

Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 16 (1924)
Heft: 11

Artikel: Wasserwirtschaftliches vom Rhein zwischen Untersee und Rüdlingen
Autor: Eggenschwyler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920115>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt : : : : . 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. GELPKE 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. 11

ZÜRICH, 25. November 1924

XVI. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis:

Wasserwirtschaftliches vom Rhein zwischen Untersee und Rüdlingen — Ueber den gegenwärtigen Stand der natürlichen Kraftquellen der Erde — Die Bernischen Kraftwerke — Die Rückwirkung des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkraft auf bestehende Wasserrechtskonzessionen — Die Rechte der alten Wasserwerke — Elektrische Wärmanwendungen in der Land- und Milchwirtschaft — Ausfuhr elektrischer Energie ins Ausland — Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband — Eidg. Meteorologische Zentralanstalt. Abteilung für Hydrologie — Wasserkraftausnutzung — Mitteilungen des Verbandes der Aare-Rheinwerke — Wasserrecht — Schiffahrt und Kanalbauten — Geschäftliche Mitteilungen — Wasserwirtschaftliche Literatur — Kohlen- und Oelpreise.

Zur Beachtung: Wir ersuchen die Mitglieder des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Seite 237 zu beachten.

Wasserwirtschaftliches vom Rhein zwischen Untersee und Rüdlingen.

Von Dr. ing. A. Eggenschwyler, Zürich.

I. Einleitung.

Die Rheinstrecke zwischen Untersee und der Thurmündung enthält wohl die wertvollsten Wasserkraften der Schweiz. Sie zeichnet sich aus durch ungewöhnlich guten Ausgleich zwischen Hoch- und Niederwasser, geringe Geschiebeführung, starkes Gefälle, günstige topographische Verhältnisse und nahes Absatzgebiet.

Die Zusammenstellung auf S. 212 vergleicht die verschiedenen, für Niederdruckwerke besonders in Frage kommenden schweizerischen Flusstrecken.

Als nutzbare Wassermenge ist das Mittel zwischen der während 6 Monaten und der während 9 Monaten vorhandenen Wassermenge angenom-

men. Man erkennt, dass der Rhein schon am Ausfluss aus dem Bodensee eine nutzbare Wassermenge aufweist, die von der Aare erst ungefähr bei Aarau und sonst von keinem schweizerischen Flusse erreicht wird, und dass das Verhältnis zwischen durchschnittlichem Jahresminimum und nutzbarer Wassermenge, sowie das Verhältnis zwischen höchstem Hochwasser und nutzbarer Wassermenge auf keiner anderen schweizerischen Flusstrecke so günstig ist. Einzig die Aare zwischen Bielersee und Emmemündung hat infolge des Regulierwehrs bei Biel einen besseren Hochwasserausgleich. Infolge ihres geringen, auf 33 km Länge verteilten Gefälles von nur 4 m kommt diese Strecke aber für Kraftnutzung nicht in Betracht.

Die Verhältnisse liegen deshalb für den Rhein viel günstiger, weil er im Bodensee ein sehr grosses Ausgleichbecken besitzt und nachher ein Gefälle von rund 50 m durchläuft, bevor er den ersten grösseren, unausgeglichene Nebenfluss, die Thur, aufnimmt, während Aare, Reuss, Limmat und Rhone schon bald nach Verlassen des Seebeckens durch grössere Wildwasser gespiesen werden, die mit Hochwasser und Geschiebe die Wirtschaftlichkeit der Kraftnutzung beeinträchtigen.

Es ist schon Vieles über die Strecke Untersee-Thurmündung geschrieben worden. Das Meiste davon hängt aber entweder mit einer ungenauen Kenntnis der örtlichen Verhältnisse oder mit der Vertretung einseitiger Interessen zusam-

Wassermengen schweizerischer Flüsse 1904 – 1913 nach Veröffentlichungen der Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Departement des Innern.

Flusstrecke	cbm/sek								Verhältnis zu i			
	Mittel	Maximum	mittleres Jahresmax.	mittleres Jahresmin.	Minimum	6 Monate	9 Monate	Mittel aus g und h	Maximum	mittleres Jahresmax.	mittleres Jahresmin.	Minimum
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
Rhein bei Oberriet (oberhalb Bodensee)	181	2197	1351	37,7	28,1	114	60	87	25,2	15,6	0,434	0,323
Rhein bei Flurlingen (zwischen Bodensee und Thurmündung)	357	1013	763	145	91	296	207	251,5	4,03	3,04	0,577	0,362
Rhein bei Kaiserstuhl (zwischen Töss- und Aaremündung)	424	2226	1138	182	116	370	270	320	6,94	3,55	0,568	0,362
Rhein bei Waldshut (unterhalb Aaremündung)	983	3916	2555	344	192	901	620	760,5	5,16	3,36	0,452	0,252
Rhein bei Basel	1036	4300	2758	390	239	960	654	807	5,32	3,41	0,484	0,296
Thur bei Andelfingen	50	1100	595	7,4	3,7	36,4	20,1	28,25	39,0	21,1	0,263	0,131
Aare bei Thun	101	376	322	12,8	8,4	70	30	50	7,52	6,44	0,256	0,168
Aare bei Brugg (zwischen Bielersee und Emmenmündung)	235	547	437	78	61	236	150	193	2,83	2,26	0,404	0,316
Aare bei Aarau	321	1228	731	94	64	308	201	254,5	4,82	2,87	0,368	0,251
Reuss bei Mellingen	123	647	438	26,6	20	99	51	75	8,6	5,84	0,355	0,267
Limmat bei Baden	108	735	447	25,5	16	88	55	71,5	10,3	6,26	0,357	0,224
Rhone bei La Plaine	311	1035	734	111	92	257	179	218	4,75	3,37	0,51	0,422

men, weshalb der Verfasser versuchen möchte, im folgenden diese Zusammenhänge in objektiver Weise darzulegen. Da Kraftnutzung, Schiffbarmachung und Bodenseeregulierung ineinander greifen, so muss die Besprechung auf die ganze Strecke zwischen Untersee und der bei Rüdlingen liegenden oberen Staugrenze des Kraftwerks Eglisau ausgedehnt werden.

II. Schiffbarmachung mit Hilfe eines Kohlfirsttunnels.

Ein Blick auf die Karte, Abb. 1, zeigt, dass der Rhein zwischen Untersee und Rüdlingen einen annähernd rechten Winkel um den Kohlfirst herum beschreibt und dass es für die Schifffahrt grundsätzlich drei Möglichkeiten gibt: entweder mit dem Rheine westlich um den Kohlfirst herum, oder in einem Tunnel durch den Kohlfirst, oder in einem offenen Kanal östlich um den Kohlfirst herum geführt zu werden. Eine genauere Untersuchung lässt erkennen, dass der letztere Weg praktisch kaum in Frage kommt, weil der dort zu überwindende Landrücken zwischen Rhein und Thur zu hoch und zu breit ist, dass aber ein Kohlfirsttunnel auf der Linie Paradies-Benken sehr günstige Möglichkeiten eröffnet, von denen vielleicht die vorteilhafteste in einem rund 9,2 km langen Kanal besteht, der die drei Gefällsstufen Rheinau, Rheinflall und Schaffhausen mit einem Gesamtgefälle von rund 45 m gemeinsam überwindet, etwa 2 km nördlich von Ellikon beginnt, in einer Schleusentreppe oder einem sonstigen Schiffshebewerk zunächst die Höhe des Rheinauer Feldes gewinnt, um dann in fast gerader Linie

zunächst ebener Erde über das Rheinauer Feld, dann in einem bis 25 m tiefen Einschnitt durch das Hemmenried bei Benken und in einem 3700 m langen Tunnel durch den Kohlfirst führt, um beim Paradies, 3 km oberhalb Schaffhausen, in das Oberwasser des Schaffhauser Kraftwerkes zu münden.

