

Das Kraftwerk Laufenburg - eine Pionierleistung der Technik

Autor(en): **Meyer, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vom Jura zum Schwarzwald : Blätter für Heimatkunde und Heimatschutz**

Band (Jahr): **59 (1985)**

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-747164>

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.

Das Kraftwerk Laufenburg – eine Pionierleistung der Technik

von Bruno Meyer

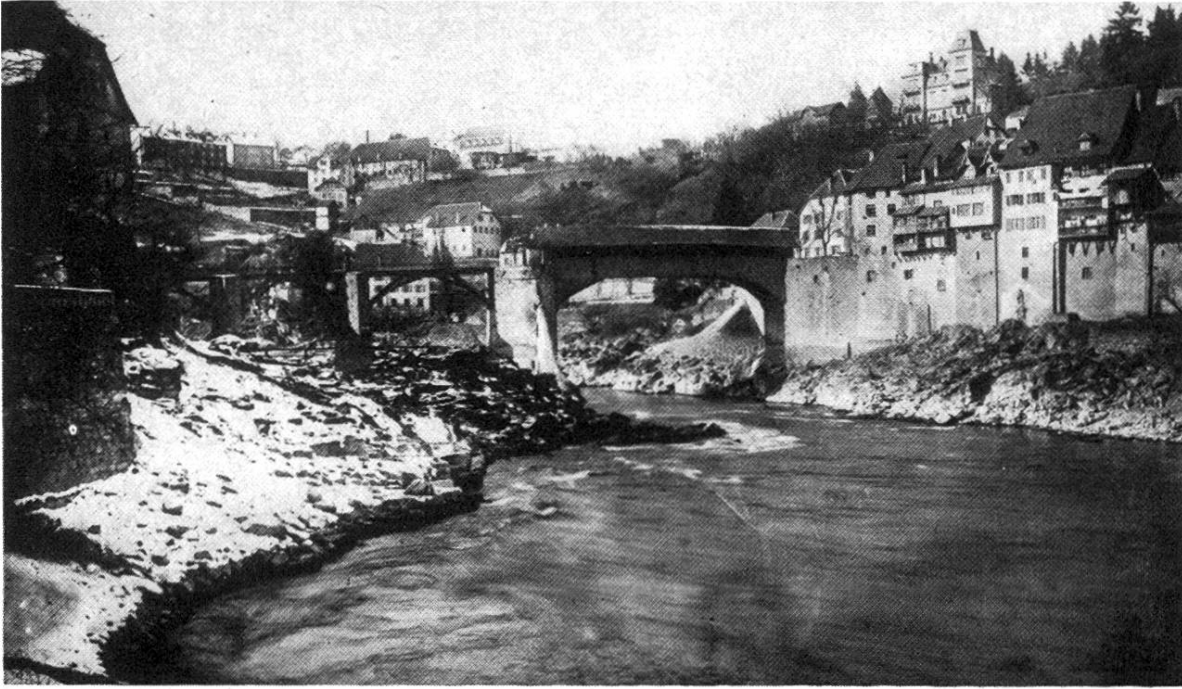
1. Eine Wasserkraftanlage am Rhein – weshalb in Laufenburg?

Wie hatte Laufenburg ausgesehen vor dem Kraftwerksbau? – Von den zahlreichen Stichen und Gemälden sei jenes von William Pars herausgegriffen, das er 1770 während seiner Reise durch die Alpen gemacht hatte. Vom rechten Rheinufer aus hatte er einen Burghügel mit einer verfallenen Schlossruine gesehen. Der Rhein bot hier eine günstige Stelle für eine Brücke, und so hatte Pars ein mittelalterliches Städtchen gefunden, das zur Befestigung auf beiden Seiten dieser Brücke angelegt worden war. Der Rhein selbst floss in einem engen Bogen um den Hügel herum, weitete sich etwas und wurde dann buchstäblich in die «Enge» getrieben. An jenem Tag führte er gerade viel Wasser, denn die Felsen unter dem Steg, die man von andern Bildern her kennt, waren überflutet.

1908 hatte ein Photograph diese Stelle so vorgefunden: Der Rhein fließt auf eine Brücke zu, die einem Stauwehr gleicht. Sie hat einen starken Mittelpfeiler und zwei kleinere Pfeiler auf der linken Flussseite. Insgesamt ist sie etwa 90 m lang. Bei Niederwasser ist der Rhein ein kleines Rinnsal, das in einer tiefen Schlucht unter dem gedeckten Teil der Brücke hindurchfließt. Bei

Gross-Laufenburg mit Rheinbrücke und Laufen (1770). Aus William Pars: Reise durch die Alpen





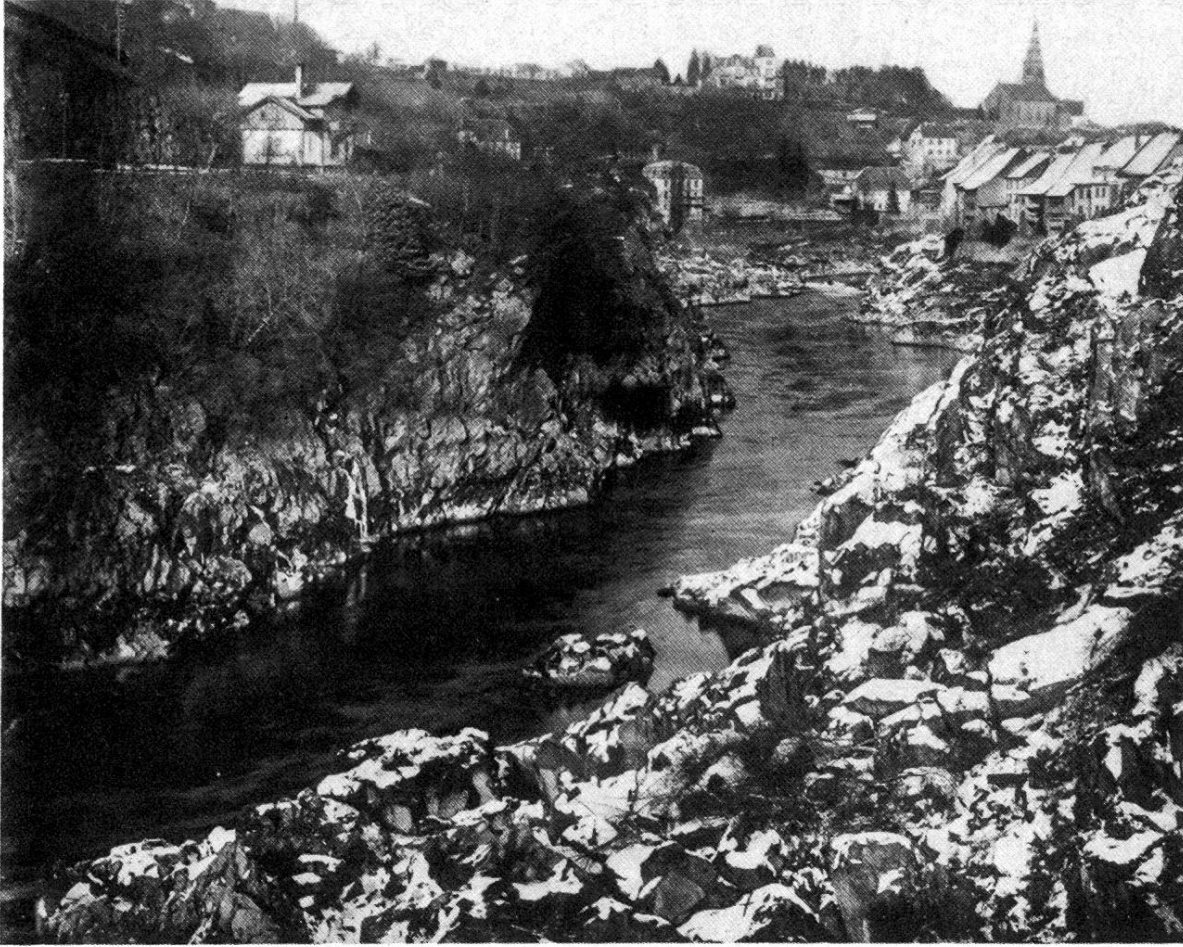
Rheinbrücke bei Laufenburg (1908)

Hochwasser aber ist er ein Stausee und kann mit seinem Wasserspiegel bis knapp unter die Holzkonstruktion der Brücke reichen, ja sie sogar wegweisen. Das ergibt einen sensationellen Höhenunterschied von 17 m, denn die übliche Differenz zwischen Nieder- und Hochwasser beträgt sonst am Hochrhein nur 7 m.

Nach der Brücke weitet sich der Rhein bei der sogenannten Badstube wieder aus, bevor er dann in die rund 500 m lange «Enge» eingezwängt wird. Diese Schlucht verlässt er beim «Schäffigen», wo er sein Flussbett wieder auf eine Breite von 200 m ausweitet.

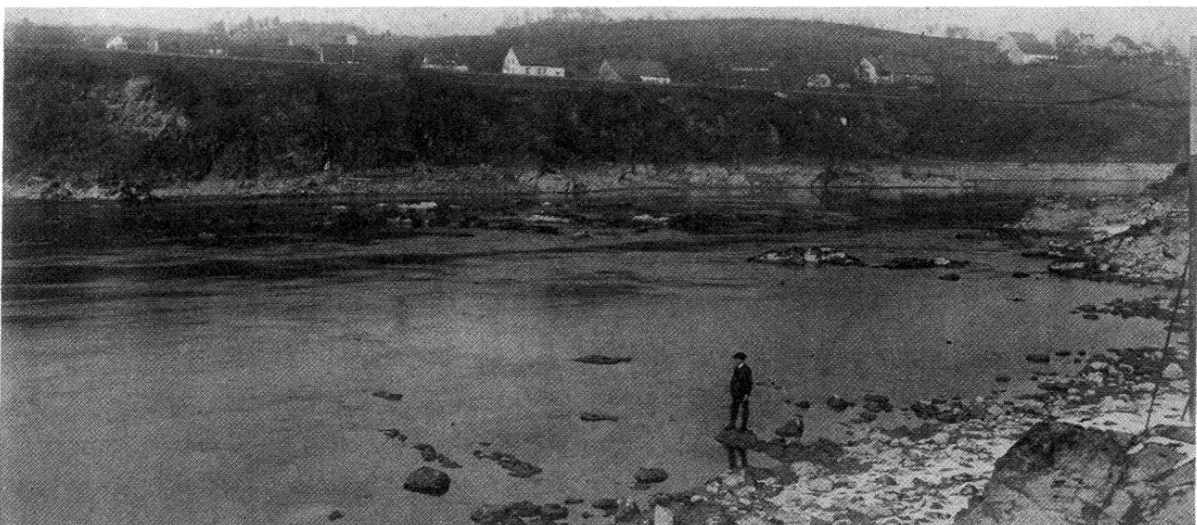
Diese Rheinstrecke war ein einzigartiges und malerisches Naturspiel. Für die Wasserbauer aber war sie eine hydraulische Sensation, denn die Natur hatte hier ihre Phänomene im Massstab 1:1 preisgegeben. Sie zeigte den Stau eines ganzen Flusses und gab Aufschluss über dessen Auswirkungen, die man hier beobachten, anderswo aber nur berechnen konnte. Dank der steilen Flussufer kannte man das Ausmass von Hochwasserschäden und man wusste, dass der Stau von Laufenburg ungefähr bei Albruck geendet hatte.

Auch im Längenprofil des Hochrheins ist die Stromschnelle von Laufenburg eine Besonderheit. Während die Flusssohle zwischen Schaffhausen und Basel durchschnittlich 1‰ Längsgefälle aufweist, fällt der Rhein beim Laufenburger Laufen um 3‰, also um 3 m auf nur 1 km. Solche Stromverhältnisse sind eine günstige Gelegenheit zur Nutzung der Wasserkraft und reizten die Ingenieure zum Bau einer Wasserkraftanlage.



«Enge» des Rheins unterhalb Laufenburg vor dem Beginn des Kraftwerkbaus

Der Rhein im «Schäffigen» nach dem Verlassen der Stromschnellen



2. Bestandteile und Kennwerte einer Wasserkraftanlage

Seit Jahrhunderten hatte sich der Mensch die Wasserkraft zunutze gemacht. Bekannt waren die Wasserräder, womit man Mühlen für verschiedenste Zwecke angetrieben hatte. Sie bedeuteten Arbeit und Erwerb für viele Berufe und Gewerbe der damaligen Zeit. Ihre bauliche Anordnung war durch Überlieferung bekannt: Man baute eine Mühle in der Nähe eines Baches oder Flusses, staute das Wasser etwas oberhalb davon, leitete die benötigte Wassermenge über einen künstlichen Oberwasserkanal zur Mühle, liess es dort über das Wasserrad laufen und gab es im künstlichen Unterwasserkanal wieder dem Vorfluter zurück. Verfügte die Mühle beispielsweise über ein Gefälle von 3,75 m und führte man ihr 20 Liter Wasser je Sekunde zu, so hatte man vereinfacht ausgedrückt die Leistung von einer Pferdestärke (PS). Diese Werte wurden im 19. Jahrhundert jeweils genau vermessen und dienten als Grundlage der staatlichen Konzession.

Dieses Bild einer Mühle prägte noch im 19. Jahrhundert die Vorstellung, wie man eine Wasserkraftanlage zu bauen hätte, und so ist es nicht verwunderlich, dass auch die ersten Ideen für das Kraftwerk Laufenburg dieses Schema zeigten.

Gleichzeitig stellten aber Physiker und Ingenieure die Frage, welche Wasserkräfte in der Natur insgesamt steckten, wie gross sie seien und wie sie technisch nutzbar gemacht werden könnten. Zahlenbeispiele liessen ungeheure Kräfte erahnen, weit mehr als der damalige Bedarf es erforderte. Bei einer Wasserführung des Rheins bei Laufenburg von beispielsweise 1000 m^3 je Sekunde und bei einer Fallhöhe von 10 m ergibt sich eine Leistung von 133 000 PS (100 000 kW). Kann diese Menge während eines Jahres genutzt werden, so beträgt die gewonnene Energie 876 Mio. kWh. Rückblickend betrachtet ist dieser Wert bereits realistisch, schwankt doch die jährliche Energieproduktion am Hochrhein je nach Werk zwischen 180 und 740 Mio. kWh. Die Schwankungen dieser Werte sind verständlich, wenn man bedenkt, dass weder die Wassermenge noch die Fallhöhe zeitlich konstant sind und dass auch der Wirkungsgrad einer Anlage je nach Beaufschlagung variiert.

Im Vordergrund stand damals allerdings die Frage nach Leistung, d. h. nach Pferdekraft, und nicht nach der jährlich zu erzeugenden Energiemenge. Man strebte nach immer grösseren Werken, stellte also die Frage: «Wo können am meisten PS gewonnen werden?», suchte einen günstigen Standort und baute dort eine Anlage. Man war sich gewiss, dass Wasserkraft nicht ein unerschöpfliches, aber doch ein weit grösseres Potential darbot, als ökonomisch zu verwerten war. Diese Gewissheit beruhte auf der einfachen Überlegung von Wassermengen mal Gefällsunterschied – ein genügend gros-

ser Vorrat, mit dessen Ausbeutung Ende des 19. Jahrhunderts begonnen wurde.

Laufenburg ist ein Beispiel für die Frage nach hoher Leistung. Bei den ersten Projekten ging es darum, wieviele PS während des ganzen Jahres oder während einer bestimmten Zeit zur Verfügung stünden. Diese Grösse war dann massgebend für die Dimensionierung der Maschinen sowie der baulichen Anlagen nach herkömmlicher Disposition mit Ober- und Unterwasserkanal. Erst im Verlaufe der Projektierung wurden neue Ideen entwickelt, wie später noch dargelegt wird.

