

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	17 (1925)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Die Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel [Fortsetzung]
<b>Autor:</b>	Spiess, K.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-920394">https://doi.org/10.5169/seals-920394</a>

### 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:** 30.12.2025

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

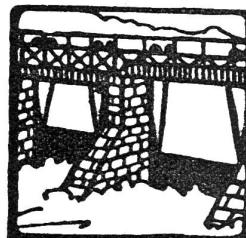
# SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt . . . . Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schiffahrt Rhein - Bodensee

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK  
WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFAHRT

Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH  
und Ingenieur R. GELPK in BASEL



Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH 1  
Telephon Selnau 3111 . . . . Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich.

Alleinige Inseraten-Annahme durch:  
**SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. - ZÜRICH**  
Bahnhofstrasse 100 — Telephon: Selnau 5506  
und übrige Filialen.  
Insertionspreis: Annoncen 40 Cts., Reklamen Fr. 1.—  
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration und Druck in Zürich 1, Peterstrasse 10  
Telephon: Selnau 224  
Erscheint monatlich  
Abonnementspreis Fr. 18.— jährlich und Fr. 9.— halbjährlich  
■ für das Ausland Fr. 3.— Portozuschlag  
Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto.

No. 5

ZÜRICH, 25. Mai 1925

XVII. Jahrgang

## Inhaltsverzeichnis:

Die Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel (Fortsetzung) — Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung — Das Gegengutachten in der Gleno-Katastrophe — Zum Entscheid der Rheinzentralkommission — Ausfuhr elektrischer Energie — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband — Linth-Limmatt-Verband — Wasserkraftausnutzung — Geschäftliche Mitteilungen — Mitteilungen der Kommission für Abdichtungen des Schweizer. Wasserwirtschaftsverbandes — Oelpreise — Mitteilungen der Rhein-Zentralkommission — Kohlenpreise.

### Die Regulierung des Rheins zwischen Strassburg und Basel

mit einer kurzen Beschreibung der Regulierung unterhalb  
Strassburg  
von Oberbaurat K. Spiess, Karlsruhe.  
(Fortsetzung.)

#### 3. Regulierung Straßburg—Basel.

##### a) Allgemeines.

Im Dezember 1920 hatte die französische Regierung den Entwurf für einen Seitenkanal von Hüningen bis Straßburg und die schweizerische Regierung einen ersten Entwurf zur Regulierung des Rheins zwischen Straßburg und Basel der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt zur Gutheißung vorgelegt. Im Februar 1921 begannen die Verhandlungen in einer Unterkommission über den Seitenkanal, die in einer zweiten Tagung vom Juli 1921 fortgesetzt wurden. Die Kanalstrecke von Kembs bis Straßburg wurde aus den Verhandlungen ausgeschieden und diese auf die oberste Staustufe von Kembs beschränkt. Die über

letztere gefaßten Beschlüsse sollen den späteren Verhandlungen über die Fortsetzung des Seitenkanals jedoch nicht vorgreifen. Im Laufe des Jahres 1921 legte die Schweiz einen ausführlichen, von dem Ingenieurbüro Boßhart in Basel bearbeiteten Entwurf für die Regulierung des Rheins vor, der in den Tagungen der Unterkommission vom Dezember 1921 und April 1922 zur Erörterung stand. Es folgte dann nach schwierigen Verhandlungen die Vereinbarung vom 10. Mai 1922 zwischen Frankreich, der Schweiz und dem Deutschen Reich, worin bestimmt ist, daß der durch das Stauwehr von Kembs erzeugte Rückstau flußaufwärts bis zur Birs ausgedehnt wird, die Einzelheiten der Konzessionerteilung auf schweizerischem Gebiet und die wasserpolizeiliche Behandlung auf badischem Gebiet, die durch den nunmehr höheren Stau bedingt ist, der Regelung innerhalb Jahresfrist vorbehalten wird, und daß über die Regulierung des Rheins Uebereinstimmung in den folgenden Abmachungen besteht.

1. Die Regulierungsarbeiten werden in Angriff genommen nach Maßgabe der Genehmigung der Ausführungsprojekte durch die Zentralkommission, und nachdem die reglementarischen Vorschriften erfüllt worden sind.

2. Die drei Staaten werden sich unter einander verständigen über die Ausführungsbedingungen und die Regelung der durch diese Arbeiten bedingten Ausgaben sowie auch über die Auswahl jener Stromabschnitte, deren Regulierung im Interesse der Schiffahrt am dringlichsten ist.

Auf Grund dieser Vereinbarung faßte die Zentralkommission unter dem gleichen Datum einen Beschuß, in dem es u. a. heißt:

„I. Das französische Projekt des Kembser Kanals, so wie es ergänzt und abgeändert wurde, ... erfüllt die in Art. 358 des Versailler Vertrags angegebenen Bedingungen ...“

II. Die Zentralkommission erklärt ihr Einverständnis (adhésion) mit der Regulierung des Rheins zwischen Basél und Straßburg, wie sie von der Schweiz verlangt wird, deren Delegation der Kommission die Ausführungsprojekte vorlegen wird.“

Auf Ersuchen der Schweiz hat nach vorausgegangenem Meinungsaustausch mit den französischen und deutschen Behörden die badische Wasser- und Straßenbaudirektion in Karlsruhe durch Uebereinkommen vom 6. März und 18. August 1923 die Bearbeitung der Ausführungsentwürfe für die Schweiz übernommen und — unter Oberleitung der Wasser- und Straßenbaudirektion — dem Rheinbauamt Freiburg übertragen. Zunächst wurde der Entwurf für den Abschnitt Breisach—Basel gefertigt, weil auf dieser Strecke für eine Regulierung des Niederwasserbettes die ungünstigsten Verhältnisse vorliegen. Er schließt am oberen Ende an den Unterkanal des Rheinkraftwerks Kembs und an die Isteiner Schwelle an und endet in der Stromkrümmung unterhalb Breisach. Nachdem durch die Bearbeitung des Entwurfs festgestellt war, daß durch Niederwasserregulierung die angestrebte Verbesserung des Fahrwassers im Rhein von Breisach bis zur Ausmündung des Unterkanals des Rheinkraftwerks Kembs zu erreichen ist, wollte man das Ergebnis den beteiligten Kreisen alsbald zur Kenntnis bringen. Es wurde deshalb davon abgesehen, die ganze Stromstrecke Straßburg—Kembs in einem einheitlichen Entwurf zu behandeln, und für den Abschnitt Straßburg—Breisach ein besonderer Entwurf aufgestellt, wobei natürlich aus dem des oberen Abschnittes die wesentlichen Grundlagen übernommen worden sind.

Der erste der beiden Ausführungsentwürfe lag der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt bei ihrer letzten Tagung im Dezember 1924 vor, der zweite ist um die Jahreswende an die Zentralkommission gelangt. Zur Prüfung der Entwürfe sowie des ebenfalls vorliegenden Entwurfs des französischen Seitenkanals (Grand Canal d'Alsace) ist eine Unterkommission gebildet, die noch im Dezember eine vorläufige Beratung abgehalten hat und im März zu einer Hauptberatung zusammenrat. In der zweiten Hälfte des Monats April wird die Zentralkommission über den Entwurf zu entscheiden haben.