Das Längenprofil dieses Kanals ist in Abb. 3 dargestellt. Der Tunnel käme vermutlich auf seine ganze Länge in untere Süsswassermolasse zu liegen, die durch einen darüber liegenden „Quellenhorizont“ trocken gehalten ist, und die übrige Kanalstrecke in diluviale Kiesablagerungen. Die ganzen Gelände- und Bodenverhältnisse wären ausnahmsweise günstig. Strasse und Eisenbahn beim Paradies und die Staatsstrasse Winterthur-Schaffhausen würden durch den Tunnel unterfahren. Die Bahnlinie Winterthur-Schaffhausen würde den Kanal annähernd rechtwinklig und in passender Höhe kreuzen, brauchte also weder wagerecht noch senkrecht verschoben, sondern nur auf eine Brücke gelegt zu werden. Strassenbrücken wären lediglich erforderlich für die Gemeindestrassen Rheinau-Ellikon, Rheinau-Marthalen und Marthalen-Dachsen, die wahrscheinlich auf eine oder zwei Brücken zusammengezogen werden könnten. Auf dem Rheinauer Feld wäre Gelegenheit für eine Hafenanlage mit annähernd wagrechtem Gleisanschluss nach Station Dachsen gegeben, wie sie günstiger weder für den Anschluss Schaffhausens noch Winterthurs gefunden werden kann. Dem von Baden vielleicht geforderten Hafenanschluss für

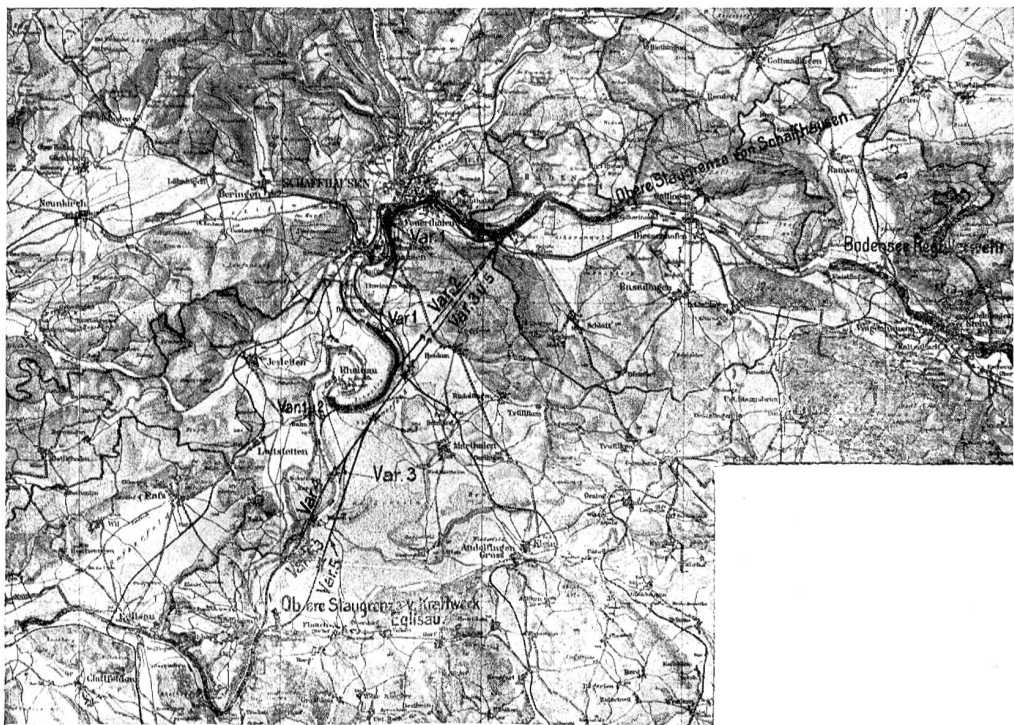


Abb. 1. Übersichtsplan der verschiedenen Varianten für die Schiffbarmachung des Rheines zwischen Eglisau und Schaffhausen. Maßstab: 1 : 250,000.

den Jestetter Zipfel wäre Genüge geleistet, weil dafür nur der durch den Schiffahrtsweg berührte Hardwald gegenüber Ellikon in Frage kommt.

Für diese Kanalstrecke könnte ein Treidelbetrieb vorgesehen werden, wodurch die Schleusen nur 90 statt 135 m lang sein müssten; die Rauchentwicklung im Tunnel vermieden und die Gefährdung der Schleusentore durch falsch manövrierende Schiffe vermindert würde und die Kanalsohle nicht mit Rücksicht auf die Einwirkung der Schiffsschrauben besonders vertieft oder befestigt werden müsste.

Ein solcher Kanal würde die Schiffbarmachungsfrage ganz unabhängig von der Kraftge-

winnung auf der umfahrenen Flusstrecke lösen, er würde das Landschaftsbild des Rheinfalls unberührt lassen und erscheint auch sonst in jeder Hinsicht vorteilhafter als eine engere Anlehnung der Schiffahrt an das natürliche Flussbett.

Trotzdem scheint der Nordostschweizerische Schiffahrtsverband auch heute noch an der schon in den Bedingungen für den Schiffahrtswettbewerb Basel-Bodensee enthaltenen Forderung festzuhalten, die Schiffahrt so eng als möglich an das natürliche Flussbett anzulehnen. Obwohl es eine bekannte Erscheinung ist, dass Flusstrecken mit grösseren Schiffahrtshindernissen im allgemeinen besser durch einen be-

