

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 25

Artikel: Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizer. Schiffahrtsfragen
Autor: Kupferschmid, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37281>

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: 14.01.2026

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

Quais von reparaturbedürftigen oder nicht abfahrtsbereiten Postdampfern, etwas weiter flussabwärts, drei Landungsstellen an Bojen und Dalben, ferner zwei Stapelplätze von 9620 m² und 17000 m² Grundfläche geschaffen. An neuen Geleiseanlagen wurden bis 1917 auf der linken Seite 12600 m, auf der rechten 2400 m erstellt. Als diese Arbeiten nicht genügten, wurde das rechtsseitige Quai stadtwärts durch eine 120 m lange Pfahljoch-Ladebrücke ergänzt. Im Flusse selbst wurden ferner zehn weitere, mit dem Ufer durch Stege verbundene Pfahljoch-Ladebrücken für das Umladen auf Leichter erstellt.

Die wichtigste Erweiterung erfuhr während des Krieges der Hafen von Bordeaux mit der Erstellung neuer Landungsstellen bei Bassens, 6 km unterhalb der Stadt. Hier wurde auf Grund eines Vorprojekts aus dem Jahre 1910 in kurzer Zeit eine hauptsächlich militärischen Zwecken dienende Anlage geschaffen, deren erster Teil mit 1250 m Pfahljoch-Ladebrücken im Mai 1915 in Angriff genommen wurde. Später wurde von den amerikanischen Truppen, unterhalb der bestehenden, eine ähnliche Anlage von 1300 m Länge geschaffen. Beide zusammen bieten 20 Landungsplätze für Schiffe von 120 bis 130 m mittlerer Länge. Erwähnenswert ist von der Anlage in Bassens insbesondere die nach amerikanischer Art grosszügig angelegte Geleiseanlage; sie ist in der „Revue Générale des chemins de fer“ vom Mai 1920 eingehend beschrieben.

Schliesslich ist noch der Hafen von Blaye anzuführen, in dem flussaufwärts der alten Anlagen zwei 80 m lange Pfahljoch-Ladebrücken für Schiffe von 120 m Länge und 8 m Tiefgang erstellt wurden. Blaye diente vornehmlich für den Umschlag der für Italien bestimmten Kohlen, die man von dort mit der Bahn nach den Mittelmeerhäfen weiter beförderte.

Da die Arbeiten von Ing. Pawlowski, auf die sich unsere Berichterstattung stützt, in „Génie Civil“ vom 2. September 1916 und 11. August 1917 erschienen sind, ist uns nicht bekannt, wie weit die Erweiterungsarbeiten des Hafens von Bordeaux während des letzten Kriegsjahres getrieben wurden. Einem im Dezemberheft 1920 des Bulletin der „Association de la Suisse à la mer“ erschienenen Bericht entnehmen wir, dass die nutzbare Länge der Quais für den Seeverkehr sich gegenwärtig auf 3926 m im Fluss, 2529 m in den Flutbecken und 2500 m in Bassens beläuft, was insgesamt, ohne Pauillac mit 710 m und Blaye mit 160 m, 5985 m ausmacht, gegenüber 6267 bei Kriegsbeginn. Die 12 km lange Verbindungsbahn dürfte heute fertiggestellt sein. Damit hat einschliesslich der Anlagen in Bassens das Schienennetz seit dem Jahre 1916 eine Erweiterung von 70 km auf nahezu 200 km erfahren. In Bezug auf die maschinellen Einrichtungen war der Hafen von Bordeaux schon vor dem Kriege gut ausgerüstet. Erwähnenswert sind insbesondere die Anfangs 1914 in Betrieb genommenen Anlagen am „Quai des Queyries“ (rechtes Ufer), die den Gegenstand einer ausführlichen Veröffentlichung von Ingenieur Henry Martin in „Génie Civil“ vom 3. und 10. Juli 1920 bilden.

G. Z.

Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizer. Schifffahrtsfragen.

(Schluss der Mitteilungen von Dr.-Ing. K. Kupferschmid von Seite 276.)

Die Kanalisierung Strassburg-Basel.

Die Pläne, die aus den bis 1910 zurückreichenden Studien hervorgegangen sind, können hier aus naheliegenden Gründen nicht veröffentlicht werden. Für den vorliegenden Zweck, die Vergleichung der Regulierung mit der Kanalisierung in technischer Hinsicht, wird es aber auch genügen, wenn die Endergebnisse dieser Studien ohne Pläne mitgeteilt werden.

Was zunächst die künftige Schifffahrt anlangt, so war bei der Begutachtung des Entwurfs für das Kemsbier Kraftwerk durch die von der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt berufene Technikerkommission angenommen

worden, dass der Stromverkehr auch nach der Erbauung des Kraftwerks mit grossen Räderbooten bewältigt werde. Diese Annahme war damals insofern berechtigt, als an eine Kanalisierung der Strecke Strassburg-Basel und oberhalb Basel nicht gedacht wurde und die Möglichkeit gewahrt bleiben musste, mit den Schleppzügen auch oberhalb Hünningen im Strom weiter bis Basel und darüber hinaus zu gelangen. Wenn aber der Strom bereits ab Strassburg kanalisiert werden soll und nachdem auch oberhalb Basel die Kanalisierung als die einzig mögliche Lösung der Schiffbarmachungsfrage jetzt allgemein anerkannt ist, kann, wenn von einem Schleppbetrieb mit Booten überhaupt, so nur von einem solchen mit Schraubenbooten die Rede sein.