3. Technische Voraussetzungen für den Bau der ersten Grosskraftwerke

3.1 Eisenbahnbau

War aber das technische Können zur Ausbeutung solcher Kräfte überhaupt in der Lage? – Die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts ist in ihrer technischen Entwicklung geprägt durch den Eisenbahnbau. Im Jahre 1850 gab es weltweit 38 600 km Eisenbahnlinien. 1880 waren es 380 000 km und 1910 über 1 Mio. km. In der Schweiz verlief diese Entwicklung ähnlich. 1850 waren es 27 km, 1880 2 547 km und 1910 5 426 km – eine Zahl, die sich bis heute nicht stark verändert hat. Treibende Kraft waren in der Schweiz die Zürcher, die 1847 über die erste Eisenbahnlinie auf Schweizer Boden verfügten. Sie suchten den Schienenweg nach Basel und damit den Anschluss an das werdende europäische Netz. Nachdem ihnen der Bözberg als Hindernis entgegenstand, wollten sie über Waldshut dem rechten Rheinufer entlang nach Basel gelangen. Dieses Vorhaben scheiterte und die Verbindung Zürich–Basel gelang erst 1858 dank der Centralbahn über Olten. Doch bereits 1862 konnte man per Bahn vom Genfersee zum Bodensee fahren. Der Eisenbahnverkehr hatte die politischen Schwierigkeiten überwunden. Geblieben waren die technischen Probleme der Alpentransversalen. Es vergingen noch weitere Jahrzehnte, bis ein alter Traum der Bahnbauer, nämlich die Bezwingung der Gebirge, verwirklicht wurde. 1882 konnte die Gotthardbahn feierlich eröffnet werden. Im Jahre 1906 folgte der Simplon und 1913 die Lötschberglinie.

Von diesem Eisenbahnfieber wurden nicht nur Wirtschaft und Industrie gepackt, sondern auch die Technik. Im selben Masse, wie die Techniker diese ungestüme Entwicklung ermöglichten, stieg auch die Nachfrage nach neuen technischen Errungenschaften. Die Kenntnisse, die man sich beim Eisenbahnbau erworben hatte, konnten nun auch für andere Zwecke verwendet werden. Sie wirkten befruchtend und förderten neue Wissenszweige.

3.2 Flusskorrekturen

Handel und Industrie brauchten aber nicht nur ein gutes Eisenbahnnetz. Ebenso wichtig war die Schifffahrt mit ihren Hafenbauten und mit den Kanälen und Schleusen auf dem Festland. An bedeutenden Wasserbauten seien erwähnt: 1869 wurde der Suezkanal eröffnet, 1896 das Eiserne Tor der Donau an der Grenze zwischen Serbien und Rumänien und 1914 der Panamakanal. Im Ingenieurwesen war der Wasserbau (auch «Hydrotechnik» genannt) als neue Disziplin hinzugekommen. Man beobachtete die Flüsse, ihre Pegelstände und Wassermengen, aber auch die Höhenlagen ihrer Sohlen. Die Schwierigkeit lag nun darin, die einzelnen Beobachtungen miteinander zu vergleichen, denn die Pegel lagen oft Dutzende von Kilometern weit auseinander und ihre Kote war nicht zum vornherein bekannt.

In Deutschland wurde die Meereshöhe auf den Amsterdamer Pegel bezogen. 1879 definierte man, dass sich die Marke an der Berliner Sternwarte 37 m über diesem Normal-Null (N.N.) befinde. Dieser Fixpunkt diente dann in Deutschland als Grundlage für die Bestimmung der Meereshöhen in Metern über Meer.

In der Schweiz wurde das erste Präzisionsnivellement in den Jahren 1864 bis 1891 durchgeführt. Als Fixpunkt hatte man den Pierre du Niton in Genf erklärt, dessen Meereshöhe aus den Arbeiten der französischen Ingenieure bekannt war und sich auf den Marseiller Pegel bezog. An der Landesgrenze zu Deutschland war dann eine Differenz von 3,63 m festzustellen, die sogar unter Fachleuten einen Streit auslöste, ob beide Meere denn nicht gleich hoch seien. Für die einzelnen Landesvermessungen war dies allerdings bedeutungslos. Einzig bei Grenzbauten musste man darauf achten, auf welchen Horizont man seine Arbeiten bezog. 1901 wurde die Meereshöhe des Schweizer Nivellements neu definiert, indem man die Kote des Pierre du Niton um 3,26 m reduzierte. Noch heute besteht also zwischen deutschen und schweizerischen Angaben eine Differenz von 37 cm.

Die Vermessung der Höhenlagen spielte bei Flussbauten eine wichtige Rolle. Ihre Resultate waren entscheidend für Neubauprojekte. Gleichzeitig aber suchten die Ingenieure auch nach Berechnungsmethoden, ja sogar nach geschlossenen Formeln, um einen Abfluss bzw. die Wasserspiegellage vorherzusagen und die baulichen Massnahmen festzulegen. Laborversuche sind allerdings aus dieser Zeit nicht bekannt.

In der Schweiz wurde der Wasserbau nicht durch die Schifffahrt ausgelöst. Sein Zweck war Schutz gegen die Gefahren der Bäche und Flussläufe. Im Alpengebiet waren Siedlungen und Kulturen von immer wiederkehrenden Murgängen der Gebirgsbäche bedroht, weshalb die Wildbachverbauungen

in Angriff genommen wurden. Damit sollten die steilen Abhänge vor Rutschungen und Erosion geschützt und das Kulturland des Talbodens vor Verwüstungen bewahrt werden. Im Mittelland sahen die Verhältnisse anders aus. Einzelne Flussabschnitte hatten kein festes Bett. Von der Aare sagte man im Aargau, dass sie zwischen Rapperswil und Wildegg hochgradig verwildert sei, auf grosser Breite herumschweife und beständig wertvolles Kulturland auf beiden Seiten abgebrochen habe. Erst die Korrektur dieser 5 km langen Strecke (durchgeführt in den Jahren 1865–1870) habe den Fluss zwischen Leitwerke eingeschränkt und ihn am Herumschweifen gehindert. Das günstige Ergebnis habe nicht bezweifeln lassen, dass die angewendeten Mittel zweckentsprechend gewesen seien.

Grössere Wasserbauten des 19. Jahrhunderts waren die Korrektur des Rheins im St. Galler Rheintal, die erste Jura-Gewässerkorrektur und die Regulierung der Rhone im Wallis. Bauvorhaben dieser Art erforderten grosse Erdbewegungen. Je nach Überschwemmungs- bzw. Auflandungsgebiet konnten sie ein Ausmass von mehreren 100 000 m³ Material annehmen. Die Arbeiten wurden von Hand ausgeführt, denn Aushubmaschinen standen noch keine zur Verfügung. Entsprechend hoch waren die Kosten, die seit jeher die Kräfte eines einzelnen Anstössers oder Betroffenen überstiegen, die aber auch keine rentablen Investitionen bedeuteten. Wasserbau war eine Aufgabe der Öffentlichkeit und lag in der Hand von Genossenschaften, Gemeinden und Kantonen. Für grössere Bach- und Flusskorrekturen reichten aber auch ihnen die Mittel nicht aus. Man erkannte, dass solche Aufgaben nur mit Hilfe des Bundes ausgeführt werden könnten, und verankerte diesen Grundsatz 1874 in der Bundesverfassung der Eidgenossenschaft. Der Bund verpflichtete darauf die Kantone mit dem Wasserbau-Polizeigesetz von 1877 zum Ausbau der Gewässer, behielt die Oberaufsicht und leistete die Subventionierung.

Flussregulierungen, die nun in grossem Ausmass begonnen werden konnten, waren nicht nur zur nationalen Aufgabe geworden, sondern auch zu einem neuen Fachgebiet der Ingenieure. Der Wasserbau reihte sich zu den bekannten Disziplinen des Ingenieurwesens, wie Strassenbau, Eisenbahnbau, Brückenbau und Wasserversorgungen. Die Ingenieure waren stolz auf ihre neue Aufgabe und stellten dieses Thema an der dritten Landesausstellung im Jahre 1883 in Zürich aus. Zur Teilnahme motiviert wurden die Kantone vom ersten eidg. Oberbauinspektor Adolf von Salis. Er selbst hatte dazu einen grundlegenden Beitrag über Organisation, Leistungen und Bausysteme verfasst. Er vertrat dabei die Meinung, dass man die richtigen, dem Charakter des Flusslaufes entsprechenden technischen Mittel anwenden soll, dass man zweitens eine begonnene Aufgabe nicht auf halbem Weg abbrechen dürfe

und schliesslich die vollendeten Werke fortwährend unterhalten solle. So seien die grossen Werke von Erfolg gekrönt und die gewaltigen Summen nicht umsonst ausgegeben. An der Landesausstellung von 1883 kam die Hoffnung zum Ausdruck, dass man die gewaltigen Verheerungen der Gewässer künftig verhindern und den gewonnenen Boden der landwirtschaftlichen Nutzung zuführen wollte. Auf Anfangserfolge konnte man bereits zurückblicken.

Auch im Aargau setzte man die begonnenen Arbeiten an Gewässerregulierungen fort. So erhielt 1884 der Laufener Ingenieur Alexander Trautweiler, von dem beim Kraftwerksbau noch die Rede sein wird, vier wasserbauliche Aufträge, nämlich die Korrektur der Sisseln zwischen Frick und dem Rhein, die Rheinuferkorrektur bei Leibstadt und gegenüber Murg sowie ein Stück Aarelauf bei Böttstein. – Die Aarekorrektur zwischen Böttstein und Koblenz hatte für Laufenburg noch eine andere Auswirkung. Ursprünglich verhinderte diese Flussstrecke den linksrheinischen Strassenverkehr, da dort noch keine Brücke bestand. Die Hauptpoststrasse von Basel her endet in Laufenburg, und wer rheinaufwärts fahren wollte, musste die Laufener Rheinbrücke benutzen und über Waldshut weiterreisen. Erst die Kanalisierung der Aaremündung ermöglichte eine Strassenverbindung.

Das benachbarte Grossherzogtum Baden hatte mit der Rheinkorrektur schon früher begonnen, bildete der Rhein doch rund 400 km seiner Grenze. Am Hochrhein waren abgesehen von kleineren Verbauungen keine Arbeiten notwendig, da der Rhein in diesem Abschnitt ein gut ausgebildetes natürliches Flussbett hatte. Anders zwischen Basel und der Neckar-Mündung: Hier wurde der Rhein in den Jahren 1820–1885 kanalisiert mit dem Hauptzweck: Sicherung gegen Hochwasser, Uferschutz, Melioration des Überschwemmungsgebietes und Besserung der hygienischen Verhältnisse in den anliegenden Ortschaften.

3.3. Wasserkraftnutzung

Diese Beispiele zeigen, dass sich die Ingenieure an die Wasserkraft herangewagt hatten. Wie aber stand es nun um die bereits gestellte Frage nach den Möglichkeiten der technischen und industriellen Nutzung? – Im Jahre 1876 hatte der Maschinen-Ingenieur Weissenbach den Schweizer Beitrag für eine Internationale Ausstellung in Philadelphia vorbereitet. Dabei machte er eine Zusammenstellung über die damaligen Wassermotoren und Turbinen in der Schweiz und errechnete eine installierte Leistung von total 70 000 PS, wovon 30 000 PS bei Turbinen und 40 000 PS bei Wasserrädern genutzt wurden. Er zeigte auch, wie billig die Wasserkraft anfiel, indem er den täglichen Kohlebedarf für dieselbe Anzahl PS auf 1000 Tonnen schätzte, wenn man sie mit

Dampfbetrieb erzeugen wollte. Weissenbach hatte sich aber auch Gedanken über die gesamte in der Schweiz vorhandene Wasserkraft gemacht, indem er die Wassermengen und Gefälle der einzelnen Flüsse untersuchte. Für den Rhein gab er bei Niederwasser einen Wert von etwa 3000 PS je Flusskilometer an. Er verglich seine Berechnungen mit den tatsächlich genutzten Wassermengen und stellte fest, dass an kleineren Flüssen wie an der Töss, Glatt oder Limmat bereits 10 bis 20 % der vorhandenen Wasserkraft genutzt wurde. Die Ausbeutung der grösseren Flüsse wie Rhone, Aare oder Rhein lag noch weit unter 1%. Er schloss seinen Beitrag mit dem Wunsch, dass die Ausbeutung der Wasserkraft zum Nutzen der Schweizer Industrie gelingen möge.

3. 4. Kraftübertragung

Wo aber lagen die Schwierigkeiten? – Sie waren tatsächlich technischer Art. Das eingangs erwähnte Bild der Mühle zeigt die Antwort: Eine Mühle wurde dort gebaut, wo der Wasserlauf einen günstigen Standort bot. Die Wasserkraft wurde dann im selben Gebäude erzeugt und genutzt. Die Industrialisierung des 19. Jahrhunderts mit der Gliederung der Arbeitsabläufe, der Trennung der Arbeitsvorgänge und der Rationalisierung der Arbeitsplätze folgte aber nur teilweise diesen Standorten. Die wachsenden Städte hatten steigenden Kraftbedarf, lagen aber nicht in der Nähe von Stellen mit günstiger Wasserkraftnutzung. Der Ort der Krafterzeugung und der Kraftnutzung musste getrennt werden. Damit war das technische Problem der Kraftübertragung gestellt, das bei der Mühle noch auf einfache, mechanische Art mit einer Welle zu lösen war. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren die Seiltransmissionen sowie Luftdruck und Wasserdruck als Übertragungsart bekannt.

Als Beispiel einer Seiltransmission sei die Anlage der Wasserwerksgesellschaft Schaffhausen aus dem Jahre 1866 mit 700 PS genannt. Von den linksufrig gelegenen Turbinen wurde die Kraft mittels Drahtseilen quer über den Rhein und von dort rund 500 m über 5 Pfeiler rheinaufwärts übertragen. Genutzt wurde diese Kraft von einigen Gewerben der Stadt Schaffhausen.

Über eine kleinere Anlage verfügte die Firma Nüssli-Näf in Klein-Laufenburg. 1885 hatte sie ihre Wasserräder durch eine einzige Jonval-Turbine ersetzt, der nun das Wasser mittels Druckrohr über ein Gefälle von 28,9 m zugeleitet wurde. Die erzeugten 35 PS wurden über Drahtseiltransmission zu den nahegelegenen Fabrikgebäuden der Zwirnerei geleitet.

In allen Städten war damals die Übertragung von kleineren Kräften stark verbreitet. Man benutzte dazu Wasserleitungen mit Druckwasser, und auf der Benutzerseite verwendete man kleine, robuste Wassermotoren.

Für die grösseren Kräfte suchte man nach Möglichkeiten der Druckluftübertragung. Bereits 1852 ist diese Art vom Genfer Ingenieur Colladon vorgeschlagen und auf ihre technische Eignung hin untersucht worden. Sie bestand aus einem Leitungsnetz, das auf der Erzeugerseite von einem Kompressor aus die Druckluft zum Verbraucher führte, wo ein Luftdruckmotor angetrieben wurde. Diese Verwendungsart hatte besonders beim Baustellenbetrieb Eingang gefunden (z.B. im Tunnelbau). Man glaubte, das Verteilungssystem der Zukunft gefunden zu haben, und gründete zu diesem Zweck die «Druckluftgesellschaften». Doch das Rennen um die Kraftübertragung gewann die Elektrizität.

