

Bodensee-Regulierung, Hochwasserschutz, Kraftnutzung und Schifffahrt

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 15

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82882>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

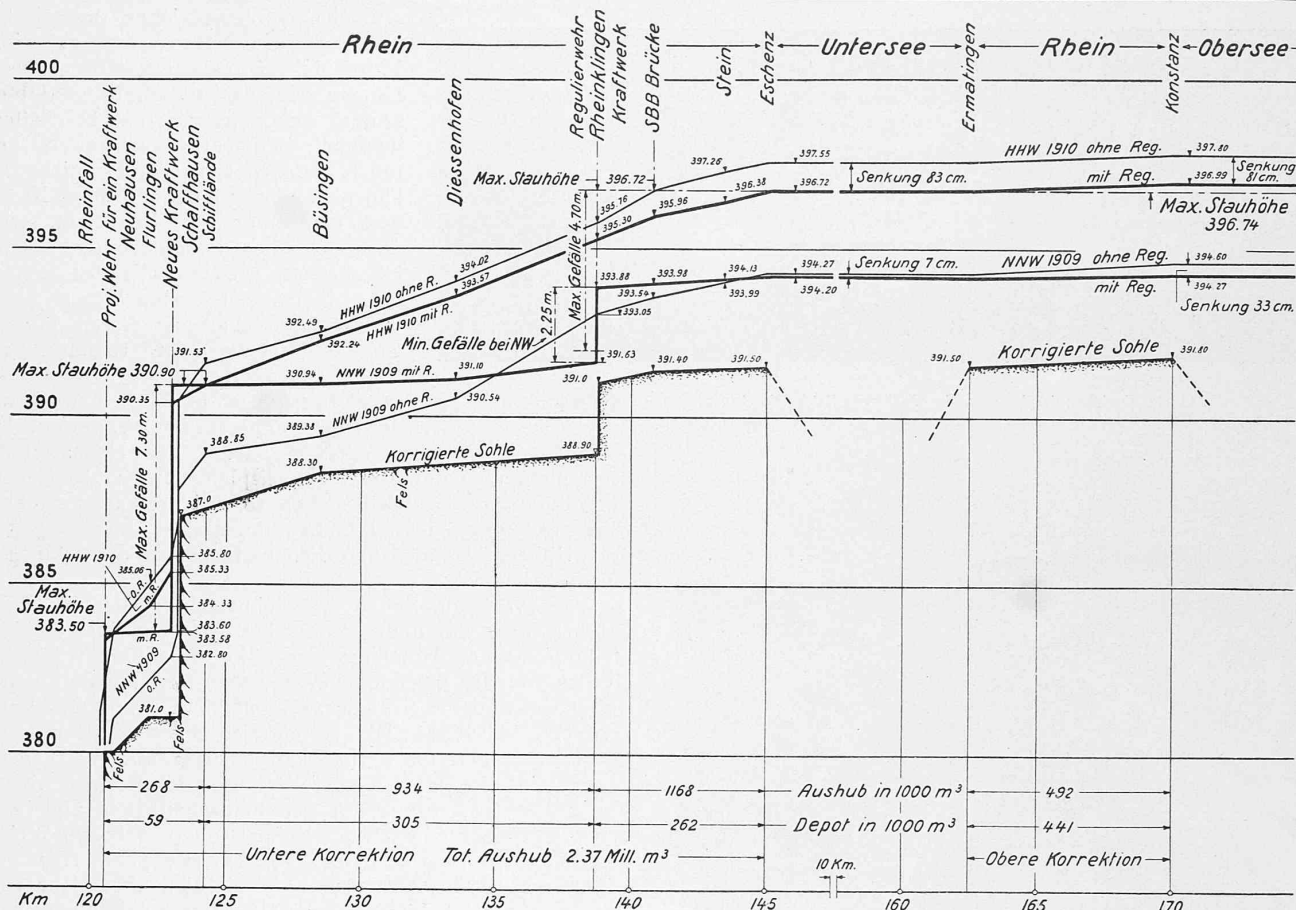


Abb. 1. Uebersichts-Längenprofil der Korrektur für die Bodensee-Regulierung. — Masstab: Längen 1:250 000, Höhen 1:200.