## b) Zustand und Wasserhaushalt des Flusses.

Die Korrektion des Rheines zwischen Basel und der hessischen Grenze im letzten Jahrhundert hat einen regelmäßigen Stromlauf geschaffen, der durch feste parallele Ufer eingefaßt und heute bis auf wenige Uferlücken ausgebaut ist (vgl. Bild 9). Die normale Breite des korrigierten Strombettes beträgt von Uferkante zu Uferkante von der schweizerischen Grenze bis zur Einmündung des Leopoldkanals 200 m und geht von hier auf 250 m über. Das normale Strombett führt nicht allein die Nieder- und Mittelwasser, sondern auch die gewöhnlichen Sommerhochwasser ab, während die außerordentlichen Hochwasser die Uferbauten und das Vorland bis zu den in wechselnder Entfernung landeinwärts vom Strom liegenden Hochwasserdeichen oder Hochufern überfluten. Innerhalb der festen Ufer bildet die dauernd veränderliche Kiessohle des Flusses abwechselnd am einen und andern Ufer Kiesbänke, zwischen denen, ganz ähnlich wie früher vor der Regulierung unterhalb Straßburg, der Talweg sich durchschlängelt, dem ungefähr die Schiffahrt folgt (vgl. die Bilder 11 und 13). Seine Tiefe ist dort am größten, wo er an die Ufer anfällt, das ist in den „Kolken“, am kleinsten auf den Übergängen von einem Ufer zum andern, auf den „Talwegschwellen“. Der Längenschnitt seines Wasserspiegels stellt sich als eine Folge von Strecken geringeren Gefälles in den Kolken und stärkeren Gefälles am Abfall der Talwegsschwellen in den Kolk dar. Das Durchschnittsgefälle beträgt bei Kembs 1,05, bei Breisach 0,86, bei Straßburg 0,62‰. Die Geschwindigkeiten des Wassers sind entsprechend den wechselnden Gefällen außerordentlich verschieden, sie schwanken innerhalb einer Strecke von einigen Hundert Metern bis um 1 m und mehr. Es betragen zwischen Straßburg und Kembs bei Mittelwasser die geringsten Geschwindigkeiten 1,70 bis 2,70 m/sec., die größten 2,70 bis 3,70 m/sec. Die geringsten Geschwindigkeiten liegen in der Regel in den Kolken kurz oberhalb der Talwegschwellen, die größten kurz unterhalb derselben, wo das über die breite Schwelle gekommene Wasser im Kolk eng und tief eingezwängt wird. Bei höheren Wasserständen werden die Geschwindigkeitsunterschiede geringer. Man hat also nicht eine gleichmäßige Strömung, sondern eine stoßartige Wasserbewegung vor sich, die sich dem Beschauer in den bekannten zahlreichen Wirbelbewegungen und „falschen Wassern“ zeigt. Das ganze aus Kolken, Talwegschwellen und Kiesbänken bestehende Geilde der Sohle verschiebt sich unter fortwährender Veränderung seiner Grundrißgestalt stromab-

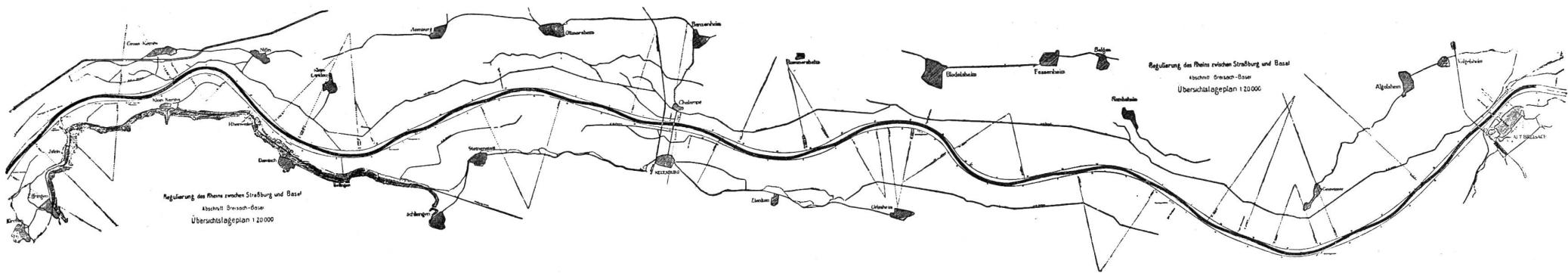


Abbildung 9 a

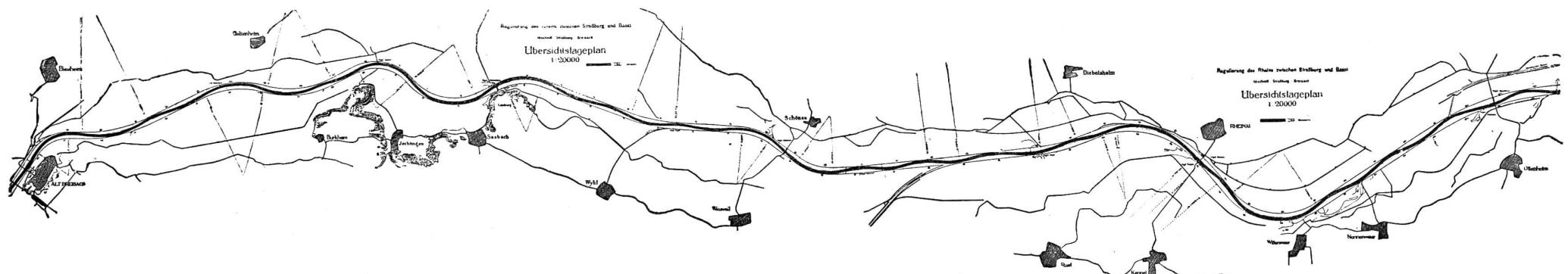


Abbildung 9 b

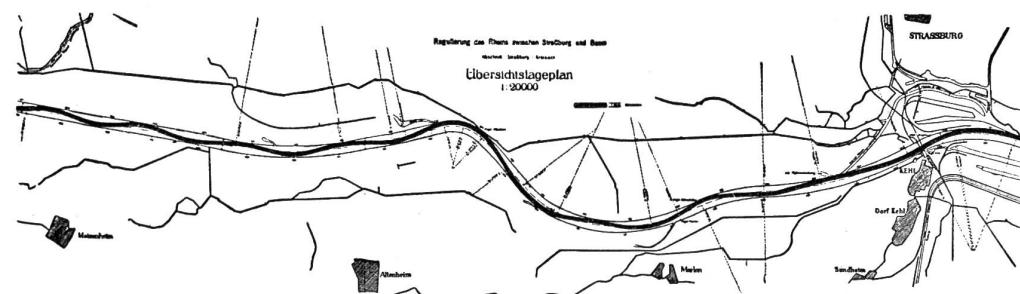


Abbildung 9 c

wärts. Das Vorrücken ist jedoch nicht gleichmäßig, sondern abhängig von der Wasserführung des Flusses, der Grundrißgestalt der Strombahn und der Beschaffenheit der Sohle. Außer der Isteiner Schwelle, die 400 m lang ist und aus Jurakalk besteht, kommen noch abwärts bis Neuenburg vereinzelt Felsen vor, von da ab besteht das Flußbett nur aus diluvialem Kies, dessen einzelne Stücke im oberen Stromabschnitt bis zu 20 cm Durchmesser erreichen.

