

Entwurf eines Wasserwirtschaftsplanes der Thur [Fortsetzung]

Autor(en): **Müller, Jean**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **10 (1917-1918)**

Heft 7-8

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920454>

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.

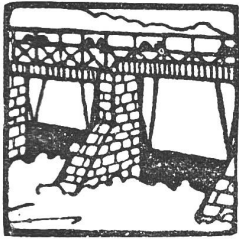
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen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

SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT



OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBANDES

ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAUTECHNIK, WASSERKRAFTNUTZUNG, SCHIFFFAHRT ·· ALLGEMEINES PUBLIKATIONSMITTEL DES NORDOSTSCHWEIZERISCHEN VERBANDES FÜR DIE SCHIFFFAHRT RHEIN-BODENSEE

GEGRÜNDET VON DR O. WETTSTEIN UNTER MITWIRKUNG VON a. PROF. HILGARD IN ZÜRICH UND ING. GELPKE IN BASEL



Erscheint monatlich zweimal, je am 10. und 25.
Abonnementspreis Fr. 15. — jährlich, Fr. 7. 50 halbjährlich
für das Ausland Fr. 2.30 Portozuschlag
Inserate 35 Cts. die 4 mal gespaltene Petitzeile
Erste und letzte Seite 50 Cts. Bei Wiederholungen Rabatt

Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär
des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in ZÜRICH
Telephon Selnau 3111 ···· Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich
Verlag und Druck der Genossenschaft „Zürcher Post“
Administration in Zürich 1, Peterstrasse 10
Telephon Selnau 224 ···· Telegramm-Adresse: Wasserwirtschaft Zürich

N^o 7/8

ZÜRICH, 10. Januar 1918

X. Jahrgang

Inhaltsverzeichnis:

Entwurf eines Wasserwirtschaftsplanes der Thur. (Schluss.)
— Die Staumauer von San Antonio. (Schluss.) — Die Fischwege an Wehren und Wasserwerken in der Schweiz (Fortsetzung). — Wasserwerke Aarau-Brugg. — Die Aargauische Wasserwirtschaft im Jahre 1916. — Bundesratsbeschluss betreffend Ergänzung des Bundesratsbeschlusses vom 21. August 1917 über die Einschränkung des Verbrauches an Kohle und elektrischer Energie. — Wasserkraftausnutzung. — Schifffahrt und Kanalbauten.

Entwurf eines Wasserwirtschaftsplanes der Thur.

Von Jean Müller, St. Gallen.
(Schluss.)

Projekt 4, die Hauptanlage: bei Bischofzell verengt sich das weite Tal und schafft in seiner grössten Verengung zu einen natürlichen Felsriegel, welcher mit geringen Kosten vollständig abgeschlossen werden kann. Durch eine 20 m hohe Staumauer bei Ghöggerbühl, ca. 800 m oberhalb der Thurbrücke Bischofzell, wird durch Stauung auf Kote 489 ein 21 Mill. m³ fassender See geschaffen (Hochwasserschutzraum bis 490 = 27,3 Mill. m³), der zu $\frac{2}{3}$ unkultiviertes Land enthält und dessen dritter Teil aus sozusagen unbewohntem, häufigen Überschwemmungen ausgesetztem Wiesland besteht. (Auch diese Staumauer dient gleichzeitig als Strassenüberführung mit direkter Verbindung nach dem Bahnhof Bischofzell; dies ist um so wertvoller, als die alte Thurbrücke dem Verkehr längst nicht mehr genügte und der Bau einer neuen Thurbrücke bereits subventioniert ist.) Durch Abschneiden des grossen Bogens der Thur bei Bischofzell und Annahme der Zentrale bei Muggensturm werden durch einen nur 300 m langen Druckstollen 8 m natürliches Gefälle gewonnen, welche mit

der Stauhöhe zusammen ein maximales Bruttogefälle von 490—462 = 28 m ergeben.

Diesem Projekt liegt ein Einzugsgebiet der Thur von 736 km² zugrunde, welches durch das folgende 5. Projekt, um die Sitter, resp. um ein Einzugsgebiet von 310 km² ergänzt wird.