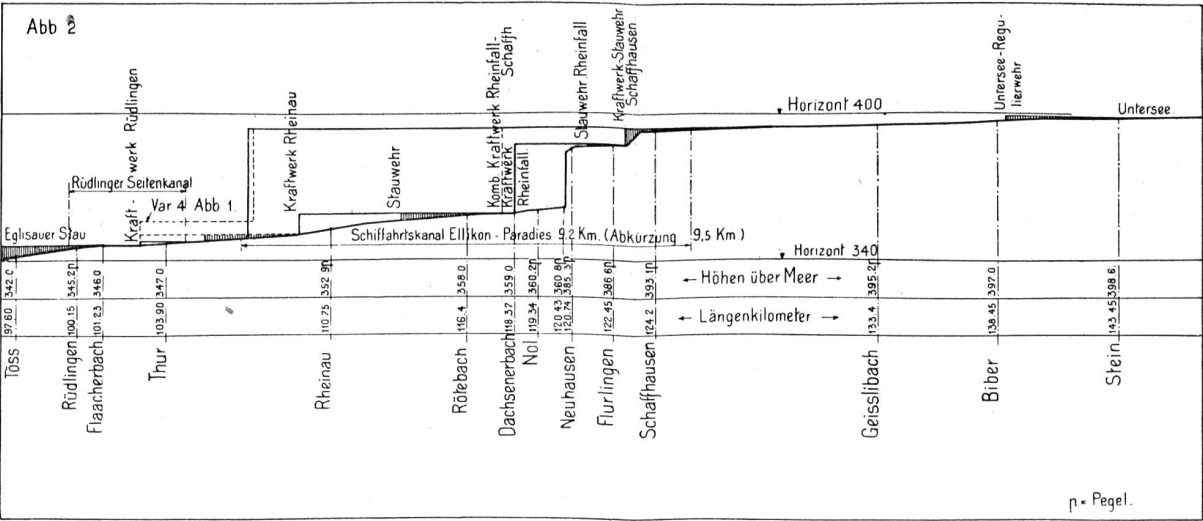


Abb. 2. Längenprofil des Rheins zwischen Tössmündung und Untersee. Längen: 1 : 300,000, Höhen: 1 : 3000.

sonderen Seitenkanal umgangen werden, und obwohl gerade der Wettbewerb und die übrigen seitherigen Studien die Schwierigkeiten einer engen Anlehnung an das natürliche Flussbett deutlicher gezeigt haben, liest man noch 1922 in den „Rheinquellen“ S. 146 unter „Begründung der Normalien und Zusammenfassung der Hauptabmessungen“: „Die Schiffbarmachung des Rheines soll durch Kanalisierung des Flusses erreicht werden, d. h. durch Einstauung des Wassers mittels Wehren und durch Einbau von Schleusen zur Ueberwindung der Gefällsstufen“, also nicht durch längere Seitenkanäle oder Schiffahrtstunnel.

durch die Natur ziemlich deutlich abgegrenzte, wertvolle Kraftstufen, die Rheinauer Schleife, den Rheinfall und die Stromschnelle der Lächen bei Schaffhausen, sowie eine unten und eine oben anschliessende, gefällsärmere Strecke.

Für die Kraftnutzung bei Rheinau hat sich besonders die Stadt Winterthur interessiert und 1920 dafür ein neues Projekt aufstellen lassen (lt. „Rheinquellen“ 1923, Nr. 6).

Die allgemeine Anordnung des Werkes ist durch die Natur gegeben. Oberhalb des Klosters wäre ein bewegliches Wehr erforderlich, das den Rhein um etwa 3 m und bis ins Unterwasser des

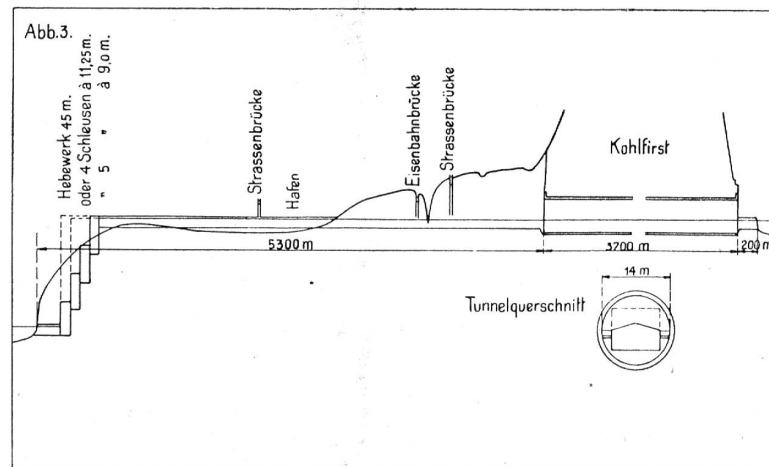


Abb. 3. Schiffahrtstunnel Ellikon-Paradies. Ganze Länge 9,2 km.
Längen: 1 : 75,000, Höhen: 1 : 3000.

Nachdem der Wettbewerb keinen allgemein befriedigenden Vorschlag brachte, entschloss sich der Schiffahrtsverband, die Frage weiter untersuchen zu lassen. Er las aus allen bisher bekannt gewordenen Vorschlägen drei Varianten aus, die alle westlich um den Kohlfirst herum führen, und beauftragte die Ingenieurbureaus Buss in Basel und Dr. Bertschinger in Zürich mit der näheren Untersuchung. Die Ergebnisse waren neulich in der E. T. H. zu sehen. Auftragsgemäss handelt es sich dabei um keine generellen Vorschläge, sondern nur um Kostenberechnungen und eine ausstellungsmässige Darstellung der genannten Varianten, mit deren Hülfe die Schiffahrtsinteressenten hoffen, die Zeche in möglichst weitgehendem Masse durch die Kraftwerke bezahlen zu lassen.

Wir werden im folgenden sehen, welche Möglichkeiten sich durch diese engere Anlehnung der Schiffahrt an die natürliche Flussrinne für die einzelnen Gefällsstufen ergeben, und welche Gründe die Schiffahrtsinteressenten gegen die Durchtunnelung des Kohlfirst ins Feld führen.

III. Die Rheinauer Schleife.

Die Rheinstrecke zwischen Untersee und Rüdlingen enthält drei aufeinander folgende und

Rheinfallwerkes hinauf staut. Oberhalb des Wehres würde links ein Stollen oder offener Kanal abzweigen, der die knapp 400 m breite Landenge südlich des Dorfes Rheinau durchschneidet, und an dessen anderem Ende das Turbinenhaus liegt. Das nutzbare Gefälle wäre etwa 8,5 m und die verfügbare Kraft bei durchschnittlichem Jahresminimum rund 12,000 und während 7½ Monaten rund 20,000 PS. Abb. 4.

Im Vergleich zu anderen Niederdruckwerken springen als besonders günstige Momente dieser Wasserkraft neben dem guten Hochwasserausgleich und der geringen Geschiebeführung in die Augen: der Wegfall von Expropriationen, Entschädigungen und baulichen Anlagen im Staubereich, die geringe Höhe des Stauwehres, der kurze Stollen, der bescheidene Grunderwerb, der günstige Bauplatz für das Maschinenhaus und die Nähe der industriereichen Städte Winterthur und Schaffhausen. Dass das Werk trotzdem noch nicht gebaut wurde, erklärt sich teils aus den politischen Verhältnissen und teils durch die Bemühungen der Schiffahrtsinteressenten, dasselbe derart mit der Schiffbarmachungsfrage zu verkuppeln, dass ihm ein erheblicher Teil der Kosten für die Schiffbarmachung aufgeladen werden könnte.