Während die durchschnittliche jährliche Wanderung der Kiesbänke (nebst Kolken und Talwegsschwellen) zwischen der Isteiner Felsschwelle und Neuenburg bis zu 50 m beträgt, nimmt sie stromabwärts zu, erreicht bei Breisach 450 m und bei Straßburg 550 m. Die Länge der Windungen, d. i. die Entfernung einer Talwegsschwelle von der andern, nimmt dagegen stromabwärts ab und beträgt unterhalb der Isteiner Schwelle rund 1100 m, bei Breisach 950 m und bei Straßburg 920 m.

Die jährliche Veränderung in der Lage des Talwegs, die von der Wanderung der Kiesbänke herrührt, ist im Bild 10 für den Zeitraum von 1900 bis 1923 nach den vorhandenen Peilungen dargestellt. Verbindet man die gleichen Talwegsübergänge in den aufeinander folgenden Jahren mit einander, so zeigt die Neigung der gemittelten Verbindungsline gegen die Ordinate das Maß der Geschwindigkeit, mit der das ganze Sohlenbild sich flußabwärts verschiebt. Während in den Jahren 1900—1909 und 1917—1923, in denen die mittleren jährlichen Wassermengen nur wenig vom langjährigen Mittel abweichen, die Wanderung ziemlich gleichmäßig war, hatte das wasserreiche Jahr 1910 eine gewisse Unordnung in das Bild

gebracht; wie eine Longitudinalschwingung verlaufen die Störungen einzelner Stellen in den folgenden Jahren talwärts, bis der Fluß etwa gegen das Jahr 1917 hin die Unregelmäßigkeiten wieder ausgeglichen hatte.

Die Verschiedenheit der Fortbewegung und der Länge der Windungen steht im Zusammenhang mit der Veränderung der Sohle in ihrem Längsprofil. Eine allgemeine Uebersicht der Gefällsverhältnisse gibt Bild 11. Von der Isteiner Schwelle bei bad. km 8 bis in die Gegend von Sasbach, bad. km 70,3/frz. km 72, unterliegt die Sohle einer dauernden Austiefung. Das größte Maß der Vertiefung hat sich in der Gegend von Neuenburg herausgebildet, wo sich die Sohle seit dem Beginn der Korrektionsarbeiten im Jahre 1852 um 4,40 m gesenkt hat. Flußabwärts nimmt die Senkung ab und hört in der Gegend von Weisweil, bad. km 79/frz. km 81, auf. Zwischen Weisweil und Kappel, bad. km 93/frz. km 95, liegt eine Aufhöhungsstrecke, deren größtes Maß bis zum Jahre 1921 0,76 m erreichte. Abwärts bad. km 93/frz. km 95 bis Marlen, bad. km 118/frz. km 120, herrscht abgesehen von kleineren örtlichen Kiesanhäufungen und der ständig stattfindenden Kiesbewegung im allgemeinen Gleichgewicht in der Höhenlage der Sohle. Bei Kehl/Straßburg, bad. km 123/frz. km 125, ist nach langjähriger Senkung der Sohle eine Hebung bemerkbar.

Der Umfang der Austiefung und der Erhöhung der Sohle ist am Fuße von Bild 11 ersichtlich, wo, ausgehend vom Zustand des Jahrzehnts 1871/80, in dem die Rheinkorrektion in ihren Hauptteilen durchgeführt war, die Senkungen und Hebungen der mittleren Jahreswasserstände



Abbildung 10

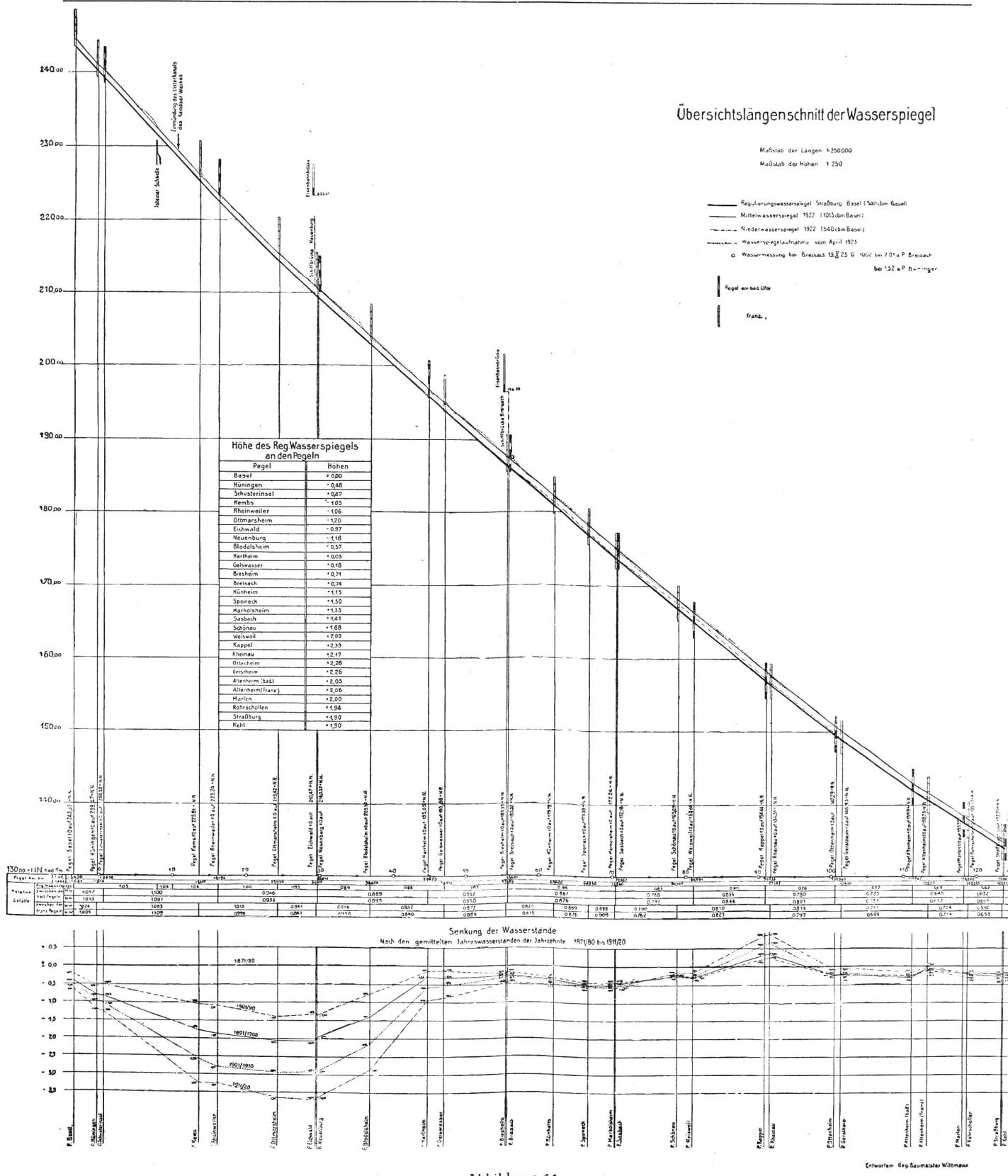


Abbildung 11

für die folgenden Jahrzehnte aufgetragen sind. Diese Darstellungsweise lässt zwar die Verschiedenheit des Wasserreichtums der einzelnen Jahrzehnte unberücksichtigt, genügt aber für den vorliegenden Zweck.

