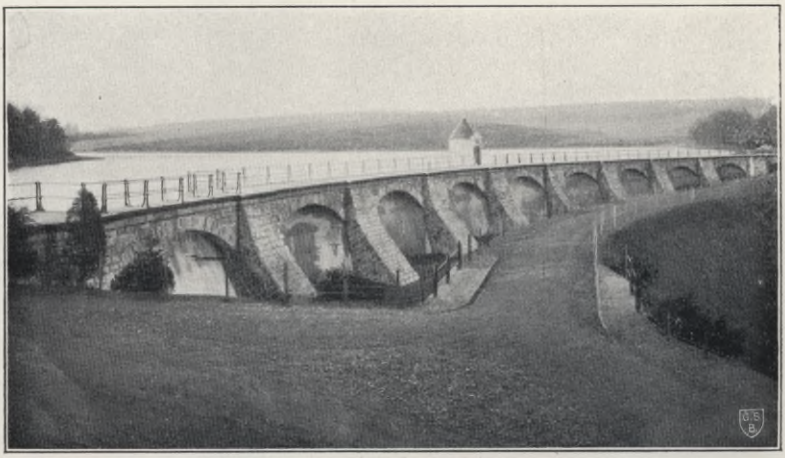
Die Entwickelung der Wasserleitung und die Talsperren-Erweiterung in Lennep.

*

Herausgegeben
zum Besten
der Kasse des
„Allgemeinen
Bürger- und
Bildungsverein"
in Lennep
von
Albert Schmidt.

Preis Mark 1.00

Verlag von R. Schmitz in Lennep. 1906.
Druck: Kunstanstalt Gebr. Schlegtendal, Barmen.



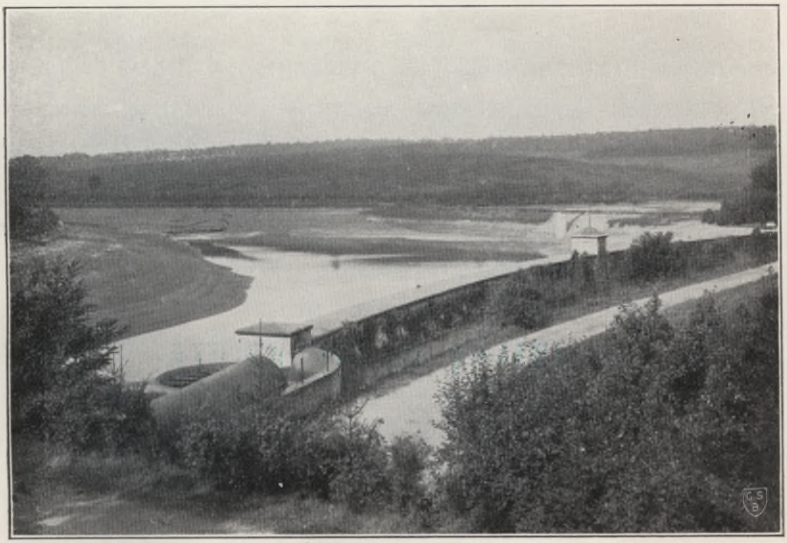
ERWEITERTE TALSPERRE von 1905.

Die Entwickelung der Wasserleitung und die Talsperren-Erweiterung in Lennep.

Herausgegeben zum Besten der Kasse des „Allgemeinen Bürger- und Bildungsverein“ in Lennep von ALBERT SCHMIDT.

PREIS MARK 1.00

Verlag von R. SCHMITZ in LENNEP.
Druck von GEBR. SCHLEGTENDAL in BARMEN.



