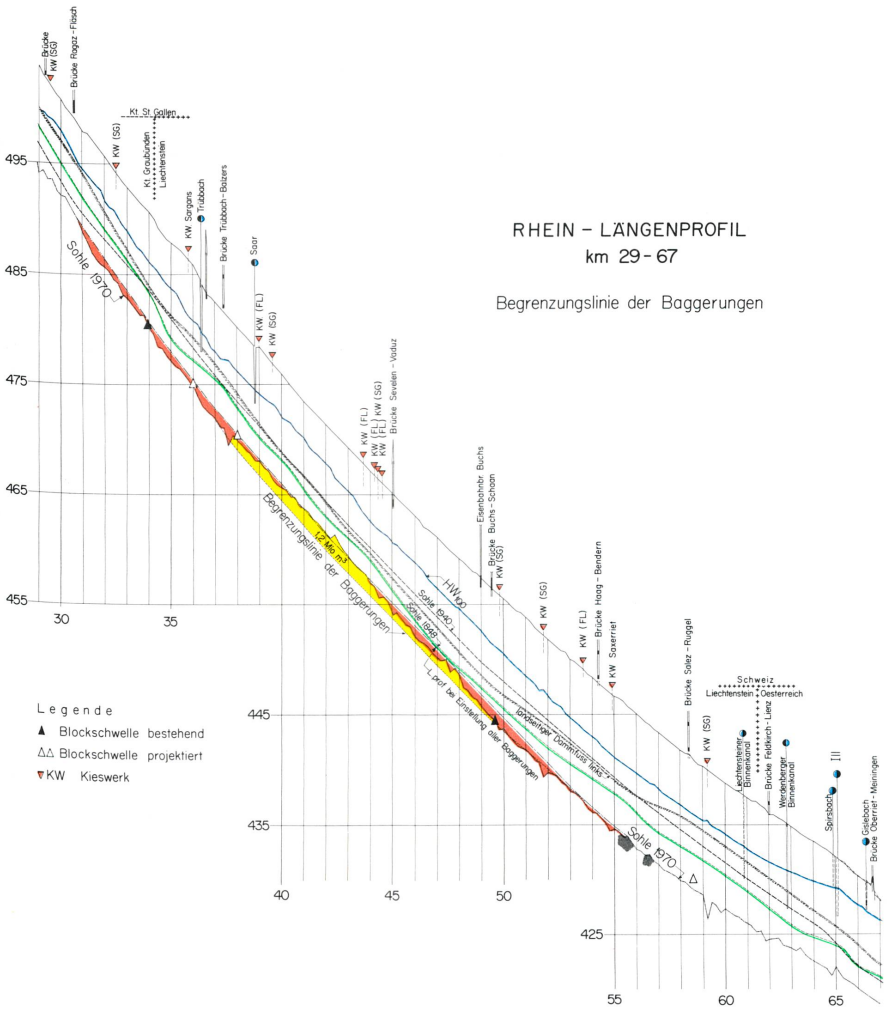


Bild 15 Rheinlängenprofil zwischen km 29 und km 67. Die heutige Sohle 1970 (punktiert) liegt durchwegs tiefer als die Sohle 1848 und tiefer als der landseitige Dammfuss, im Gegensatz zur Sohle im Jahre 1940.
Die rote Fläche stellt die vermutliche Auflandung über der Sohle 1970 dar, die bei sofortiger Einstellung aller Baggerungen eingetreten wäre. Die gelbe Fläche stellt die mögliche Baggerung zwischen der Sohle 1970 und der festgelegten Begrenzungslinie dar, welche etwa parallel der Sohle 1940 angenommen wurde.