Wenn auch die Wirkungen der Korrektion als die Hauptursachen der starken Sohlenveränderungen anzusehen sind, so hängen diese doch auch mit der Ausbildung des Rheintals vor der Korrektion allgemein zusammen, wo z. B. von jeher zwischen

dem Kaiserstuhl und der Renchmündung das Bestreben des Flusses zu Kiesablagerungen bestand. Die durch die Korrektion verursachte stärkere Erosion und die damit verbundene Absenkung des Wasserspiegels in der Rheinniederung auch oberhalb des Kaiserstuhls war in Rücksicht auf die Entwässerung der weit landeinwärts reichenden Rheinniederung und auf die Verbesserung der Gesundheitsverhältnisse der menschlichen Siedelungen eines der Hauptziele der Korrektion.

Die Geschiebemenge, welche zwischen Basel und Weisweil in der Zeit von 1871/80 bis 1911/20, also in 40 Jahren abgewandert ist, beträgt etwa 24 Millionen  $m^3$ , während in der Aufhöhung zwischen Weisweil und Kappel-Ottenheim nur etwa 2 Millionen  $m^3$  sich abgelagert haben. Das gibt für die Zeit von 40 Jahren einen jährlichen Durchschnitt von rund 600,000  $m^3$  Austiefung und 50,000  $m^3$  Aufhöhung. Wenn auch diese Zahlen nur ungefähre Werte darstellen, so läßt sich doch erkennen, daß in der Aufhöhungsstrecke von dem zulaufenden Geschiebe nur ein geringer Teil liegen geblieben, die weitaus größte Menge des aus der Austiefung stammenden Geschiebes dagegen durchgelaufen ist. Auch heute hält dieser Vorgang noch an, der die Ursache der starken Geschiebewanderung hinunter bis ins hessische Gebiet ist. Das Geschiebe stammt also zum weitaus überwiegenden Teil aus dem eigenen Flußbett und nicht etwa aus dem Rheingebiet oberhalb Basel oder aus den unterhalb zufließenden Seitenwässern.

Der Abflußvorgang des Rheines auf der Strecke zwischen Basel und Straßburg steht unter dem maßgebenden klimatischen Einfluß des Alpenquellgebietes und der Südhänge des Schwarzwaldes. Die Zuflüsse vom Westabhang des Schwarzwaldes — auch unter Beachtung des Leopoldkanals und der Vogesen — üben in dieser Rheinstrecke keinen wesentlichen Einfluß auf den Abflußvorgang des Rheines aus, sodaß die Strecke Basel—Straßburg als ein in den Abflußverhältnissen einheitlicher Stromabschnitt bezeichnet werden kann. Eingehende Untersuchungen und Wassermessungen haben ergeben, daß eine Zunahme der Wassermenge von Basel bis Breisach nicht nachweisbar ist und bis Straßburg eine Zunahme von 25  $m^3/\text{sek.}$  bei N.W. und M.W. angenommen werden kann. In den Monaten Mai bis August führt der Ober-Rhein seine alljährliche Sommeranschwellung, während in den übrigen Monaten zumeist niedere Wasserstände vorherrschen, die häufig nur durch kurz dauernde Hochwasser von zum Teil außerordentlichen Höhen unterbrochen werden. Das größte bekannte Hochwasser im Jahre 1876 führte 5700  $m^3/\text{sek.}$  An anderen be-

merkenswerten Wassermengen für den Pegel Basel sind zu nennen:

Gemittelte Jahreswassermenge	1808—1913	1013 $m^3/\text{sek.}$
"	1911—1920	1087 $m^3/\text{sek.}$
"	1921	606 $m^3/\text{sek.}$
" niedrigste Monatswassermenge	1911—1920	838 $m^3/\text{sek.}$
" "	1921	332 $m^3/\text{sek.}$
" für die Winterhalbjahre (Oktober b. einschliesslich März)	1911/12-1920/21	580 $m^3/\text{sek.}$

Geringste beobachtete Wassermenge für den Tagesdurchschnitt am 21. März 1921 306  $m^3/\text{sek.}$

Die Abflußverhältnisse des Rheins bei seinem Eintritt in die Regulierungsstrecke sind eingehend geschildert in der Mitteilung Nr. 8 des Schweizerischen Amtes für Wasserwirtschaft: Die Abflußverhältnisse des Rheins in Basel von Ing. C. Ghezzi. Sie ist mit ihren Nachträgen dem Entwurf zu Grunde gelegt worden.

### c) Grundrissgestalt der geplanten Fahrwasserrinne.

Innerhalb der bestehenden Korrektionsdämme hat sich der Fluss selbst eine Abflussrinne geschaffen, die seiner Geschiebe- und Wasserführung, der Grundrissform der Strombahn und den Besonderheiten der Flussohle entspricht. Zur Ausbildung eines geregelten Fahrwassers soll ein Niederwasserbett mittelst Buhnen und Grundswellen gebaut werden, in dem das Fahrwasser nach Art der ausgeführten Regulierung zwischen Sondernheim und Strassburg in Serpentinen verlaufen wird. Man ging bei der Linienführung des Fahrwassers zwischen Strassburg und Istein von dem Bestreben aus, dem heutigen Charakter des Talwegs Rechnung zu tragen, die Uebergänge von einem zum anderen Ufer jedoch in einer für die Schifffahrt vorteilhaften Weise zu strecken. Anderseits wird aber dem Flusse kein Zwang durch unnatürliche Streckung der Windungen und durch Verminderung der Zahl der Uebergänge angetan werden dürfen, wenn nicht besondere örtliche Verhältnisse dazu zwingen oder der Krümmungshalbmesser der Fahrwasserrinne unter das Mass herabgehen würde, das für den Schifffahrtsbetrieb noch zulässig ist. Mit der Rücksichtnahme auf den vorhandenen Zustand des Flusses soll nicht gesagt sein, dass ein augenblicklicher Zustand für die Grundrissgestaltung der Fahrwasserrinne bestimmd ist, sondern man wird darauf zu achten haben, welche Lage der Talweg während einer langen Reihe von Jahren am meisten bevorzugt. Örtliche Verhältnisse können da und dort auch eine Abweichung von diesem Grundsatz nötig machen, ohne dass in diesen Einzelfällen der Erfolg in Frage gestellt wird. Hier sind vor allem vorhandene Felsen, ferner die festen Brücken bei