Die durch die Stauhöhe des 4. Projektes bedingte Fassungsstelle der Sitter wird vorteilhaft etwas weiter flussaufwärts verlegt, wodurch die Zuleitung unter Druck zu stehen kommt; die dadurch bedingten Mehrkosten rechtfertigen sich durch das gewonnene Gefälle. Auch das Sitterbett eignet sich vorzüglich für die Anlage von Staubecken; durch eine Talsperre bei der Ruine Ramschwag von 29 m Höhe, das heisst bis auf die Höhe des Elektrizitätswerkes Billwiller, Kote 539, wird ein Stausee von 21 Mill. m³ Inhalt geschaffen; das gewonnene Bruttogefälle beträgt somit 49 resp. 77 m (bis Zentrale 3). Der Zuleitungstollen erhält eine totale Länge von 7200 m und wird durch zwei mittlere Angriffspunkte, die beinahe in gerader Richtung liegen, in drei Teilstücke zerlegt. Der eine dieser Angriffspunkte wird gebildet durch einen Vertikalstollen von 50 m Länge, welcher zwischen den unteren beiden Hauptwilerseen ausmündet.

Das Nutzwasser wird beim Austritt in den vierten Stausee zum erstenmal, und in der Zentrale des vierten Projektes zum zweitenmal ausgenützt. Durch diese beiden Projekte werden die Fabriken Laager bei Bischofzell und die Mühlen Sitterdorf und Sittertal in Mitleidenschaft gezogen. (Mittlere Leistungen nach den Veröffentlichungen der schweizerischen Abteilung für Wasserwirtschaft 500, 35 und 100 PS.)

Die Staumauer des 5. Projektes kann bis auf Kote 568 erhöht werden, wodurch die ganze noch

freie Strecke der Sitter bis nach Spiesegg in einer Stufe ausgenützt würde. Damit erhalten wir einen Stausee von zirka 100 Mill. m³ und ein ausgenütztes Bruttogefälle von 106 m. Bei dieser Lösung würde das Elektrizitätswerk Billwiller, sowie das Dörfchen Erlenholz unter Wasser gesetzt. Die daraus entstehenden Schwierigkeiten haben uns veranlasst, vorläufig eine Zerlegung in zwei Stufen vorzusehen, nämlich eine weitere 6. Stauung oberhalb des Werkes Billwiller mit einem Inhalt von zirka 10 Mill. m³ und einem Bruttogefälle von 568 bis 540 = 28 m; in diesem Falle würde das Werk Billwiller, resp. dessen Druckleitung und Turbinenhaus ausgebaut; das erstere Projekt ist jedoch weitaus das grosszügigere und rationellere. Wir geben diesem unbedingt den Vorzug.

Das letztgenannte Projekt wurde schon einmal der zuständigen Regierung unterbreitet, jedoch mit Verlegung der Zentrale nach Roggwil und Ableitung des Nutzwassers in den Bodensee.

Das bezügliche eingeholte Gutachten sprach sich hauptsächlich aus wasserrechtlichen Gründen gegen dieses Projekt aus, indem durch diese Lösung das Wasser seinem natürlichen Flussbett entzogen würde.

Oberhalb Spiesegg bestehen die Fabriken Frischknecht, Scheitlin und Häni, welche jede wirtschaftliche Ausnutzung der Strecke Spiesegg bis zum Kubelwerk ausschliessen.

Diese fünf resp. sechs Hauptprojekte dürfen als Basis gelten für den weiteren Ausbau sowohl des oberen, wie des unteren Thurgobietes: jeder Tropfen Wasser, welcher in den erwähnten Staugebieten im Quellgebiet der Thur oder Sitter aufgespeichert wird, kommt in sämtlichen Gefällsstufen zur Ausnutzung und andererseits bedeuten unsere Projekte für alle weiter unten liegenden die notwendige Vorbedingung.