Rhein , km 78 – 90

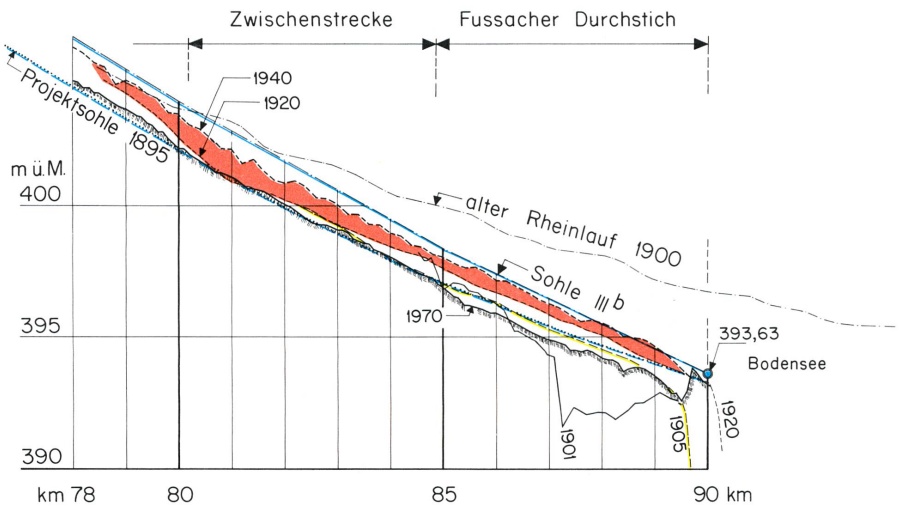


Bild 22 Die Sohle des Fussacherdurchstiches (Jahr 1901) konnte wegen des lehmig-torfigen Materials nicht nach Projektsohle 1895 ausgebaggert werden. Der schlechte Untergrund musste entfernt werden. Die rote Fläche stellt die Auflandung nach der Ausführung des Diepoldsauerdurchstiches für die Periode 1920–1940 dar. Die Projektsohle nach Umbauprojekt III^{b} liegt höher als die heutige Sohle 1970, die wiederum der Projektsohle 1895 nahezu entspricht.

Rheindelta im Bodensee 1885 – 1961

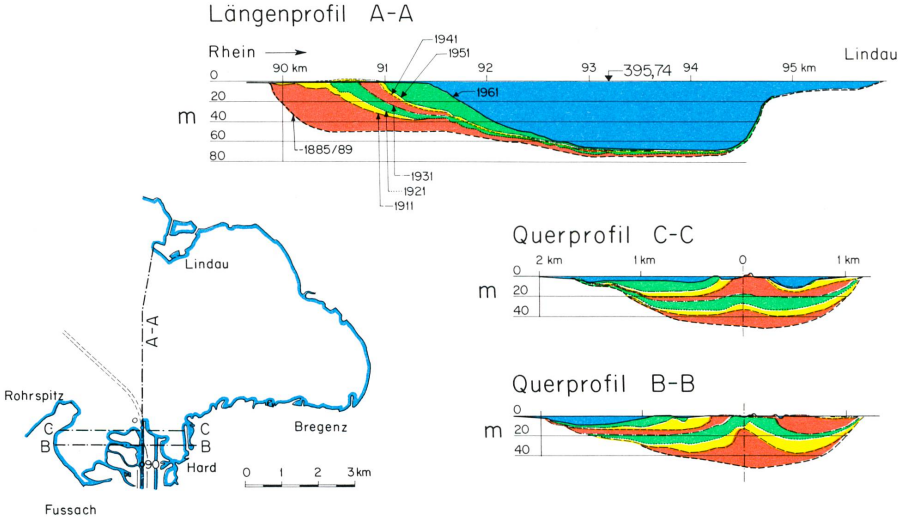


Bild 24 Rheindelta im Bodensee 1885–1961.

Bild 25
Sohlenveränderungen S und Baggerungen B (m^3/km) in 4 Zeitabschnitten zwischen 1897 und 1969 für die verschiedenen Teilstrecken des Rheines von Reichenau bis Bodensee.