3.5 Nutzung der Elektrizität

Im Jahre 1882 – im selben Jahr als in der Schweiz die ersten Züge auf der Gotthardlinie verkehrten – baute der Amerikaner Thomas A. Edison in New York an der Pearl Street das erste öffentliche Elektrizitätswerk und beleuchtete damit 400 Lampen. Dieses Werk und dieses Datum gelten als Meilenstein in der Geschichte der Elektrizität. Seither ist die Versorgung mit elektrischem Strom dreigeteilt in Erzeugung, Übertragung und Verbraucher. Auf jedem der drei Elemente begann die Elektrotechnik mit einer stürmischen Entwicklung, doch diese Dreiteilung ist seither geblieben. Charakteristisch ist zudem, dass Erzeugung und Verbrauch in jedem Moment im Gleichgewicht sein müssen.

Aber auch in der Schweiz betrieb man bereits 1882 eine Stadtzentrale, nämlich in Lausanne. Sie war turbinenbetrieben, lieferte 180 PS und hing an der städtischen Hochdruck-Wasserversorgung. Ihr Gleichstrom-Generator mit 105 Volt diente ebenfalls der elektrischen Beleuchtung; die Anlage war also ein «Lichtwerk» und noch kein «Kraftwerk».

Die erste grössere elektrische Kraftübertragung gelang ebenfalls 1882 an der Internationalen Elektrizitätsausstellung in München. Marcel Deprez übertrug auf einer Distanz von 57 km die bescheidene Leistung von 1,1 kW vom Bezirksort Miesbach ans Oktoberfest, wo er mit elektrischer Beleuchtung und mit einem Wasserfall die Besucher zum Staunen brachte. Doch der Wirkungsgrad war gering und die Anlage gefährlich, so dass man grössere elektrische Kraftübertragungen ausschloss. Erst der Streit Wechselstrom kontra Gleichstrom brachte den Durchbruch. Als sich nämlich 1889 die Stadt Frankfurt für die Stromart entscheiden wollte, waren sich weder Politiker noch Wissenschaftler einig. Der Inhaber der Frankfurter Zeitung regte eine Ausstellung an, damit die Stadtväter beide Systeme vorgeführt erhielten. Oskar von Miller beschloss eine noch nie dagewesene Wechselstromübertra-

gung und zog als Berater den Schweizer Ingenieur Charles Brown bei. Von Lauffen am Neckar baute man eine 175 km lange Leitung nach Frankfurt. Die Maschinenfabrik Oerlikon lieferte für Lauffen den Drehstrom-Generator, während die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) die Motoren und Transformatoren beisteuerte. 1891 wurde anlässlich der Internationalen Elektronischen Ausstellung die Leistung von 300 PS mit einer Spannung von 10 000 Volt übertragen. Dieser bedeutende Schritt der Elektrotechnik zeigte den künftigen Weg, wie das Problem der Kraftübertragung zu lösen sei. Gleichzeitig wurde damit in der Schweiz die Entwicklung der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und des Wasserbaus eng verknüpft. Schrittweise wagte man sich an die Nutzung der grossen Wasserkräfte.

3. 6. Die ersten Elektrizitätswerke der Schweiz

Will man die Bedeutung des Kraftwerkbaus in Laufenburg ermessen, so ist auch ein Blick auf die Anfänge der schweizerischen Elektrizitätswerke notwendig. Nachdem bereits einige Privatbetriebe elektrische Beleuchtungen eingerichtet hatten, begannen Städte und Dörfer ab 1882, ihre Beleuchtung mit lokalen Gleichstrom-Netzen zu elektrifizieren. Diese Entwicklung dauerte bis etwa 1895, da in der Zwischenzeit die Wechselstrom-Technik gesiegt hatte und da der Kraftbedarf für Motoren rapide zunahm. Ums Jahr 1900 – also mitten in der Projektierung von Laufenburg – waren 145 elektrische Kraftwerke in Betrieb. Die Summe ihrer Leistung betrug 150 000 PS. Darin enthalten ist das Werk Chèvre bei Genf mit 6000 PS und Rheinfelden mit 16 800 PS. Bei den übrigen Werken handelt es sich um kleinere Anlagen.

Rheinfelden war das erste Grosskraftwerk am Rhein. Von den ersten Ideen bis zum Baubeginn brauchte es eine Zeit von rund 24 Jahren. Der 1894 gegründeten Aktiengesellschaft wurde der Name «Kraftübertragungswerke Rheinfelden» gegeben. Dabei kommt zum Ausdruck, wie sehr das Problem der Kraftübertragung mit der Wasserkraftnutzung verknüpft ist. Die Anlage wurde für eine Wassermenge von 520 m³/s mit einer Fallhöhe von 2,5 bis 5 m ausgelegt und konnte ihren Betrieb 1898 aufnehmen. Auffallend an dieser Anlage war, dass sie mit einem festen Wehr senkrecht zur Flussachse den ganzen Rhein staute und eine kleinere Wassermenge in den Oberwasserkanal abzweigte. Das Maschinenhaus wurde parallel zur Flussrichtung gestellt und wies 20 vertikalachsige Maschinengruppen auf. 10 Generatoren erzeugten Gleichstrom und die anderen 10 waren modernere Wechselstrom-Maschinen.

Als zweites Grosskraftwerk wurde Augst-Wyhlen mit 18 000 PS im Jahre 1912 in Betrieb genommen. Da es sich um ein Grenzkraftwerk handelte, hat-

te man zwei Maschinenhäuser angeordnet – für jeden Anlieger eines. Bei diesem Werk liegen das Stauwehr, bestehend aus einer grossen Anzahl Schützen, und die Maschinenhäuser beieinander. Wie in Rheinfeldern stehen die Maschinenhäuser parallel zum Flussufer, so dass die genutzte Wasserströmung um mehr als 200° umgelenkt wird.

Als damals grösstes Werk folgte Laufenburg im Jahre 1914 mit einer Leistung von 39 000 PS. Auf die Baugeschichte wird im folgenden eingegangen. Überblickt man den Zeitabschnitt von der Jahrhundertwende bis zum 1. Weltkrieg, so ist festzustellen, dass der jährliche Zuwachs an elektrisch installierter Leistung 40 000 PS betrug, d.h. die Elektrifizierung und damit die Ausbeutung der Wasserkraft verlief so rasch, dass jedes Jahr eine Leistung in der Grössenordnung des Kraftwerks Laufenburg in Betrieb genommen werden konnte. An Grosskraftwerken sind ausser den erwähnten Niederdruckanlagen am Hochrhein 12 Hochdruckwerke mit Leistungen von je 10 000 bis 30 000 PS zu erwähnen. Im Jahre 1915 betrug die Summe der Leistung aller Werke 800 000 PS.

4. Vier Persönlichkeiten aus der Pionierzeit

Die Baugeschichte des Kraftwerks Laufenburg ist geprägt durch vier Persönlichkeiten, deren Namen mit Projekt und Bau verbunden sind. Schöpferischer Urheber war Alexander Trautweiler aus Laufenburg. Er wurde 1854 als Bauernsohn geboren. Nach der Bezirksschule besuchte er die Kantonschule Aarau und wandte sich dem Ingenieurstudium zu. Dabei ging er nicht an das noch junge Polytechnikum nach Zürich, sondern an die Technischen Hochschulen München und Aachen. Anschliessend arbeitete er während sechs Jahren beim Bau der Gotthardbahn in Wassen. Nach den bereits erwähnten Flusskorrekturen im Aargau ging er knapp 30jährig für einen Bahnbau nach Griechenland, kehrte in die Schweiz zurück und machte Vermessungen für die «Strategische Bahn» im Schwarzwald. Weitere sechs Jahre arbeitete er bei der Brünigbahn, zuerst beim Bau, dann als Betriebsingenieur. Im Alter von 40 Jahren zog er nach Strassburg und wurde Direktor der Strassenbahn, die er dann elektrifiziert hatte. 1908 liess er sich in Zürich nieder, wo er als Bauingenieur tätig war und 1920 verstarb.

Schon während seiner Zeit bei den Bahnbauten hatte ihn der Kraftwerksbau beschäftigt. Für Laufenburg entwarf er das erste Projekt, nämlich das sogenannte «Tunnelprojekt». Später folgte ein Projekt für das Kraftwerk am Lungernsee in Obwalden. In den Jahren 1898–1907 leitete er die Projektierungsarbeiten in Laufenburg. Mit diesem Werk wollte er seiner Heimatstadt zu industriellem Aufschwung verhelfen, so wie er es andernorts auch schon

erlebt hatte. Gleichzeitig wollte er im Fricktal die früher sehr bedeutsame Eisenerzgewinnung wieder zu wirtschaftlicher Blüte bringen. In der überschüssigen Laufenburger Wasserkraft sah er die technische Möglichkeit, und notwendig schien ihm dieses Vorhaben, um im Kriegsfall über eigene Rohstoffgewinnung zu verfügen. Doch diese Bemühungen waren vergeblich, da die wirtschaftliche Entwicklung anders verlief.

In den Jahren 1886–1898 standen die Projekte Trautweilers den Ideen des 10 Jahre jüngeren Sebastian Ziani de Ferranti gegenüber. Die Vorfahren des in Liverpool geborenen Ferranti stammten aus Venedig. Ursprünglich hies- sen sie Ziani und hatten sich im Mittelalter den Namen de Ferranti zugelegt. Einige zeigten künstlerische Begabung und waren als Musiker und Maler be- kannt geworden. Ferranti selbst war ein genialer Ingenieur. Schon als Kind hatte er sich für Maschinen aller Art interessiert. Nach dem Collegebesuch gründete er 18jährig ein Geschäft für Wechselstrom-Beleuchtungsanlagen. Zusammen mit seinem Partner baute er ein Jahr später die erste Wechsel- strom-Maschine, den Thompson-Ferranti-Alternator. Ferranti hatte die Möglichkeiten des Wechselstroms erkannt und schuf sich einen Namen mit dem Bau des ersten Grosskraftwerks der Welt: Ab 1891 versorgte die Zen- trale Deptford weite Teile der Stadt London.

Ferranti hatte in England ähnliche Berühmtheit wie Edison in Amerika. Als in Portsmouth auf Ferrantis Vorschlag hin drei Generatoren für die Stromversorgung gebaut worden waren, wurde Ferranti bei der Eröffnung vom Stadtrat empfangen und der Bürgermeister sagte in seiner Ansprache, die drei mit F beschrifteten Maschinen seien eigentlich das Fortefortissimo der englischen Elektrotechnik: Franklin, Faraday und Ferranti.

Ferranti selbst fühlte sich eher als Ingenieur, der erfindet und konstruiert, denn als Unternehmer, der Aufträge beschafft und Geld für die Finanzierun- gen auftreibt. Trotzdem reiste er viel und besuchte dabei seine Geschäfts- freunde auf dem Kontinent. Während eines Ferienaufenthalts im Bündner- land erkrankte er und starb 1930 nach kurzem Spitalaufenthalt in Zürich.

Sein erstes Grosskraftwerk hatte Ferranti mit Dampf, d. h. mit Kohle an- getrieben. Er kannte aber die Bedeutung der Wasserkraft und wurde auf die Laufenburger Stromschnellen aufmerksam. 1891 hatte er dort ein Konz- essionsgesuch eingereicht und als eigene Idee das geniale «Stauprojekt» ent- worfen.

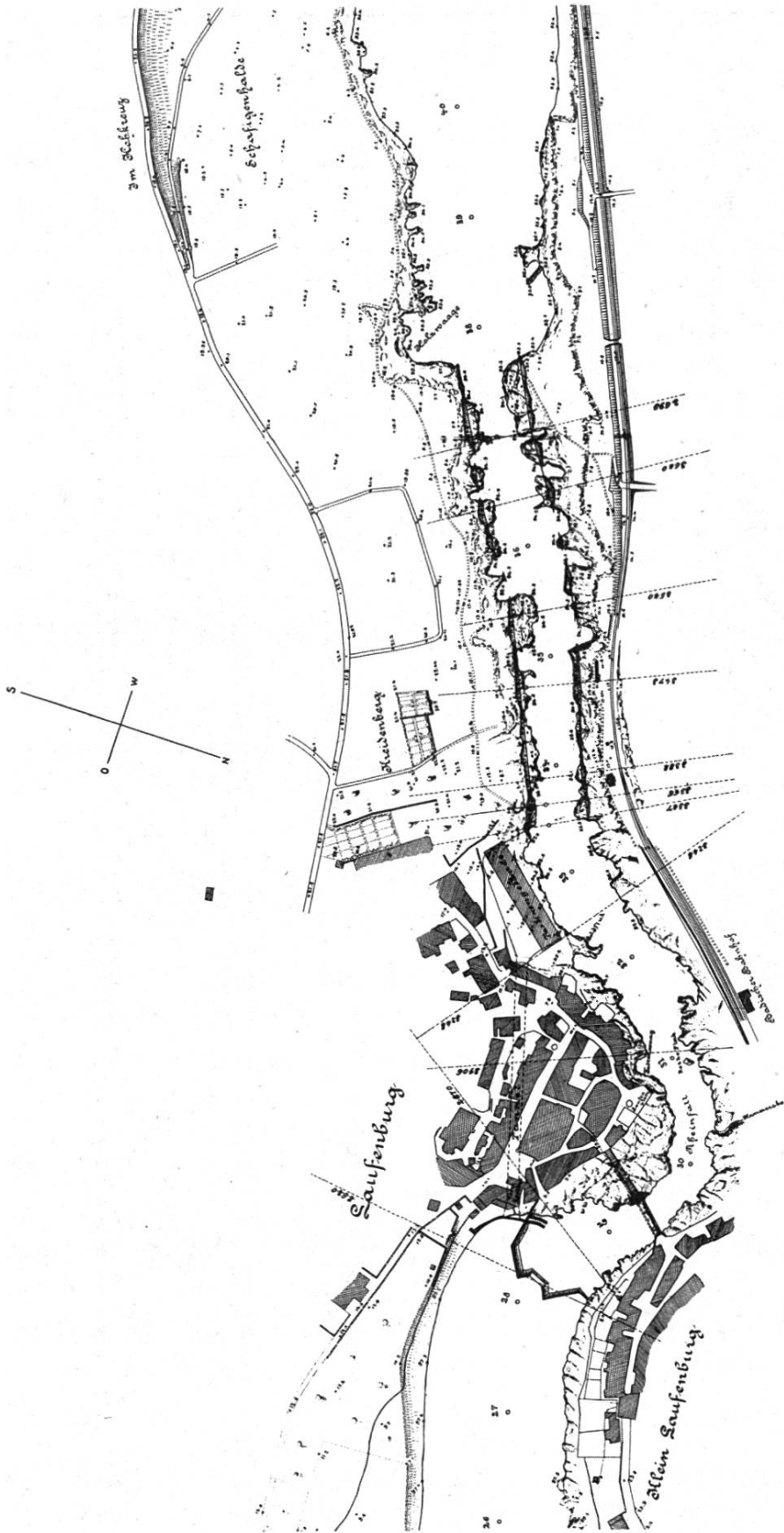
Neben dem Tunnel- und Stauprojekt wurde noch ein landschaftsschonendes Projekt ausgearbeitet. Beauftragt war der bedeutend ältere Eduard Lo- cher aus Zürich. 1840 geboren hatte er seine Laufbahn als Mechanikerleh- ring begonnen. Mit seinem Bruder zusammen hatte er im Alter von 30 Jahren das väterliche Baugeschäft übernommen und im Jahre 1872 die Locher &

Cie. gegründet. Zu den Aufträgen aus dem Hoch- und Tiefbau gehörten auch Bahn- und Flussbauten. Lochers Lebenswerk war der Simplontunnel, der 1905 durchschlagen wurde. Daneben war er an industriellen Unternehmen beteiligt und wurde oft auch als Berater beigezogen. In diesem Sinn ist sein Projekt zur Schonung der Laufenburger Stromschnellen zu verstehen. Es konnte nicht ausgeführt werden, da es zu teuer gewesen wäre und nach Meinung von Heinrich Eduard Gruner die Landschaft keineswegs geschont hätte.