In diesem Sinne erhält auch das an und für sich teure Gonzenbachprojekt eine wirtschaftliche Bedeutung; der Gonzenbach hat an der vorgesehenen Fassungsstelle bei Krimberg ein Einzugsgebiet von 25 km²; an dieser Stelle kann durch eine Talsperre bis zu 7 Mill. m³ Inhalt gestaut werden (auf Kote 660), so dass bei Verlegung der Turbinen in die Zentrale des ersten und zweiten Projektes ein Bruttogefälle von 125 m resultiert, welche Druckhöhe nunmehr noch durch das ausgenützte Gefälle des 3. und 4. Projektes ergänzt wird, also um weitere 44 m, so dass wir für dieses Projekt mit einer Nutzwirkung auf total 169 m rechnen können.

Dieses eine Beispiel möge die ausserordentliche Bedeutung des zusammenhängenden Talsperrensystems illustrieren; wir hielten es für wertvoll, diesen Zusammenhang graphisch etwas genauer zu untersuchen und haben im beigegebenen

Leistungsplan (siehe Seite 60 und 61)

die vier Hauptprojekte der Thur in ihrer Rückwirkung auf einander dargestellt. Für die Bestimmung

der natürlichen Zuflussmengen stehen die anfangs erwähnten Pegelmessungen zur Verfügung, welche wir proportional zeitlich und örtlich interpolierten. Die Jahre 1912—16 stehen direkt zur Verfügung, während für das ausserordentliche Trockenjahr 1911 und den abnormen Winter 1907/08 aus den Pegeln Andelfingen Rückschlüsse gemacht werden mussten.

In diesem Plan ist für jedes Projekt die auf Grund des natürlichen Zuflusses minimale konstant zu erzielende Leistung dargestellt, ferner der Einfluss dieser minimalen Regulierung auf die folgenden Projekte und endlich die auf Grund eines maximal regulierten Zuflusses maximal zu erzielende Sommer- und Winterkraft und zwar jeweils während sieben Sommer- resp. fünf Wintermonaten konstant. Die maximal regulierte Abflussmenge des 4. Projektes zeigt den durchgehenden Einfluss dieser Staubecken, indem die monatlichen Schwankungen des Winters beinahe aufgehoben sind. Dieses Bild zeigt auch, dass von den Sommerwassermengen nur ein Teil in die Ausnutzung einbezogen wird. Der Einfluss der Verdunstung ist auf die Leistung von keiner wesentlichen Bedeutung, indem während der Sommermonate, wo dieselbe bis 1 m betragen kann, immer Überwasser vorhanden ist; im Winter darf für den Oktober 40 mm, November 15 mm, Dezember 5 mm, Januar 0 mm, Februar 20 mm angenommen werden, welche beim umfangreichsten Bischofzellersee im Maximum (Oktober) 0,06 m³/sek., entsprechend zirka 15 PS. ausmachen.

Die Leistungen der vier Projekte betragen durchgehend maximal reguliert zirka 83 Mill. kWh. während den normalen Jahren; für die Wirtschaftlichkeitsberechnung haben wir entsprechend der durchgehenden konstanten Leistung 50 Mill. kWh. in Rechnung gesetzt, also ohne Berücksichtigung der maximalen möglichen Mehrleistung.

Durch Ausgleich mit Fremdstrom während Monaten ungleicher Leistungsfähigkeit kann dieser Durchschnitt bedeutend höher gehalten werden. Auf die ausserordentlichen Verhältnisse kann für die Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht abgestellt werden; diese bedeuten für sämtliche Wasserwerke eine Kalamität; jedenfalls ist nichts so sehr geeignet, diese Kalamität abzuschwächen, wie die Anlage solcher grossen Wasserreserven.

Die Leistung der Sitter haben wir in analoger Weise bei Annahme von sechs Projekten, also zwei Stufen, zu 39 Mill. kWh. minimal berechnet, und bei Annahme von fünf Projekten, also einer Stufe, zu 68 Mill. kWh.!

Diese Resultate entsprechen so ziemlich den Berechnungen der schweizerischen Abteilung für Wasserwirtschaft, Bd. 4, II. Teil.

Die Kosten.