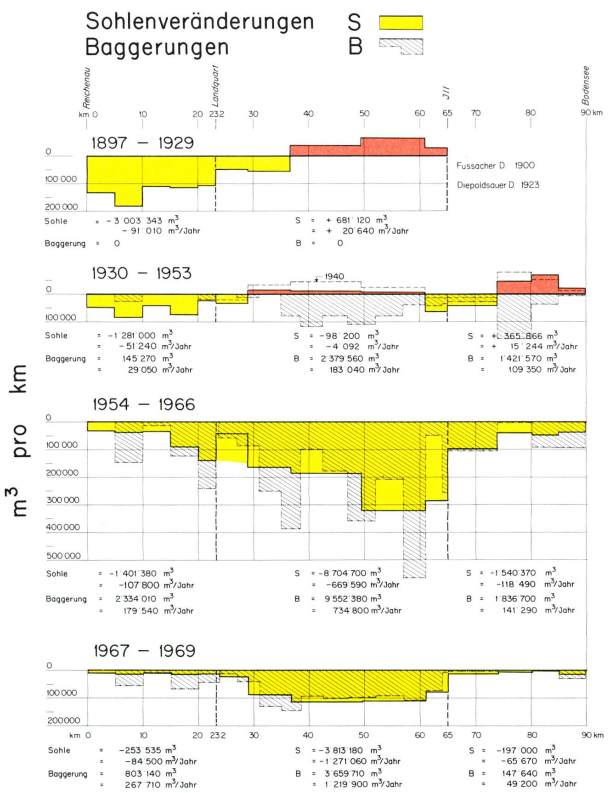
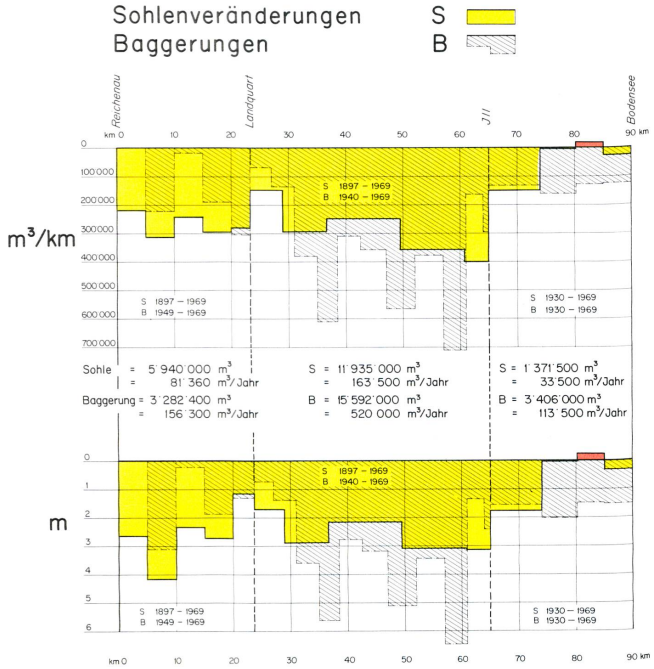


Bild 26
Totale Sohlenveränderungen S und Baggerungen B (m^3/km) und Sohlenvertiefungen (m) für die Rheinstrecke Reichenau–Bodensee zwischen 1897 und 1969.



Durchflusskapazität des Rheines bis OK. Damm

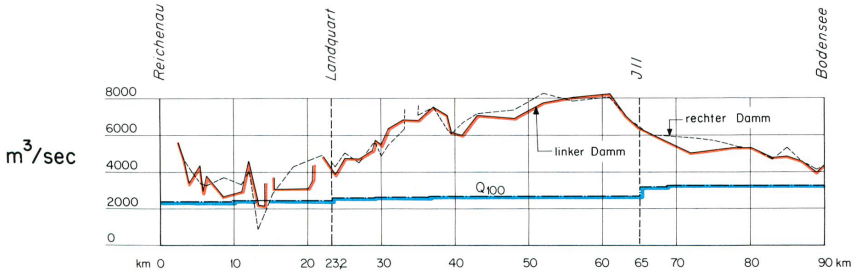


Bild 27 Durchflusskapazität des Rheines bis Oberkante Damm.

Wassertiefen des 100-jährigen Hochwassers

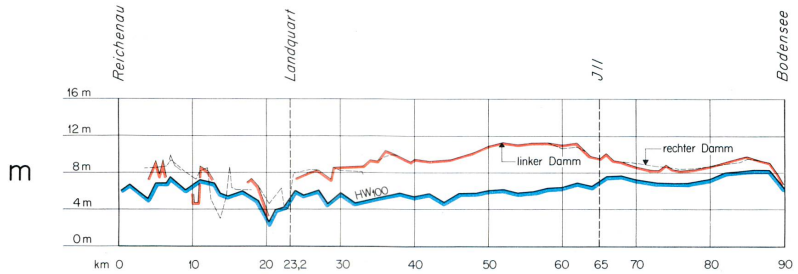


Bild 28 Wassertiefen des 100-jährigen Hochwassers und Freibord bis Dammoberkante.

Mündung des Rheins in den Bodensee um 1850
Embouchure du Rhin dans le lac de Constance vers 1850

Mündung des Rheins in den Bodensee um 1968
Embouchure du Rhin dans le lac de Constance vers 1968

Fussacher Durchstich, eröffnet 1900
Trouée de Fussach, ouverte en 1900

Diepoldsauer Durchstich, eröffnet 1923
Trouée de Diepoldsau, ouverte en 1923

1000 m 0 1 2 3 4 5 km
1:100000

Aus Atlas der Schweiz
Bearbeitung
Rédaction: Eduard Imhof

Kartographische Gestaltung: Eidg. Landestopographie, Wabern-Bern, und Redaktion Atlas der Schweiz, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
Projet cartographique: Service topographique fédéral, Wabern-Berne, et Rédaction Atlas de la Suisse, Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich

Illb, haben wir jedoch eine Reserve, um diese Sohlenerhöhung aufzufangen.