Damit ist der Name des Bauleiters gefallen. Heinrich Eduard Gruner wurde 1873 in Basel geboren, wo sein Vater ein Ingenieurbüro für Wasserversorgung führte, aber auch die Idee der Wasserkraftnutzung verfolgte. Gruner studierte am Polytechnikum in Zürich und wurde Bauingenieur. Während seiner Wanderjahre hatte ihn die Idee der Wasserkraftanlage nicht mehr losgelassen. Nach seiner Rückkehr arbeitete er für den etwas älteren Trautweiler und führte die Vermessungsarbeiten der Rheinstrecke bei Laufenburg durch. Bei dieser Gelegenheit lernte er den Laufen und seine Wasserkraft genaustens kennen. Als das Projekt ausführungsfähig geworden war, meldete er sich bei der Generalunternehmung und übernahm die örtliche Bauleitung. In dieser Stellung hatte er nicht nur die technischen Probleme der völlig neuen Aufgabe gelöst. Er bekam auch die Einsamkeit des Ingenieurs zu spüren, der mit seiner Arbeit zwischen dem Druck des Bauherrn und den Ausführungsproblemen des Unternehmers steht. Trotzdem bezeichnete er den Laufenburger Aufenthalt als die schönste Zeit seines Lebens. Nach weiteren Wasserbauten im In- und Ausland kehrte Heinrich Eduard Gruner nochmals an den Rhein zurück. Bei seinen Vermessungen in Laufenburg hatte er nämlich beobachtet, dass der Stau bei Albruck endete und dass dort ein günstiger Standort für eine weitere Wasserkraftanlage sei. So konnte er den Bau des Kraftwerks Albruck-Dogern von der ersten Idee bis zur Vollendung durchführen. Gruner gilt als Pionier des Wasserbaus, wofür ihm die akademische Ehrung eines «Doctor honoris causa» nicht ausblieb. Mit derselben Ehrung wurden auch Locher und Ferranti auf ihrem Gebiet ausgezeichnet. Einzig bei Trautweiler blieb die Tragik in seinem Lebenswerk, dass meistens andere ernteten, wo er geackert und gesät hatte.

5. Zwanzig Jahre Projektierung für die Wasserkraftanlage Laufenburg

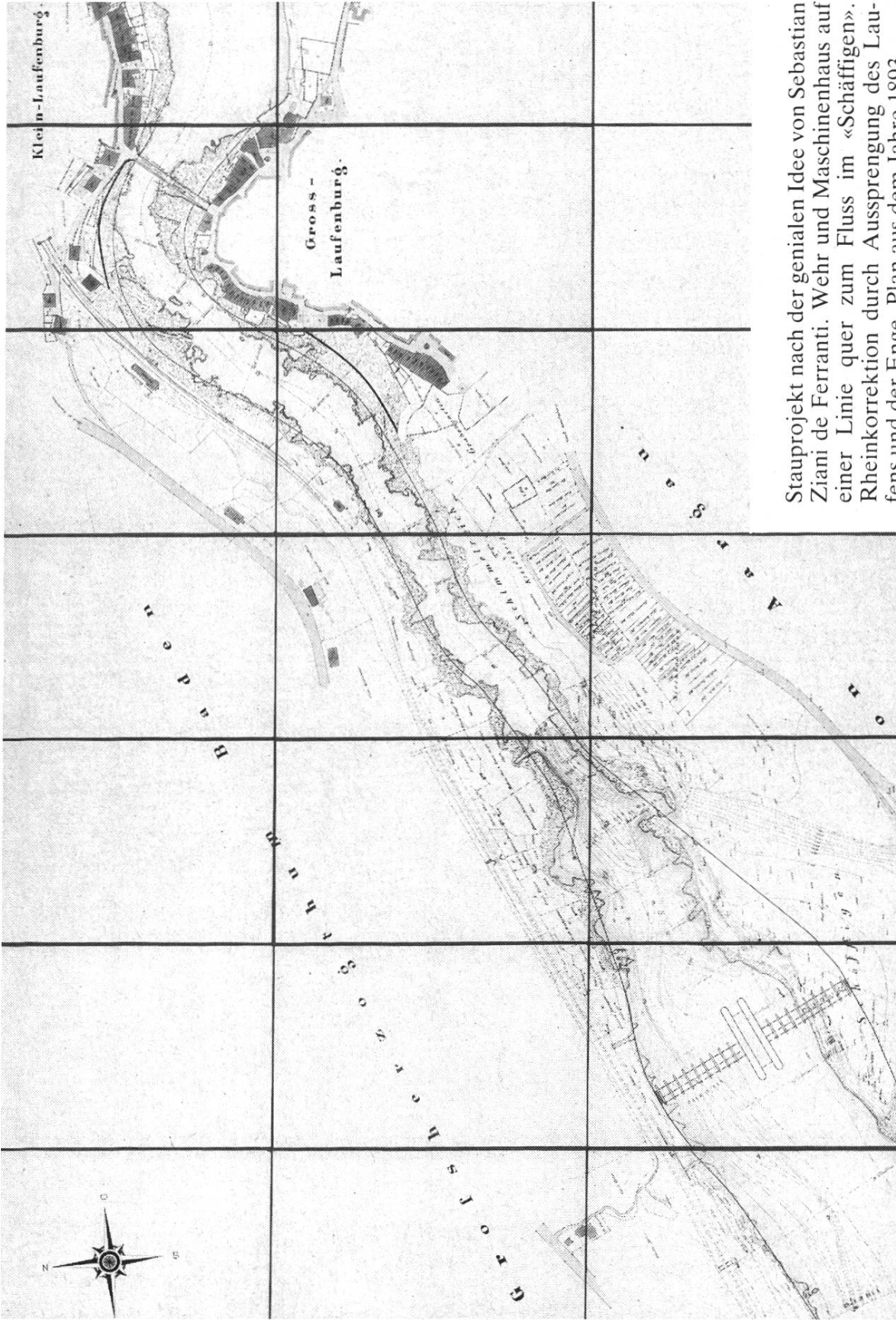
Als Trautweiler aus Griechenland zurückgekehrt war, hatte er im Jahre 1886 erste Studien und Pläne zur Nutzung des Rheingefälles bei Laufenburg gemacht. Bekannt war ihm von der Technik des Tunnelbaus her, dass man Druckluft zur Kraftübertragung benutzte. Wie erwähnt, hatte man damals



Tunnelprojekt der Schweiz. Druckluft- und Elektrizitätsgesellschaft aus dem Jahre 1895. Wehr oberhalb der Rheinbrücke, Maschinenhaus bei der «Badstube», Aussprengung der «Enge»

geglaubt, dass diese Art zukunftsfruchtig sei, und so legte Trautweiler seine Ideen der 1890 gegründeten «Schweiz. Druckluft- und Elektrizitätsgesellschaft» vor. Diese Gesellschaft reichte im September 1891 ihr Konzessionsgesuch zur Nutzung einer Leistung von 6000 PS bei der aarg. Regierung ein. Die Behörden zeigten sich an einer Wasserkraftnutzung interessiert, verlangten aber zusätzliche Unterlagen. Trautweiler erhöhte seine Leistung auf 10 000 PS, musste sie aber 1895 wieder auf 8000 PS reduzieren. Dieses Projekt sah folgendermassen aus: Oberhalb der Rheinbrücke staut ein festes Wehr den Rhein. Beim ehemaligen Hotel Solbad (heute Hotel Roter Löwe), wird eine bestimmte Wassermenge gefasst und in einem Stollen unter Gross-Laufenburg hindurch zur «Badstube» geführt, wo das Maschinenhaus angeordnet ist. Anfänglich hatte Trautweiler mit seinem «Tunnelprojekt» geglaubt, dass er den Lauf nicht sprengen müsste. 1895 hatte er dann die Ausweitung der «Enge» vorgesehen, nicht aber jene bei der Brücke.

Zur gleichen Zeit, da Trautweiler seine ersten Studien machte, hatte Ferranti eine englische Studiengruppe auf den Kontinent geschickt, um günstige Orte zur Nutzung grosser Wasserkräfte ausfindig zu machen. Diese Gruppe erhielt in Basel den Hinweis, sich die Laufener Stromschnellen anzusehen. Das Resultat war ein Konzessionsgesuch, das Fürsprech G. L. Stierli im Auftrag des englischen Ingenieurs J. Dierden zusammen mit einem Vorprojekt im Juli 1891 der aarg. Regierung vorlegte. Danach sollte der Rhein beim «Schäffigen» um drei Meter aufgestaut werden. Die Behörden verlangten genauere Pläne, weil sie auch Trautweilers Gesuch beantworten mussten. Ferranti versprach, sie noch im selben Jahr abzuliefern, doch er hatte sich im Projektierungsaufwand getäuscht. Erst zwei Jahre später konnte er sein Projekt vorlegen. Es zeichnete sich dafür durch eine genaue Vermessungsarbeit der Engländer aus, die im Bereich der Stromschnellen besonders minutiös durchgeführt worden war. Zudem wich Ferranti erstmals vom herkömmlichen Konzept einer Wasserkraftanlage ab. Er hatte die geniale Idee, mit einem einzigen Bauwerk den ganzen Fluss zu stauen und darin die Maschinen unterzubringen. Dieses Gebäude sollte auf einer geraden Achse quer zur Flussrichtung zu liegen kommen. In der Mitte dieses «Stauprojekts» war die Schiffsschleuse vorgesehen und symmetrisch dazu je 9 Wehröffnungen mit beweglichen Wehrverschlüssen (Stoney Schützen). Diese Öffnungen wären je nach Kraftbedarf mit vertikalachsigen Turbinen und Generatoren zu bestücken gewesen und hätten insgesamt eine Leistung von 29 000 PS ergeben. – Weil Ferranti auf dem Gebiet der Kraftübertragung bereits Kabelpatente besass, stand er in Geschäftsbeziehung mit der deutschen Kabelfirma Felten & Guilleaume. Auf Anregung von Emil Guilleaume beteiligte er diese Firma an seiner Idee, da er als unbekannter Engländer kaum Aussicht auf



Stauprojekt nach der genialen Idee von Sebastian Ziani de Ferranti. Wehr und Maschinenhaus auf einer Linie quer zum Fluss im «Schäffigen». Rheinkorrektion durch Aussprengung des Laufens und der Enge. Plan aus dem Jahre 1893

Erfolg gehabt hätte. Die badischen Behörden befürworteten ein Projekt mit 30 000 PS, doch niemand orientierte Ferranti, dass er es auch in Baden vorzulegen hätte. Es blieb vier Jahre lang liegen, bis Ferranti sein Gesuch 1897 wiederholte. Die Aargauer Regierung befürwortete das Gesuch der «Schweiz. Druckluft- und Elektrizitätsgesellschaft», liess sich aber von einer Technikerkonferenz überzeugen, dass die Idee Ferrantis die ausbauwürdigere sei. Ihren Meinungsumschwung teilte sie über den Schweiz. Bundesrat den Badischen Behörden mit und liess ihnen andeuten, dass die beiden Interessengruppen sich zusammenschliessen sollten. Gleichzeitig forderte sie detaillierte Projektunterlagen. Sofort wurde Trautweiler von der Berner Gesellschaft mit der Ausarbeitung beauftragt. Gruner führte die Vermessungsarbeiten der Rheinstrecke oberhalb Laufenburg durch und verschaffte seinen Auftraggebern einen Vorsprung.

Die geniale Idee Ferrantis und die genauen Unterlagen der Schweizer führte schliesslich zur Vereinigung beider Interessensgruppen. Ein Jahr später lag das gemeinsame Projekt mit den genauen Berechnungen von Durchfluss und Rückstau vor. Nun hatten die Behörden Bedenken wegen der Verstopfungsgefahr. Sie verlangten grössere Durchflussöffnungen, gleichzeitig aber auch die volle Wasserkraftnutzung. Praktisch bedeutete dies ein längeres Wehr und ein grösseres Maschinenhaus mit einer grösseren Anzahl Maschinen. Diese Lösung konnte in der Flussbreite des Schöffigen nicht mehr quer zum Fluss auf derselben Axe untergebracht werden. Deshalb kam aus Deutschland der Vorschlag, das Maschinenhaus parallel zum Flussufer zu stellen – eine Idee, die man in Augst-Wyhlen verfolgte und später ausführte. Für die Anlage Laufenburg blieb es beim Kompromiss, die Axe des Maschinenhauses schräg nach Oberstrom abzubiegen.

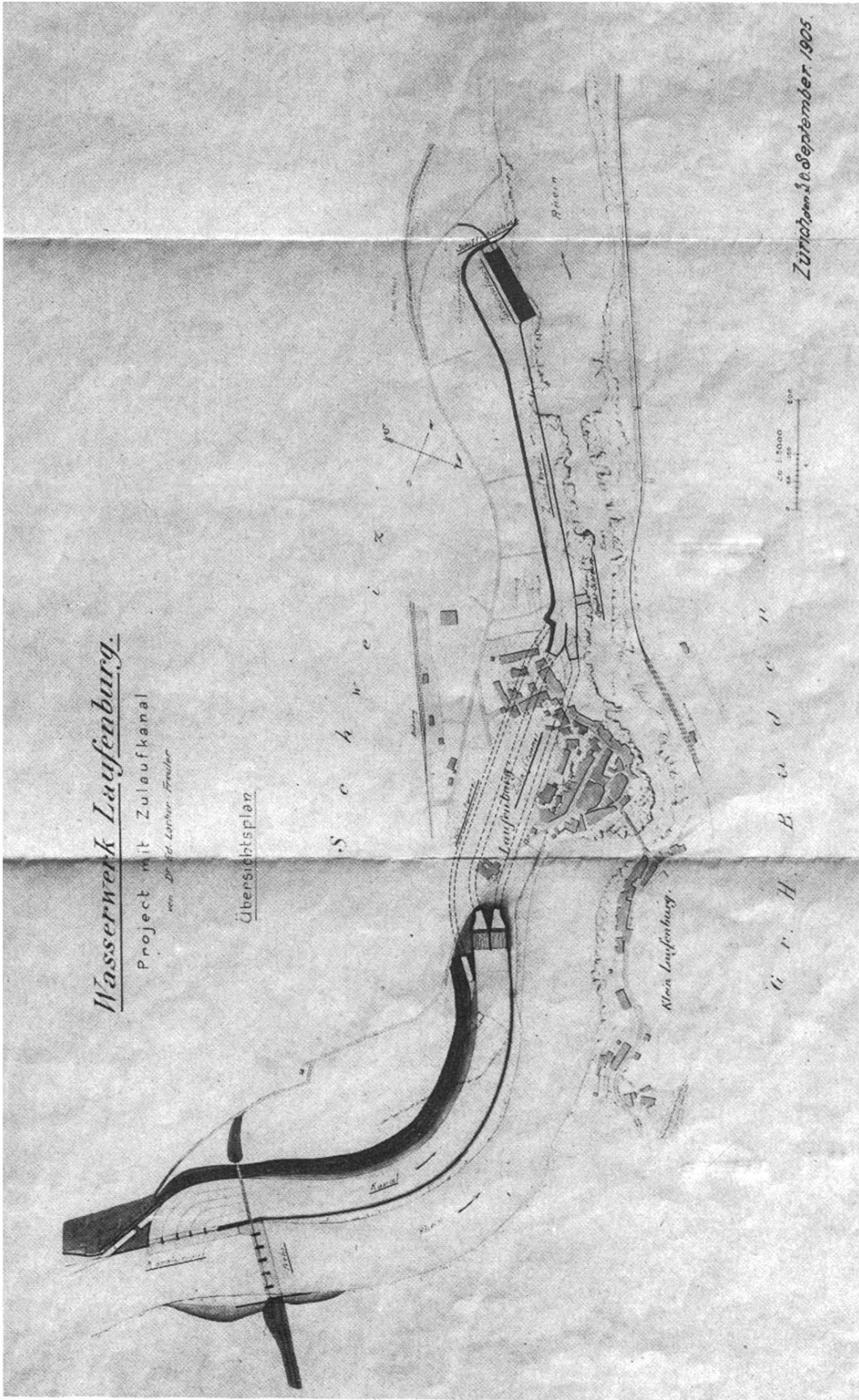
Trautweiler fasste im Jahre 1902 den Stand der Projektierungsarbeiten zusammen und legte ihn in einer Druckschrift nieder. Der damalige Grundriss enthielt am rechten Ufer eine Schleuse und daran anschliessend drei grosse Wehröffnungen. Daran angeschlossen, aber schräg abgewinkelt, lag am linken Ufer ein Maschinenhaus mit 17 Maschinengruppen, Grobrechen und Schwimmbalken für das Geschwemmsel. Von den 17 Gruppen sollten aber nur 14 der nutzbaren Stromerzeugung dienen. Alle Maschinenachsen waren vertikal: unten lag eine dreistufige Turbine und oben der Generator. Dem damaligen Stand der Technik entsprechend musste man die übrigen drei Gruppen für die ölhydraulische Steuerung des Stauwehres und für den Erregerstrom der Generatoren vorsehen.