Die Frage, ob dem Boot ein oder zwei Kähne angehängt werden, und dementsprechend einfache oder Schleppzugschleusen zu bauen sind, wäre bei einer Kanalisierung ohne Kraftnutzung lediglich nach der Grösse des zu erwartenden Verkehrs zu beantworten und es hätte nichts im Wege gestanden, Schleppzugschleusen vorzusehen. Da aber auf die Kraftnutzung abgehoben wird und die angestellten Berechnungen ergeben, dass mit einfachen Schleusen ein so starker Verkehr bewältigt werden kann, wie er sich voraussichtlich erst nach einer längeren Reihe von Jahren einstellen wird, während denen die Baukosten der Schleppzugschleusen nicht ausgewertet würden, und bei nicht sachgemässer Bedienung der Schleppzugschleusen empfindliche Wasserverluste von den Kraftwerken in den Kauf genommen werden müssten, so wurden ein Verkehr mit Schleppzügen bestehend aus einem Schraubenboot mit nur einem Kahn und einfache Schleusen angenommen, die den gleichzeitigen Durchgang beider Schiffe gestatten. Sollten diese Schleusen späterhin nicht mehr genügen, so könnten zweite Schleusen erstellt werden, für die der Platz im Entwurf vorgesehen ist, sofern es nicht vorgezogen würde, zum Nachtbetrieb überzugehen, dessen Einführung bei der nach der Erbauung der Kraftwerke genügend zur Verfügung stehenden Elektrizität ohne eine allzuschwere Belastung des Unternehmens möglich wäre.

Die Fahrwassertiefe ist fürsorglich zu 2,50 m angenommen mit Rücksicht auf die bestehenden Pläne einer Fahrwasservertiefung von St. Goar bis Mannheim auf dieses Mass und eine möglicherweise noch erreichbare Vermehrung der Fahrwassertiefe zwischen Sondernheim und Strassburg.

Die Schleusen sind an die Wehre angebaut. Ihre Nutzlänge ist zu 125 m, ihre Breite zu 12 m angenommen. Die für eine Schleusung erforderliche Zeit ist im Mittel mit 30 Minuten, die mittlere tägliche Betriebszeit mit 14 Stunden in Rechnung gestellt. Es sind also täglich durchschnittlich 28 Schleusungen möglich. Weiter ist angenommen, dass von dem Gesamtverkehr etwa $\frac{3}{4}$ zu Berg, $\frac{1}{4}$ zu Tal geht, die mittlere Beladung der Kähne 80% sowie die Zahl Schifffahrtstage im Jahr nach Abzug der Sonn- und Feiertage, der Eis-, Hochwasser- und Nebeltage nicht mehr als 280 beträgt. Damit berechnet sich unter Berücksichtigung des Umstandes, dass alle zu Berg gehenden Schiffe auch wieder zu Tal kommen, der Kahnraum, der mit einer Schleuse durchschnittlich in einem Jahr zu Berg und zu Tal geschleust werden kann, zu $280 \cdot 28 \cdot 0,8 \cdot 1300 = 8153000 t$ und die entsprechende Verkehrsmenge zu $\frac{8153000}{2} (\frac{11}{4}) = \text{rund } 5 \text{ Mill. } t$. Diese Leistungsfähigkeit dürfte für lange Zeit hinaus genügen.

Der höchste schiffbare Wasserstand ist in der Höhe angenommen, wie er unterhalb Strassburg tatsächlich eingehalten worden ist, d. h. zu + 4,50 m am Strassburger Pegel, entsprechend + 3,0 m Basler Pegel.

Der Wunsch der Schifffahrt nach möglichst wenig Schleusen, also möglichst langen *Halungen*, kann bei der verhältnismässig geringen Länge der zu kanalisierenden Strecke überhaupt nur innerhalb enger Grenzen Berücksichtigung finden. Man muss sich aber ausserdem gegenwärtigen, dass, abgesehen von den Schiffen der Zechenreedereien, die Kähne erfahrungsgemäss zwischen Rotterdam und Strassburg im Jahr durchschnittlich nicht mehr

als 12, zwischen Ruhrort und Strassburg nicht mehr als 14 Reisen, Hin- und Rückfahrt zusammen genommen, machen. Die eigentliche Fahrt dauert zu Berg nur 8 bis 12, zu Tal 4 bis 6, zusammen also 12 bis 18 Tage, und die gesamte Fahrzeit während des ganzen Jahres im Mittel etwa $13 \times 15 = 195$ Tage; die übrigen 170 Tage liegt der Kahn still. Von dieser Liegezeit fällt allerdings ein Teil auf die unabwendbaren Aufenthalte durch Lösch- und Laden, Reparaturen, Hochwasser, Eis und Nebel; ein anderer Teil aber ist veranlasst durch das Warten, sei es auf passende Schleppgelegenheit, sei es auf Ladung, dieses namentlich zu Zeiten schwächerer oder stockender Anfuhr in den Seehäfen, bei Ueberangebot an Schiffsraum und vor Antritt der Talfahrt. Unter solchen Umständen würde die Verkürzung der Reisedauer um drei bis vier Stunden, die der Wegfall von zwei oder drei Schleusen zur Folge hätte, keine Rolle spielen, und es kann somit bei der Einteilung der Haltungen die Rücksicht auf die Schifffahrt füglich zurücktreten. Unter diesen Umständen konnte die Rücksichtnahme auf die örtlichen Verhältnisse und ihre Erhaltung sowie die Vermeidung allzu gewaltsamer Eingriffe leitend bleiben.

Die Einteilung beginnt bei der Birmündung, um die für die Befahrung des Rheins im Weichbild von Basel erforderliche Wassertiefe zu schaffen¹⁾, und endet an der Abzweigung des „kleinen Rheins“ bei Strassburg. Das Gesamtgefälle von 110,9 m ist in 14 Haltungen geteilt, deren Längen zwischen 7,50 und 11,23 km und deren Höhen gemessen zwischen dem Stauspiegel am Wehr und der Linie des hydrostatischen Staus am nächst unteren Wehr zwischen 5,4 und 10,3 m sich bewegen. Eine Minderung der Zahl der Haltungen auf 13 ist der Ausarbeitung des Detailprojektes vorbehalten. Das Schleusen-gefälle bleibt überall unter der Grenze, die für die gewöhnliche Kammer-schleuse als zulässig gilt. Weiter ist der Entwurf so angeordnet, dass am obren Ende der Haltungen das Wasser-spiegel-Gefälle auch beim höchsten schiffbaren Wasserstand noch unter 0,50‰, also unter dem Mass bleibt, bei dem ein Boot von 350 ind. PS 1000 t Nutzlast²⁾ mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 5 km/h zu Berg schleppen kann.