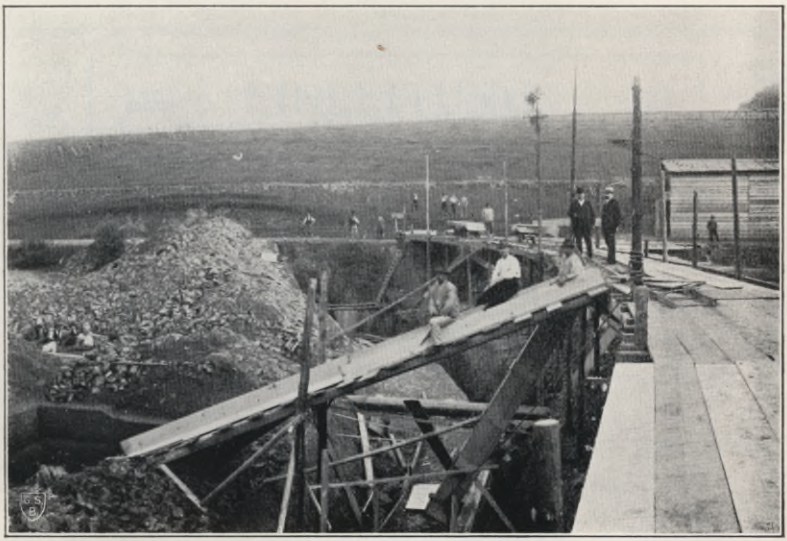
TALSPERRE von 1893.

VORWORT.

Durch den Erweiterungsbau der Talsperre und die elektrische Pumpenanlage ist nach menschlichem Ermessen ein gewisser Beharrungszustand in der Entwicklung des städtischen Wasserwerks eingetreten. In der 23jährigen Entwickelungszeit war der Unterzeichnete an dem Ausbau des Wasserwerks in der verschiedensten Weise beteiligt gewesen und da auch für ihn, durch seinen Austritt aus dem Stadtrat, ein gewisser Abschluss seiner Tätigkeit nach dieser Richtung hin eingetreten war, so glaubte er es würde für die Mitbürger Interesse haben wenn die geschichtliche Entwickelung des Wasserwerks durch dieses Schriftchen zur allgemeinen Kenntnis gebracht würde. Es konnten gleichzeitig die wassertechnischen Erfahrungen und meteorologischen Beobachtungen, sowie die Erfahrungen beim Talsperrenbau, für die sich dafür interessierenden Leser bekannt gegeben werden. Zugleich hatte dieses Schriftchen noch einen idealen Zweck, die Verkaufseinnahmen sollten der Kasse des Allgemeinen Bürger- und Bildungsvereins zu Gute kommen, da dieselbe seit Jahren an Ueberfluss am Mangel leidet.

Möge das Schriftchen deshalb freundliche Aufnahme finden.

LENNEP, Januar 1906. ALB. SCHMIDT.



Siehe Seite 33.

Siehe Seite 33.

EINLEITUNG.

Die alte bergische Hauptstadt LENNEP hatte in den letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts das Glück, von weitsichtigen Männern mit grossem Gemeinsinn verwaltet und beraten zu werden.

Die Errungenschaften der Wissenschaft auf dem Gebiete der Hygieine und der Bakteriologie hatten gezeigt, dass es für den Gesundheitszustand der Städtebewohner von der grössten Wichtigkeit war, reines und nach jeder Richtung hin einwandfreies Trinkwasser zu erhalten.

Wenn nun auch der Unterboden der Stadt Lennep, ein gelber Lenneschiefer, an sich ein guter und die Lage der Stadt in einer mit Hügeln umgebenen Mulde für die Anlage von Brunnen, wie auch für die Ableitung der Abwässer sehr geeignet war, so hatte sich doch im Laufe der Jahrhunderte der Unterboden, wegen mangelnder Kanalisation, derart mit Abfallstoffen gesättigt, dass nur wenige Brunnen noch gutes und einwandfreies Trinkwasser liefern konnten.

Im Jahre 1883 wurde deshalb von dem Stadtrat der Beschluss gefasst eine Wasserleitung zu erbauen, ein Beschluss der in damaliger Zeit für kleine Städte ein Ereignis war. Es mussten Anleihen aufgenommen werden und war man sich über die Rentabilität der Anlage durchaus nicht klar. Einige Männer mit weitem Herzen und weitem Blick übernahmen dem sich sträubenden Stadtrat gegenüber eine gewisse Garantie, indem sie einen Teil der Kosten vorlegten, der erst dann verzinst werden sollte, wenn die Zinsen für die städtischen Auslagen, durch den Betrieb des Wasserwerks, gedeckt waren.