Mit diesen Plänen führte man die weiteren Konzessionsverhandlungen und lud 1903 zu einer internationalen Konferenz nach Basel ein. Teilnehmer waren Regierungsdelegierte und Berater des Grossherzogtums Baden, der

Schweiz. Bundesrates und des Kantons Aargau. Hatte man 10 Jahre zuvor noch um 1000 PS auf- oder ab gefeilscht, so forderten nun die badischen Vertreter eine Nutzung von 50 000 PS und erst noch eine vierte Schütze. Wie aber sollten dies die Platzverhältnisse ermöglichen? – Der beigezogene Direktor Zoelly von Escher Wyss & Co., Zürich, wagte die kühne Behauptung, er könne in den gleichen Kammern Turbinen mit der doppelten Leistung einbauen. Damit schien das Projekt wieder gerettet. Ferranti nahm an der Konferenz teil, obwohl er seine Rechte ein Jahr zuvor an Felten & Guillaume abgetreten hatte. Auf Packpapier zeichnete er einen Vorschlag, wie mit schräggestellten Maschinenachsen Platz zu sparen wäre. Ferranti, Zoelly und Gruner kamen von dieser Idee nicht mehr los und kehrten zur alten Disposition zurück, Wehr und Maschinenhaus auf einer einzigen Axe quer zur Flussrichtung zu legen. Diesen Plan hielten sie aber geheim, um die Konzessionserteilung nicht zu verzögern.

Bei weiteren Verhandlungen ging es um die Finanzierung, um die Zusammensetzung des Verwaltungsrates, um die Konzessionsdauer und um deren Beginn. Gruner war mit dem Vorausmass für die Erdbewegung, mit dem Kostenvoranschlag und mit Einspracheverhandlungen beauftragt. Die beschlussfassende Sitzung war auf den Frühling 1904 festgelegt. Unverhofft wurde sie abgesagt, da sich eine Delegation aus Säckingen gegen die «monopolistische Ausnützung der Wasserkräfte» wehrte und die badische Regierung unter Druck gesetzt hatte. Das badische Parlament reagierte mit der Bildung einer Kommission. Weitere Einsprachen waren noch zu behandeln, doch an der Sitzung des Bezirksrates Säckingen vom Juni 1905 wurde der technische Teil der Konzession genehmigt. Die Rekurse gegen diesen Entscheid wurden vom badischen Innenministerium abgewiesen, so dass der Genehmigungsbescheid rechtskräftig wurde, allerdings unter dem Vorbehalt der Erledigung aller Einsprachen. Als diese Mitteilung in Laufenburg eintraf, wurde das Ereignis mit Umzug und Feuerwerk gefeiert, denn beide Gemeinden hatten schon seit Jahren auf den Bau dieser Anlage gehofft. Aus hydraulischen Gründen musste eine neue Brücke erstellt werden, deren Bau das Konsortium übernommen hatte. Gross-Laufenburg konnte sich statt dessen mit dem vorgesehenen Geld ein neues Schulhaus bauen.

Inzwischen dauerte die Erledigung der Einsprachen an. Auch der deutsche «Bund Heimatschutz» war erwacht und man hatte ihn auf die Laufener Stromschnellen mit der Salmenfischerei aufmerksam gemacht. Der deutsche Heimatschutz beauftragte den Zürcher Unternehmer Eduard Locher-Freuler, ein landschaftsschonendes Projekt auszuarbeiten. Ende September 1905 legte Locher sein Projekt vor. Oberhalb Laufenburg sollte der Rhein mit einem Wehr gestaut werden. Zur Umfahrung des Laufens war ein



Projekt Locher aus dem Jahre 1905. Wehr oberhalb Laufenburg mit Zulaufkanal und Schiffsweg, teilweise als Tunnel. Maschinenhaus im Schäftigen. Bei dieser Variante wäre die Rheinschlucht nicht ausgesprengt worden

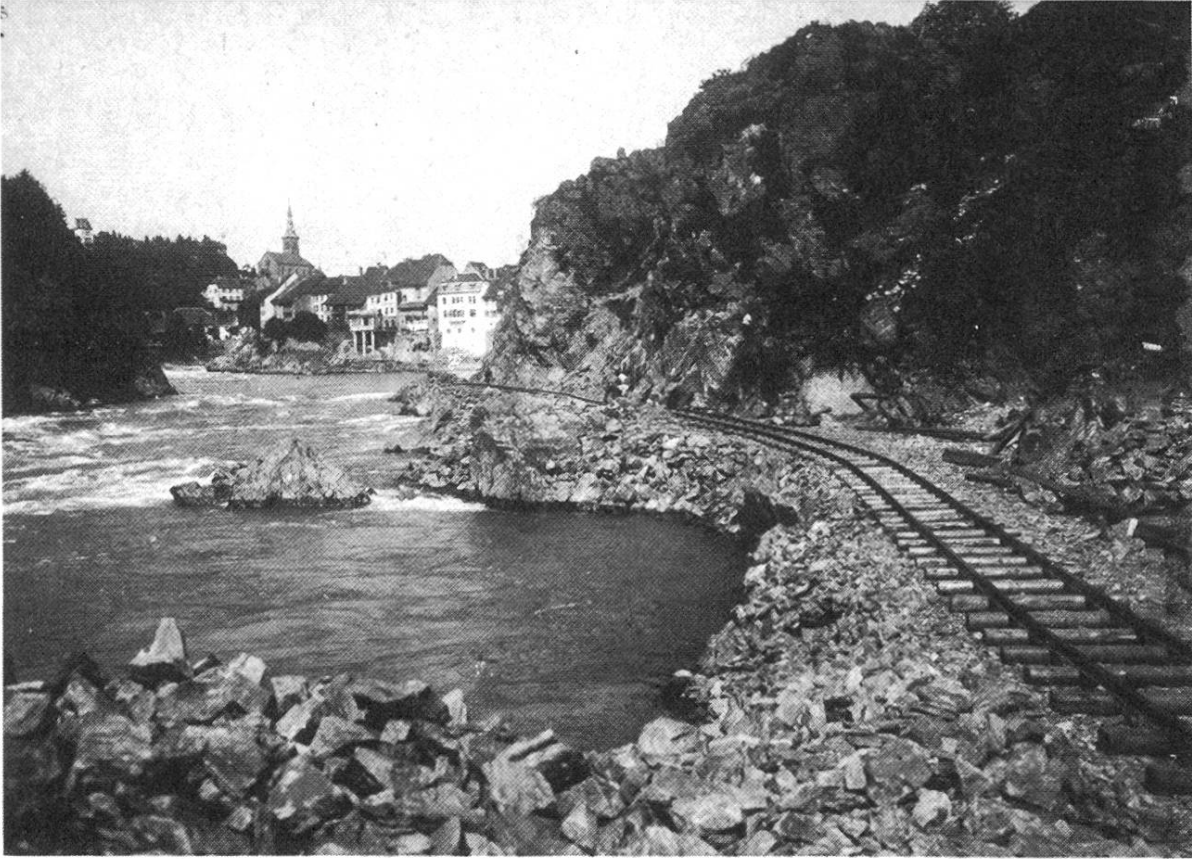
doppelter Oberwasserkanal und ein Schiffsweg vorgesehen, die teilweise als Tunnelbaustrecke verlaufen und zum Maschinenhaus im Schöffigen führen sollten. Gruner wies nach, dass dieses Projekt viel zu teuer wäre, und er bezweifelte, ob es die Landschaft auch wirklich schonen würde.

Das Bezirksamt Säckingen wies die Einsprachen ab und erteilte auf Anweisung des badischen Innenministeriums den Genehmigungsbescheid im Juli 1906. Konzession und Baubewilligung des Kantons Aargau erfolgten auf denselben Zeitpunkt. Die Dauer wurde auf 80 Jahre festgelegt. Nun ging es noch um die Finanzierung. Zwei Jahre dauerte es, bis die Kraftwerk Laufenburg AG gegründet werden konnte. Infolge Fusion bei den Konsortialfirmen waren neue Leute mit dem Projekt betraut worden. Trautweiler wurde nicht mehr benötigt, und Gruner befürchtete, dass es ihm auch so ergehen könnte. Deshalb bewarb er sich bei der zuständigen Firma um die Bauleitung. Die Bauarbeiten wurden der eigens gegründeten Generalunternehmung «Deutsch-Schweizerische Wasserbaugesellschaft mbH» übertragen. Dort wurde Gruner örtlicher Bauleiter. Er hatte sich diese Aufgabe in den Kopf gesetzt und sich bei den jahrelangen Vorbereitungen die nötigen Ortskenntnisse verschafft, die bei einer Wasserbaustelle erforderlich sind.

6. Die Bauausführung

1908 rechnete man mit einer Bauzeit von vier Jahren. Nach Meinung Gruners war dies zu knapp bemessen, doch die wesentlichen Punkte des Bauprojekts schienen ihm geklärt. Statt mit dem Bau zügig zu beginnen, veranlasseten nun die neuen Geschäftsführer aus Frankfurt eine gründliche Projektüberarbeitung am Bürotisch. So verstrich der Sommer 1908 und ein darauffolgender Winter mit günstigem Wasserstand, ohne dass mit dem wasserbaulichen Teil der Anlage begonnen worden wäre. Einzig der Bau des Anschlussgleises wurde vergeben, um den in der Konzession festgesetzten Baubeginn einhalten zu können.

Zu Beginn des Jahres 1909 wurden die Bauarbeiten vergeben und wie folgt in Angriff genommen: Schleuse, Stauwehr, Maschinenhaus und die Rheinkorrektur auf einer Länge von rund 1,5 km bestehend aus Sprengungen und Dammbauten. Alle Arbeiten waren so aufeinander abgestimmt, dass ein Hochwasser jederzeit ohne gefährlichen Rückstau und mit genügendem Durchfluss auf der Baustelle abfließen konnte. Für das rechtsufrig angeordnete Stauwehr wählte man deshalb die Methode der Druckluftgründung und übertrug die Arbeiten der Schweizer Firma Conradin Zschokke. Mit der Fundation des linksufrig gelegenen Maschinenhauses und den Turbinen-



Sprengarbeiten unterhalb der Badstube (30. Juli 1909)

Sprengarbeiten in der «Enge» (5. Mai 1912)



Belegschaft beim Bau des Kraftwerks Laufenburg (Anzahl Beschäftigte aller Unternehmungen). Aus den Akten und Notizen des bauleitenden Ingenieurs Dr. H. E. Gruner (Basel, 1945)

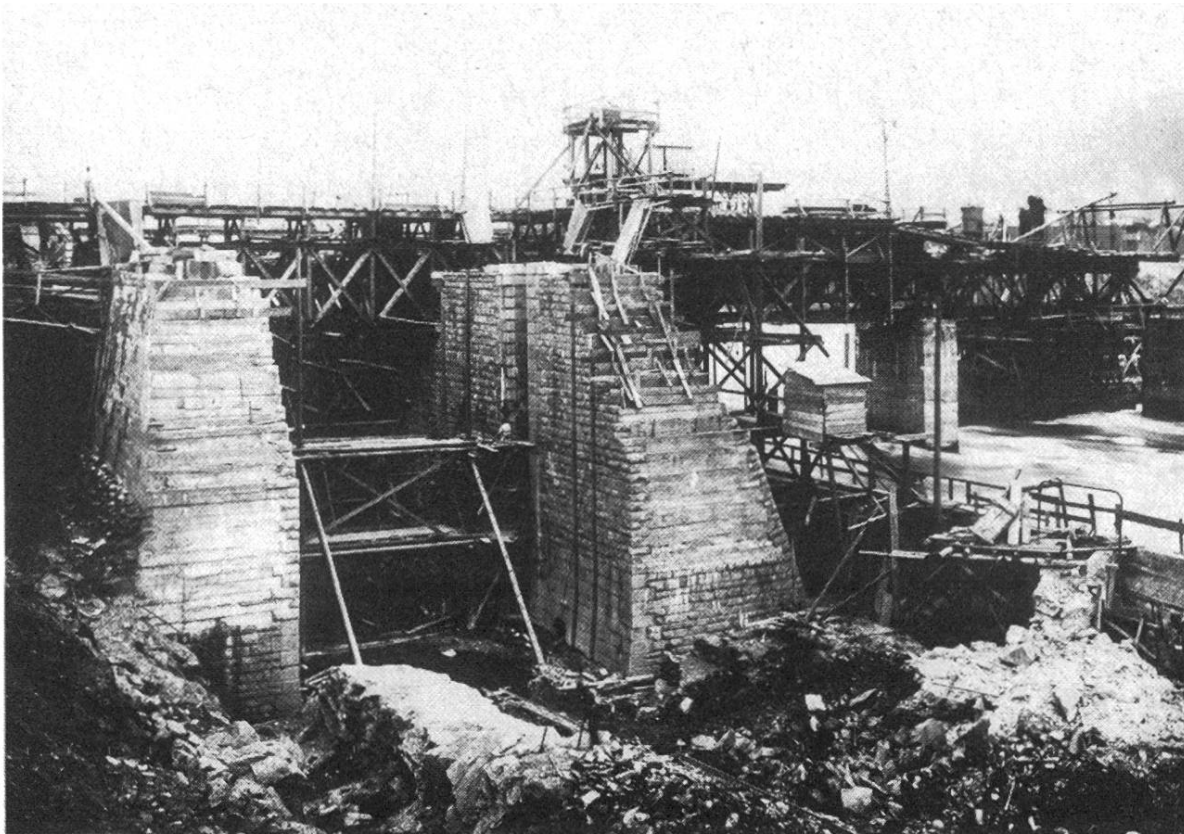
Jahr	1909	1910	1911	1912	1913	1914
Quartal						
I.	280*	1000	1240	770	980	740
II.	450*	780	1120	450	540	450*
III.	630*	940*	980	620	600	150*
IV.	800*	1100	1060	890	690	50*

* geschätzte Zahl

kammern wurde die Firma Grün & Bilfinger aus Mannheim beauftragt, die diese Bauten in offener Baugrube erstellen konnte.