Die Kraftnutzung reicht bis zu der an 182 Tagen vorhandenen Wassermenge, die bei Basel zu 960 m³/sek, bei Strassburg zu 983 m³/sek angesetzt ist. Die beiden letztgenannten Zahlen bilden die Grenze für den Ausbau der Kraftwerke. Von Dampfreserven ist abgesehen, vielmehr angenommen, dass die unständigen Kräfte zum grösseren Teil von elektrochemischen Betrieben abgenommen werden und der dann noch verbleibende Teil durch den Zusammenschluss mit bereits vorhandenen grossen Dampfzentralen zu ständigen ergänzt werden kann; diese sollen auch den Spitzenbedarf decken.

Die lichte Höhe der festen Brücken über dem höchsten schiffbaren Wasserstand ist zu 6 m angenommen. Von den festen Brücken müssen die Eisenbahn- und die Strassenbrücke bei Strassburg sowie die Hüniger Eisenbahnbrücke auf dieses Mass gehoben werden. In der mittleren Basler Brücke sind die Öffnungen mit 28 m für die Durchfahrt der Schleppzüge, namentlich zu Tal, zu schmal. So wie die Verhältnisse liegen, dürfte hier nur der Umbau von zwei Öffnungen in eine bewegliche Brücke (Hubbrücke) in Frage kommen. Dieser Umbau, wie überhaupt die sämtlichen Massnahmen und Ausführungen, die in Basler Gebiet fallen, sind in den angegebenen Kosten nicht berücksichtigt. Die Schiffbrücken sollen wegfallen, indem sie dort, wo es möglich ist, durch feste, über die Wehrpfeiler geführte Brücken, im übrigen durch Hochseilfähren mit elektrisch betriebenen Laufkatzen ersetzt werden. Die Anordnung der Wehre, Schleusen und Kraftwerke zu einander ist so getroffen, dass die Kraftwerke unabhängig von den Wehren

und Schleusen erstellt werden können. Es ist also nicht notwendig, mit der Erstellung der Wehre jeweils zuzuwarten, bis die Möglichkeit des Stromabsatzes von dem zugehörigen Kraftwerk gegeben ist, oder mit der Erstellung der Kraftwerke schon zu einer Zeit zu beginnen, wo eine Absatzmöglichkeit für die Kraft noch nicht in Sicht ist. Der Ausbau der Wasserstrasse kann unabhängig von der Kraftnutzung vor sich gehen.

Das Bauvorgehen ist zur Vermeidung allzugrosser Ausräumungen des Strombettes und zur Ermöglichung der unerlässlichen Absenkung des Grundwassers und der Hochwasser in der unteren Strecke so einzurichten, dass die Ausführung auf zwei von einander getrennte Zeitperioden verteilt wird, von denen die erste die in der Tieferbettung begriffene Stromstrecke von Basel bis Sasbach, die zweite die verschüttete Strecke von Sasbach bis Strassburg umfasst. Zwischen beiden ist im Entwurf eine Pause von sechs bis acht Jahren angenommen. Sie kann aber, wenn die Schifffahrt nicht so lange warten will, gekürzt werden, indem der Erosionsarbeit des Stromes mit umfangreichen Baggerungen nachgeholfen wird, deren Kosten der unten angegebenen Endsumme zuzuschlagen wäre. Vor dem Kriege hätte der Ausbau jeder der beiden Strecken bei gleichzeitiger Inangriffnahme aller Wehre, jedoch ohne die Kraftwerke mit ihren Zubehörenden, in dreieinhalb bis vier Jahren bewältigt werden können. In der Zukunft wird aber wohl mehr gerechnet werden müssen und es sollen deshalb sechs Jahre für jede Strecke angenommen werden. Wird sodann berücksichtigt, dass der allgemeine Geschiebegang in der oberen Strecke bereits nach dem Einsetzen der Wehrschwelen, also schon nach dem vierten Baujahr nachlassen dürfte, so ergibt sich eine gesamte Bauzeit für die ganze Strecke von Strassburg bis Basel von $6 + (7-2) + 6 = 17$ Jahren. Die Strecke von Sasbach bis Basel wäre bereits nach sechs Jahren für die Grossschifffahrt befahrbar, zwischen Strassburg und Sasbach wäre dies nach weiteren 11 Jahren der Fall.

Ueber die Erschwerungen, die die Schifffahrt durch die Bauarbeiten zu gewärtigen hat, bestehen vielfach falsche Meinungen. Sie können fraglos innerhalb erträglicher Grenzen gehalten werden, wenn beim Bau in der Weise vorgegangen wird, dass die Baustellen dem augenblicklichen Stromzustand entsprechend gewählt, die Wehre von beiden Ufern aus gegen den Talweg vorgebaut, gleichzeitig mit ihnen die Schleusen in Angriff genommen und diese zunächst für die Durchfahrt bei Wasserständen zwischen + 2,4 und 4,0 m B.P. eingerichtet werden, was durch Tieferhalten des Oberkanals und Oberdempels zu erreichen ist. Sobald die Einengung des Fahrwassers der Schifffahrt beschwerlich zu werden beginnt, tritt die Schleuse provisorisch in Wirksamkeit. Das Aufholen des Oberdempels kann dann in einer folgenden Niederwasserperiode erfolgen, während die Schifffahrt ohnehin ruht. Bei einem solchen Vorgehen würden die Erschwerungen der Schifffahrt während des Baues durch unentgeltliche Gestellung von Schlepphilfe seitens der Bauleitung ausgeglichen werden können, die in der Kostenberechnung vorgesehen ist.