Es stellte sich sehr bald heraus, dass die Anlagen rentabel waren und nicht allein Zinsen und Amortisation einbrachten, sondern auch noch Ueberschüsse für die Stadtkasse, sodass die hochherzige Hülfe unnötig wurde.

Die Wasserleitungsanlage wurde in dem, in 2 Kilometer Entfernung, südöstlich der Stadt liegenden Panzerbachtale erbaut, dessen Niederschlagsgebiet sehr waldreich und nur wenig bewohnt war.

Der Untergrund des Tales besteht aus Schieferschichten der devonischen Formation, sogenanntem Lenneschiefer, überlagert von den Verwitterungsprodukten, Kies und Letten, desselben. Es war beabsichtigt den Grundwasserstrom, der in den Kiesschichten über dem Felsuntergrund zu Tale fliesst, für die Wassergewinnung zu benutzen und hoffte man bei der Grösse des Niederschlagsgebietes von ca. 2 Quadratkilometer genügendes einwandfreies Grundwasser gewinnen zu können, ohne das an der Oberfläche fliessende Bachwasser benutzen zu müssen.

Die zu jener Zeit von dem Verfasser schon angestellten Wassermessungen an den Abflüssen der Wupper und ihren Nebenbächen hatten von besonders trockenen Jahren noch keine Resultate geliefert, so dass man bei den damaligen Kalkulationen auf die Angaben des Erbauers Ingenieur Disselhoff angewiesen war.

Um einwandfreies Wasser zu erhalten durfte von dem nach oben strömenden Grundwasser, von dessen Ueberschuss der Bach gebildet wird, nur ein Teil weggenommen werden, damit die Strömung nach oben nicht vollständig aufgehoben wurde, weil sonst Hohlräume in den Kiesporen entstanden, in welche das Bachwasser eindringen und dadurch verunreinigtes Oberflächenwasser in die Leitung bringen konnte.

Doch der Talsperrendichter singt:

Man schuf eine Leitung behende,
Das Wasser leitet sie fein,
Doch bald ringt man wieder die Hände
Da war sie schon wieder zu klein.

Es zeigte sich bald, dass bei der fortwährenden Zunahme des Wasserverbrauchs in der Stadt, in besonders langen Trockenperioden, das einwandfreie Grundwasser nicht mehr genügte den Bedarf zu decken. Man suchte in dem oberen Tale durch Stollenanlagen Grundwasser zu sammeln, um es in den Zeiten des Mangels zu gebrauchen, aber der Stolleninhalt war ungenügend für längere Trockenperioden, so dass man daran denken musste für grösseren Vorrat an einwandfreiem Wasser Sorge zu tragen.

Im Jahre 1887 hatten die Herren *Cramer & Buchholz in Rönsahl* den Herrn Professor *Intze in Aachen* ersucht ein Gutachten darüber abzugeben, ob die Anlagen von Sammelbecken im oberen Wuppergebiet möglich und rentabel zu machen sei, um in den Zeiten der Hochfluten Wasser anzusammeln, welches dann in Trockenperioden abgelassen werden konnte zur Ergänzung des dann mangelnden Betriebswassers der Werke.

Professor Intze erklärte damals, er könne ein solches Gutachten nicht eher abgeben bis einige Jahre lang Wassermessungen in den betreffenden Tälern gemacht wären, da man bisher keine solche Messungen angestellt und über die Abflusswassermengen der Bäche und Flüsse in ihren vielen Schwankungen, vollständig im Unklaren sei. Es wurde nun bekannt, dass der Verfasser seit 1881 solche Wassermessungen in Dahlhausen gemacht. Diese Messungen wurden in graphischen Darstellungen dem Professor Intze zur Verfügung gestellt und erklärte derselbe nun die gewünschten Gutachten anfertigen zu können.

Es bildete sich jetzt ein Komitee, welches es sich zur Aufgabe gestellt hatte dafür zu wirken, dass Sammelbecken durch Absperrung von Bachtälern im oberen Wuppergebiet angelegt würden, zur Regulierung des Wasserabflusses der Wupper. Diesem Komitee ist es dann nach langen Kämpfen und vielem Bemühen gelungen die Talsperrenidee zur Geltung zu bringen.