Falls die Schiffahrt nämlich dem natürlichen

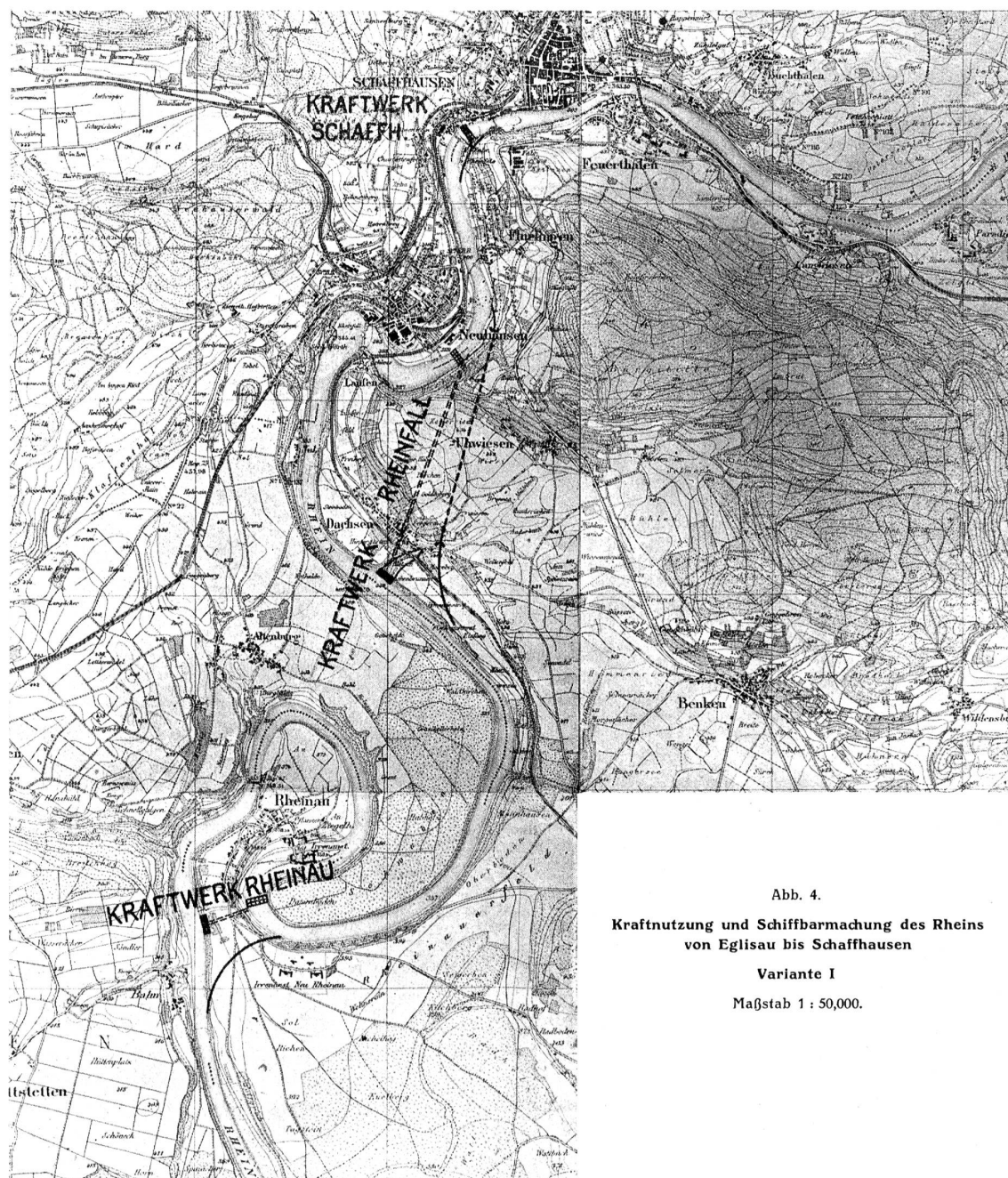


Abb. 4.

Kraftnutzung und Schiffbarmachung des Rheins
von Eglisau bis Schaffhausen

Variante I

Maßstab 1 : 50,000.

Flussbett angelehnt und westlich um den Kohlfirst herumgeführt werden soll, wird auch sie einen Durchstich südlich des Dorfes Rheinau nötig haben, weil die nördliche Flussleife so enge Kurven besitzt, dass sie auch bei vollständiger Einstauung für eine grössere Schifffahrt nicht geeignet wäre. Die Schifffahrtsinteressenten versuchen nun, diesen Durchstich mit dem Kraftkanal zu verbinden und durch das Kraftwerk bezahlen zu lassen, wodurch eine ziemlich unglückliche Verbindung herauskommt, denn für das Kraftwerk ist ein Stollen zweckmässiger und für die Schifffahrt ein offener Kanal; das Kraftwerk möchte glatte Wandungen und starke Fliessgeschwindigkeit, die Schifffahrt natürliche Böschun-

gen und ruhiges Wasser; das Kraftwerk sucht die kürzeste Linie, die an beiden Enden senkrecht zum Strome steht, die Schifffahrt braucht tangential zum Flusse auslaufende Mündungen und sanfte Krümmungen, sollte also erheblich weiter südlich liegen; der Kraftkanal möchte unmittelbar oberhalb des Wehres abzweigen, während für den Schifffahrtskanal aus Sicherheitsgründen ein genügender Abstand vom Wehr gefordert werden muss; der Schifffahrtskanal braucht eine Schleuse in der Mitte, die im Werkkanal unmöglich ist, usw. Kurz, dass die Kosten eines solchen kombinierten Kanals höher sind, als wenn jeder seinen eigenen Durchstich baut, erscheint auf den ersten Blick klar und bedurfte keiner weiteren Unter-