Die gesamten Baukosten der Schiffbarmachung und der Kraftnutzung einschliesslich der Verbindungsleitungen zwischen den Kraftwerken und 7½% Bauzinsen, jedoch ohne die Hebung der Kehler Brücken, sind zu 277 Mill. Mark (Vorkriegspreise) veranschlagt. Hiervon entfallen auf die reine Kanalisierung, d. h. die Erstellung der Stauräume, Wehre, Schleusen mit den Aenderungen an den Deichen, Strassen, Wegen, Brücken — einschliesslich der Hebung der festen Brücke bei Hünigen — Entwässerungen, Ablösung und Neuorganisation der Fischerei, Schlepphilfe und Unvorhergesehenes 106 Mill., auf die Kraftwerke einschliesslich Einlässe, Verbindungsleitungen, Bauzinsen und Unvorhergesehenes 171 Mill. Mark.

Die Kraftezeugung aller Werke ist zu 6,9 Milliarden PSh, bzw. 4,6 Milliarden kWh berechnet. Hiervon sind ständig 2,46 Milliarden PSh = 1,66 Milliarden kWh, und unständig 4,41 Milliarden PSh = 2,94 Milliarden kWh.

¹⁾ Damit würde die Anlage des geplanten baselstädtischen Kraftwerkes an der Landesgrenze bei Kleinhüningen, nur mit 4 m Gefälle und 22000 PS hydr. an 270 Tagen (vergl. „S.B.Z.“ 20. X. 1917, S. 186), entbehrlich, natürlich gegen Lieferung des entsprechenden Kraftanteils. Red.

²⁾ Gegenwärtig 2×400 t mit 750 PS, laut Gelpke S. 262. Red.

Diese gesamte Jahresleistung lässt sich vielleicht durch die Einrichtung der Nachtaufspeicherung oder von Hochdruckspeichern noch etwas steigern. Im Hinblick darauf, dass die Einwirkung einer solchen Aufspeicherung auf die Schifffahrt noch nicht ausreichend geklärt ist, wird jedoch diese Steigerung nicht in Rechnung gestellt.

Bei der Berechnung der *Wirtschaftlichkeit* der Gesamtanlage sind, nachdem die Baukosten mit den Preisen von 1913/14 ermittelt sind, die Preise des an den Generatoren-Klemmen gemessenen Stromes aus der gleichen Zeit zu Grund zu legen. Sie dürften im Durchschnitt für ständigen Strom mit 2,3 Pfg., für unständigen Strom mit 0,6 Pfg. für die kWh anzusetzen sein. Für den Eigenbedarf der Werke und andere Ausfälle werden 10% in Ansatz gebracht. Wird im übrigen der schliessliche Absatz mit 80% der gesamten Erzeugung in Rechnung gestellt, so ergeben sich für den Jahresertrag aller Kraftwerke folgende Zahlen: Ständige Kräfte

166000000 (1,00—0,30) 0,023 = 26726000 M.
Unständige Kräfte

294000000 (1,00—0,30) 0,006 = 12348000 M.

zusammen 39074000 M.

Diese Summe würde einer Verzinsung des gesamten Baukapitals von 277 Millionen Mark mit 14,1% entsprechen.

Nun sind aber für Verzinsung, Tilgung, Unterhalt und Betrieb der Gesamtanlage, die beiden letztgenannten, soweit die Einrichtungen nicht ausschliesslich der Schifffahrt dienen, erfahrungsgemäss etwa 9% der Bausummen zu rechnen oder 24,9 Mill. M. für die Schifffahrt an Unterhaltung- und Betriebskosten auf die Haltung jährlich etwa 50000 M., also bei 14 Haltungen 0,7 Mill. M. zusammen 25,6 Mill. M.

Der gesamte jährliche Aufwand für den Zinsendienst, Betrieb und die Unterhaltung sämtlicher der Schifffahrt und der Kraftgewinnung dienenden Anlagen würde also aus den Einnahmen der Kraftwerke mehr als gedeckt. Die Erhebung von Abgaben von der Schifffahrt, etwa in Form von Schleusengeldern, wäre somit zur Deckung nicht nötig.

*

Die Vorteile für die Schifffahrt, die sich aus der Kanalisierung ergeben, bestehen in einem 200 bis 250 m breiten Fahrwasser mit vorzüglichem Ankergrund und in einer auch bei den niedrigsten Wasserständen garantierten Wassertiefe von 2,50 m. Ausserdem aber trifft der gegen die Kanalisierung erhobene Einwand, dass durch die mit ihr verbundene längere Fahrzeit und die Aufenthalte an den Schleusen die Frachten teurer werden als im regulierten Strom, wie die folgende, von Friedensverhältnissen ausgehende Berechnung zeigt, nicht zu.

Zur Zeit beträgt nämlich im *nicht regulierten* Strom zwischen Strassburg und Basel die Fahrzeit von Schleppzügen zu Berg durchschnittlich 32h, die Talfahrt ist mit 6h anzusetzen, somit die gesamte Fahrzeit mit 38 Stunden. Diese Fahrzeit würde auch auf dem *regulierten* Strom nötig sein.

Auf dem *kanalisierten* Strom kann die Länge der Strecke mit 125 km gerechnet werden. Die mittlere Geschwindigkeit eines Schleppzuges, bestehend aus einem Schraubenboot und einem Kahn, kann zu Berg mit 4,5 km/h, zu Tal mit 10 km/h angenommen werden. Damit wird in der offenen Strecke

die Fahrzeit zu Berg $125:4,5 = \dots\dots\dots 28\text{ h}$
die Fahrzeit zu Tal $125:10 = \dots\dots\dots 12\text{ h}$
zusammen 40 h

Eine Schleusung erfordert im Mittel 30 Minuten. Bei 14 Schleusen werden also für eine Berg- und Talfahrt zusammen $2 \cdot 14 \cdot 30$ Minuten oder 14 h erforderlich. Hierzu ist noch ein Zuschlag für Warten vor den Schleusen zu machen, der für eine Schleuse im Mittel zu 15 Minuten angenommen werden soll, somit im Ganzen $2 \cdot 14 \cdot 15$ Minuten oder 7 h somit wird die gesamte Fahrzeit 61 h

d. h. gegenüber dem regulierten Strom 23 Stunden oder 61% mehr. Hiernach wird die Fahrzeit allerdings erheblich länger; dieser Mehraufwand an Zeit wird aber reichlich aufgewogen durch die Minderung an Schleppkraft, die der Schiffszug im kanalisierten Strom benötigt.