die Anlage in erster Linie *Ruhe* geboten; jede an sich „interessante“ architektonische Formgebung hätte abgelenkt. Zudem bildet die einfach-strenge Haltung dieser Seeufer-Gestaltung auch aus der Ferne gesehen einen festen Rahmen, eine klare Abgrenzung einerseits des stellenweise unruhigen Stadtbildes, anderseits der freien ungebundenen Natur. Und eine solche *bestimmte Abgrenzung* zwischen der Natur und dem Bauwerk, der Stadt, macht deren *Gegensätzlichkeit* klarer und steigert dadurch die gerade auf ihr beruhende künstlerische Wirkung. Es ist einfach unverständlich, wie vielfach noch nicht begriffen wird, dass Natur und Bauwerk zwei *Gegensätze* sind, und dass es sinnwidrig, naiv und unkünstlerisch im höchsten Grade ist, sich mit einem Bauwerk, also einer künstlichen Schöpfung, der Natur anbiedern zu wollen, sie nachahmen, oder wie unser ausgezeichnete Dialektausdruck dafür sagt, die Natur „verspotten“ zu wollen. Selbst wenn dies baukünstlerisch wünschbar wäre: es ist beim besten Willen und mit dem grössten Raffinement *nicht möglich*, ein Naturufer künstlich zu „machen“. Die Natur lässt ihrer nicht spotten¹⁾ und alle Versuche dazu führen notwendigerweise zu einer Karikatur, die im besten Fall das kritiklose Publikum befriedigt, das Auge jedes Naturfreundes und Naturbeobachters aber verletzt. Man vergleiche doch nur die künstlichen Naturufer der Zürcher Quaianlagen mit den Typen wirklicher Naturufer, die den Erbauern vorgeschwebt haben mögen.

Es scheint nötig, diese Fragen, über die im Publikum, wie in gewissen, leider ziemlich umfangreichen Heimatschutzkreisen noch auffallend viel Unklarheit herrscht, im Interesse der gesunden Heimatschutz-Bestrebungen selbst, einmal anhand von Bildern gründlich zu erörtern. Für heute müssen wir uns darauf beschränken, in oben dargelegtem Falle der Luzerner Seequai-Erweiterung Herrn Arch. Ramseyer des bestimmten zu unterstützen. Wir

tun dies in der vollen Ueberzeugung, im Namen aller unserer Fachkollegen zu sprechen, denen in diesen Dingen ein Urteil zusteht. Und noch eins: Die alte Quai-Gestaltung (Abb. 4), die jedem imponiert, der als Fremder nach Luzern kommt, hat sich als *charakteristischer Bestandteil des Stadtbildes* bereits so stark eingepreßt, dass sie sich darin ein ersessenes Heimatrecht erworben hat, das füglich auch Anspruch auf Schutz erheben darf. Müssen wirklich Auswärtige kommen, um den Luzernern zu sagen, welch beneidenswert schönen Seequai sie besitzen? Und dass dessen einfache Fortsetzung bis zur Hausermatte, die mit ihren Bauwipfeln seinen natürlichen Abschluss bildet, nur die für den Unbefangenen *selbstverständliche Vollendung* des Bauwerks ist?

Es wäre nach alldem nicht nur bedauerlich, sondern geradezu beschämend, wenn es den romantischen Tendenzen eines missverstandenen Heimatschutzes, mögen sie noch so wohl gemeint sein, durch Entfaltung einer unrichtigen Volksmeinung in Luzern gelingen sollte, die Behörden von ihren auf gründlicher und richtiger Ueberlegung beruhenden Absichten abzuwandeln.

Die Red.

Bodensee-Regulierung, Hochwasserschutz, Kraftnutzung und Schifffahrt¹⁾.

Seit über 100 Jahren wird die Absenkung der Hochwasser des Bodensees angestrebt. Zahlreiche Verhandlungen zwischen den Interessenten haben stattgefunden, besonders nach Erscheinen der grundlegenden Abhandlung des badischen Baurates Honsell im Jahre 1879. In der Folge entstanden auch die verschiedensten weiteren

¹⁾ Autoreferat der Abhandlung von Carl und Erwin Maier in Schaffhausen, erschienen im Selbstverlag der Verfasser; 51 Seiten mit 11 Abbildungen, 15 Tabellen, 18 Tafeln und eine Uebersichtskarte, Folioformat. Preis Fr. 15,50 einschliesslich Porto für die Schweiz (Postcheck-Konto VIII a 797).