Die Stadt Remscheid hatte ein Jahr früher eine gleiche Grundwasserleitung angelegt und dieselben Erfahrungen gemacht wie Lennep. Da nun die Talsperrenidee auftauchte entschloss

sich Remscheid den Professor Intze zu veranlassen ein Projekt für die Eschbachtalsperre auszuarbeiten, um durch Ansammeln von Wasser in den Flutzeiten den Wassermangel in Trockenperioden zu beseitigen. Da nun jahrelange Wasserbeobachtungen im Wuppergebiete vorlagen und die Wassermenge der Bachtäler des bergischen Landes, weil sie gleiche meteorologische und geognostische Verhältnisse hatten, proportional der Grösse ihrer Niederschlagsgebiete waren, so konnte man aus den vorliegenden Wupperbeobachtungen auch die Wassermengen berechnen, die der Eschbach für eine Talsperre zur Verfügung hatte.

Die Talsperren lieferten zwar Oberflächenwasser aber es hat sich herausgestellt, dass die selbstreinigende Kraft des tiefen Wassers mit Hülfe von Filteranlagen ebenso gutes Wasser liefern, wie die Grundwasseranlagen.

Remscheid baute nun die Talsperre und es lag nahe dass Lennep bald folgen würde, denn wie der Dichter singt:

Und wieder in weitem Grunde
Da lag die kleine Stadt
Sie lag dort mit lechzendem Munde
Weil sie kein Wasser hatt'.

Da bauten sie eine Mauer
Quer durch des Panzerbachs Tal
Und wähnten, für längere Dauer
Sei nun beseitigt die Qual.

Im Herbst des Jahres 1892 hatte Lennep schon intensiven Wassermangel gehabt und es wurde nun der Vorschlag gemacht dem Beispiel der Stadt Remscheid zu folgen und eine Talsperre im Panzerbachtale zu erbauen. Nach langen Kämpfen im Stadtrat wurde im Juni 1893 der Bau einer kleinen Talsperre beschlossen. Dieselbe sollte 120000 cbm Wasserinhalt haben und der Bau sofort in Angriff genommen werden. Als die Genehmigung zur Angriffnahme des Baues ankam, war sie gerade fertig geworden und schon mit Wasser gefüllt. Man glaubte nun für alle Zeiten genügenden Wasservorrat zu

haben, es wurde sogar 1894 die benachbarte Gemeinde Lüttringhausen an die Wasserleitung angeschlossen und ein Leitungsrohr bis Krebsöge gelegt.

Durch den Bau der Eisenbahnstrecken Lennep-Düsseldorf und Marienheide wurde indessen der Bahnhof Lennep derartig vergrössert, dass eine Menge Lokomotiven dort stationiert werden mussten. Die bisherige Wasserbeförderung aus den bestehenden Brunnen genügte bei Weitem nicht mehr zur Speisung der Lokomotiven. Es kam der Umstand hinzu, dass das Talsperrenwasser sehr viel besser war zur Kesselspeisung, da es keinen Kesselstein absetzte und erheblich an Reinigungskosten erspart werden konnte. Das Eisenbahnbetriebsamt musste deshalb eine Vereinbarung mit der Stadt Lennep treffen, das fehlende Wasser aus der städtischen Wasserleitung zu beziehen.

Jetzt war der Wasserverbrauch bis zum Jahre 1900 von 86000 cbm im Jahre 1893 auf 216000 cbm gestiegen, aber die reichlichen Niederschläge, auf das ganze Jahr mehr gleichmässig verteilt, von 1894 bis 1900 wiegten uns in Sicherheit.

Die Brückner'sche Theorie der 35 jährigen Klimaschwankungen, nach welcher wir seit 1892 in einer Periode mit häufigen trockenen Jahren eingetreten waren und die in den Kämpfen um den Talsperrenbau im Jahre 1893 ins Treffen geführt worden war, sollte sich nicht bewährt haben.