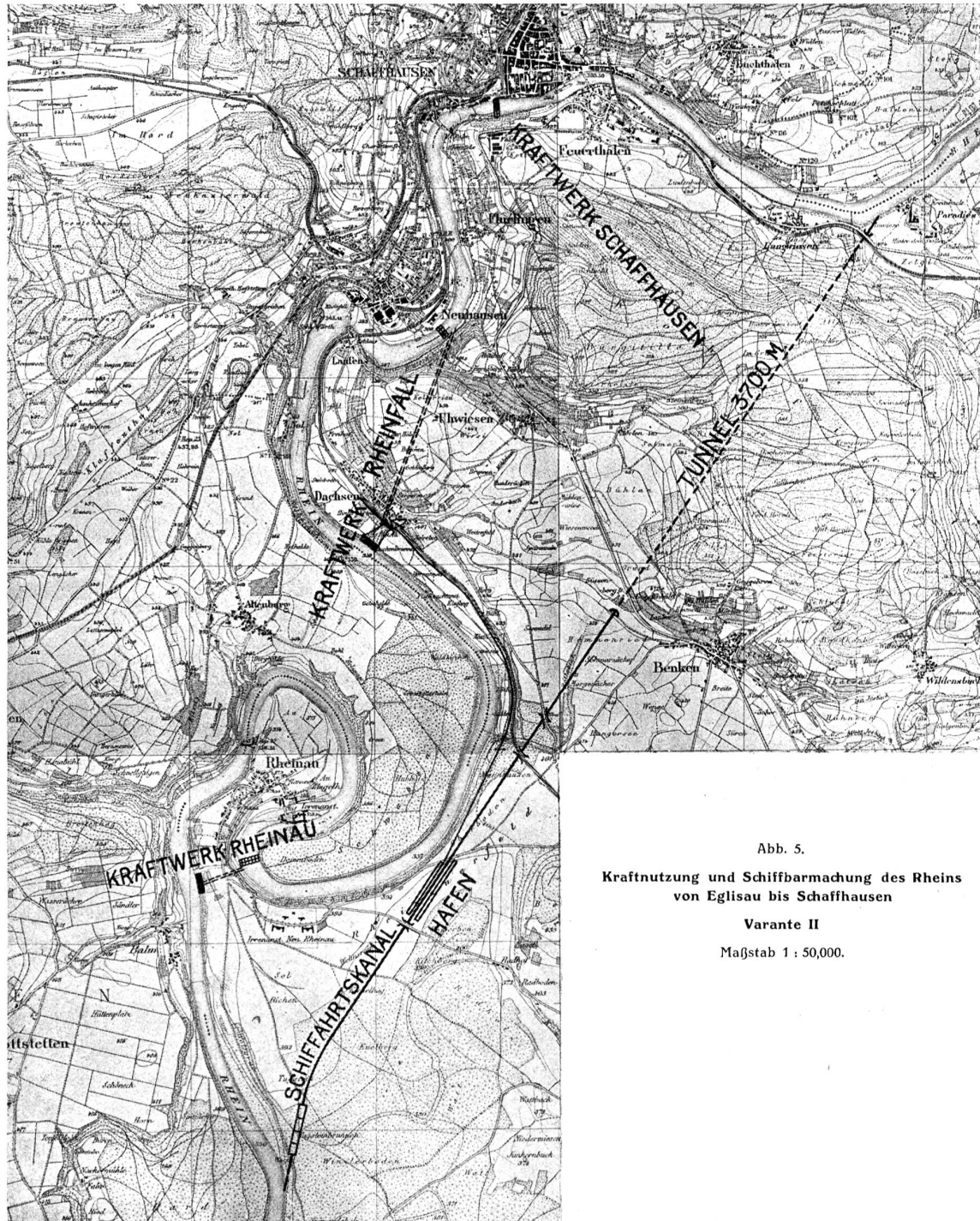


Abb. 5.
Kraftnutzung und Schiffbarmachung des Rheins
von Eglisau bis Schaffhausen

Varante II

Maßstab 1 : 50,000.

suchungen. Dass der Plan trotzdem immer wieder auftaucht und allfällige Konzessionsgesuche für ein Kraftwerk zum Abwarten verurteilt, erklärt sich lediglich dadurch, dass die Interessen der Schifffahrt viel energischer vertreten werden als diejenigen des Kraftwerks.

IV. Der Rheinfall.

Der Rheinfall dürfte mit seinen 27 m Gefälle bei weitem die wertvollste Wasserkraft unseres Landes und geeignet sein, bedeutend billigere Kraft zu liefern als der Durchschnitt der

bestehenden schweizerischen Niederdruckwerke. Ein moderner Ausbau würde etwa 40,000 PS beim durchschnittlichen Jahresminimum und etwa 70,000 PS während 7½ Monaten liefern, während heute weniger als 6000 PS ausgenützt sind.

Dass eine vollständigere Ausnützung nicht früher zustande kam, ist hauptsächlich durch die Bestrebungen zur Erhaltung der Naturschönheit zu erklären. Dieser Widerstand ist aber heute nicht mehr so gross. Sämtliche baulichen Anlagen können so gelegt werden, dass sie vom Rheinfall aus nicht sichtbar sind, dass also eine

Beeinträchtigung des Landschaftsbildes nur noch durch den Wasserentzug in Frage kommt. Nun macht aber der Rheinflall während der Niederwasserperiode ohnehin einen so bescheidenen Eindruck, dass eine vollständige Trockenlegung der Naturschönheit nicht nur wenig schadet, sondern im Gegenteil, wie die „Schweizerische Bauzeitung“ 1921 an Hand einer Reihe von photographischen Aufnahmen zeigte, auch wieder ihren ganz besondern Reiz besitzt. Im Sommer, wo die Wassermenge etwa zwischen 500 und 800 cbm/sek schwankt, ist der Kraftbedarf geringer und an Sonn- und Feiertagen, wo der Fall am meisten besucht wird, minimal. Ausserdem haben während dieser Zeit die andern schweizerischen Niederdruckwerke überschüssige Kraft, sodass sich verhältnismässig leicht eine Kombination sollte finden lassen, um während dieser Zeit die andern Werke mehr zu belasten und den Rheinflall zu schonen. Man wird also am Rheinflall viel Kraft gewinnen können, ohne seine Schönheit empfindlich zu beeinträchtigen.

Rechnet man andererseits aus, was es kostet, den Rheinflall unausgenützt zu lassen und dafür andere Niederdruckwerke zu bauen, dann kommt man auf eine jährliche Mehrbelastung von etwa 5 Millionen Franken. Die Frage stellt sich also so, ob ein Bevölkerungsgebiet von einer Million Einwohnern weiterhin jährlich 5 Franken pro Kopf der Bevölkerung für den Luxus ausgeben will, alles Wasser unausgenützt den Rheinflall hinunter fliesen zu lassen. Das ist zum mindesten zweifelhaft! Man wird deshalb heute eine Kraftgewinnung am Rheinflall nicht mehr kategorisch ablehnen dürfen, sondern mit der Möglichkeit rechnen müssen, dass sie früher oder später kommt, und darauf zu achten haben, dass sie keine unnötigen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes verursacht.

Die nächstliegende Lösung einer Kraftgewinnung am Rheinflall wäre ein bewegliches Wehr über dem Fall, unmittelbar hinter der Eisenbahnbrücke, das den Rhein bis ins Unterwasser des Schaffhauser Werkes staut, und davon ausgehend ein linksufriger offener Einschnitt oder Stollen hinter Laufen mit anschliessendem Kraftwerk. Diese Anordnung hätte aber folgende Nachteile:

1. Stauwehr und Maschinenhaus würden zu nahe am Rheinflall liegen und diesem einen grossen Teil seines natürlichen Reizes nehmen, auch wenn sie architektonisch gut gelöst wären.

2. Das Stauwehr würde den Bestand der Eisenbahnbrücke gefährden, die aus den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts stammt, nicht pneumatisch fundiert ist und schon mehrmals gegen Unterwaschungen gesichert werden musste.

Der Ersteller eines Stauwehrs, das die Strömungsverhältnisse unter der Brücke ändert und die Stosskraft des Wassers erhöht und abwechselnd auf die eine oder andere Seite konzentrieren kann, wird also damit zu rechnen haben, dass er für künftige Beschädigungen der Brücke verantwortlich gemacht wird.