¹⁾ Vergl. das ausführliche Zitat aus Goethes «Naturphilosophie» in «S. B. Z.» vom 6. Sept. 1919 (Festrede zum G. E. P.-Jubiläum.).

Tabelle I.

Teilstrecke	In 1000 m ³		Bemerkungen
	Aushub	Depot	
Oberer Korrektur	492	441	Konstanz-Ermatingen
Eschenz-Rheinklingen	1168	262	davon 413 Aushub beim Wehr
Rheinklingen-Schaffhausen	934	514	„ 209 Depot a. gr. Distanz
Schaffhausen-Neuhausen	268	59	„ rund 110 Felsausbruch
Untere Korrektur	2370	835	Eschenz-Neuhausen
Total	2862	1276	Mehraushub = 1586000 m ³

Tabelle II.

Wasserstände und Abflussmengen vor und nach der Korrektur Untersee-Schaffhausen (ohne Regulierung und vor Umbau der Brücken).

Untersee vor der Korrektur	395,07	395,97	396,78	397,51	(398,33)
nach der Korrektur	393,94*	395,01	395,81	396,53	397,34
Pegel Stein	} vor Korr.	3,18	4,10	4,92	5,65 (6,48)
(Null = 391,59)		1,84*	2,96	3,85	4,60 5,42
Abfluss bei Stein		240	490	735	980 1280
Abfluss im Nol		250	500	750	1000 1300
Pegel Diessenhofen	} vor Korr.	1,18	2,20	3,03	3,75 (4,61)
(Null = 390,25)		1,03	1,80	2,56	3,18 3,87
Büdingen	} vor Korr.	390,29	391,18	391,87	392,63 (393,51)
Profil 67, Km 128,67		390,99	391,29	391,71	392,15 392,68
Pegel Schaffhausen	} vor Korr.	7,40**	7,97	8,63	9,20 (9,82)
(Null = 382,35)		8,55	= Stauhöhe für alle Abflussmengen		

Bemerkungen zur Tabelle II. Die Wasserstände vor der Korrektur für $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{sek}$ sind nicht beobachtet, sondern aus den zugehörigen Abflussmengenkurven geschätzt worden und deshalb in Klammern gesetzt. Mit * bezeichnete Wasserstände werden in Wirklichkeit wegen Aufstauung durch das Regulierwehr nicht vorkommen. Der mit ** bezeichnete Wasserstand ist infolge Stau unsicher. Alle Wasserspiegellhöhen sind mit einem Rauigkeitsgrad $n = 0,027$ und gleichbleibender Abflussmenge vom Untersee bis Rheinklingen (Abfluss bei Stein) und der entsprechenden von Rheinklingen bis Schaffhausen (Abfluss im Nol) flussaufwärts berechnet.

Projekte¹⁾, von denen jedoch keines befriedigte; entweder berücksichtigten sie nur einzelne Interessen, oder die Kosten standen nicht im richtigen Verhältnis zum erreichten Nutzen. Das neueste Projekt, eine Privatarbeit, sucht auf Grund von umfangreichen Unterlagen diesen Mängeln abzuwehren.

Die Bedingungen, denen die Bodensee-Regulierung genügen soll, sind vor allem:

- Absenkung der Hochwasserstände im Ober- und Untersee (älteste Forderung der Seeanwohner).
- Erhöhung der Winterabflussmengen im Rhein zugunsten der Kraftwerke und der Schifffahrt.
- Verbesserung des Fahrwassers für die Schifffahrt.

Zur Erfüllung dieser Forderungen sieht das Projekt folgende Massnahmen vor:

1. Eine Erweiterung (Vertiefung) der Abflussrinne zwischen Obersee und Untersee („Oberer Korrektur“) und eine solche zwischen Untersee und Rheinfluss („Untere Korrektur“), ferner eine kleine Korrektur bei Rheinau.

Die Oberer Korrektur ist unbedingt erforderlich zur Verbesserung des Durchflusses vom Obersee zum Untersee, gleichzeitig dient sie der Schifffahrt. Notwendig ist diese Korrektur gemäss folgender Ueberlegung²⁾: Heute fliessen bei $P_R = 2,60 \text{ m}$ $100 \text{ m}^3/\text{sek}$ vom Obersee zum Untersee, während nach der Regulierung etwa $240 \text{ m}^3/\text{sek}$ durchfliessen sollten. Da die $100 \text{ m}^3/\text{sek}$ 34 cm Gefälle beanspruchen, würden die $240 \text{ m}^3/\text{sek}$ im bestehenden Flussbett etwa 2 m benötigen, weil die Gefälle sich zu einander verhalten wie die Quadrate der mittlern Wassergeschwindigkeiten. Ein so grosser Spiegelhöhen-Unterschied der beiden Seen ist jedoch aus den verschiedensten Gründen unmöglich.