Grün & Bilfinger führte auch die Rheinkorrektion aus. Man begann mit der Sprengung einzelner Felsrippen, schaffte sich eine Gleisverbindung für den Materialtransport am Flussufer und verwendete den Felsabtrag für den Bau von Dämmen und Böschungsverkleidungen. Auf diese Weise wurde der Laufen und die Enge von einer rauhen Schlucht zu einem Kanal ausgeweitet. Somit konnte fortan das Hochwasser auch in einem gestauten Rhein abgeleitet werden. Die einzelnen Felsrippen wurden im Schutze von kleinen Fangdämmen, die man bei niederem Wasserstand erstellt hatte, bis auf die erforderliche Höhe abgetragen. Bei Hochwasser waren diese Baustellen überspült und mussten jeweils rechtzeitig geräumt werden. Trotz diesen Arbeitsunterbrüchen kam man mit der Rheinkorrektion gut voran. Die Sprengarbeiten wurden erst durch hinausgeschobene Entscheide beim Brückenbau behindert und gerieten später noch durch ungünstige Wasserstände in Rückstand. Um Zeit zu gewinnen, änderte man die Pläne und verbreiterte das Flussbett, statt es abzuteufen. Auch flussabwärts wurden die Uferböschungen mit Steinverkleidungen geschützt.

Der Bauvorgang an Wehr und Maschinenhaus sah wie folgt aus: Man begann mit dem Aushub für die Schleuse am rechten und mit dem Aushub des Maschinenhauses am linken Ufer (1909). Dann folgte die Installation der Wehrbaustelle sowie die Foundation des gemeinsamen Mittelpfeilers und der ersten Hälfte des Maschinenhauses in offener Baugrube (1910). Anschließend wurde die Baugrube des Maschinenhauses vergrößert und mit dem Bau des Aussenrechens begonnen (1911), dessen Fangdämme später mit jenen des Maschinenhauses zu einer einzigen Baugrube zusammengeschlossen wurden (1912). Zu diesem Zeitpunkt waren aber die Arbeiten an Wehrpfeilern und Wehrschwelen noch in vollem Gange und konnten erst 1913 beendet werden. Wie war es zu dieser Verzögerung gekommen?

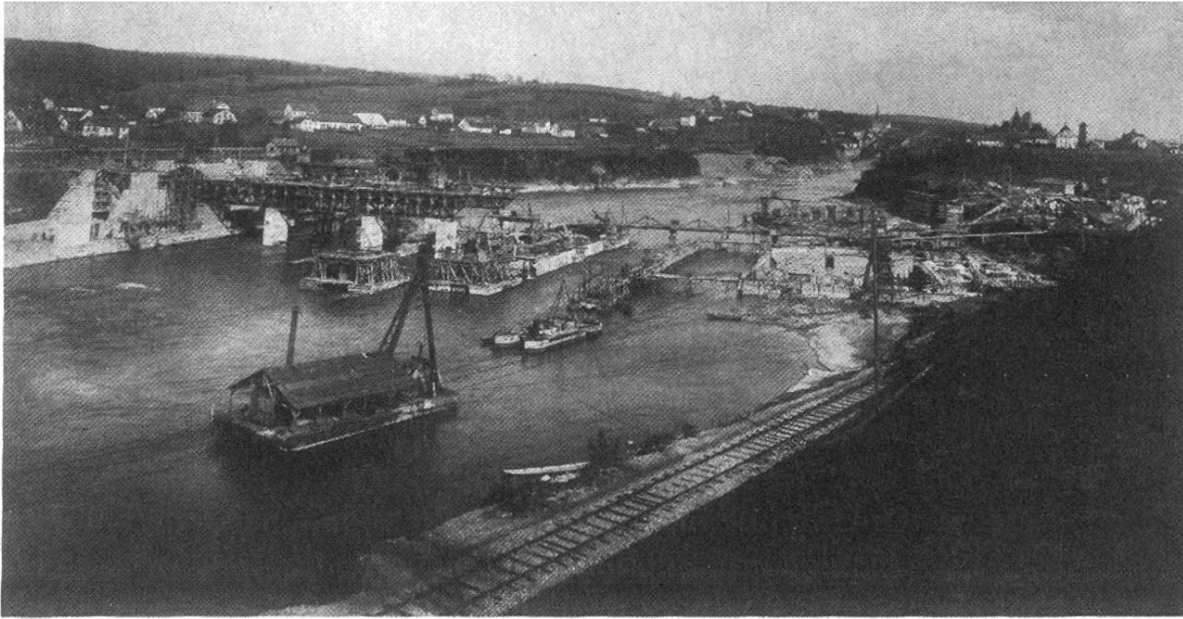


Bau der neuen Schiffsschleuse am rechten Flussufer. Im Hintergrund die Hilfspfeiler mit den Brücken für die Wehrfundation (18. Mai 1910)

Im Bau von Stauwehren war die Firma Conradin Zschokke führend und hatte deshalb diesen Auftrag erhalten. Zschokke selbst stammte aus Aarau, wo er in der Bauunternehmung seines Onkels Olivier die Druckluftgründung kennengelernt hatte. Er entwickelte diese Methode weiter und gründete 1880 eine eigene Firma. Sechs Jahre lang war er Professor für Wasserbau an der ETH, verzichtete dann aber darauf, als er 1897 in den Nationalrat gewählt worden war. In der Schweiz wirkte er beim Bau der ersten grossen Wasserkraftanlagen mit.

Wie ging die Firma Zschokke nun in Laufenburg vor? – Mit der Schiffsschleuse am rechten Ufer hatte man keine grossen Probleme. Sie wurde mittels Fangdämmen erstellt und war 1910 beendet.

Anders beim gemeinsamen Mittelpfeiler von Wehr und Maschinenhaus: Im Frühling 1909 begann man mit den Arbeiten am Fangdamm aus Eisenpfählen und Brettern für eine offene Baugrube. Doch bereits ein kleines Hochwasser machte diese Arbeit im Sommer wieder zunichte, so dass dieser Fangdamm erst im Juni 1910 fertig wurde. Doch in jenem Moment, da man mit der eigentlichen Pfeilerfundation beginnen konnte, setzte ein ausserge-

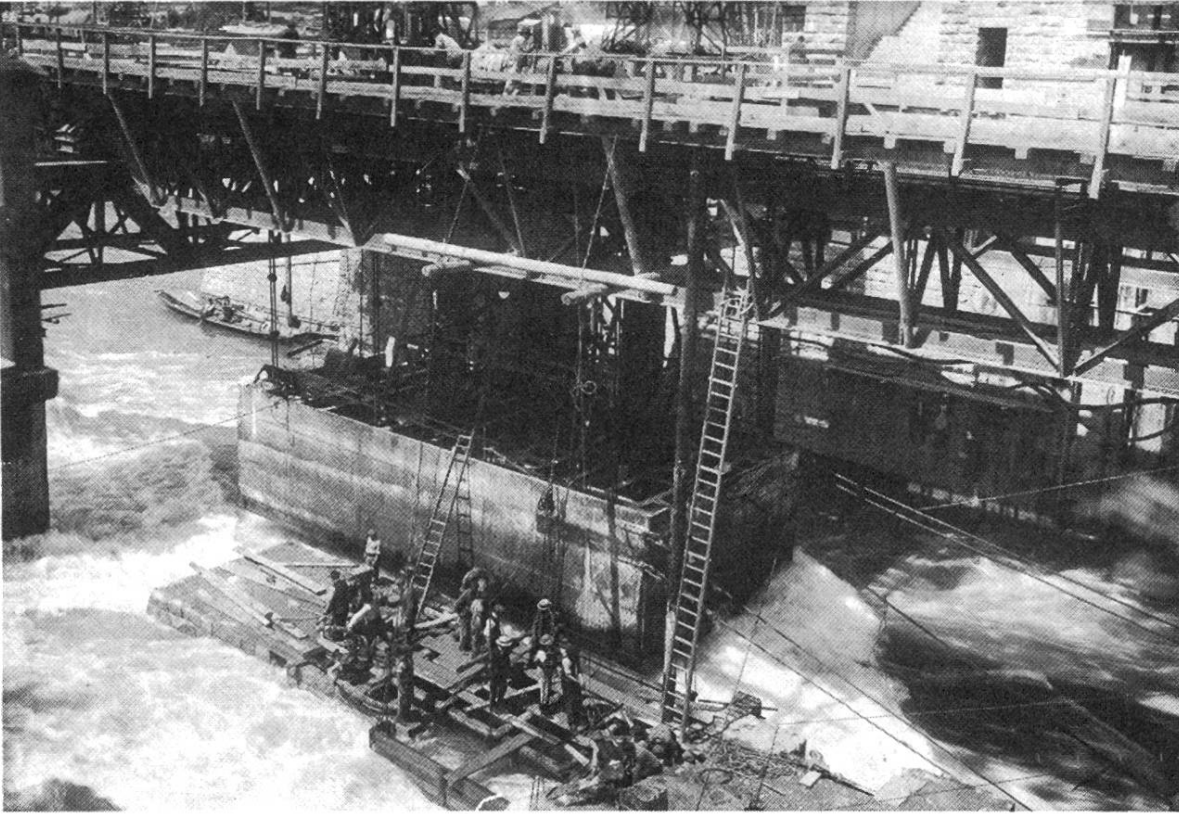


Blick flussaufwärts auf die Baustelle. Links Schleuse und Stauwehr; in der Mitte die Baugrube für den gemeinsamen Mittelpfeiler; rechts die Arbeiten am Maschinenhaus. Im Vordergrund ein Felsbrecher zum Ausebnen der Flusssohle (1910)

wöhnliches Hochwasser ein und überschwemmte die Baugrube. Man musste sie zuerst wieder leerpumpen, reinigen, reparieren und verstärken. Erst im November konnten die Arbeiten am Pfeiler aufgenommen und im Juli 1911 beendet werden.

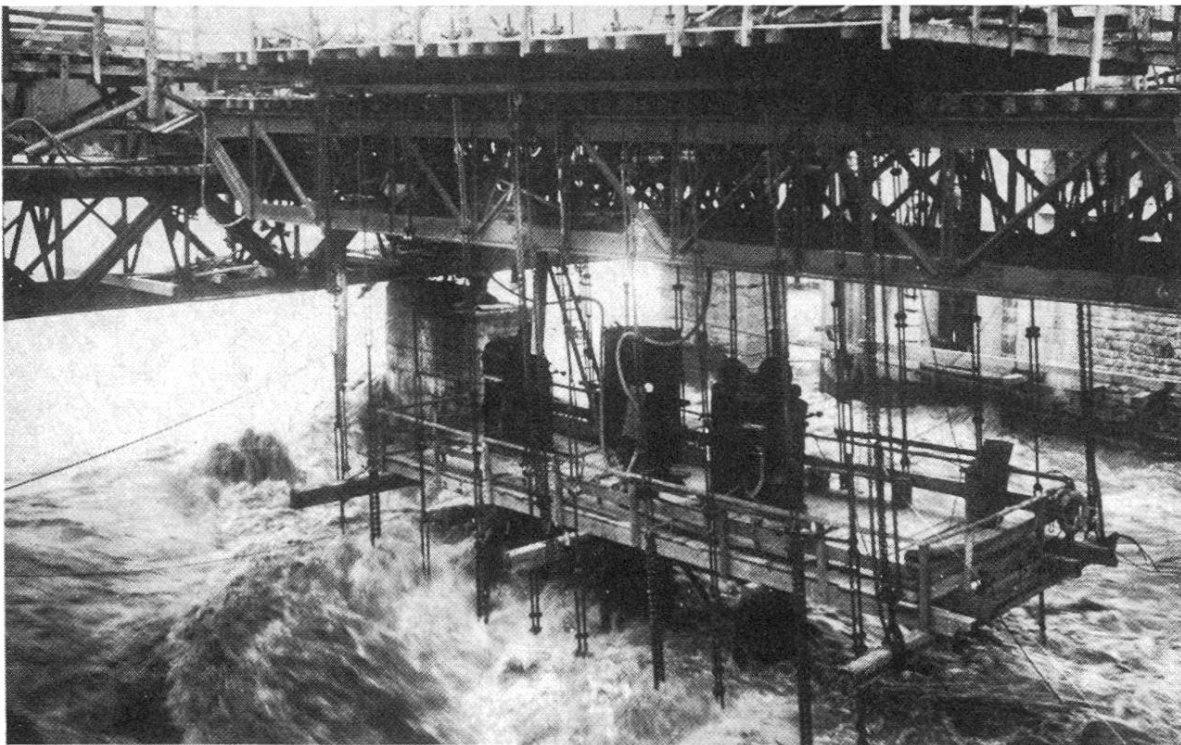
Für die anderen drei Pfeiler und für die dazwischenliegenden Wehrschwelen hatte Zschokke, wie bereits erwähnt, die Druckluftgründung gewählt. Bei dieser Methode wurden Tauchglocken (Caissons) auf den Flussgrund abgesetzt und das Wasser mit Druckluft ausgepresst. Mannschaft und Material wurden dann von oben her eingeschleust, um die Bauarbeiten am Flussgrund auszuführen. Zuerst wurde die Sohle bis auf den tragfähigen Fels ausgehoben. Anschliessend wurde der Pfeiler bei gleichzeitigem Ziehen der Glocke aufgemauert. Alle Arbeiten waren unter Druckluft auszuführen.

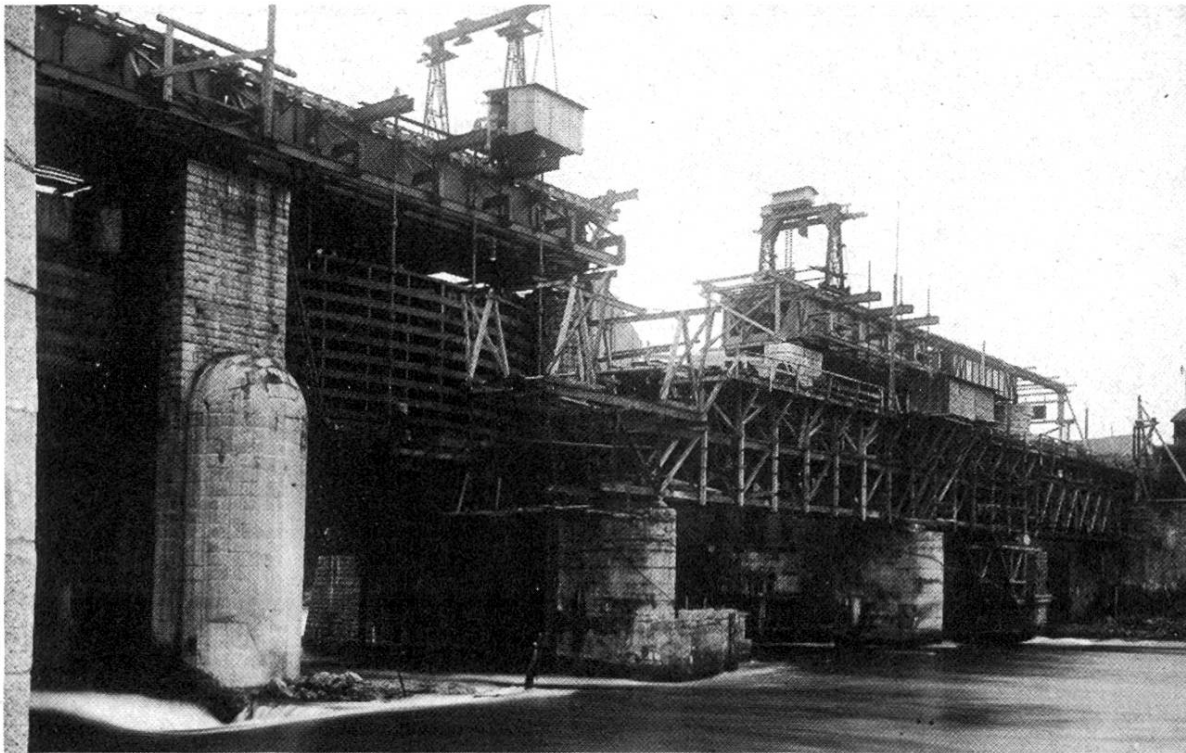
Um überhaupt eine Tauchglocke installieren zu können, erstellte Zschokke zuerst zwei Brücken aus Stahlfachwerk zwischen Schleuse und gemeinsamem Mittelpfeiler. Diese Brücken waren auf sechs Hilfspfeilern abgestützt, die ihrerseits mit kleineren Caissons von Schwimmpontons aus fundiert wurden. Quer zu den Brücken, d.h. in Flussrichtung wurden fahrbare Fachwerkträger montiert, an denen dann die Tauchglocken aufgehängt werden konnten. Die Art der Installation war einer Fabrikhalle mit Laufkran zu vergleichen.