Im derzeitigen Fahrwasser zwischen Strassburg und Basel sind nämlich auf die Tonne beförderter Nutzlast zu Berg durchschnittlich 1,1 PS des Schleppbootes zu rechnen, was auch nach einer Regulierung noch der Fall wäre. Um 1000 t in 32h zu Berg zu fahren sind somit nach obigem $32 \cdot 1000 \cdot 1,1 = 35200\text{ PSh}$ nötig. Zu Tal gehen im derzeitigen Fahrwasser die Boote gewöhnlich mit vermindertem Dampfdruck. Werden hierfür 1100·0,5 oder 550 PS gerechnet, so erfordert die Talfahrt Basel-Strassburg $6 \cdot 550 = 3300\text{ PSh}$; die Berg- und Talfahrt zusammen also 38500 PSh.

Auf dem kanalisierten Rhein kann angenommen werden, dass auf 1000 t Nutzlast zu Berg äusserstenfalls 350 PS_i entfallen. Wird ferner auch während der Schleuszeiten die Maschinenleistung mit der Hälfte angesetzt, so berechnet sich die Maschinenleistung

für die Bergfahrt zu $28 \cdot 350 = \dots\dots\dots 9800\text{ PSh}$

für die Talfahrt zu $12 \cdot 350 \cdot 0,5 = \dots\dots\dots 2100\text{ PSh}$

für die Schleusungen zu $21 \cdot 350 \cdot 0,5 = \dots\dots\dots 3675\text{ PSh}$

zusammen 15575 PSh

Die im kanalisierten Strom für eine Berg- und Talfahrt zusammen erforderliche Maschinenleistung des Schleppbootes verhält sich also zu der im regulierten Strom benötigten wie $15575:38500 = 0,41$ d. h. sie beträgt nur etwa $\frac{2}{5}$ der im regulierten Strom benötigten.

Das Verhältnis der *Schleppkosten* für Berg- und Talreise zusammen im regulierten und kanalisierten Strom berechnet sich wie folgt:

Der Kohlenbedarf auf die PSh ist im Mittel bei einem grossen Räderboot zu 0,85 kg, für ein Schraubenboot von 350 PS zu 1,1 kg anzunehmen, der Kohlenpreis für die Tonne frei Mannheim Boot zu 23 M. Damit berechnen sich die Kosten der Kohlen für eine Berg- und Talfahrt bei einem Räderboot auf $0,85 \cdot 38500 \cdot 0,023 = 752\text{ M.}$, bei einem Schraubenboot auf $1,10 \cdot 15575 \cdot 0,023 = 394\text{ M.}$ Die Anschaffungskosten betragen für ein Räderboot von 1100 PS zu 250 M. 275000 M., für ein Schraubenboot von 350 PS zu 200 M. 70000 M. Werden für Verzinsung, Abschreibung, Unterhaltung, Generalunkosten der Reederei und Versicherung 24% und die jährliche Betriebszeit mit 300 Tagen, die tägliche Betriebszeit mit 12 Stunden angesetzt, so beträgt der hierfür aus einer Berg- und Talreise zu rechnende Aufwand für ein

Räderboot in drei Tagen $\frac{3 \cdot 0,24 \cdot 275000}{300} = 660\text{ M.}$

Schraubenboot in fünf Tagen $\frac{5 \cdot 0,24 \cdot 75000}{300} = 300\text{ M.}$

Nach der Anweisung für die Festsetzung der Besatzung der Rheinschiffe benötigt ferner ein Räderboot von 1100 PS, das eine Heizfläche von mehr als 320 m² hat, ausser dem Kapitän 14 Mann Besatzung (der Schiffsjunge kann unter Umständen wegfallen), ein Schraubenboot von 350 PS dagegen, dessen Heizfläche zwischen 120 und 200 m² liegt, ausser dem Kapitän nur 6 Mann. Werden unter Berücksichtigung der Liegetage für den Kapitän des Räderbootes 12 M., für den des Schraubenbootes 10 M. und für die Besatzung durchschnittlich 6 M. auf den Kopf und den Tag angesetzt, so kommen an Löhnen auf das Räderboot drei Tage zu $(12 + 14 \cdot 6) = 288\text{ M.}$

Schraubenboot fünf Tage zu $(10 + 6 \cdot 6) = 230\text{ M.}$

Die Kosten der Ausrüstung — Tauwerk, Schleppstränge u. dgl. — sowie der Schmier- und Putzmittel können mit 22% des Kohlenverbrauchs also

für das Räderboot mit $0,22 \cdot 752 = 166\text{ M.}$

für das Schraubenboot mit $0,22 \cdot 394 = 87\text{ M.}$

angesetzt werden.

Mit diesen Zahlen wird der *Gesamtaufwand* bei der Fahrt im regulierten Strom $752 + 660 + 288 + 166 = 1866\text{ M.}$ im kanalisierten Strom $394 + 300 + 230 + 87 = 1011\text{ M.}$

d. h. die gesamten Schleppkosten zu Berg und zu Tal sind im kanalisierten Strom nur ungefähr halb so gross wie im regulierten.