¹⁾ Vgl. Gutachten von 1912 in „S. B. Z.“ v. 3. u. 10. Aug. 1912. Red.

²⁾ Als Abkürzungen werden im Folgenden benützt: B.-R. = Bodensee-Regulierung; HW, HHW = Hochwasser, höchstes Hochwasser; K.W., kW, kWh = Kraftwerk, Kilowatt, Kilowattstunde; NW, NNW = Niederwasser, niedrigstes Niederwasser; P. R. = Pegel Rorschach; P_R = Pegelstand Rorschach; ΔQ = Unterschied der Abflussmengen = mit Reg. minus ohne Reg.

GEFÄLLE ZWISCHEN OBERSEE UND UNTERSEE

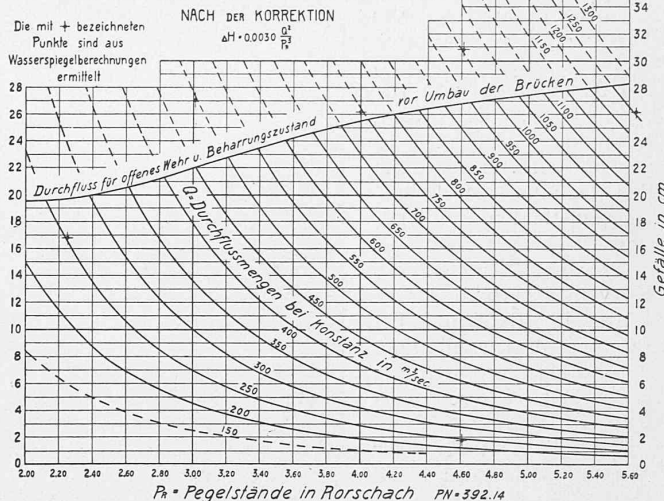


Abb. 2.

lich. Diese Beziehung zwischen Obersee und Untersee wurde früher entweder gar nicht berücksichtigt oder dann unrichtig beurteilt.

Die Untere Korrektur, am Ausfluss des Rheins aus dem Untersee bei Eschenz-Stein a. Rh., bildet die Hauptarbeit und dient zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Abflussrinne des Bodensees und zur Verbesserung der Verhältnisse am Rhein. Hier wie in der Oberen Korrektur bei Konstanz erhält die Fahrrinne für die Schifffahrt $2,50 \text{ m}$ Minimaltiefe, 60 bis 80 m Sohlenbreite (Böschungen $1:3$ und $1:4$) und 500 m Minimalradius. Bei Hochwasser mit $1000 \text{ m}^3/\text{sek}$ Abflussmenge wird die mittlere Wassergeschwindigkeit im ungünstigsten Profil (oberhalb Diessenhofen) $2,0$ bis $2,2 \text{ m}/\text{sek}$ betragen. Diese HW-Abflussmenge von $1000 \text{ m}^3/\text{sek}$ wird durchschnittlich nur an zwei Tagen im Jahr überschritten.

Aus der obenstehenden Zusammenstellung I sind die Massenbewegungen ersichtlich, die die Flusskorrekturen erfordern. Die Massen der Korrektur bei Rheinau und zur Verbesserung der Hafenzufahrten sind nicht bedeutend und blieben deshalb hier unberücksichtigt.

Alle hydraulischen Berechnungen des Projektes gründen sich auf die bekannten Formeln für die ungleichförmige Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen. Der Geschwindigkeitsfaktor wurde, wie bisher in der Schweiz allgemein üblich, nach der Formel von Ganguillet und Kutter eingesetzt. Dabei ist der Rauigkeitsgrad „n“ aus Beobachtungen am bestehenden Flussbett ermittelt worden. Der Sicherheit wegen sind die Wasserspiegel der Korrektur mit den wahrscheinlichen Grenzwerten $n = 0,027$ und $n = 0,023$ berechnet, um einerseits die höchsten Seestände, andererseits die grössten Abflussmengen zu erhalten. Einige Kontrollrechnungen mit der Näherungsgleichung von Dr. A. Strickler (siehe „S. B. Z.“, Band 83, Seite 265, vom 7. Juni 1924) ergaben gute Uebereinstimmung und zeigten die Ueberlegenheit dieser einfachen Formel.