Da kam das Jahr 1901 mit seiner 6 Monate dauernden Trockenperiode.

Schon wollte der Bürger sich trösten,
Da war es schon wieder vorbei,
Die Schwengel der Pumpen, sie lösten
Die Engel der Polizei.

Die grosse Steigerung des Wasserverbrauchs durch die Speisung der Lokomotiven hatte verursacht, dass der Inhalt der Talsperre im Herbst 1901 bis auf 6000 cbm verbraucht war. In Folge dessen war das Wasser warm und bakterienreich geworden und konnte nur in gekochtem Zustande gebraucht werden, die Brunnen und Pumpen wurden wieder in Betrieb gesetzt und die Not war gross.

Die andauernde Trockenheit des Jahres 1901 hatte nun zur Folge, dass eine Vergrösserung der Talsperrenanlage in Erwägung gezogen wurde. Man hatte bei dem Anschluss von Lüttringhausen und der Eisenbahn an die Wasserleitung nicht bedacht, dass eine Trockenperiode von 6 Monaten, in welcher der gesamte Niederschlag kaum im Stande war die Verdunstung des Wassers der Talsperre zu decken, eintreten könnte.

Der Wasserbedarf in den 6 Monaten, von ca. 110 000 cbm, musste notwendig den ganzen Talsperreninhalt verbrauchen. Die Wassertiefe wurde so gering, dass die selbstreinigende Kraft des tiefen Wassers aufhörte und die Keimzahl zunehmen musste. Es wurde jetzt in Erwägung gezogen, ob es möglich sei die Talsperrenmauer zu erhöhen und die Wasseraufspeicherung auf die doppelte Grösse zu bringen. Die Möglichkeit lag vor, wenn die jetzige Mauer verstärkt und übermässig erhöht wurde, damit die Drucklinien im innern Drittel der Mauer blieben und deshalb keine bedenkliche Kraftwirkungen vorkommen konnten.

Das Projekt wurde dem Geheimrat Dr. Intze in Aachen zur Prüfung vorgelegt und fand dessen volle Zustimmung. Der Wasserspiegel sollte 2 m tiefer liegen wie die Oberkante der Mauer, welcher erreicht wurde durch einen im Becken liegenden Ueberlauf dessen Oberkante entsprechend tiefer lag.

Das Ministerium genehmigte das Projekt indessen nicht, weil mit Intze verabredet war, künftig bei allen Talsperren zur grösseren Sicherheit, bei den statischen Berechnungen der Wirkungen des Wasserdrucks, anzunehmen, dass durch Verstopfung des Ueberlaufs, das Wasser bis zur Oberkante der Mauer steigen könnte. Das Ministerium machte den Vorschlag, die Verstärkung der Mauer durch vorgebaute Pfeiler zu erreichen, ein Vorschlag der von Geheimrat Intze entschieden abgelehnt wurde und ihn zu der Erklärung veranlasste, er wolle dann mit der Angelegenheit nichts mehr zu schaffen haben.

Das wasserreiche Jahr 1902 war indessen ohne Wassermangel vorüber, so dass die Angelegenheit nicht weiter ge-

fördert wurde. Im Jahre 1903 waren dagegen die Monate Juni und Juli sehr trocken, es traten aber gleich darauf reichliche Niederschläge ein, so dass sich keine Uebelstände einstellten. Aber das bedenkliche Sinken des Wasserstandes in der kurzen Trockenperiode hatte verursacht, dass die Erweiterung der Talsperre jetzt ernstlich in Erwägung gezogen wurde.

Es sollte jetzt ein Projekt ausgearbeitet werden, welches die im Panzertale mögliche Erweiterung umfassen sollte. Es wurde in Erwägung gezogen, ob es vorteilhafter sei eine neue Talsperre unterhalb der vorhandenen, oder eine Erhöhung der bestehenden Mauer auszuführen. Die Kalkulationen liessen eine Erhöhung der alten Mauer bei Weitem vorteilhafter erscheinen, besonders wenn man eine sogenannte aufgelöste Konstruktion in Anwendung brachte.