Da die Schleppkosten den Hauptfaktor bei der Frachtbildung sind, so läge es nahe, anzunehmen, dass die Frachten zwischen Strassburg und Basel infolge der Kanalisierung auf etwa die Hälfte derjenigen auf dem unkanalisierten Strom zurückgehen werden. Dies wäre aber nur dann der Fall, wenn für die Strecke Strassburg-Basel nach der Kanalisierung noch eine sogen. „feste Anschlussfracht“ bezahlt würde. Nach den Erfahrungen in der Strecke Mannheim-Strassburg, in der die feste Anschlussfracht seit der Regulierung gefallen ist, ist dies aber nicht anzunehmen, da in Kehl-Strassburg weder umgeschlagen noch erleichtert zu werden braucht, die Frachten also vom Ausgangshafen ab — Ruhrort, Rotterdam, Antwerpen — berechnet werden. Da ferner die kanalisierte Strecke während eines grossen Teiles des Jahres ein besseres Fahrwasser aufweisen wird, als die Gebirgstrecke¹⁾ und die Strecke Karlsruhe-Strassburg, so wird, abgesehen von der Marktkonjunktur in Nachfrage und Angebot, von den Wasserständen u. a. m., die Frachtbildung immer von den in dieser letztgenannten Stromstrecke massgebenden Faktoren abhängen. Wenn also auch eine Frachtverbilligung von der Kanalisierung mit Sicherheit anzunehmen ist, so muss doch von zahlenmässiger Angabe abgesehen werden.

Der Umstand, dass die Fahrtdauer im kanalisierten Strom eine längere ist, als im regulierten, fällt nicht besonders ins Gewicht. Die Mietdauer bei den Kähnen beträgt allerdings für eine Reise auf dem kanalisierten Strom fünf, auf dem regulierten nur drei Tage. Abgesehen davon aber, dass die Verlängerung einer Strassburg-Basler Reise um zwei Tage bei einer Gesamtzahl der Reisen Rotterdam-Basel im Jahr von nur zehn bis zwölf nicht schwer ins Gewicht fallen kann, wird dieser Nachteil aufgewogen durch die Vorteile eines weitaus besseren Fahrwassers, einer grösseren Beladungsmöglichkeit und grösserer Betriebssicherheit. Man darf also wohl sagen, dass für die Strecke Strassburg-Basel die Kanalisierung auch hinsichtlich der Frachtbildung den Vorzug vor der Regulierung verdient.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Regulierung mit einem 80 bis 85 m breiten und bei gemitteltem Niederwasser 2 m tiefem Fahrwasser als Ziel könnte oberhalb Strassburg nur noch auf etwa 17 km, bis in die Gegend von Ichenheim, weiter geführt werden. Weiter oberhalb hätte man sich mit einem Fahrwasser zu begnügen, dessen Breite bis Basel bis auf etwa 60 m und darunter, oder dessen Tiefe bei Festhaltung der Breite von 80 m bis auf 1,50 m und weniger zurückginge.

2. Eine Weiterführung der Regulierung noch um eine kurze Strecke über Strassburg hinauf wäre aber aus dem Grunde nicht zweckmässig, weil an ihrem oberen Ende die für den Uebergang in die kanalisierte obere Strecke unerlässlichen Hafenanlagen und Reede nur schwer und mit einem Aufwand zu beschaffen wäre, der ausser Verhältnis zu dem aus dieser Regulierung sich ergebenden Vorteil steht. Es empfiehlt sich deshalb auf diese Teilregulierung zu verzichten und die Kanalisierung bei Strassburg beginnen zu lassen.

3. Die Baukosten einer Regulierung Strassburg-Basel wären auf mindestens 123.240.000 = rund 30 Mill., mit der Hebung der Kehlerbrücken und der Anpassung der Schiffbrücken und Fähren auf rund 39 Millionen Mark zu schätzen.

4. Die Bauzeit für die Ausführung einer Regulierung Strassburg-Basel beträgt für die obere Strecke Basel-Sasbach 14 Jahre, wovon während der ersten sieben Jahre die Schifffahrt kaum in dem bisherigen Umfang und nur unter erschwerenden Umständen aufrecht erhalten werden könnte. Für die untere Strecke bis Sasbach wären weitere zehn

Jahre, wovon als für die Schifffahrt kaum benutzbar fünf Jahre, zu rechnen. Die gesamte Bauzeit einschliesslich der zwischen den beiden Bauperioden liegenden Pause von sieben Jahren betrüge 31 Jahre.

5. Durch die Kanalisierung kann ein Fahrwasser von mindestens 2,5 m Tiefe bei allen schiffbaren Wasserständen geschaffen werden. Mit den bei der ersten Anlage einzubauenden einfachen Schleusen ist ein Jahresverkehr zu Berg und zu Tal von etwa 5 Mill. t, mit den später einzubauenden zweiten Schleusen von 10 Mill. t zu bewältigen. Mit der Kanalisierung kann eine Kraftnutzung verbunden werden, deren gesamtes mittleres jährliches Erträgnis an ständigen Kräften auf 1,66 Milliarden kWh, an unständigen auf 2,94 Milliarden kWh geschätzt werden darf. Der Bau der Kraftwerke kann unabhängig von der Erstellung der Wasserstrasse vor sich gehen; sie können zugleich mit dieser oder aber nach Fertigstellung der Wasserstrasse in beliebiger Reihenfolge an diese angeschlossen werden.

6. Die Baukosten der Kanalisierung und Kraftnutzung betragen 277 Mill. Mark; davon entfallen auf die Erstellung der Wasserstrasse 106 Mill., auf den Bau der Kraftwerke 171 Mill. M. Sie sowohl als auch die Kosten für Unterhalt und Betrieb der Wasserstrasse können indessen vollständig aus den Erträgen der Kraftwerke gedeckt werden. Um der Grossschifffahrt den Weg bis Basel baldmöglichst zu öffnen, könnten zunächst alle für die Schifffahrt benötigten Anlagen in einem Zug, soweit die Stromverhältnisse es gestatten, hergestellt, die Kosten hierfür vorgestreckt und nach und nach von den entstehenden Kraftwerken ersetzt werden.