Die Wirkung der Oberen Korrektur ist durch Berechnung der Wasserstände mit $n = 0,027$ für fünf verschiedene Seestände und Abflussmengen untersucht worden. Da der Seeabfluss durch ein Wehr reguliert werden soll, kommt eine Kurvenschar für die Durchflussmengen vom Obersee zum Untersee in Betracht. Deshalb ist für einen Seestand das Gefälle bei einer zweiten Abflussmenge berechnet, sodass sich sechs Punkte in Abbildung 2 ergaben. Bei annähernd gleichen Seeständen müssen sich die Gefälle zu einander verhalten wie die Quadrate der Wassergeschwindigkeiten, welche Beziehung leicht noch einige weitere Punkte der Kurvenschar bestimmen lässt. Unter der Annahme, dass die Kurven dem Gesetz

$$\Delta H = \alpha \cdot Q^2 \cdot P_R^{-1}$$

genügen, wurden aus den bekannten Grössen die Werte α , β , γ graphisch ermittelt analog Seite 8 der Abhandlung von Dr. A. Strickler. Die resultierende Kurvenschar wird geschnitten von der Linie der Gefälle bei Beharrungszuständen und offenem Wehr. Sobald gestaut wird, kommen die Kurven unterhalb dieser Linie in Betracht, bei raschen Anschwellungen der Zuflüsse können die gestrichelten Kurven oberhalb in Betracht fallen.

Die Berechnung der Wasserstände für die Untere Korrektur geht aus von einer konstanten Stauhöhe am Pegel Schiffhäuser in Schaffhausen auf Kote 390,90. Mit dem Rauheitsgrad $n = 0,027$ ergeben sich die in Tabelle II unter den bisherigen (vor der Korrektur) eingesetzten Wasserstände bei den angegebenen Abflussmengen im Nol.

Nach Umbau der Brücken und Ausführung der zugehörigen Baggerungen wird sich die Abflussmengenkurve noch mehr senken, z. B. für $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{sek}$ wird eine Senkung des Untersees von etwa 6 cm eintreten. Damit werden die Verhältnisse am Bodensee noch günstiger, am Rhein dagegen werden etwas grössere Höchstabflussmengen vorkommen.

Die Wirkung der Korrektur ist auch aus dem Längenprofil Abb. 1, Seite 180 ersichtlich; demnach tritt auf der Strecke Bodensee-Schaffhausen durchwegs eine Senkung der Hochwasser ein, die sehr nötig ist Sogar ein Abfluss von $1300 \text{ m}^3/\text{sek}$ würde im Abschnitt Untersee-Schaffhausen nirgends einen Wasserstand ergeben, der höher wäre, als die höchsten Wasserstände von 1910. Die Abflussmengenkurve von Stein wird infolge der Korrektur um ziemlich genau 1 m gesenkt, die vorgesehenen Baggerungen sind also reichlich. Stellt sich ein Rauheitsgrad ein, der kleiner ist als der angenommene, so ergibt sich eine noch grössere Senkung, ebenso nach Einführung der Schifffahrt.

Ungefähr die gleiche Senkung bei offenem Wehr ergibt sich für die Abflussmengenkurve des Obersees (Abbildung 2).

2. Erstellung eines Regulierwehres bei Rheinklingen.

Um den Abfluss des Obersees und des Untersees gleichzeitig vollkommen in der Hand zu haben, genügt ein Schützenwehr am Ausfluss des Untersees. Das natürliche Gefälle zwischen Obersee und Untersee, das normal 24 bis 26 cm, bei NW bis zu 35 cm beträgt, wird durch die Regulierung von 28 cm bei HHW bis auf 2 cm bei Stauung vermindert. Aus landschaftlichen und aus andern Gründen wurde der Standort des Regulierwehres möglichst weit von Stein abwärts verlegt. Da die Grenze dafür gegeben ist durch die Mündung des Biberflüsschens, das nicht eingestaut werden soll, ist die scharfe Flusskrümmung gerade oberhalb dessen Mündung als Baustelle gewählt worden (Abb. 5). Das Wehr ist mit sieben Öffnungen von je 15,0 m lichter Weite und 6,0 m grösster Wassertiefe vorgesehen; die Wehrschwelle liegt auf Kote 390,70.