Der Verfasser war schon längst darüber im klaren, dass eine volle Mauer nach den Regeln der Statik erbaut, gegenüber einer aufgelösten Konstruktion, bestehend aus weit vorspringenden Pfeilern und dazwischen liegenden Bogen, die den Wasserdruck auf die Pfeiler überleiteten, sehr viel teurer war. An Mauermassen konnte sehr viel erspart werden, wenn man Pfeiler vorspringen liess, weit ausserhalb der durch den Wasserdruck sich ergebenden Aussenkante einer vollen Mauer. Die zwischen den Pfeilern liegenden Teile konnten dann, da sie in Gewölbeform ausgeführt wurden, ausserordentlich geringe Abmessungen erhalten.

Wir hatten schon immer die Amerikaner beneidet, dass sie nicht durch Vorschriften gehemmt, ihrem Erfindungsgeist freien Lauf lassen konnten. Es wurden dort schon Talsperren gebaut in aufgelöster Konstruktion mit ausgiebiger Verwendung von Eisenkonstruktionen.

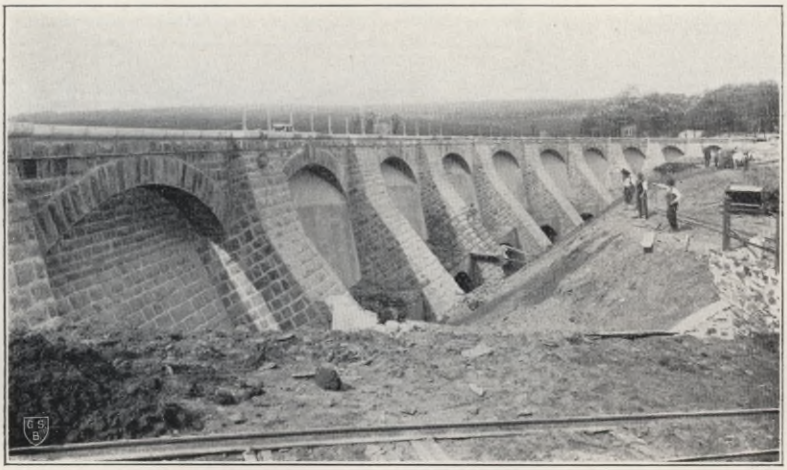
Durch die Bemerkung des Ministeriums, wir möchten Pfeiler vorbauen ermutigt, wurde nun ein neues Projekt in vollständiger Auflösung von Pfeilern und Bogen ausgearbeitet und dem Ministerium vorgelegt. Dasselbe war vollständig damit einverstanden und wollte das Projekt nach allen Richtungen hin prüfen und alsdann genehmigen.

Nachdem nun die nötigen Vorlagen, Beschreibungen, statische Berechnungen, Lage und Baupläne in 12 Blättern zu je 3 Exemplaren der Regierung eingesandt waren, erfolgte im Juli 1904 die Genehmigung und es konnte mit dem Bau begonnen werden.

Inzwischen hatte die jüngste ausserordentliche Trockenperiode des Jahres 1904 ihren Anfang genommen. Es hatte den Anschein als wenn „die kleine Stadt im weitem Grunde“ wie der Dichter singt, den Leidenskelch der Wassernot bis zur Neige leeren sollte, bevor sie durch die Talsperrenerweiterung von 120000 auf 300000 cbm auf Jahre hinaus gesichert war.