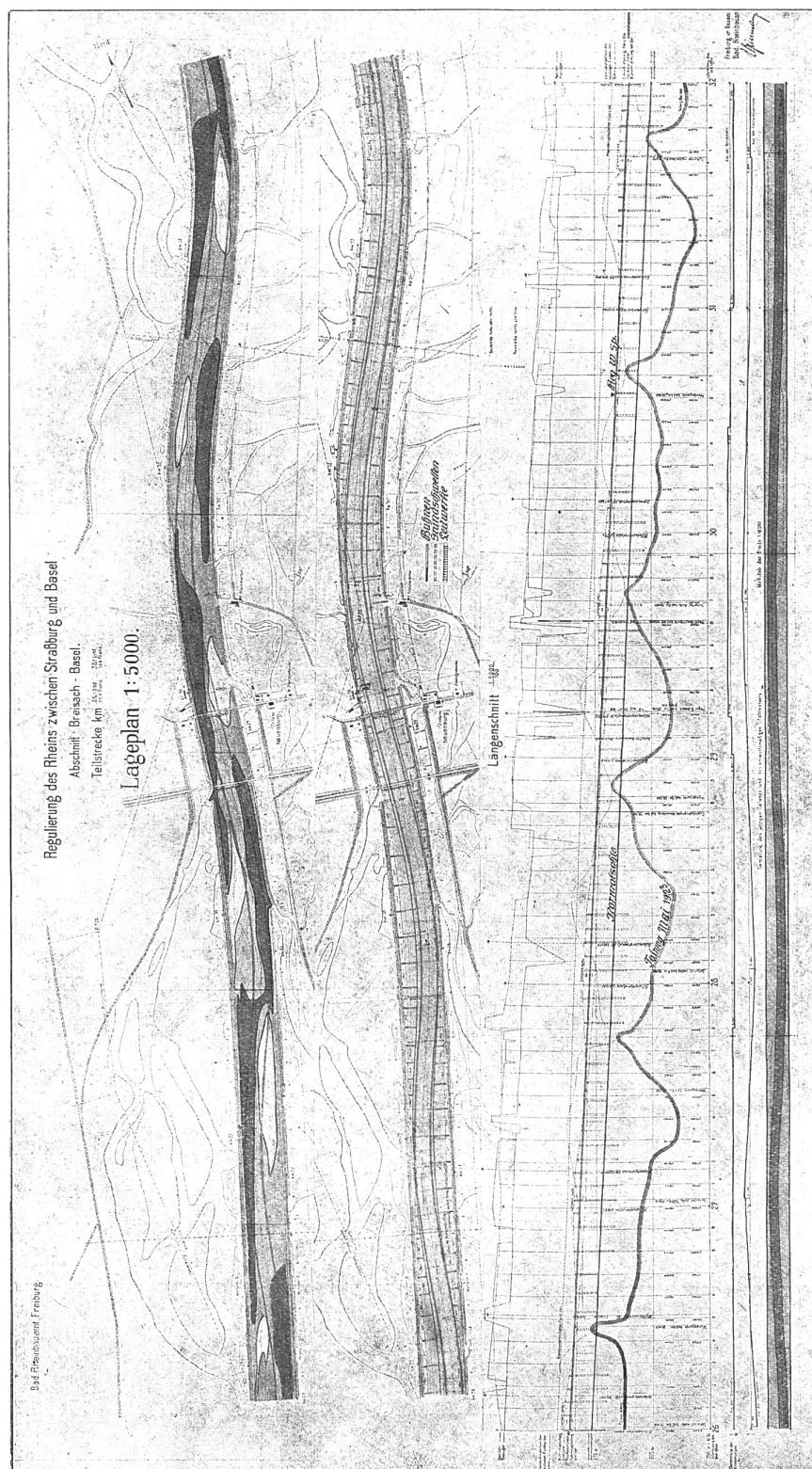


Abbildung 12

Neuenburg, Breisach und Kehl/Strassburg zu nennen, ferner die 6 Schiffbrücken Neuenburg—Challampé, Breisach—Neubreisach, Sasbach—Märkolsheim, Weisweil—Schönau, Kappel—Rheinau, Ottenheim—Gerstheim. Die festen Brücken bei Neuenburg und Breisach werden von der plannmässigen Fahrwasserrinne in ihrer Mittelöffnung

gekreuzt, die Kehl—Strassburger Brücken auf der rechten Stromseite. Bei den Schiffbrücken liegt die künftige Fahrwasserrinne bis auf jene von Weisweil—Schönau an einem Ufer an. Hafenanlagen von Bedeutung sind auf der ganzen Regulierungsstrecke nicht vorhanden. Die Altrheinarme fanden beim Entwurf der Fahrwasserrinne

soweit als möglich und ihrer Bedeutung entsprechend Berücksichtigung.

Die Linie der Fahrwasserachse ist zusammengesetzt aus Teilen von Lemniskaten derart, dass bei normalen Windungen der Wendepunkt der Lemniskaten ungefähr beim Kreuzungspunkt der Fahrwasserachse mit der Stromachse liegt, und dass jeweils vom Wendepunkt bis zum Scheitelpunkt stromauf und stromab der Krümmungshalbmesser stetig abnimmt. Der Scheitelpunkt befindet sich dort, wo das Fahrwasser am Ufer anliegt. Bei langen und scharfen Krümmungen der Strombahn konnte die Kurve mit stetig veränderlicher Krümmung nicht immer angewendet wer-

Ueber die vorhandenen und künftigen Windungen des Talwegs gibt folgende Zahlentafel einen Überblick.

Unterteilung des Regulierungsabschnittes	Durchschn. Grösste Be-jährliche Vorwärtsbe-wegung der Uebergänge	Kilomtr. Lage der festen Punkte bad. km	Grund der Unterteilung	Anzahl der Uebergänge						Im Ent-wurf vor-gesehene Zahl der Ueber-gänge
				1900	1909	1917	1922	höch-sten	ge-ringste	
1. von bad. km 8 bis bad. km 22	0 bis 50 m	1900 m	8	Isteiner Schwelle	5	7	6	6	7 1901-06	5 1900
			15	Bogen der Strombahn mit R = 910 m	5	5	6	8	8 1922	5
			22	Felsen am bad. Ufer						
2. von bad. km 22 bis bad. km 38	50 bis 150 m	3300 m	38	Zwei Gegenbogen der Strombahn mit R = 1658 m und R = 1997 m	16	16	15	15	16 1914	14 1912
				Bogen der Strombahn mit R = 2000 m	12	9	11	9	13 1912	9 1909
3. von bad. km 38 bis bad. km 57	150 bis 450 m	9400 m	49	Bogen der Strombahn mit R = 1138 m und Ende des Regulierungsabschnittes	9	8	9	8	10 1913	8
			57	Unteres Ende des Regulierungsabschnittes Breisach-Basel	24	24	24	23	25 1915	23 1922
4. von bad. km 57 bis bad. km 79	490 m	11200 m	57	Ende der Austiefung	17	16	15	15	17	15
			79	Beginn der Aufhöhung						
5. von bad. km 79 bis bad. km 93	520 m	12100 m	79	Ende der Aufhöhung						
			93	Beginn des Gleichgewichtszustandes der Sohle	27	25	24	24	27 1901	23
6. von bad. km 93 bis bad. km 115	550 m	13000 m	93	Ende der Talwegspeilungen	47	45	47	46	50*)	45
			115	Im Regulierungsabschnitt km 8 bis 57 bad. km 57 bis 115	68	65	63	62	69	61
In der ganzen Stromstrecke km 8 bis 115 **)				115	110	110	108	119	106	86

\*) 1913. \*\*) unterhalb km 115 sind frühere Talwegspeilungen lückenlos nicht vorhanden.

den, die Fahrwasserachse musste sich hier dem Kreisbogen der Strombahn angleichen.

Auf Bild 12 ist für eine Strecke bei Neuenburg und auf Bild 13 für eine Strecke bei Kappel der Verlauf der geplanten Fahrwasserrinne zu sehen; er führt zum Teil mitten durch Kiesbänke. Da der im Plan dargestellte Sohlenzustand nur vorübergehend ist, wird die entwurfsmässige Durchführung keine Schwierigkeiten bereiten. Man vergleiche hiermit Bild 9 der ausgeführten Regulierung unterhalb Strassburg (Seite 67), wo eine derartige Umgestaltung der Flussohle ohne weiteres zu erkennen ist.