Der Abschluss soll durch Doppelschützen mit Eisklappen erfolgen, deren Windwerke in einem gedeckten Bedienungsgang untergebracht sind. Bei Mittel- und Niederwasser entsteht am Wehr eine Staustufe von maximal 4,70

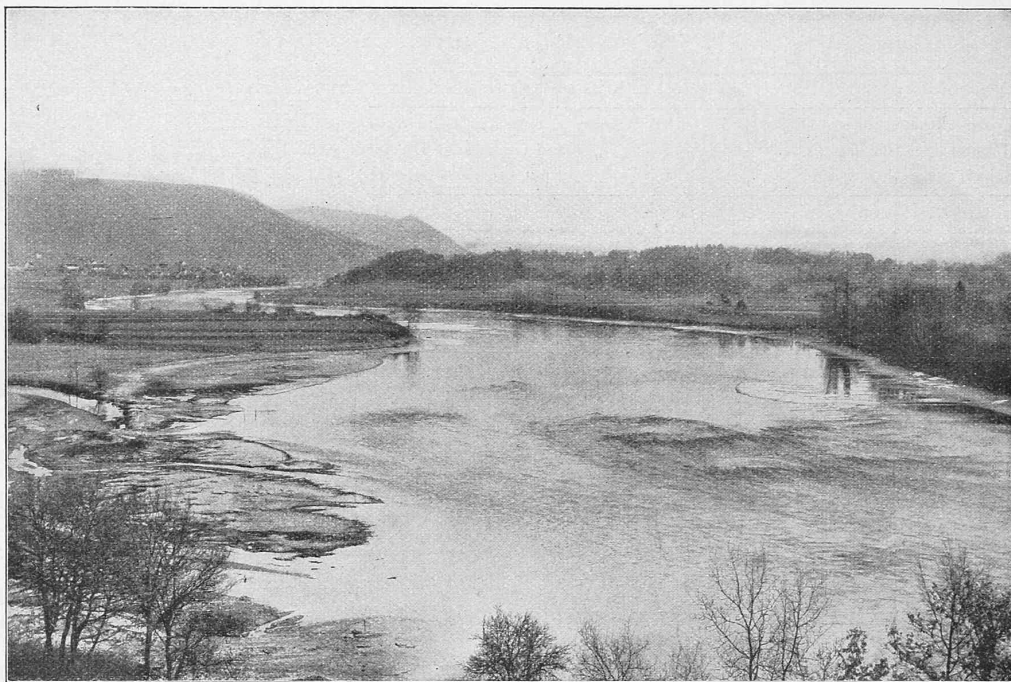


Abb. 3. Rhein zwischen Hemishofen und Bibermündung vom Geissberg nach Osten, aufwärts gesehen. — Links Mündung der Biber, der oberhalb vorspringende Sporn soll von der Grossschiffahrtsschleuse durchschnitten werden. Anschliessend in der Mitte die Baustelle für das Regulierwehr, rechts davon bis zum Ufer bei den Pappeln die Baustelle für das Kraftwerk.

bis 5,00 m Höhe, weshalb für die bestehende Schifffahrt Schaffhausen-Untersee eine Schleuse einzubauen ist. Mit Rücksicht auf die spätere Einführung der Schifffahrt Basel-Bodensee und die während des Baues hier verkehrenden Material-Schleppzüge soll die Schleuse entsprechend den Forderungen der Grossschiffahrt sofort mit 140 m Länge und 12 m Breite erstellt werden.

Das namentlich im Herbst und Winter auftretende Gefälle ermöglicht eine vorteilhafte Ausnutzung der Wasserkraft, da ja Wehr und Schleuse sowieso erstellt werden müssen und deshalb die Baukosten für das Kraftwerk nicht sehr hohe werden. Vorgeschlagen wird ein Ausbau mit sechs Schraubenturbinen zu je $57 \text{ m}^3/\text{sek}$ Schluckfähigkeit bei 2,4 m Minimalgefälle. Die elektrische Leistung ist mit 7500 kW angenommen.