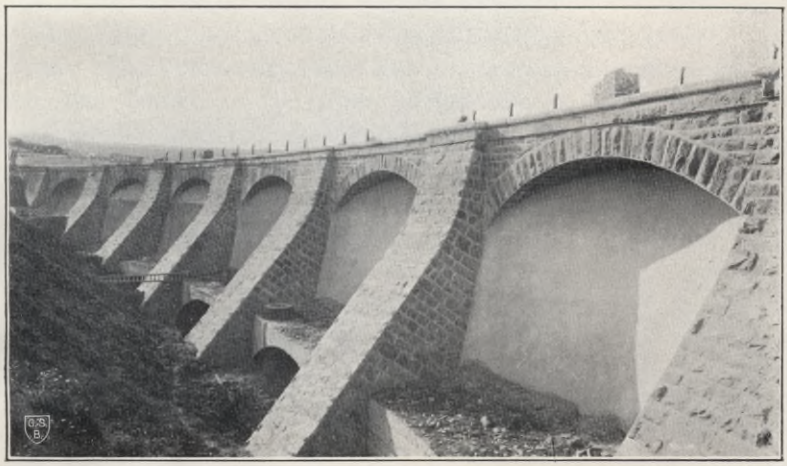
Eine Sicherung für alle Zeiten durch diesen Ausbau der Talsperre wollen wir der Stadt Lennep nicht wünschen, mag sie sich so gross entwickeln, dass in 20 Jahren, bei Verdoppelung der Einwohnerzahl der Stadtrat wieder die Anlage einer neuen Talsperre in Erwägung ziehen muss, weil, wie das Talsperrenlied endet:

Dann wieder im weiten Grunde
Da liegt die kleine Stadt
Sie liegt dort mit lechzendem Munde
Weil sie kein Wasser hat.



Siehe Seite 38.

☆



Siehe Seite 38.

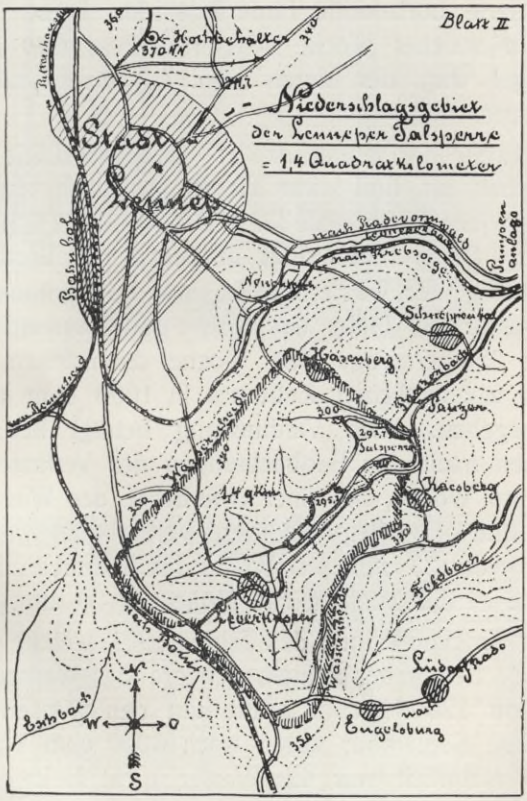
Die Wasserverhältnisse der Lenneper Talsperre.

Die meteorologischen Verhältnisse der Lenneper Talsperre im Panzerbachtale sind dieselben wie diejenigen des oberen Wuppergebietes. Die Wupper bildet den westlichen Abfluss der Vorberge des Sauerländischen und Ebbegebirges. Das Niederschlagsgebiet der Wupper steigt allmählich vom Rhein bis zur Wupperquelle, von 34 m bis 421 m über dem Amsterdamer Pegel. Die vorherrschenden feuchten Westwinde steigen ebenso mit dem Terrain in die Höhe, kühlen sich in Folge dessen ab und werden dadurch die Wasserdämpfe derselben kondensiert zu Niederschlägen. Die Niederschlagshöhe steigt deshalb mit der Meereshöhe von 700 mm an der Wuppermündung bis zu 1300 mm an der Quelle. Aus nebenstehender Regenkarte von Professor Hellmann sind die mittleren Regenmengen der einzelnenen Bezirke durch die Art der Schraffirung zu erkennen. An den Abgrenzungskurven sind die mittleren Niederschlagshöhen angegeben.

Für Lennep und das Panzerbachtal ist die mittlere Niederschlagshöhe, aus den 24 jährigen Beobachtungen des Verfassers, festgestellt worden zu 1235 mm.