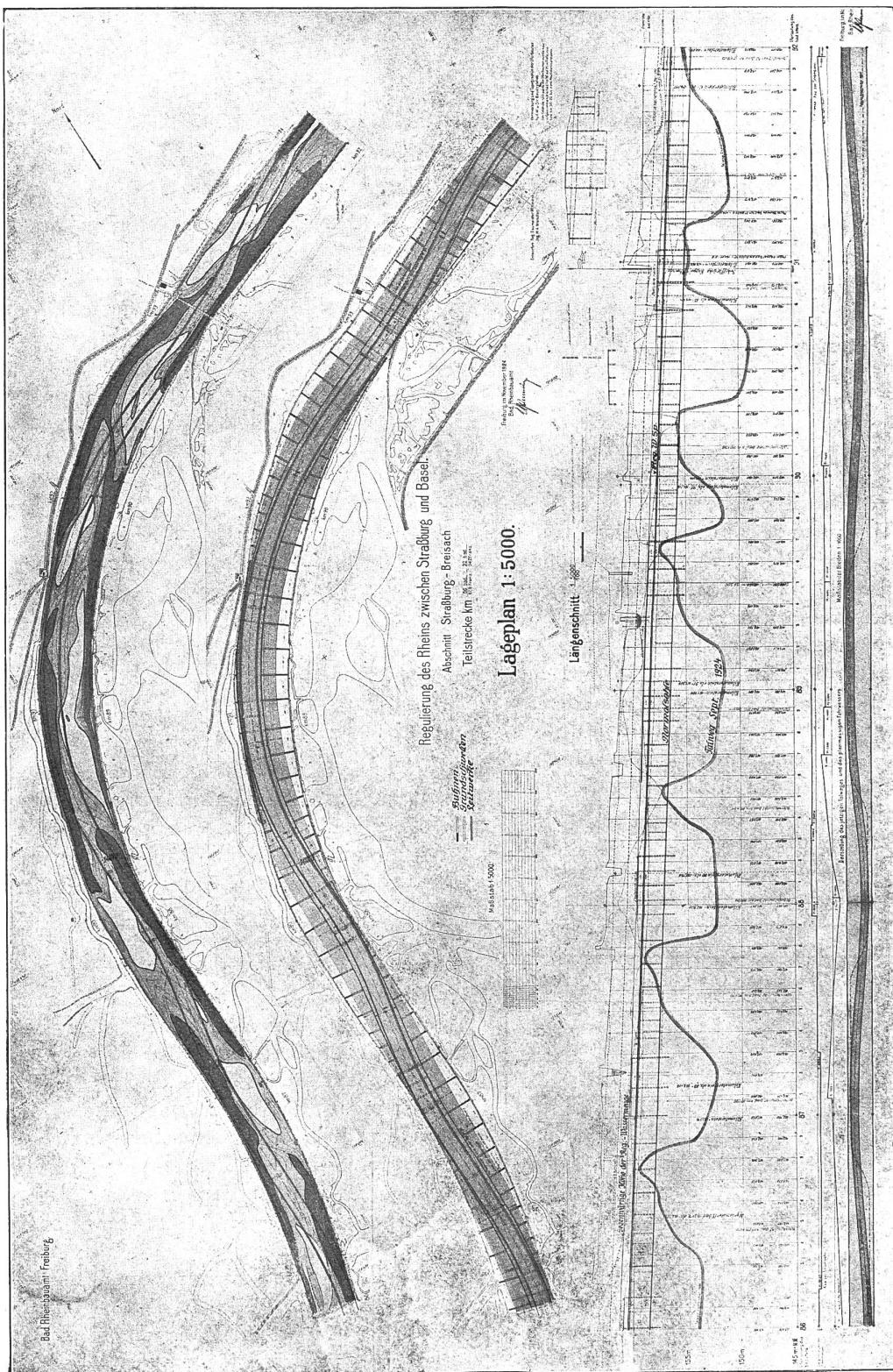


Abbildung 13

#### d) Hydraulische Untersuchungen.

Die Bergschleppzüge auf der Strecke Strassburg—Basel setzen sich im allgemeinen aus einem Schlepper und zwei auf zwei Längen gehängten Kähnen zusammen. Die Talschleppzüge führen zwei nebeneinander gekuppelte, kurz gehängte Kähne. Die Breite der Fahrwasserrinne soll die

Begegnung eines Berg- und eines Talschleppzuges gestatten. Nach den Angaben der Schiffahrtstreibenden genügen hierfür 75 m Breite mit 2,0 m Tiefe des Fahrwassers. Die Abmessungen der Fahrwasserrinne sind jedoch nicht gleichbedeutend mit jenen des Niederwasserbettes, das zwischen den Regulierungswerken liegen wird, und

innerhalb dessen sich erst die Fahrwasserrinne ausbilden soll. Infolge der beweglichen Stromsohle werden sich die Querschnitte nicht in einer errechneten gleichmässigen Form gestalten, es müssen die Masse des Niederwasserbettes vielmehr grösser gewählt werden, damit die Ausbildung der Fahrwasserrinne mit einer gewissen Sicherheit in genügender Breite und Tiefe erwartet werden darf.

Für die hydraulische Berechnung wurden die Formeln für die gleichförmige Wasserbewegung und zur Bestimmung des Beiwerths  $c$  in der Formel  $v = c \sqrt{R \cdot J}$  die Ganguillet-Kutter'sche Formel

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + (23 + \frac{0,00155}{J}) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

benutzt. Von besonderer Wichtigkeit war zunächst die Ermittlung des Beiwertes (Rauhigkeitsgrades)  $n$ . Hierzu standen die Ergebnisse von 14 Wassermessungen zur Verfügung, die in früheren Jahren und während der Entwurfsbearbeitung bei Basel, Hüningen, Kembs, Breisach, Rheinau, Marlen und Maxau vorgenommen worden sind. Außerdem wurden für 57 Flussquerschnitte zwischen Strassburg und Basel die Abflussflächen, der benetzte Umfang und das Wasserspiegelgefälle festgestellt und aus der Beziehung zu der am Tag der Querschnittsaufnahmen in Basel abgeflossenen Wassermenge die Rauhigkeitsbeiwerte aller Flussquerschnitte abgeleitet. Diese Ergebnisse stimmten mit jenen aus den unmittelbaren Wassermessungen gut überein. Aus beiden Bestimmungsarten ergaben sich die nachfolgenden Werte von  $n$ .

bad. km	franz. km	Ort	$n$
8	9,4	Istein	
81	83	Weisweil—Schönau	0,0320
81	83	Weisweil—Schönau	
111,2	113	Altenheim	0,0310
111,2	113	Altenheim	
126,0	128	Kehl—Strassburg	0,0300

Obwohl in Folge der durch die Regulierung entstehenden Querbauten im Flussbett eine Vergrösserung des Rauhigkeitsgrades eintreten muss, wurde, um nicht den Anschein zu günstiger Annahmen zu erwecken, der aus dem heutigen Zustand gefundene Wert  $n$  in der weiteren Rechnung verwendet.

Bei der Festsetzung der Begrenzungen des Niederwasserbettes war massgebend, dass im Querschnitt beim Scheitelpunkt der Fahrwasseraxe Sohlenschwellen in nicht geringerer Tiefe als etwa 3,0 m unter Regulierungswasserspiegel einzubauen sind. Die Böschungsneigungen der Einschränkungswerke wurden in teilweiser Anleh-

nung an die Ausführung der Regulierungsstrecke unterhalb Strassburg im Scheitelpunkt für die Uferseite mit 1:3, für den Kopf der gegenüberliegenden Buhne mit 1:20 bestimmt. Als Böschungsneigung der beiderseitigen Einschränkungswerke im Querschnitt des Wendepunktes wurde 1:15 gewählt.