Bei Schaffhausen ist eine grössere Flusskorrektur mit Umbau der gegenwärtigen Kraftanlagen zur Verbesserung des Wasserabflusses notwendig, besonders da nach der Regulierung grösste Abflussmengen von 1300 bis $1400 \text{ m}^3/\text{sek}$ vorkommen können gegenüber 1000 bis 1100 wie bisher. Das Kraftwerk ist wie bei Projekt Osk. Bosshardt (1919) etwa 100 m oberhalb des Flurlingersteges angenommen, jedoch mit einer maximalen Stauhöhe auf 390,90 m. Das ausnützbare Gefälle beträgt bei NW mit $Q = 200 \text{ m}^3/\text{sek}$ 7,25 m, wenn am Rheinfall auf die Kote 383,50 m gestaut wird. Vor Erstellung des Wehres am Rheinfall wird das Gefälle beim Kraftwerk Schaffhausen 8,25 m betragen.

Ueber die im Mittel der zehn Jahre 1904 bis 1913 vorhandenen und infolge der Bodensee-Regulierung zu erwartenden Leistungen beim Kraftwerk Schaffhausen gibt die Tabelle III Aufschluss.

Der Gewinn infolge Bodensee-Regulierung besteht einerseits in der Umwandlung von Abfallenergie in Jahresenergie A_L , andererseits erhöht die B.-R. die total mögliche Jahresarbeit A und damit auch wieder A_L . Da ferner die B.-R. die Zahl der Tage mit einer Abflussmenge von über $260 \text{ m}^3/\text{sek}$ erheblich vermindert, kann auch, ohne wesentliche Einbusse an erzeugter Energie, die Ausbaugrösse der Kraftwerke entsprechend herabgesetzt werden. Die Grenze hierfür ist andererseits bestimmt durch den geforderten Tagesausgleich.



Abb. 4. Gesamtansicht flussaufwärts der „Lächen“ bei Schaffhausen vom Flurlingersteg bis zum Moserdamm, von der Terrasse des Charlottenfels aus im März 1924. — Die grosse Platte über der linksufrigen Hälfte des Flurlingersteges ist erkennbar; nahe dem vordern Rande dieser Platte Baustelle für das Kraftwerk. Mitte des Bildes Baustelle für das automatische Wehr, dahinter Felsporn bei Zentrale B. Ganz rechts Baustelle für die Grossschiffahrtsschleuse.

Tabelle III.

Energieproduktion des K.-W. Schaffhausen ohne und mit Bodensee-Regulierung im Mittel der Jahre 1904 bis 1913.

Leistungen und Arbeiten	Ausbaugröße bei jed. Ausbau über 300 m ³ /sek bei HW	I ohne B.-R. Korrektion des UW ohne Stau am Rheinflall	II mit Bodensee-Regulierung ohne Korrektion des UW	III mit Korrektion des UW	IV mit Stau
Leistung bei NNW** . . kW		5250	8800	9700	8450
Leistung bei NW* . . kW		7670	12200	13320	11920
270 Tage vorh. Leistg. = L ₂₇₀ kW		10500	12400	13550	12150
Jahresarbeit bei . . Mill. kWh	300	89,9	105,3	115,2	103,3
max. L ₂₇₀ = A _L . . Mill. kWh	340	89,9	105,4	115,5	103,5
Total mögliche . . Mill. kWh	300	109,1	115,4	126,0	114,5
Jahresarbeit = A . . Mill. kWh	340	114,5	119,7	130,9	119,3
Sogen. „Abfallkraft“ Mill. kWh	300	19,2	10,2	10,9	11,2
A — A _L Mill. kWh	340	24,6	14,3	15,4	15,9

** NNW ohne Bodensee-Regulierung $Q = 95 \text{ m}^3/\text{sek}$

mit „ „ $Q = 170 \text{ m}^3/\text{sek}$

* NW ohne „ „ $Q = 145 \text{ m}^3/\text{sek}$

mit „ „ $Q = 245 \text{ m}^3/\text{sek}$

Es ergibt sich weiter aus Tabelle III, dass dem Kraftwerk Schaffhausen durch ein Rheinflallwerk mit Stau erhebliche Jahresleistung genommen würde (vergleiche A_L und A in den Fällen III und IV).

Das Griffin-Rad in technologischer Beziehung.