3. Das Schloss Laufen steht auf einer Kalksteinklippe, die gegen hinten rasch abfällt und durch Molasse und diluviale Schotterauffüllung abgelöst wird. Seit einiger Zeit treten hier Durchsickerungen auf, die an der Austrittsstelle Verbauungen notwendig machten, um die unmittelbar über dem Steilhang liegende Eisenbahnlinie vor Unterwaschung zu schützen. Der Rhein bereitet hier einen natürlichen Durchbruch hinter Laufen hindurch vor, der schlecht zu verbauen ist, weil man die Einsickerungsstellen in dem felsigen Oberwasserbett nicht kennt. Durch ein nahe hinter der Eisenbahnbrücke liegendes Stauwehr könnte der Druck über den Einsickerungsstellen bedenklich vergrössert werden, und der Ersteller desselben hätte damit zu rechnen, dass er für alle Folgen zunehmender Durchsickerungen verantwortlich gemacht würde.

4. Das Maschinenhaus hätte zwischen Eisenbahnlinie und Rhein wenig Platz und würde grossen Erdaushub erfordern und der Stollen käme teils in's Geschiebe und teils in die gefährliche Grenzzone zwischen Jurakalk und Molasse zu liegen und wäre möglicherweise auch durch die ihn kreuzenden Durchsickerungen gefährdet.

Aus allen diesen Gründen wird die Kraftnutzung vorziehen, das Stauwehr weiter flussaufwärts, etwa 1 km hinter den Rheinflall, und das Maschinenhaus an die Mündung des Dachsemerbaches zu legen. Der Stollen würde dadurch etwa 1500 m lang, käme aber vermutlich auf seine ganze Länge in tragfähige untere Süsswassermolasse zu liegen. Sämtliche Kraftanlagen wären vom Rheinflall aus nicht sichtbar. Das Stauwehr würde kürzer und niedriger und könnte für keine Beschädigungen an der Eisenbahnbrücke oder künftige Durchsickerungen hinter Laufen verantwortlich gemacht werden und der Erdaushub für das Maschinenhaus würde bedeutend kleiner. Abb. 4.

Unangenehm ist diese Lösung lediglich für die dem natürlichen Flusslauf folgen wollenden Schiffsverkehrsinteressenten, für die nicht viel anderes übrigen bliebe, als ein besonderer hinter dem Kraftstollen liegender, etwa 2 km langer Schiffsstollen, Abb. 4, mit Schleusentreppe südlich des Dorfes Dachsen.

Rechnet man zu diesem aber die Kosten für die Ueberwindung der Schaffhauser Stufe

und den Umbau der Schaffhauser Rheinbrücke hinzu, dann kann kaum ein Zweifel bestehen, dass ein Kohlfirsttunnel Paradies-Benken mit Abstieg in die Mündung des Rötobaches (Variante 2, Abb. 1) noch billiger wäre, und rechnet man zu diesem die Kosten des Schiffahrtsdurchstiches bei Rheinau hinzu, dann kommt man wieder ungünstiger weg als mit einem direkten Kanal Ellikon-Paradies (Variante 3, Abb. 1 und Abb. 5).

Um die in Abb. 4 gezeichnete Zurückverlegung des Kraftwerkes und den dadurch bedingten Schiffahrtstunnel zu verhindern, haben die Schiffahrtsinteressenten die Projektierung des Kraftwerkes selbst in die Hand genommen und versucht, dasselbe so nahe an den Rheinflall heranzuschieben, dass auch der Schiffahrtskanal noch vorne an dem das Lauferfeld westlich begrenzenden Hügel vorbeikommt. Dabei müsste die Bahnlinie zwischen Laufen und Dachsen verlegt werden, um den Kanal unter stumpferem Winkel zu schneiden. Das Stauwehr käme sehr nahe hinter die Eisenbahnbrücke und das obere Ende des Schiffahrtskanals sehr nahe hinter das Stauwehr zu liegen, sodass die Gefahr, gegen das Stauwehr abgetrieben zu werden, für talfahrende Schiffe bei Hochwasser gross wäre. Es erscheint aber fraglich, ob das Kraftwerk den Schiffahrtsinteressenten diesen Gefallen tun und ihnen erlauben würde, mit 1000 Tonnenkähnen so nahe hinter dem Stauwehr herumzufahren, ob sich Schiffahrtseigentümer finden würden, die ihre Kähne einem derartigen Fahrwasser anvertrauen, und ob die für die Erhaltung der Naturschönheit und die Sicherheit der Uferbewohner verantwortlichen Regierungen damit einverstanden wären, dass die Kraftwerksanlagen so nahe an den Rheinflall und die Grossschiffahrt in so gefährliche Nähe der Stauwehre gebracht wird.

Studien für die Ausnützung der Rheinflallkraft wurden durch die Nordostschweizerischen Kraftwerke gemacht. Ein Konzessionsgesuch ist aber noch nicht bekannt. Da die Nordostschweizerischen Kraftwerke auch vorläufig anderweitig genügend engagiert sind und sich verpflichtet haben sollen, das nächste grössere Niederdruckwerk in einem andern Kanton zu bauen, so kann gegenwärtig noch nicht vorausgesehen werden, wann der Rheinflall ausgebaut wird und durch wen.

Eigentümerin ist die Bevölkerung des anschliessenden Landesteils, d. h. je zur Hälfte die Kantone Zürich und Schaffhausen, und es ist deshalb vorläufig an ihr, dafür zu sorgen, dass der Wert dieser Wasserkraft nicht durch unnötige Servitute zu Gunsten der Schiffahrtsinteressenten vermindert wird.

V. Die Gefällsstufe der Lächen bei Schaffhausen.

Bei Schaffhausen stürzt der Rhein über die Kalksteinschwelle der „Lächen“ und biegt gleich nachher in einem scharfen Bogen rechtwinklig nach Süden ab. In den Sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde am oberen Ende dieser Stromschnelle der „Moserdamm“ erstellt und im Anschluss daran 1866 und 1889 die jetzigen Anlagen „A“ und „B“ der Stadt Schaffhausen in Betrieb genommen, die 1900 von einer Privatgesellschaft an die Stadt übergingen, heute aber recht veraltet, unwirtschaftlich und zum Teil baufällig sind. Aeltere Kraftwerkkonzessionen bestanden schon vorher und sind in neuester Zeit nach und nach durch die Stadt abgelöst worden. Diese hat damit vier Niederdruckwerke in Betrieb, die zusammen höchstens 2500 PS liefern, während ein modernes Werk auf rund 10,000 PS beim durchschnittlichen Jahresminimum und auf rund 17,000 PS während 7½ Monaten ausgebaut werden könnte.