Das Verhältnis der errechneten Breite des Niederwasserbettes in 2,0 m Tiefe zur angestrebten Breite der Fahrwasserrinne von 75 m wird am ungünstigsten in den Querschnitten der Kurvenscheitel. Für das Gefälle  $J = 1,05\%$  bei Istein,  $J = 0,86\%$  bei Breisach und  $J = 0,62\%$  bei Strassburg werden die Verhältniszahlen für eine Abflussmenge von 525 m<sup>3</sup> bei Istein 1,16, bei Breisach 1,29 und bei Strassburg 1,48. Der entsprechende Wert für die hier beginnende Regulierung Sondernheim—Strassburg, die nach einem Regulierungswasserspiegel von + 1,50 m a. P. Strassburg gebaut, und wo eine Fahrwasserrinne von 88 m Breite angestrebt ist, beträgt für die Sohlenbreite von 126,6 m — in 2,0 m Tiefe unter + 1,50 m a. P. — 1,43. Der gleiche Wert tritt für die Fahrwasserrinne von 75 m Breite der Regulierung Strassburg—Breisach bei Altenheim, bad. km 111,2/franz. km 113, ein.

Die hydraulische Rechnung bezieht sich nun auf die durch Einbauten begrenzten Querschnitte, und es bleibt noch die Frage zu prüfen, wie sich der Ablauf des Wassers in den Teilen des Flussbettes zwischen den Einbauten verhält, insbesondere auch, ob die seitherige Erosion nach Ausführung der Regulierung aufhören wird. In dieser Hinsicht muss nochmals der heutige Zustand der Flussohle berührt werden. Die Ursache der Erosion liegt bekanntlich in dem Missverhältnis zwischen der Angriffskraft des Wassers und der Widerstandskraft der Sohle, wobei die Erosionswirkung nicht allein eine Funktion des Flussgefälles, sondern auch der Querschnittsform, insbesondere der Tiefe ist. Die Betrachtung der vorhandenen Flussohle führt zu dem Ergebnis, dass neben der tiefsten Stelle des Kolkes auch der höchste Punkt der Kiesbank liegt und mit der stärksten Einengung des Abflussprofils ungefähr in den gleichen Querschnitt fällt. In diesen Stellen der Kolke liegt der Hauptangriff der Erosion. Um die Angriffskraft des Wassers zu vermindern, ist im Entwurf vorgesehen, durch die Einbauten dem Flussbett einen Querschnitt zu geben, in dem die Höhenunterschiede stark verringert werden, sodass das Wasser nicht mehr in einem eng zusammengeschnürten Kolk, sondern in einem breiten, flachen Querschnitt abfliesst (vgl. Bild 14). Dieser Ausgleich der bisherigen Höhenunterschiede wird sehr wesentlich unterstützt durch die vorgesehenen

Leitwerke, welche die steile Neigung 1:1 bis 1:1½ der vorhandenen Uferböschungen gerade dort in eine solche von mindestens 1:3 bis 1:8 umwandeln, wo die Fahrwasserrinne dicht am Ufer anliegt, also die stärkste Einwirkung auf die Sohle zu erwarten ist. Allgemein wird die Widerstandskraft der Sohle durch die Querbauten der Regulierung erhöht, wobei man sich darüber klar sein muss, dass diese sowohl als Einzelbauwerke, weitaus

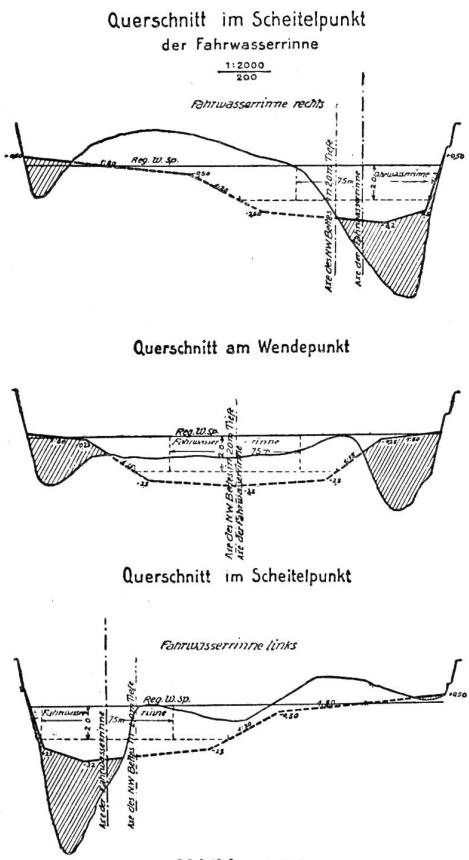


Abbildung 14

mehr aber durch die Gesamtheit der Bauten, gewissermassen wie ein grosses Gerippe, die Widerstandskraft der Sohle erhöhen. In den Teilen des Flussbettes, wo die Erosion am stärksten auftritt, also in den Scheiteln der Fahrwasserrinne, ist der Fluss auf seine ganze Breite mit Grundschwellen und Buhnen verbaut. In den Teilen, die zwischen zwei Gruppen von Grundschwellen liegen, werden die in den Lageplänen nur bis zur Begrenzungs linie der Normalsohle eingezeichneten Buhnen schon während der Bauausführung bis zur Tiefe der tatsächlichen Sohle vorgestreckt.

In der Richtung des Niederwasserbettes flies-  
sen jedoch nur die Niederwasser, die auf die in  
Rede stehende Erosion der Sohle ohne Einfluss  
sind. Die Mittelwasser nehmen schon in dem heu-  
tigen unregulierten Flusse über die Kiesbänke  
hinweg eine gestrecktere Fliessrichtung an, und  
die hohen, stark erodierenden Wasser nähern sich

in der Richtung mehr und mehr der Axe des Stromes, sodass also der Hauptstromstrich schräg über die Niederwasserrinne der Regulierung hinwegführt und seine Kraft an den weit in das Niederwasserbett hineingreifenden Buhnen gebrochen wird. Hiermit im Zusammenhang lässt die Bewegung der Kolke und Kiesbänke erkennen, dass ein Kolk im heutigen Zustand sich am gleichen Ufer talwärts schiebt und seine Tiefen nach dem Talweg hin rasch abnehmen. Es ist eine bekannte Erscheinung am Oberrhein, dass bei höheren Wasserständen die Talwegsübergänge sich erhöhen, hier also Kies abgelagert wird. Beide Erscheinungen lassen darauf schliessen, dass die erodierende Kraft des Wassers in der Nähe der heutigen Ufer und ungefähr parallel zu diesen wirkt, beim Abgang des Talwegs vom Ufer stark nachlässt und auf dem Uebergang selbst aufhört. In ähnlicher Weise werden die erodierenden Kräfte im regulierten Flussbett zu wirken suchen; dem wird aber durch die Grundschwellen und die darauf folgenden Buhnen Einhalt geboten, die schon so flach und tief angeordnet sind, dass der Kolk nicht nach der Flussmitte hin sich ausbilden kann. Auch eine Auskolkung der Sohle zwischen den einzelnen Grundschwellen ist nicht zu erwarten, da diese im oberen Teil der Regulierung nur 60 m, im unteren 70 m von einander entfernt sind. Selbst wenn die Räume zwischen den Grundschwellen sich nicht in voller Höhe mit Kies anfüllen, so bleibt dies auf den Wasserspiegel ohne nennenswerten Einfluss, da sich dieser nach dem Abflussquerschnitt über den Grundschwellen und nicht nach der Sohlentiefe zwischen diesen einstellt.