7. Die Bauzeit für die Kanalisierung kann für die obere Strecke Basel-Sasbach zu etwa sechs Jahren angenommen werden; von diesem Zeitpunkt an wäre diese Strecke für die Grossschifffahrt benutzbar. Für die untere Strecke von Sasbach bis Strassburg wären weitere sechs Jahre nötig. Die gesamte Bauzeit, einschliesslich einer zwischen den beiden Bauperioden liegenden Pause von sieben Jahren, würde 17 Jahre dauern.

8. Die Kanalisierung verdient demnach den Vorzug vor der Regulierung nicht allein wegen der durch sie ermöglichten Kraftnutzung, aus der die Kosten der Schiffbarmachung einschliesslich der Unterhaltung und des Betriebes der Wasserstrasse bestritten werden können, während bei der Regulierung 39 Millionen Mark à fonds perdu und überdies noch die Kosten der Unterhaltung (Baggerungen u. s. w.) in jährlichen Raten aufzubringen wären, sondern auch wegen des wesentlich besseren Fahrwassers, das mit ihr geschaffen werden kann, und wegen der Herabminderung der Schleppkosten auf etwa die Hälfte des Betrages, den sie im regulierten Strom erreichen.

Karlsruhe, im Februar 1921.

*

Einwände gegen Regulierung und Kanalisierung.

Gegen die Regulierung erheben sowohl Frankreich wie Deutschland Einsprache, weil beide, als Uferanstösser der Oberrheinstrecke Basel-Strassburg, auf die ihnen im „Friedensvertrag“ je hälftig zugesicherte Verwertung der darin enthaltenen Wasserkraft nicht verzichten wollen. Während im „Programme“ des Conseil supérieur diese Ablehnung grundsätzlich, ohne nähere Begründung ausgesprochen wird¹⁾, setzt der badische Berichterstatter hier eingehend auseinander, dass und aus welchen technischen Gründen die Regulierung nicht zum gewünschten Ziel führen könne, ferner warum und in welchem Mass ihr die Kanalisierung der Stromstrecke wirtschaftlich überlegen sei.

Leider sind wir nicht in der Lage, so wie wir es beim Seitenkanal tun konnten, auch die Regulierungsfrage durch einen schweizerischen Gegenentwurf näher beleuchten zu können. Zwar hat das Eidg. Wasserwirtschafts-Amt, gestützt auf die ihm badischerseits zur Verfügung gestellten Stromdaten, einen generellen Regulierungsentwurf ausge-

¹⁾ St. Goar-Bingen, mit 0,31 bis 0,48 ‰ Gefälle.

Red.

¹⁾ «Solution aujourd'hui condamnée», vergl. «S. B. Z.», Seite 248.

arbeitet¹⁾ und der Zentral-Kommission übermittelt. Allein wir selbst konnten dieses Aktenstück erst in letzter Stunde und zudem nur zu vertraulichem Gebrauch erhalten. Wir müssen uns daher auf die Mitteilung beschränken, dass der schweizerische Entwurf von andern Voraussetzungen ausgeht (z. B. Niederwassermenge bei Basel 500 m³/sek) als der badische, zudem die von Kupferschmid als ausschlaggebend erörterte Unstabilität der Sohle und die notwendige Tieferbettung des Stroms in der untern, aufgeschütteten Strecke ausser Betracht lässt. Die Baukosten des schweizerischen Entwurfs werden berechnet, in Vorkriegspreisen, zu 304 000 Fr./km, was gegenüber den effektiven Kosten für Sondernheim-Strassburg von 196 000 Fr./km ein Mehr von 55% bedeute. Diese Baukosten stimmen demnach mit den von Kupferschmid für Strassburg-Basel zu 240 000 Mk./km angegebenen gut überein, wogegen die schweizerischerseits angenommene Bauzeit von etwa 16 Jahren nur die Hälfte wäre von der von Kupferschmid als nötig bezeichneten.

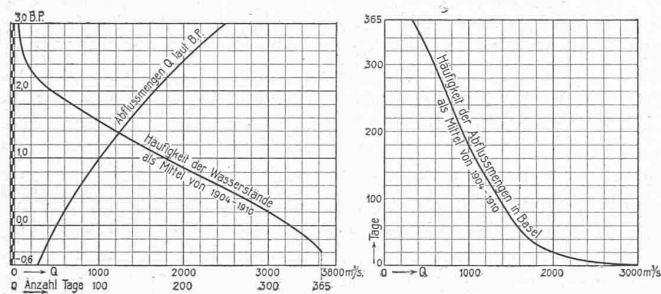


Abb. 42. Häufigkeits-Kurven zur Wasserführung des Rheins bei Basel.

Als Ergänzung unserer Mitteilungen über die *Wasserführung des Rheins* bei Basel erlauben wir uns, dem schweizer. „Projet général“ zu entnehmen die in Abb. 42 wiedergegebene Darstellung der neuesten Abflussmengen-Kurve für den Basler Pegel und die Häufigkeits-Kurven der Wasserstände bezw. der Wasserführung.

Bei diesem Anlass ergänzen wir ferner — nach inzwischen erhaltener Mitteilung aus anderer schweizerischer Quelle — die Berichterstattung über den gegenwärtigen Stromzustand dahin, dass in jüngster Zeit *Stromschnellen* auch oberhalb Istein an verschiedenen Stellen sich zu bilden beginnen. Diese Erscheinung, die gegenwärtig Gegenstand geologischer Untersuchungen ist, dürfte ihre Ursache in der Zurückhaltung der Geschiebe durch die neuern Stauwehre oberhalb Basels finden, indem dadurch der Ersatz für die normale Kies-Abschwemmung unterhalb Basels zu fehlen beginnt und die Sohle an felsigen Stellen bloßgelegt wird, wie dies auf der Isteiner Schwelle schon deutlich zu Tage tritt (vergl. das Profil Abb. 35 auf Seite 262). Es würde dies auch mit der Mitteilung Kupferschmids (auf Seite 272) übereinstimmen, wonach die Tieferbettung des Rheins unterhalb Basel in jüngster Zeit rascher fortschreite als früher, ein Umstand, der wie gesagt die Regulierung erschweren würde.