Da die bestehenden Anlagen der Stadt Schaffhausen ihrem Bedarf schon längst nicht mehr genügen und viel Personal erfordern, sind eine Reihe Projekte für einen modernen Ausbau dieser Kraftstufe vorhanden. Zschokke verfasste zwischen 1906 und 1918 vier Projekte; andere brachte der Schiffahrtswettbewerb und 1921 stellte die Stadt Schaffhausen Konzessionsbegehren auf Grund eines weiteren „Projektes Bosshard 1919“. Die grosse Zahl von verschiedenen Projekten und die Verzögerung in der Inangriffnahme des Baues erklärt sich besonders durch die Rücksichtnahme auf die Schiffahrt, die, wenn sie nicht in einem Tunnel unter dem Kohlfirst durchgehen soll, hier einer schwierigen Aufgabe begegnet. Der Schiffahrtskanal wurde in den bisherigen Projekten teils auf dem rechten und teils auf dem linken Ufer vorgesehen. Heute ist aber das rechte Ufer endgültig verlassen. Das linke Ufer fällt steil gegen den Rhein ab und wird durch eine Kalkklippe gebildet, auf die nach hinten bald Molasse und dann ein tief eingeschnittenes, mit Geschiebe ausgefülltes diluviales Rheinbett folgt. Die Schiffahrt kann hier entweder in einem offenen Kanal in scharfer Kurve aussen herum geführt werden, der oben in den Werkkanal der bestehenden und bis dahin zu beseitigenden Anlagen „A“ und „B“ einmündet, oder in einem Stollen unter der Bindfadenfabrik durchgehen, der möglicherweise in die gefährliche Grenzzone zwischen Jurakalk und Molasse oder in loses Geschiebe der diluvialen Rheinschlucht zu liegen kommt. Genau sind die Grenzen zwischen diesen verschiedenen Formationen nicht bekannt, weil bisher niemand die dazu erforderlichen Bohrungen vornehmen wollte. In beiden Fällen kommen Unterwasserkanal und Schleuse bei Flurlingen in ein Gelände zu liegen,

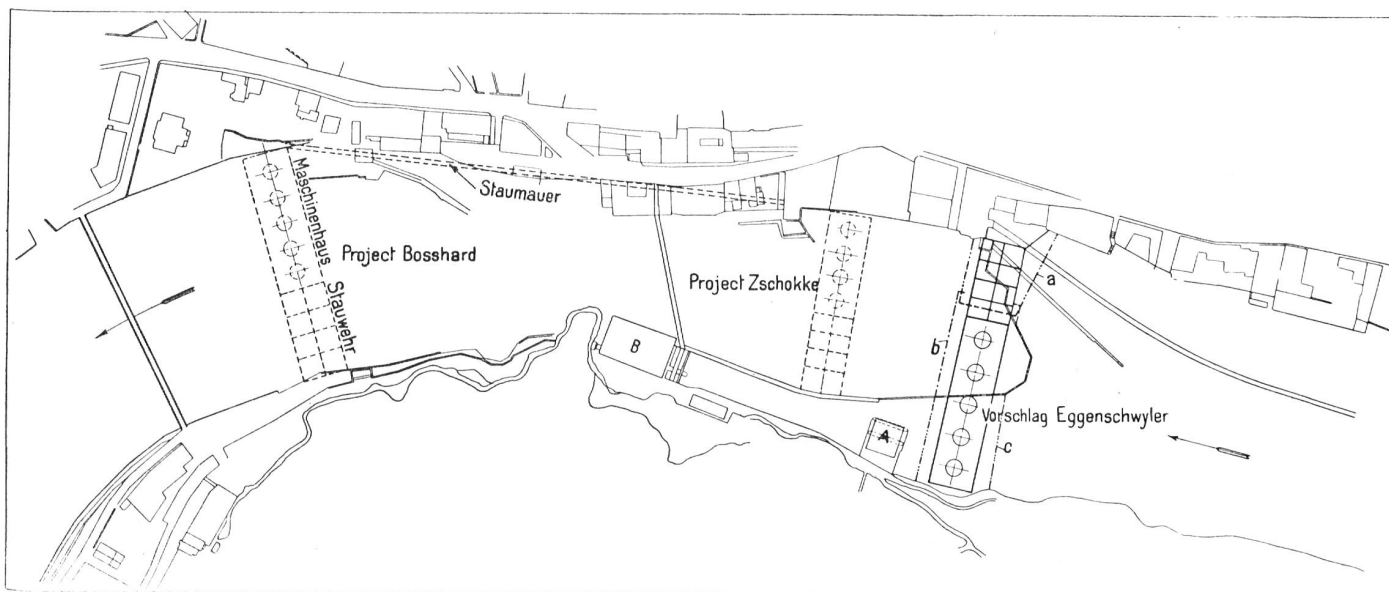


Abb. 6. Wasserkraftprojekte am Rhein in Schaffhausen. Maßstab: 1 : 4000.

auf dem in den letzten Jahrzehnten viele Wohnhäuser entstanden sind. Die Ueberwindung der „Läichen“ wird deshalb recht kostspielig sein.

Die Stadt Schaffhausen versuchte, ihre Kraftwerksprojekte der Schifffahrt anzupassen und den jetzigen Werkkanal für kommende Schifffahrtsanlagen zu reservieren.

Die Zschokke'schen Projekte verlegten Maschinenhaus und Stauwehr in den mittleren Teil der Stromschnelle, wodurch ziemlich umfangreiche Druckluftgründungen notwendig geworden wären. Sie liessen den rund 25 m breiten Kraftkanal am linken Ufer frei, um die jetzigen Anlagen nach Fertigstellung des neuen Werkes weiter benutzen und diesen Platz später an einen eventuellen Schifffahrtskanal abtreten zu können. Im Unterwasser war eine künstliche Betterweiterung im Kostenbetrag von rund 800,000 Fr. vorgesehen, um das ganze Gefälle ausnützen zu können, Abb. 6.

Es schien nun aber wünschenswert, das Kraftwerk für eine grössere nutzbare Wassermenge auszubauen und mit der Möglichkeit zu rechnen, dass nach Durchführung der Bodenseeregulierung gelegentlich grössere Hochwassermengen auftreten als bisher. Das bedingte eine grössere Länge des Maschinenhauses und des Stauwehrs, was an der vorgesehenen Stelle ohne Einbeziehung des jetzigen Werkkanals nicht gut möglich war. Deshalb verlegte Bosshard Maschinenhaus und Stauwehr etwa 300 m flussabwärts, Abb. 6, wodurch die von Zschokke vorgesehene künstliche Betterweiterung vermieden werden kann, das Stauwehr aber über eine tiefe Erosionsschlucht zu liegen kommt und wieder pneumatisch fundiert werden muss und ausserdem dem rechten Ufer entlang eine rund 400 m lange Staumauer vom jetzigen Moserdamm bis zum projektierten Kraft-

werk erforderlich wird, weil die Mühlenstrasse etwa 3 m unter dem gestauten Wasserspiegel liegen würde. Die Kosten dieser Mauer sind ohne Grunderwerb und Entschädigungen auf 875,000 Franken veranschlagt, können aber viel höher werden, sofern Klüfte im Fels zu einer teureren Foundation zwingen oder nachträgliche Durchbrüche verursachen.