Dieselben sind für die Verhältnisse nach dem Kriege schwer zu berechnen; sofern die Material- und Lohn-

ansätze auf der jetzigen Höhe bleiben sollten, so werden sie sowieso einer Geldentwertung rufen, dann werden auch höhere Erstellungskosten ihre Berechtigung haben. Der Vergleich mit den Kosten bereits bestehender Werke gibt uns ein Bild von der Wirtschaftlichkeit der zu erstellenden Anlagen. Wir haben auf dieser Basis inklusive einer Erhöhung, wie sie ungefähr dem zweiten Kriegsjahr entspricht, die gesamten Anlagekosten der sechs Hauptprojekte, bei einem Ausbau auf 40,000 PS., zu Fr. 17,652,000 berechnet, inklusive elektrischer Einrichtung der Zentralen.

Diese für die örtlichen Verhältnisse geringen Kosten erklären sich durch die geringen Landerwerbungen, die Erübrigung kostbarer Fernleitungen etc., verhältnismässig niedrigen Staumauern, günstigen Bauverhältnisse (ungeheure Kiesbänke an Ort und Stelle, gute Bahn- und Strassenverbindungen).

Die einzelnen Projekte stellen sich für sich wesentlich ungünstiger als in ihrem Zusammenhang, so zeigt zum Beispiel ein Blick auf den Leistungsplan, dass das 3. Projekt sozusagen erst durch die vorgehenden seine praktische Bedeutung erhält.

Die Anlagekosten sind indessen im Vergleich beispielsweise zu bündnerischen Werken nicht geringe; diesen gegenüber fällt jedoch die ausserordentlich günstige zentrale Lage inmitten eines ausgedehnten Industriegebietes in Betracht, wodurch sich die kostbaren und verlustreichen Fernleitungen auf ein Minimum reduzieren.

Somit gibt uns eigentlich erst der Preis der abgegebenen Kilowattstunden ein richtiges Bild von der Bedeutung dieses Flussgebietes, für die Frage billiger Kraftbeschaffung.

Auch wenn die Wirtschaftlichkeit an und für sich nicht diese dargestellte wäre, so würde die allgemeine volkswirtschaftliche Bedeutung die Ausführung solcher Talsperren rechtfertigen.

Wir verweisen nur auf die damit erzielte Verminderung der Hochwasserschäden, die Verbesserung der Niederwasser für die Schifffahrt, Verminderung der Geschiebeführung etc.

Die Wirtschaftspolitik der Wasserkraftanlagen.

Hand in Hand mit den technischen Untersuchungen für einen Wasserwirtschaftsplan eines Flussgebietes müssen die Grundlagen einer gesunden Wirtschaftspolitik studiert werden. Diese Frage ist eine prinzipielle und wird in der zukünftigen Entwicklung unserer Wasserwirtschaft zu eminenter Bedeutung gelangen. Denn eines ist sicher: Die privatwirtschaftlichen Geschäftstendenzen, welche unseren heutigen Werken zugrunde liegen, lassen sich mit den gesteigerten Anforderungen der Zukunft nicht mehr vereinbaren.

Um die bestehenden Verhältnisse an einem Beispiel zu beleuchten, sei mir gestattet, an Hand der

Geschäftsberichte der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke die Geschäftsprinzipien derselben darzustellen.

Das Hauptwerk der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G., das Kubelwerk, wurde in den Jahren 1897—1900 durch ausländisches Kapital gebaut, natürlich unter bezüglichen Bezugsvorschriften für Motoren, elektrische Einrichtungen etc. Dieses Werk ging erst, nachdem seine Lebenskraft jedermann klar geworden, im Jahre 1914 und Zurücklassung bedeutender Goodwills (der Geschäftsbericht verzeichnet Fr. 2,390,625 als „Agio-Rückvergütung“ an die Aktionäre), an die Kantone St. Gallen und Appenzell, resp. an eine durch dieselben konstituierte Aktiengesellschaft über und zwar zu einem Preise von Fr. 12,322,185.39. Zu dieser Summe kamen ausserdem Fr. 5,981,339.41 für die kantonale Verteilungsanlage und Fr. 1,000,000.— für das Binnenkanalwerk, also total Fr. 19,303,524.80 für eine Leistung des damaligen Ausbaues, der dem heutigen so ziemlich gleich kommt, von 17,550,315 kWh. für das Kubelwerk, 6,932,930 kWh. Fremdstrom und 4,342,460 kWh. des Binnenkanalwerkes. Diesen Fr. 19,303,524.80 stand also eine totale Leistung von 28,825,685 kWh. gegenüber, das heisst bei dem tatsächlichen Ausnutzungsgrad von 87 % eine 24stündige Betriebskraft von zirka 3800 PS.! Dabei stellt sich also der Durchschnitt auf über 6000 Fr. per abgegebene PS.