Mit der 14-stufigen *Kanalisation* befasst sich das französische „Programme“ in technischer Hinsicht eingehender, allerdings, wie es scheint, ohne genaue Kenntnis der badischen Entwürfe. Die bezüglichen Vergleichsrechnungen und Einwände dürften daher durch die vorstehenden präzisen Angaben Kupferschmids überholt sein. Für den Schiffahrtsbetrieb ist dabei von grosser Bedeutung die Erklärung, dass die im Kanalierungs-Entwurf vorgesehenen grössten Wasserspiegelgefälle am oberen Ende der Haltungen unter 0,50‰ bleiben werden. Die von der Schiffahrt zu überwindenden Gefälle würden somit im Durchschnitt der Haltung ungefähr 0,25‰ betragen, d. h. sie

¹⁾ «Projet général de Régularisation du Rhin entre Strasbourg et Bâle» (Mémoire et 20 annexes détachées). Service fédérale des Eaux, Berne, décembre 1920.

würden weniger als halb so gross, wie gegenwärtig bei Strassburg, und nur 1/4 der jetzigen im freien Strom unterhalb Basel erreichen. Als Nachteil der Kanalisation wird auf die Hochwasser-Inkonvenienzen verwiesen, denen übrigens die Schiffahrt auch im regulierten, freien Strom nicht weniger unterworfen wäre.

Die schweizerischen Einwände gegen die Kanalisation entspringen im wesentlichen der *grundsätzlichen* Forderung nach uneingeschränkter Schiffahrt auf dem „freien Rhein“, von der eine „unbegrenzte“ Leistungsfähigkeit erhofft wird. Im einzelnen konnten präzise Einwendungen bisher, mangels genauer Kenntnis des badischen Entwurfs und der Zahlen, nicht gemacht werden. Es fallen demnach auch die bezüglichen Rechnungen und Schlussfolgerungen Dr. H. Bertschingers ausser Betracht, der noch in seiner Basler-Rede am 7. Februar d. J. von 22 Stufen sprach, anstelle der vorgesehenen 14 bis 13 Stufen; man wird auch diese Rechnungen anhand der oben mitgeteilten bau- und betriebstechnischen Grundlagen zu revidieren haben. Auf jeden Fall erscheint die Kanalisation, im Gegensatz zu Dr. R. Gelpkes Meinung (z. B. „Rh.-Q.“, Januar-Mai 1919, Seite 13), nach Ansicht vieler ernsthafter schweizerischer Fachleute auch vom schweizerischen Standpunkt der Schiffahrts-Bedürfnisse aus sehr wohl näherer, unvoreingenommener Prüfung wert.

Diese wird zunächst, nach dem Beschluss der „Zentralkommission“ vom 26. Februar d. J. (vergl. „R.-Q.“, Jan.-April 1921), durch deren „Subkommission“ zu erfolgen haben: „La Sous-Commission examinera, en outre, le projet général de régularisation du Rhin présenté par la Délégation suisse, ainsi que toutes autres études dont elle serait saisie et présentera un rapport à ce sujet.“ Es wäre aber, unbeschadet dieser amtlichen Prüfung, der sachlichen Abklärung nur förderlich und würde zur Vermeidung allfälliger Missverständnisse beitragen, wenn die zuständigen Behörden ihre Vorschläge für Regulierung und Kanalisation in gleicher Weise der allgemeinen fachmännischen Beurteilung zugänglich machen würden, wie es mit dem „Grand Canal d'Alsace“ geschehen ist. (Schluss folgt.)

Vom Kraftwerk Broc an der Jogne.

Verschiedene, zum Teil sich widersprechende Gerüchte über Vorkommnisse bei Inbetriebsetzung der Stauanlage an der Jogne (vergl. „S.B.Z.“ vom 8. März 1919 und vom 16. Oktober 1920) veranlassten uns, an zuständiger Stelle um Auskunft vorzusprechen. Nach Einsichtnahme in die uns bereitwilligst vorgelegten Akten und Pläne empfahlen wir die Veröffentlichung einer aufklärenden amtlichen Erklärung, die wir nun erhalten haben und nachfolgend zu allgemeiner Kenntnis bringen. Eine darin nicht erwähnte „Rutschung“ ereignete sich im hintern Teil des Staugebietes und stellt eine der gewöhnlichen Uferrutschungen dar, wie sie u. a. auch am Ritomsee mehrfach auftraten und von H. Roth und Dr. G. Lüscher in dieser Zeitschrift theoretisch besprochen wurden. Ferner sei erwähnt, dass, da der maschinelle Teil der Anlage noch nicht vollendet ist, durch die Vorkommnisse keinerlei „Betriebsunterbruch“ verursacht wurde. Bei diesem Anlass können wir die Bemerkung nicht unterdrücken, dass man in der Weitergabe unkontrollierter Gerüchte über derartige Vorkommnisse, die doch so oder anders bei jedem grössern Bau auftreten, vorsichtig sein muss, einmal um den üblen Eindruck „kollegialer“ Schadenfreude zu vermeiden, sodann aber namentlich, um die Arbeit ernsthafter Ingenieure und damit unser Berufssehen überhaupt in den Augen der Öffentlichkeit nicht unnötigerweise herabzusetzen.

Die Red.

Les Entreprises Electriques Fribourgeoises disposent, dans le canton de Fribourg, de cinq usines sur la Sarine, ses affluents et sur la Veveyse, équipées pour une production de 51 000 ch. environ. La dernière de ces usines, celle de Broc, sur la Jogne, est presque terminée. Elle possède une accumulation de 10 millions de mètres cubes, utilisable sous une chute de 112 mètres en moyenne. Dès l'instant où le gros œuvre de l'accumulation fut terminé, la malveillance et la sottise faisaient courir dans le public des bruits alarmants et fantaisistes, auxquels il y a lieu de mettre fin.