Fundation des Stauwehrs. Taucherglocke (7 × 14 m) hochgezogen (21. Mai 1912)

Unterwasserfundation des Stauwehrs. Die Taucherglocke ist auf den Flussgrund ab-
gesenkt. Hochwasser am 14. Juni 1912





Fertigstellung der Wehrpfeiler. Montage der Schützen. Ausbau der Hilfsbrücken und Abbruch der Hilfspfeiler

Eine grosse Tauchglocke hatte ein Gewicht von 350 Tonnen und einen Grundriss von 7 mal 14 Meter. Trotz diesen respektablen Abmessungen musste ein Wehrpfeiler in mehreren Arbeitsgängen erstellt werden.

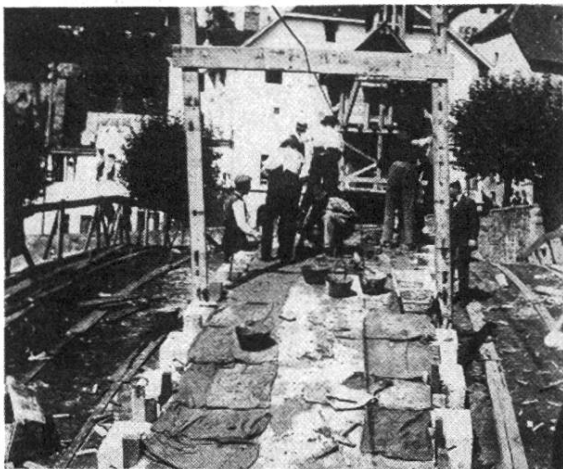
Die Firma Zschokke besass bereits grosse Erfahrung mit Druckluftgründungen, hatte sie allerdings bei Hafengebauten gemacht und hatte nicht mit der reissenden Strömung des Rheins bei Laufenburg gerechnet. Alle Beteiligten mussten erkennen, dass man bei der Aufstellung des Bauprogramms diese Schwierigkeiten unterschätzt hatte. Bei Wassergeschwindigkeiten von mehr als 3 Meter je Sekunde riss die Strömung die Luft aus dem Caisson einfach mit und die Luftdruckanlage reichte nicht aus, um auch nur eine einzige Tauchglocke trocken zu kriegen. In diesen Situationen musste man die Arbeiten einstellen, da manchmal auch die Caissons trotz Verankerung meterweise mitgerissen wurden. Dennoch war diese Baumethode die einzig mögliche, da ihr das Hochwasser keine materiellen Schäden anhaben konnte.

Die Firma Zschokke aber geriet in Zeitverzug. Die ersten Caissonarbeiten konnten im Frühjahr 1910 begonnen werden, als die Schleuse beendet war. Zu diesem Zeitpunkt fanden auch Verhandlungen über ein neues Bauprogramm statt, die bis im August 1911 dauerten, als die Bauherrschaft aus Frankfurt die Inbetriebnahme des Werkes auf den September 1913 ver-

schob. Zschokke konnte aber auch diesen Termin nicht einhalten, was Gruner auf Grund der geleisteten Arbeiten in einem Gutachten festhielt und seinen Vorgesetzten mitteilte.

Durch den Zeitverzug geriet Zschokke in finanzielle Schwierigkeiten, da seine Offerte von der Bauherrschaft bereits bei der Arbeitsvergebung stark gedrückt worden war. Zur Überraschung drohte er im Dezember 1911 angesichts seiner Verluste, die Arbeiten einzustellen und vom Vertrag zurückzutreten. Damit war der ganze Kraftwerksbau in Frage gestellt. Der eigentliche Grund lag in der Missstimmung auf der Baustelle. Trotz Gutachten und Meldungen des örtlichen Bauleiters Gruner hatten die Bauherren in Frankfurt kein Verständnis für die aufgetretenen Schwierigkeiten gezeigt. Sie kamen selten auf die Baustelle und reagierten erst, als der Fertigstellungstermin 1912 nicht mehr einzuhalten gewesen war. Mit Konkurrenzofferten versuchten sie, Zschokke abzuschütteln. Doch niemand konnte ihnen einen günstigeren Preis machen. Erst ein Gutachten von Fachleuten mit Erfahrung des Kraftwerksbaus in Rheinfeldern wendete das Blatt wieder. Im Juli 1912 wurde mit Zschokke ein Nachtragsvertrag zur Beendigung des Stauwehrs abgeschlossen.

Zur Beschleunigung der Arbeit schlug Gruner vor, die Wehrschwelle in offener Baugrube herzustellen, indem zwischen den Pfeilern die Dammbalkenverschlüsse eingesetzt wurden. So gelang es, den Bau des Stauwehrs rascher als vorgesehen zu beenden, und die Freude war gross, als Ende 1913 der letzte Stein in den Caisson geschleust wurde. Zur Vollendung wurden die Wehrbrücken gebaut und die Schützen montiert. Sie stammten von der M.A.N. aus dem Werk Gustavsburg und waren Stoney-Schützen, wie sie schon Ferranti vorgeschlagen hatte, allerdings zweiteilig.



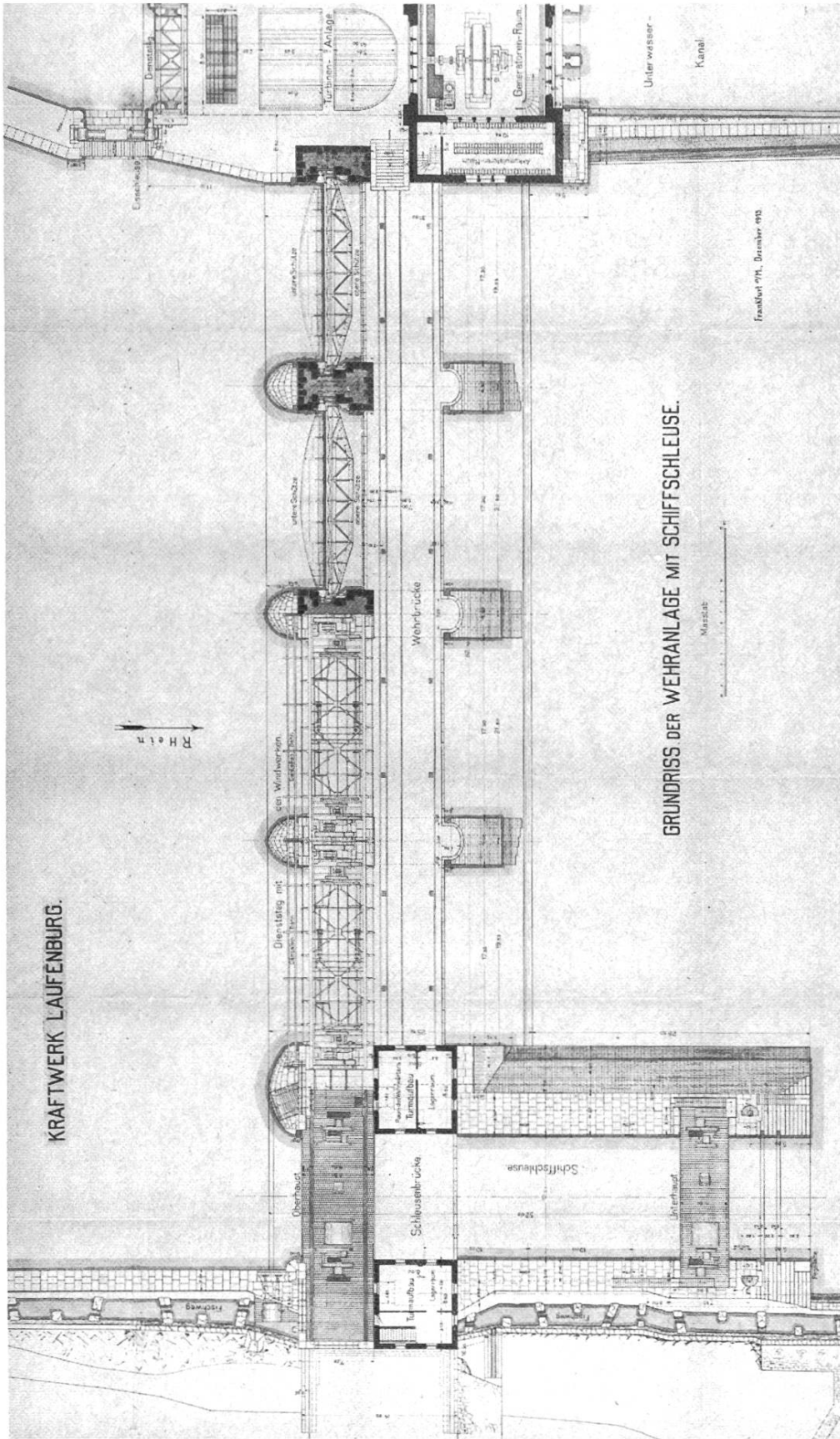
Neue Rheinbrücke. Ausgiessen der Fugen beim mittleren Gewölbestreifen (5. September 1911)



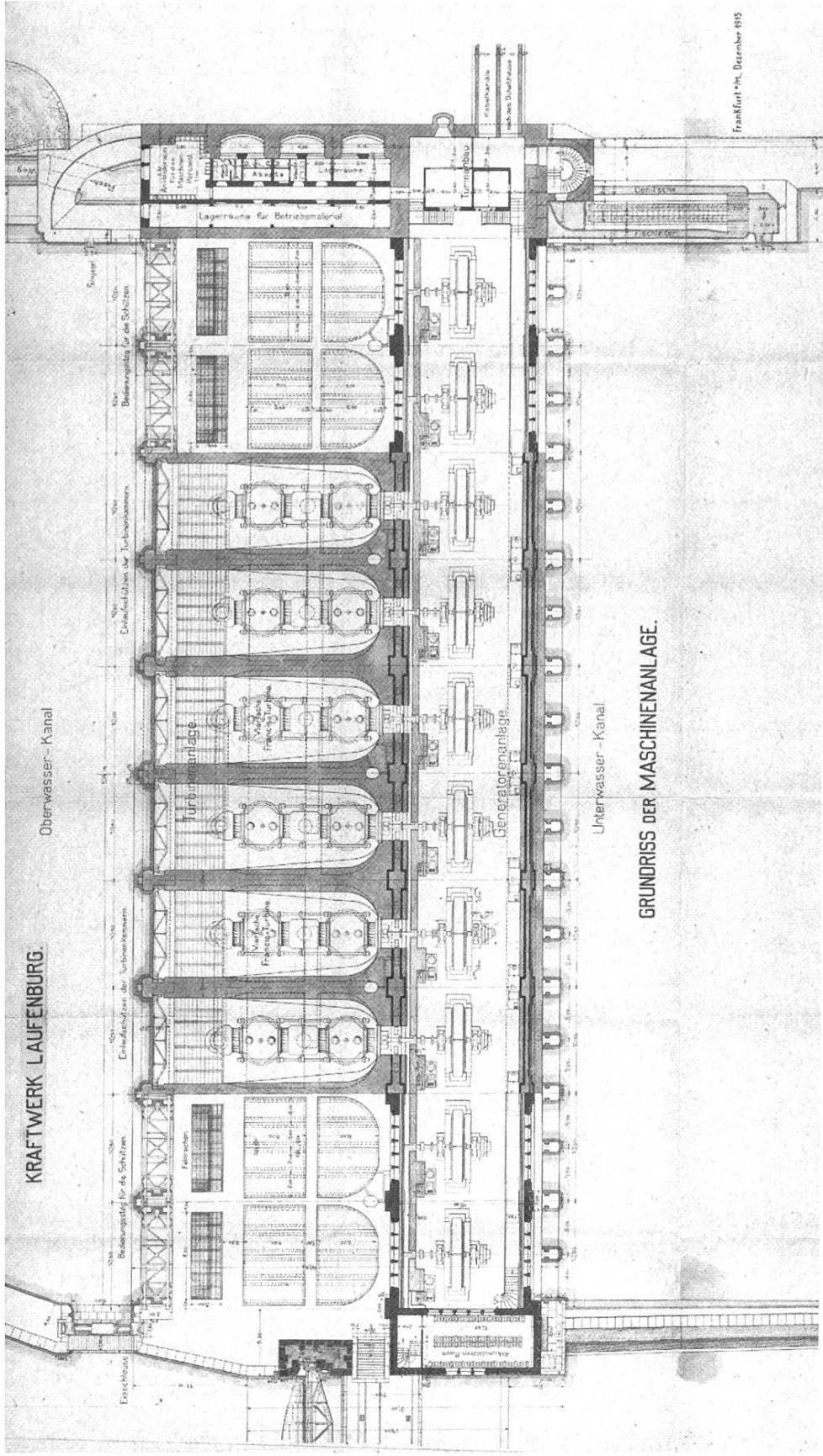
Neue Rheinbrücke. Ausbau des Lehrgerüsts (28. Dezember 1911)

Inzwischen war in Laufenburg auch die neue Rheinbrücke gebaut worden. Die Behörden hatten bereits 1907 ein Preisausschreiben verlangt, das dann im Frühling 1910 durchgeführt wurde. Den Bauauftrag erhielt die Bauunternehmung Robert Maillart & Cie., Zürich, im Herbst 1910. Anstelle der alten drei Pfeiler und der Holzbrücke enthielt das Projekt nur noch einen einzigen Pfeiler in Flussmitte und zwei Bogen aus Betonquadern mit Spannweiten von 41,5 Metern. Das bautechnische Problem bestand bei der Herstellung der beiden Steinbögen, denn das Lehrgerüst durfte nicht im Flussbett des Rheins abgestützt werden. Robert Maillart erstellte je zwei leichte Bögen aus sechs fischbauchartigen Holzbindern mit starken Querträgern. Er dimensionierte sie nur auf einen Teil der Gesamtlast, schloss zuerst den mittleren Gewölbestreifen, damit dieser selbsttragend würde, und fügte dann die weiteren Gewölbeteile seitlich an. Die Brücke wurde im Januar 1912 dem Verkehr übergeben.