Hätte man auf keine Schifffahrt Rücksicht zu nehmen oder könnte man damit rechnen, dass die Schifffahrt in einem direkten Kanal Ellikon—Paradies durch den Kohlfirst oder in einem Stollen unter der Bindfadenfabrik hindurchgeht, dann wäre es zweckmässiger, Maschinenhaus und Stauwehr unter Mitbenützung des jetzigen Werkkanals ganz ans obere Ende der Stromschnelle zu verlegen, wo der Rhein über eine fast wagrechte Felsbank fliesst, und im Unterwasser die schon von Zschokke vorgesehene künstliche Betterweiterung durchzuführen. Dabei könnten Maschinenhaus und Stauwehr in offener Baugrube fundiert werden, wodurch besonders die Wehrschwelle zuverlässiger und billiger würde. Die Bauausführung könnte in der in Abb. 5 gezeichneten Weise in drei Abschnitten erfolgen. Zunächst wären am nördlichen Ufer drei Wehröffnungen im Schutze eines Fangedammes a zu erstellen. Dann wären diese in Betrieb zu nehmen und im Schutze eines weiteren, grösstenteils durch den jetzigen Moserdamm gebildeten Fangedammes b die vierte Wehröffnung und die nördliche Hälfte des Maschinenhauses zu erstellen. Nachdem auch diese in Betrieb genommen sind, könnten die bestehenden Anlagen „A“ und „B“ beseitigt und die südliche Hälfte des Maschinenhauses im Schutze eines weiteren Fangedammes c in Angriff genommen werden.

Auf diese Weise würden die Gesamtkosten für

Maschinenhaus, Stauwehr und Felsausbruch eher niedriger als nach Projekt Bosshard. Die Wehrschwelle könnte zuverlässiger hergestellt werden und wäre geringerer Kolkgefahr ausgesetzt. Die im Projekt Bosshard vorgesehene rechtsufrige Staumauer und die Expropriationen und Entschädigungen an der Mühlenstrasse fielen weg und das ganze Werk könnte im Rahmen der bisherigen Konzessionen durchgeführt werden. Beim Projekt Bosshard muss eine neue Flusstrecke eingestaut und dem Mühlenquartier eine Staumauer vor die Nase gesetzt werden, was eine neue Konzession bedingt, auf die die Stadt Schaffhausen nun seit drei Jahren wartet, nachdem sie schon vorher in Erwartung der Ergebnisse des Schiffahrtswettbewerbes die Inangriffnahme dieses dringend benötigten Werkes von einem Jahr zum andern hinausgeschoben sah.

Da der Oberwasserspiegel des Schaffhauser Werkes mit Rücksicht auf die tiefliegenden Quartiere Unterstadt und Fischerhäusern die Kote 393,5 nicht überschreiten soll, so ist das nutzbare Gefälle auf maximal rund 6,5 m begrenzt. Trotz dieses verhältnismässig kleinen Gefälles wäre aber auch das Kraftwerk Schaffhausen noch als eine aussergewöhnlich wirtschaftliche Anlage zu bezeichnen infolge der gut ausgeglichenen Wasserstände, der geringen Geschiefbeführung, der unmittelbaren Nähe eines genügenden Absatzgebietes und weil die seit Erstellung des Moserdammes im Oberwasser bestehenden Hochwasserstände nach Inbetriebnahme eines beweglichen Wehres günstiger würden, sodass die bisherigen Hochwasserschäden in Fischerhäusern und Unterstadt behoben und keine weiteren Entschädigungen im Oberwasser zu erwarten wären.

Beachtet man ferner, dass die Stadt Schaffhausen gegenwärtig für jährlich mehr als eine Million Franken Fremdstrom bezieht und dafür nur etwa den vierten Teil dessen erhält, was sie aus einem eigenen, zirka 15 Millionen kostenden Werk beziehen könnte, und dass die bestehenden Anlagen infolge ihrer Verzettlung viel Personal erfordern und infolge der Baufähigkeit des Moserdammes von einem Tag auf den andern ausser Betrieb gesetzt werden könnten, dann erkennt man den grossen wirtschaftlichen Nutzen dieser Wasserkraft, und die grossen finanziellen Opfer, die der Stadt Schaffhausen daraus erwachsen, dass sie den besten Platz an den „Lächen“ für die Schifffahrt reservieren will und dass die Inangriffnahme des Baues in Erwartung der Ergebnisse der Schifffahrtsstudien jahrzehntelang verzögert wird.

Schluss folgt.



Über den gegenwärtigen Stand der natürlichen Kraftquellen der Erde. *)

Ergebnisse der World Power Conference in London 1924.

Aus dem Studium der umfangreichen Berichte, die an der ersten Weltkraft-Konferenz vom Sommer dieses Jahres in London vorgelegt wurden, gewinnt man sehr wertvolle neue Daten über die natürlichen Kraftquellen in den verschiedenen Ländern des Erdballs. Wohl sind diese Angaben nicht vollständig, denn über zahlreiche Gebiete fehlen sie gänzlich und viele Länder sind zurzeit noch nicht in der Lage, über die Grösse ihrer Kraftvorräte zuverlässige Aufschlüsse zu geben. Trotzdem erhält man aus dem für die Londoner Tagung gesammelten Material wenigstens ein teilweises Bild über die Verhältnisse hinsichtlich Vorrat und Verteilung der natürlichen Kraftquellen der Erde.

Wenn an der Konferenz keine Angaben über die ausnutzbaren Wasserkräfte der Welt gemacht wurden, so wird man zur Vervollständigung des Bildes sich daran erinnern müssen, daß hierüber von Zeit zu Zeit verschiedene Schätzungen angestellt worden sind, die zwischen 439 und 745 Mill. während 9 Monaten des Jahres verfügbare Pferdestärken schwanken. Hievon werden bis jetzt schätzungsweise 25 Mill. PS ausgenutzt. Der Kohlenvorrat der Erde wird in einem Bericht auf 7,397,553 Mill. Tonnen geschätzt, wovon 6,7 % auf Anthracite, 52,8 % auf bituminöse Kohle und 40,5 % auf Braunkohle etc. entfallen. Leider stehen keine Vergleichsziffern über die bis jetzt geförderten Kohlenmengen zur Verfügung.

Ueber die natürlichen Kraftquellen des amerikanischen Kontinentes lagen detaillierte Angaben nur von den Vereinigten Staaten und von Kanada vor. Die Wasserkräfte Nordamerikas werden auf 62 Mill. PS neunmonatlich veranschlagt. Die derzeitige Ausnutzung beträgt zwischen 14—15 Mill. PS. Die Kohlenvorräte schätzt man auf 5,073,431 Mill. Tonnen. Die Vereinigten Staaten stehen sowohl bezüglich verfügbarer als auch ausgenutzter Wasserkräfte an der Spitze aller Länder. Nach amtlichen Erhebungen weisen die U. S. A. einen Bestand von 25,975,000 während 330 Tagen nutzbare PS und 41,052,000 während sechs Monaten verfügbare PS auf, die unter den jetzigen Verhältnissen ausbaufähig sind. Die gegenwärtige Ausnutzung, unter Berücksichtigung aller Werke von 75 und mehr kW Leistung wird auf 6,778,871 kW geschätzt. Ueber 23 % der ausgenutzten Wasserkräfte be-

*) Vergl. S. W. W. Nr. 10, 1924, S. 183 und ff., sowie „Electrical World“ 13. Sept. 1924, S. 511, „Wasserkraft“ Heft 14/15, 1924, „Technik und Wirtschaft“ Heft 10, 1924 und Reischle, „Energievorräte“, München 1922.