Ueber die bisherigen Studien von Hofrat Ingenieur *Emil Rüker* in Wien über das Hartgussrad wurde in Band 81, Seite 97 (24. Februar 1923) kurz berichtet. Im „Organ“ vom 15. Juni 1923 hat der gleiche Verfasser eine neue Abhandlung veröffentlicht, die sich mit der Erprobung und Untersuchung des Materials, die Ursache der auftretenden Mängel usw. beschäftigt. Er bezweckt, dadurch zur Beurteilung und zur Klarstellung der Anwendung des Griffin-Rades beizutragen und gewisse, etwa noch bestehende bezügliche Bedenken und Zweifel zu zerstreuen.

Die im ersten Abschnitt besprochene Materialprüfung umfasst zunächst die Bestimmung der Härte mit den Brinell-Kugeldruckproben in der Lauffläche an alten und neuen Rädern und an einer Hartgussplatte, ferner an einer vollen Querschnittsplatte durch das Rad im Profil, in der Scheibe und in der Nabe. Sie betrug in der Lauffläche das $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ fache von jener eines Stahlrades, bezw. sie nimmt von der gehärteten Lauffläche mit absteigendem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff, bezw. mit dem grösseren Anteil am Profil gegen die Naben, also im grauen Gusseisen ab. Aus dem Begriff *Zähigkeit* und *Dehnbarkeit* wird auf die *Dehnung* geschlossen, wozu massgebliche Versuchsziffern mit den tatsächlich festgestellten Ziffern herangezogen wurden. Sofern an gusseisernen Körpern von einem *Sprödigkeitsgrad* gesprochen werden kann, ist

ein solcher an Hartgussrädern zufolge Form und Gestalt und Materialzusammensetzung nicht nachzuweisen, was durch die Statistik bestätigt wird, indem Brüche irgendwelcher Art nicht vorkommen.

Im zweiten Abschnitt wird die *Art der Schäden* erörtert, die teils auf aussergewöhnliche Beanspruchung, teils auf Fabrikationsfehler zurückzuführen sind. Charakteristisch sind die grubenartigen Ausbröcklungen und Vertiefungen in der Lauffläche, die durch Oberflächenschliffe und Aetzbilder als Schlacken-Einschlüsse, sogen. Nester, das sind feinst verteilte, sich verästelnde Leergänge und Hohlräume, erklärt werden. Wegen ihres verhältnismässig häufigen Auftretens und ihres gleichartigen Aussehens werden sie eingehender besprochen.

Ein dritter Abschnitt befasst sich noch eingehend mit *Bremung und Bremsproben*. Nach den Vorschriften des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und der „Technischen Einheit“ sind Hartgussräder nur in Güterwagen ohne Bremse gestattet; dies in vollem Gegensatz zu Amerika, wo Wagen mit Hartgussrädern in allen Zugsgattungen mit durchgehender Bremse ohne Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit laufen. Von Interesse hierbei ist der Grad der Erwärmung der Bremsklötze und Räder, der auf langen Gefällsstrecken durch die anhaltende Bremswirkung eintritt und nachweislich bis 380°C beträgt. Oertliche Erhitzung an der Lauffläche mit Dissous-Gasflamme hat die vollständige Unveränderlichkeit der Hart-schicht, der Struktur und der Festigkeitseigenschaften gezeigt. Diese letzten dürften in ihrer Bedeutung für das Eisenbahn-Wagenrad vielfach überschätzt werden; sie nehmen, wie Versuche beweisen und aus der Werkstattpraxis jedem Arbeiter bekannt ist, gerade bei Stahl in der Temperaturhöhe zwischen 300 und 360°C durch Behandlung in der Blauhitze erheblich ab, weshalb an Radreifen aus Stahl gefährliche Brüche und Anbrüche vorkommen. Die amerikanischen Versuche am Prüfstand bezeichnen für die Wärmeproben an dem gebremsten Hartgussrad die ringförmige Zone im Uebergang von der Gabelung zur einfachen Scheibe am empfindlichsten für die Rissbildung. Bei langen Gefällsfahrten in Amerika werden zur Verhütung einer zu grossen Erhitzung Zugsaufenthalte behufs Abkühlung vorgesehen.

Die Arbeit schliesst mit der Ansichtsaussprechung, dass man bei der jetzt allenthalben erhobenen Forderung grösster Sparsamkeit und Wirtschaftlichkeit im Eisenbahnbetriebe bei allen Wagen ohne Bremse nur noch Hartgussräder anwenden sollte und die bisherigen einengenden Bestimmungen, die dessen Einführung entgegenstehen, bald beseitigen sollte.

(Autoreferat.)