Mit dieser an und für sich teuren Anlage versteht es die Verwaltung der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke, selbst während der Kriegszeit bedeutende Geschäfte zu machen. So verzeichnet zum Beispiel der letzte Geschäftsbericht 1915/16 bei Fr. 1,876,728.53 eigenen Betriebskosten (inklusive statutarischen Abschreibungen, Amortisations- und Erneuerungsfond) eine Betriebseinnahme von Fr. 2,967,913.25, also einen Betriebsüberschuss von Fr. 1,041,184.73. Davon wurden Fr. 401,387.98 für Extraabschreibungen und Fr. 50,000.— als Einlage in eine Angestelltenunterstützungskasse verwendet, 600,000 Fr. flossen in die Staatskasse. Diese Zahlen geben wohl ein gutes Zeugnis für die kaufmännische Tüchtigkeit der Verwaltung, wie für die Vorteile fehlender Konkurrenz, bedeuten jedoch für die Abonnenten einen unhaltbaren Druck.

Dieses eine Beispiel gibt ein Bild vom Stande der heutigen Wasserwirtschaftspolitik. Weil bisanhin die Privatinitiative solche Werke ins Leben gerufen hat, sind auch diese Geschäftstendenzen vollständig zu begreifen.

Es erhebt sich aber die Frage, ob wir auch fernerhin unseren eigentlichen Naturschatz der spekulativen Ausbeutung durch die Privatinitiative oder der Fiskalpolitik überlassen wollen, oder ob nicht vielmehr unsere öffentlichen Gewässer in ihrer Nutzleistung als allgemeines Volksgut zu betrachten sind, welche auch dem gesamten Volke zugute kommen sollen.

Die Kohlennot hat uns gezeigt, in welcher starkem Masse wir vom Ausland abhängig sind. Auch nach dem Kriege werden diese Verhältnisse nicht besser werden; die übermässig verschuldeten Kriegsstaaten werden ihre ungeheuren Lasten vor allem dort herauszuholen versuchen, wo ihnen die Natur vor andern Ländern den Vorzug gegeben hat: in den Rohstoffen. Und zwar werden sie dieselben vor allem dem Ausland so teuer als möglich abgeben werden. Wir werden auch unsere Kohle nach wie vor teuer beziehen müssen. Deshalb ist für uns die Frage nach Ersatz eine brennende geworden.

Wenn wir auch weiterhin im Konkurrenzkampf der Völker bestehen wollen, so müssen wir, um einen Ausgleich im Endprodukte erzielen zu können, darnach trachten, die Produktionsbedingungen zu erleichtern. In der Zukunft werden jene Länder Mittelpunkte der Kultur werden, welche ihre Landesschätze auszunutzen verstehen.

Der österreichische Ministerpräsident v. Seidler hat die Wichtigkeit der Wasserkräfte für sein Land erkannt und unlängst die Ausnutzung derselben als die nächste und dringendste Aufgabe bezeichnet. Und dies für Osterreich, das mitten im Kriege steht und an einer ungleich grösseren Kriegslast zu tragen haben wird!

Wir Schweizer stehen ja bedeutend günstiger da, sowohl bezüglich der nötigen Kapitalien, wie des Wasserreichtums.

Aber diese Schätze werden uns nur dann zum Wohle gereichen, wenn sie unmittelbar der Volkswirtschaft zugute kommen.

Vor allem dürfen unsere Wasserkräfte nicht nach privatwirtschaftlichen Geschäftstendenzen ausgebeutet werden, sei es durch Private oder durch den Staat selbst, sondern sie sollen der arbeitenden Bevölkerung die produktive Arbeit erleichtern. Mit unseren Wasserkräften darf nicht Fiskalpolitik getrieben werden; die Staatskasse wird durch die Hebung des Volkswohls, durch Erhöhung der Wohlfahrt seiner Steuerzahlenden ebenfalls und bedeutend besser auf ihre Rechnung kommen!