Aus Allem geht hervor, dass die heutige Erosion nach ausgeführter Regulierung sich nicht mehr fortsetzen kann. Es sei hier ferner erwähnt, dass im regulierten Fluss gegenüber dem heutigen Zustand ein annähernd ausgeglichenes Gefälle vorhanden sein wird, und dass auch die Gegenstände in den Geschwindigkeiten stark vermindert sein werden.

Eine nachteilige Einwirkung der Regulierungs-  
werke auf den Abfluss des Hochwassers ist nicht  
zu befürchten. Die ungünstigsten Flussquerschnitte  
sind zurzeit die Stellen, wo die Kuppen der Kies-  
bänke liegen. Diese Kuppen werden nach den  
Wahrnehmungen in der Regulierungsstrecke Son-  
dernheim—Strassburg infolge der Verbauung der  
Kolke und Nebenrinnen vom Wasser verschleift,  
wobei das Geschiebe in die Kolke zwischen die Ein-  
bauten gelangt und jene etwa bis in die Höhe der  
Grundschwellen ausfüllt. Beachtenswert hierbei  
ist, dass die hinter den Kiesbänken liegenden Teile  
der Kolke seither für den Abfluss des Hochwas-  
sers sozusagen tote Winkel bildeten und daher für  
die Ablagerung des Geschiebes willkommen sind.

Es findet also infolge der Einbauten lediglich eine Umlagerung des Geschiebes statt, ohne dass eine Verminderung des Abflussquerschnittes für das Hochwasser eintritt. Vorübergehende Einengungen der Querschnitte während der Bauzeit werden jeweils nach einer Sommeranschwellung des Flusses beseitigt sein.

Der Abflussmenge von 525 m<sup>3</sup>/sek. auf der Strecke zwischen Breisach und Basel entsprechen in Basel rund 540 m<sup>3</sup>/sek., da ein Zuschlag für das durch den Hüninger Kanal und etwa in das Grundwasserbecken des Rheintals abfliessende Flusswasser gemacht werden muss. Für Strassburg lässt sich eine gleichwertige Wassermenge nicht mit der Genauigkeit angeben wie für Basel. Nach der Wassermengendauerlinie für das Jahr fünf 1901/05, dessen Abflussverhältnisse gerade bei niederen Wasserständen dem langjährigen Mittel sich sehr gut nähern, sind 540 m<sup>3</sup>/sek. in Basel an 318 Tagen über- und an 47 Tagen unterschritten. Es kann also mit einer Schiffahrtsdauer von durchschnittlich 318 Tagen bei einer Wassertiefe von mindestens 2,0 m wie heute unterhalb Strassburg gerechnet werden.

Die Wassermenge von 540 m<sup>3</sup>/sek. hat im Jahr fünf 1901/05 durchschnittlich den Wasserstand + 0,40 m a. P. Basel erreicht. Da der von der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt aus dem Zeitraum 1901/05 festgesetzte gleichwertige Wasserstand 1908 (= Gl. W. 08) am Pegel Basel + 0,42 m beträgt, ist der Regulierungswasserspiegel für 540 m<sup>3</sup>/sek. a. P. Basel in der Strecke Strassburg—Basel so gut wie gleichbedeutend mit dem Gl. W. 08, der am Pegel Strassburg die Höhe + 1,79 m hatte. Infolge der seither eingetretenen Sohlenänderungen ergeben sich für den Regulierungswasserspiegel im Jahre 1924 die Höhen + 0,0 m a. P. Basel und + 1,90 m a. P. Strassburg. Die entsprechenden Höhen an den übrigen Pegeln zwischen Basel und Strassburg wurden auf der Grundlage gleicher Unterschreitungsdauer und unter Zuhilfenahme von Beharrungsständen, die in der Natur aufgenommen wurden, ermittelt.

Schluss folgt.



## Ein Beitrag zur Abklärung der Beziehungen zwischen Waldbestand und Grundwasserbildung

von Dr. Philipp Flury,  
Adjunkt der Eidg. forstl. Versuchsanstalt in Zürich.

Unter obigem Titel hat der bekannte geologische Sachverständige für Grundwasserfragen und Quellentechnik — Dr. J. Hug (Zürich) — in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1923, No. 5, Seite 96

bis 97, eine bezügliche Untersuchung veröffentlicht, nachdem diese vorher in etwas kürzerer Form in den „Eclogae Helvetiae“, Vol. XVII, No. 1, vom Jahre 1922 erschienen war.

Dr. Hug hat für seine Untersuchungen eine der Holzorporation Zollikon bei Zürich gehörende, auf der „Rehalp“ gelegene Fläche von 4 ha Grösse benutzt, die bis zum Jahre 1916 gleich den anstossenden Gebieten bewaldet war, dann aber im Winter 1915/1916 bleibend gerodet und der Landwirtschaft und dem Ueberbauungsgebiet zugewiesen wurde.

Die an der untern Grenze dieser Rodungsfläche, der sog. Schützenwiese, entspringenden Quellen gehören zum Netz der städtischen Wasserversorgung und werden von dieser seit Jahrzehnten gemessen.

Auf Grund der Messungsergebnisse einer jener Quellen stellt Dr. Hug fest, dass von 1916 bis 1921 — also nach erfolgter Waldrodung der Quellenertrag grösser sei als in den Jahren vor der Rodung, woraus er den Schluss zieht, es habe die vorgenommene Entwaldung auf den Quellenertrag erhöhend, also günstig eingewirkt.

Dieses Resultat und ganz besonders die genannten Schlussfolgerungen haben in forstlichen Kreisen einiges Befremden geweckt, namentlich im Hinblick auf die vom Verfasser auch zitierten, von der Eidg. forstlichen Versuchsanstalt eingerichteten, seit dem Jahre 1900 im Gange befindlichen und von Prof. Dr. A. Engler 1919 im XII. Band ihrer „Mitteilungen“ veröffentlichten Untersuchungen mit einem für den Wald günstigen Ergebnis.

Da es Prof. Dr. Engler wegen Erkrankung und infolge seines im Jahre 1923 erfolgten Hinschieds nicht mehr möglich war, auf die Arbeit von Dr. Hug zu antworten, anderseits aber ein auf forstlicher Seite weiterhin beobachtetes Stillschweigen leicht als Zustimmung zu den Dr. Hug'schen Ausführungen aufgefasst werden könnte, so gestatte sich der Einsender, auf jene Veröffentlichung zurückzukommen.

Was bei der vorliegenden Studie mit ihren Resultaten und den aus ihnen abgeleiteten grundsätzlichen Schlussfolgerungen auffällt, das betrifft gewisse anfechtbare Punkte, die mit Rücksicht auf die forstliche Seite der Fragestellung zum Teil das Versuchssobjekt als solches, zum Teil aber auch die eingehaltene Methode berühren.

Als solche seien kurz zusammengefasst folgende genannt:

1. Das Einzugsgebiet dieser Quelle bzw. Quellen ist seiner Flächengrösse nach nicht bekannt.