Im Juli 1912 begann die Firma La Roche, Stähelin & Cie., Basel, mit den Hochbauarbeiten am Maschinenhaus, wo die Generatoren untergebracht werden sollten. Sie konnte ihre Arbeiten unabhängig von der Wasserführung



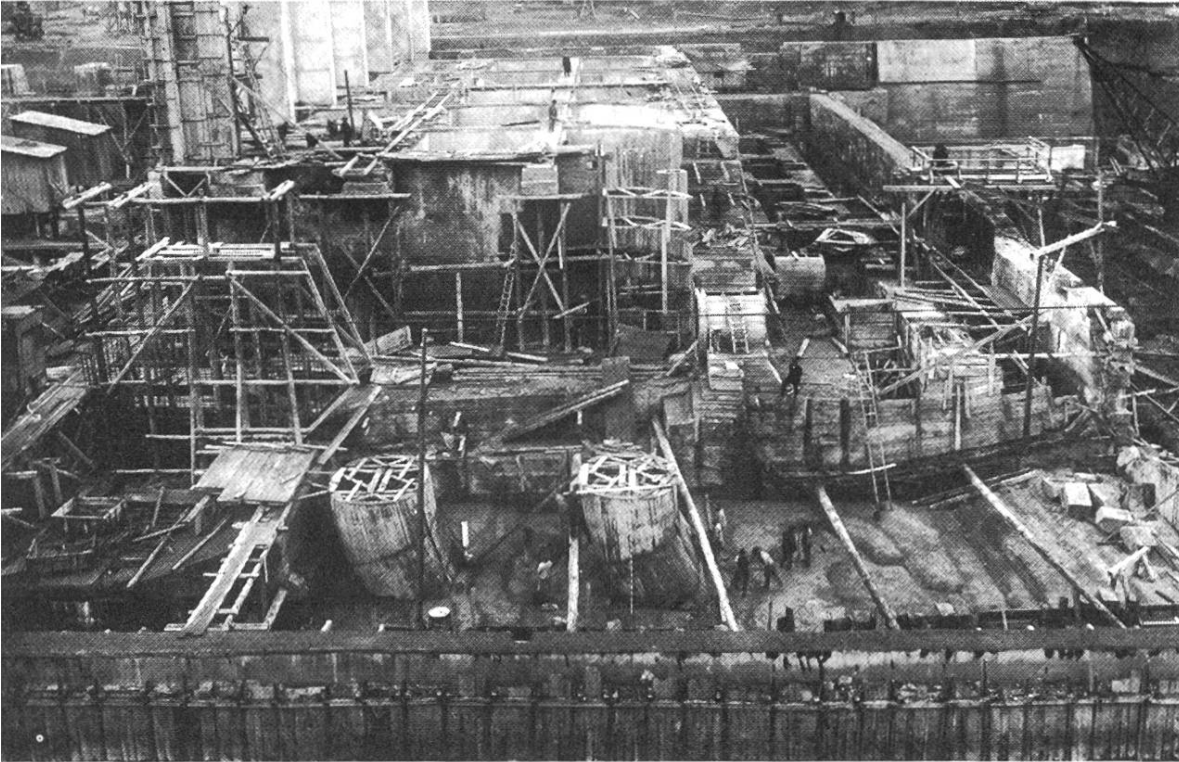
Ausführungsplan aus dem Jahre 1915



KRAFTWERK LAUFENBURG.

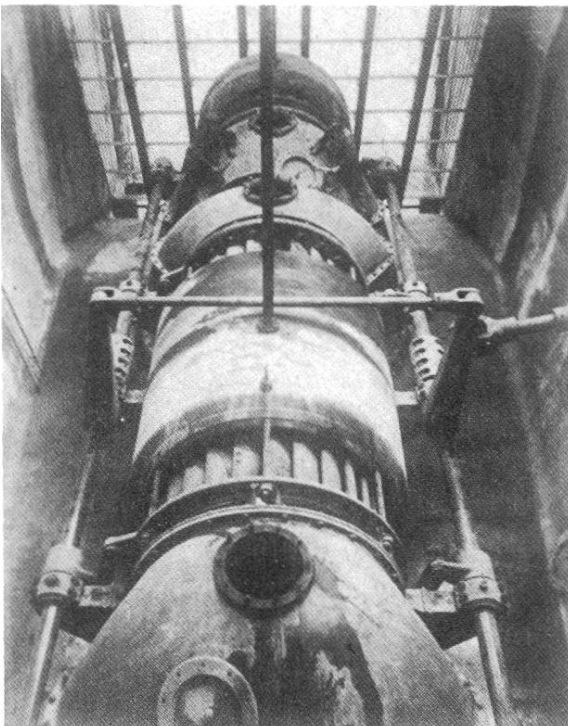
GRUNDRISS DER MASCHINENANLAGE.

Frankfurt a.M., Dezember 1915

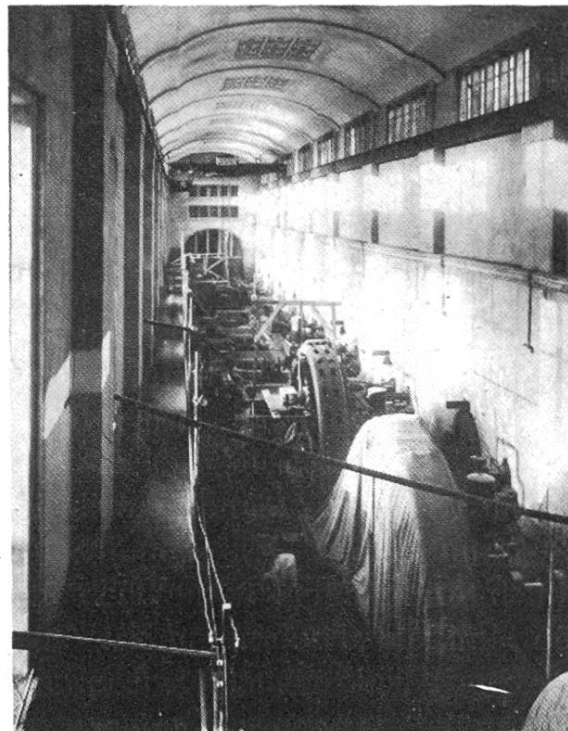


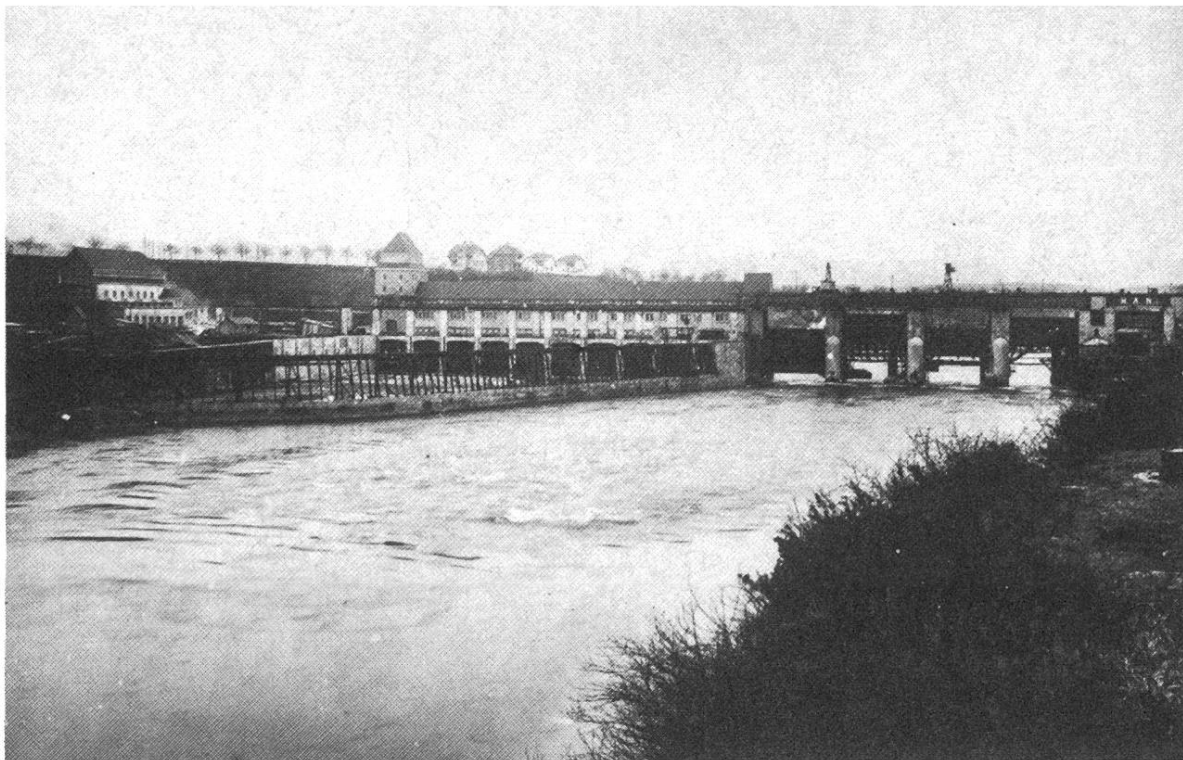
Fundation des Maschinenhauses (links: Turbinenkammern; rechts: Generatorenhaus)

Turbinenkammer mit zwei horizontalachsigen Zwillingturbinen (19. Dezember 1913)



Generatorengebäude. Montage der Generatoren (29. November 1913)





Ansicht des fertigen Kraftwerks. Noch sind die Schützen hochgezogen (24. Februar 1914)

des Rheins ausführen und im Herbst 1913 beenden. Im selben Jahr lieferte Escher Wyss & Cie. aus Zürich die zehn Turbinengruppen und begann mit der Montage in den Turbinenkammern. Je Kammer wurden zwei Zwillings-turbinen auf horizontaler Welle montiert. Ihnen folgte die elektrotechnische Ausrüstung bestehend aus zehn Generatoren und der Schaltanlage. 1914 war das Werk soweit: Am 13. Mai hatte man die Schützen gesenkt und eingestaut, und am 14. Mai wurde mit der ersten Maschine der Probelauf gemacht. Damit war die Baustelle zu Ende. Von den mehr als 1000 Leuten, die hier gewerkt, gefroren und geschwitzt hatten, zogen die meisten wieder in alle Welt.

Die eigentliche Betriebsaufnahme erfolgte am 2. Oktober 1914. Dieses Ereignis war zwar vom Ausbruch des ersten Weltkrieges überschattet, doch der technische Ausbau konnte 1915 beendet werden. Der elektromechanische Teil des Werkes war damals für eine Leistung von 50 000 PS ausgelegt.

Für Laufenburg hatte eine neue Zeit begonnen. Die Kraftwerksgesellschaft hatte seit ihrer Gründung die Vertragsverhandlungen zum Absatz elektrischer Energie erfolgreich geführt. Die Nachfrage stieg, so dass bereits 1916 ein Gesuch zur Erhöhung der Staukote eingereicht wurde. Später folgten Ausbaupläne zur Verdoppelung der Leistung durch Ersatz der Maschinengruppen. Der wasserbauliche Teil der Anlage blieb jedoch unverändert.

7. Zusammenfassung

Der Bau des Kraftwerks Laufenburg ist gemeinsam mit der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung gewachsen. Von der ersten Idee bis zur Ausführung vergingen mehr als zwanzig Jahre und die Bauarbeiten dauerten nochmals sechs Jahre. Während dieser Zeit hatten sich die projektierenden Ingenieure von ihren herkömmlichen Vorstellungen, wie eine Wasserkraftanlage zu bauen sei, gelöst und neue Wege in der Wasserkraftnutzung eingeschlagen. Ohne Erfahrung beim Bau grosser Anlagen und mit den Bautechniken des 19. Jahrhunderts wagten sie sich an ein Vorhaben, das seinesgleichen beispiellos war. Der genialen Idee eines Engländers folgend, stellten sie die Wasserkraftanlage als ein einziges Gebäude quer zur Flussrichtung und stauten damit den ganzen Fluss. So wurde Laufenburg zum klassischen Vorbild für die Laufkraftwerke. Die Pionierleistung lag darin, dass die Ingenieure diese Anordnung gleich bei einem Werk von der Grösse Laufenburgs erstmals durchsetzten. Bei einer Stauhöhe von 11 Metern mussten sie eine Wasserführung des Rheins beherrschen, die üblicherweise zwischen $250 \text{ m}^3/\text{s}$ und $2\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ schwankt. Den wasserbaulichen Teil der Anlage hatten sie aber so zu bemessen, dass er einem Katastrophenhochwasser von $5\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ standhalten und zur rechten Zeit genügend Durchfluss bieten würde. Unbekannt war auch der Rückstau flussaufwärts und dessen Folgen, die mit den damaligen Kenntnissen der Hydraulik abgeschätzt werden mussten.

Bei diesem Vorhaben blieben die Schwierigkeiten auch während der Ausführung nicht aus. Sie brachten Zeitverzug und finanzielle Verluste. Naturgemäss traten sie bei den Unterwasserfundationen des Stauwehrs und bei den Baugruben der anderen Anlageteile auf. Damit verbunden waren zwischenmenschliche Probleme, die darin lagen, dass die Ausführenden mit ihren Anliegen und Sorgen auf der Baustelle bei der Verwaltung nicht auf Verständnis gestossen waren.

Rückblickend ist es einfach, aus Statistiken einen stetigen Aufwärtstrend bei der Nachfrage nach elektrischem Strom und nach Nutzung der Wasserkraft festzustellen. Doch dies war damals ungewiss und es bedurfte des Pioniergeistes, angesichts der raschen technischen Entwicklung im richtigen Moment zukunftsweisend zu entscheiden.

Schliesslich ist das Kraftwerk Laufenburg ein Grenzkraftwerk, wo ausser verschiedenen Firmen auch viele Behörden und Instanzen vom Sinn überzeugt und beim Nutzen berücksichtigt werden mussten.

Mit dem Abschluss der Bauarbeiten begann die junge Kraftwerksgesellschaft ihre eigene Geschichte; sie hat inzwischen das Gelingen des Baus bezeugt.

Literatur

Böhlen, B. (Herausgeber): «Die Geschichte der Gewässerkorrekturen und der Wasserkraftnutzung in der Schweiz». 9. Internationale Fachmesse und Fachtagungen für Umweltschutz 1983, Band 9 E, Fachtagung V, Basel 1983.

Eidg. Amt für Verkehr: «Ein Jahrhundert Schweizer Bahnen 1847–1947». Jubiläumswerk des eidg. Post- und Eisenbahndepartements in fünf Bänden. Frauenfeld 1947.

Mommsen, K.: «Drei Generationen Bauingenieure. Das Ingenieurbüro Gruner und die Entwicklung der Technik seit 1860». Basel 1962.

Randell, W. L.: «S. Z. de Ferranti – his influence upon electrical development». London 1943.

Sattelberg, K.: «Vom Elektron zur Elektronik. Die Geschichte der Elektrizität». Aarau 1982.

Wyssling, W.: «Die Entwicklung der Schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile in den ersten 50 Jahren». Zürich 1946.

Ziani de Ferranti, G. and Ince, R.: «The life and letters of S. Z. de Ferranti». London 1934.

Zölly, H.: «Geschichte der Geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz». Bern 1948.

Schweiz. Bauzeitung. Zürich (versch. Jahrgänge)

Bildhinweis: Bild 1: Wilton, A.: «William Pars: Reise durch die Alpen». Dübendorf (1979).

Bild 2 bis 14: Aus der Sammlung des Kraftwerks Laufenburg. Der Autor dankt der Kraftwerk Laufenburg AG für die Einsicht in die Plan- und Photodokumentation sowie für die zur Verfügung gestellten Pläne und Photographien.

Verfasser: Bruno Meyer, dipl. Bau-Ing. ETH, Zug

Laufenburg anno dazumal

Zum Bau des Wasserkraftwerkes 1909–1913

aus der Erinnerung von
† Eduard Gruner, Basel

Das Wasserkraftwerk in Laufenburg wurde in der Familie Gruner als Seeschlange bezeichnet. Mein Grossvater, Heinrich Gruner, 1833–1906, befasste sich seit 1891 mit diesem Projekt. Als Fachmann für Wasserversorgung, hätte die Kraftnutzung des Wassers seine Tätigkeit erweitert. Bei seinem Alter von nahezu 60 Jahren zeugt dieses Interesse für seinen wachsamem Geist. Die Verwirklichung dieses Projektes liess allerdings auf sich warten. In der Phantasie der Ingenieure war es ein verlockendes Unternehmen. Bald