Wir wollen dem Kriegsgeschick dankbar sein, wenn es uns, wenn auch in bitterer Erfahrung, diese Notwendigkeiten so deutlich vor Augen geführt hat. Ungehindert kleinlicher Entgegenhaltungen veralteten Zopftums, unbeachtet privater Interessen und beschränkter Kantönligeistes sollen unsere Behörden unverzüglich daran gehen, ihre eigenen Landeskkräfte für die rationellste Ausnutzung zu untersuchen, um nach Klärung der jetzigen verworrenen Kriegsverhältnisse mit dem Ausbau sofort einsetzen zu können. Es ist Sache und Pflicht der Regierungen, für ihre Gewässer einen Wasserwirtschaftsplan auszuarbeiten, der als Grundlage für den späteren Ausbau dienen kann und in seiner Gesamtheit die beste und rationellste Ausnutzung darstellt. Gleichzeitig

soll untersucht werden, wie in wirtschaftlicher Beziehung die unleidigen Zustände saniert werden können. Und zwar sollen für diese Untersuchungen die einheimische Technikerschaft in Verbindung mit industriellen beigezogen werden, um unabhängig von jeder Parteipolitik etwas wirklich Brauchbares zu schaffen.



Die Staumauer San Antonio

der „Barcelona Traction, Light & Power Co. Lmtd.

Von K. Ganz, Dipl.-Ing., Meilen.

(Schluss.)

Der Bauausführung gingen umfangreiche und sorgfältige Sondierbohrungen voraus, die als Untergrund blauen und rötlichen Sandstein und Mergel ergaben; sie liessen auf Verwerfungen, mit Kies und Sand angefüllte Gänge und Spalten gefasst machen.

Im Januar 1914 konnte der Fluss in den gleichzeitig ausgeführten 120 m langen Umgehungsstollen im rechten Widerlager geleitet, die Baugrube durch Fangdämme abgeschlossen und die Sohle aufgedeckt werden. (Siehe Abbildung 8.) Schon die ersten Arbeiten liessen erkennen, dass an Installationskosten nicht gespart wurde, um ein rasches und ergiebiges Arbeiten zu ermöglichen. Zwei grosse Kranseilbahnen überspannten die Baustelle in etwa 130 m Höhe über der Talsohle (siehe Abbildung 9), so dass sie bis zur Vollendung der Mauer unverändert benutzt werden konnten. Die beidseitigen Türme waren fahrbar, so dass die ganze Baustelle bestrichen war. Auf der Talsohle und später auf der Mauer unterstützten grosse hölzerne Derricks mit einer scheinbar spielenden Beweglichkeit und enormen Leistungsfähigkeit die menschliche Arbeit. Die Konsolidierung des Untergrundes gestaltete sich, wie aus den Bohrergebnissen zu schliessen war, recht schwierig; es entstand unter der Sohle des Bauwerks ein wahres Labyrinth von Schächten und Gängen, die erst zubetoniert werden konnten, als die Mauer bereits über die Hälfte ihrer Höhe gediehen war.

Unterhalb der Mauer auf dem rechten Hang waren grosse Werkstätten erbaut für Schreinerei, Schlosserei und Schmiede, ferner Lebensmittelmagazine und Warendeps. (Siehe Abbildung 10.) Noch höher oben, über Kronenhöhe und anschliessend an ihren rechten Flügel lag die eigens erbaute moderne Zementfabrik mit einer Leistungsfähigkeit von zirka 320 t in 24 Stunden. Eng angeschlossen an die Zementproduktion waren die Steinbrecher und Betonmischer, welche letztere wie Schwalbennester am Absturz über der Baustelle klebten und von wo aus der breiartige Beton in halbkreisförmigen Stahlrinnen auf die Baustelle geleitet wurde; später, als die Mauer so hoch war, dass diese Zuleitungskanäle nicht mehr genügend Gefälle und Aktionsradius hatten, wurde auf der tal-