Die Vorstreckung des Rheins in den Bodensee bildet Gegenstand besonderer Untersuchungen der Gemeinsamen Rheinkommission, die von der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich in Verbindung mit Prof. G. Schnitter vorgenommen wurden. Das entsprechende Projekt wird Oesterreich und der Schweiz im Jahre 1973 vorgelegt werden (Bild 24).

5. Ueberblick über die Sohlenbewegungen und Baggerungen

Auf Grund der vorhandenen Angaben und der aufgenommenen Profile des Rheins haben wir die Kubatur der Sohlenbewegungen und der Baggerungen auf der Strecke Reichenau—Bodensee bis zum heutigen Datum registriert.

Die Ergebnisse (Bilder 25 und 26, Faltblatt 2) sind aus der beigegebenen Tabelle ersichtlich.

6. Die Hochwassersicherheit des Rheintales

Bild 27 (Faltblatt 2) zeigt die Durchflusskapazität des Rheins von Reichenau bis zum Bodensee; Bild 28 (Faltblatt 2) stellt die auf der ganzen Strecke vorhandenen Wassertiefen für ein 100jähriges Hochwasser und das vorhandene Freibord dar.

Die 100jährige Hochwassermenge wurde auf Grund der bisherigen Beobachtungen ermittelt (ohne Untersuchung der Einwirkung der vorhandenen und möglichen Staubekken im Einzugsgebiet des Rheins, eine Einwirkung die jedoch wegen des geringen Umfanges der erfassten Einzugsgebiete klein sein dürfte, Bild 30).

Das Freibord, das heisst, der Abstand zwischen Hochwasserspiegel und Dammkrone, beträgt im Durchschnitt rund 1 m auf der Bündner Strecke (bei gewissen kleineren Abschnitten etwas weniger); es variiert von 1,5 bis 5 m auf der sanktgallischen und von 1 bis 2 m auf der internationalen Rheinstrecke. Die Sicherheit vor einem Ueberborden ist somit nicht auf der gesamten Strecke gleich, doch sollte heute das Rheintal nach langem, hartem Ringen — wenigstens nach menschlichem Ermessen — vor Ueberschwemmungen sicher sein.

Möge der Mensch mit Ehrfurcht die unbändige Kraft des Wassers beachten und mit Verantwortungsbewusstsein zum Wohle unseres Rheintals handeln.

QUELLENANGABEN:

- Rheinquerprofilaufnahmen des Eidg. Amtes für Strassen- und Flussbau und der Rheinbauleitungen
- Jahresberichte der Gemeinsamen Rheinkommission
- Böhi K., Die Internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee.
  Schweiz. Bauzeitung, 1937
- E. Meyer-Peter, E. Hoeck und R. Müller, Die internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee.
  Schweiz. Bauzeitung, 1937
- Meyer-Peter E. und Lichtenhahn C.
  Altes und Neueres über den Flussbau unter besonderer Berücksichtigung des sanktgallischen Rheintales.
  Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, Bern, 1963
- Bertschinger Hch., Die Rhein-Regulierung.
  Vermessung u. Kulturtechnik (Festschrift), 1966
- Peter E., Die Korrektion des Rheines im Kanton St.Gallen.
  Schweiz. Bauzeitung, 1955
- Akten des Tiefbauamtes des Kantons Graubünden
- Akten der Sanktgallischen Rheinkorrektion

Adresse des Verfassers:
Dipl. Ing. C. Lichtenhahn, Dozent für Flussbau
an der ETHZ, Sektionschef beim Eidg. Amt für
Strassen- und Flussbau, Monbijoustr. 40, 3003 Bern

Bild 31 Rhein bei km 36,6 mit Holzbrücke Trübbach—Balzers, die im Jahre 1870/71 erbaut wurde.

Foto-Nachweis: Bilder 2, 3, 5/7, 10/13, 15, 16, 22/30 Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau; Bilder 4, 8, 9: Bischoff; Bild 14 Fliegerwaffenplatz Dübendorf; Bilder 17, 20, 31, 32 Siegfried; Bild 18 Fetzer, Bild 19 Swissair.

Bild 32 Rhein bei km 54,4 mit Holzbrücke Haag—Bendern, die im Jahre 1867/68 erbaut wurde. Die Sohlenvertiefung der letzten Jahre ist gut sichtbar.