Blatt I
Regenkarte
der Rheinprovinz
nach Professor
G. Hellmann.
M. 1:1,200,000.
Wesel
Lippe
Emscher
Rhein
Westfalen
Ruhr
Düsseldorf
Elberfeld
Solingen
Wuppertal
Burg Wipperfürth
Ebbe Gebirge
Regen
Gummersbach
Agger
Köln
Sieg
Bonn
Siegburg
Sieg
Westerwald
Wied
Ahr
Neuwied
Andernach
Koblenz
Lahn
Mosel
Nette
Emo
W.
O.
S.
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300

Die Wasserabflüsse verschiedener Bäche des Wuppergebietes und der Wupper selbst sind seit 1882 vom Verfasser gemessen und ist dabei festgestellt worden, dass der Wasserabfluss 68% der Niederschlagswassermenge beträgt.



Die Lenneper Talsperre hat nach vorstehender Karte ein Niederschlagsgebiet von 1400000 qm. Die Niederschlagshöhe beträgt im Mittel 1235 mm, der Wasserzufluss ist demnach

$$1400000 \,.\, 1235 \,.\, \frac{68}{100} = 1175000 \text{ cbm}$$

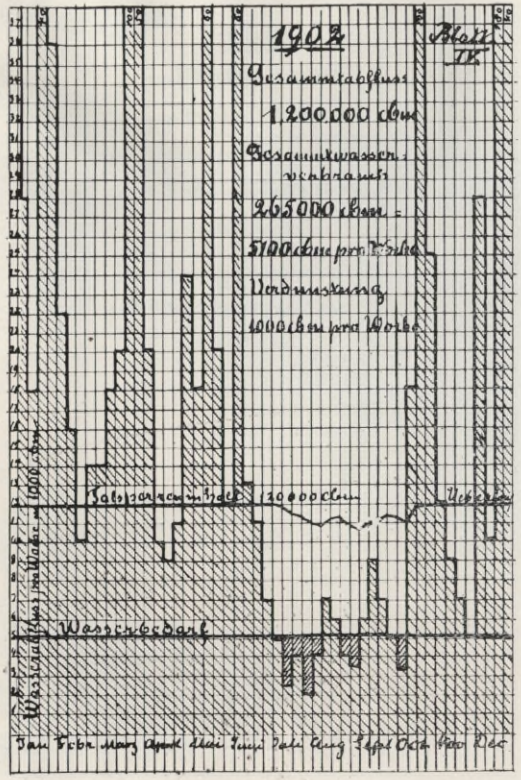
nach dem 24jährigen Mittel.

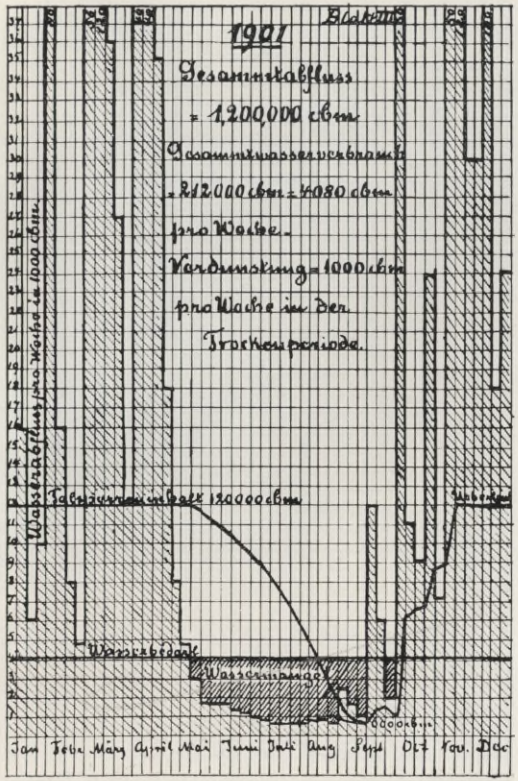
In nachfolgenden Karten Blatt III bis VII sind die Wasserzuflüsse zur Lenneper Talsperre für die Jahre 1901 — 1906 in graphischer Weise dargestellt. Die senkrechten Linien bedeuten je eine Woche, die horizontalen jedesmal 1000 cbm Zufluss pro Woche. Der jedesmalige Wasserbedarf pro Woche ist durch eine schraffierte horizontale Linie markiert. Diese Linie zeigt demnach, in welcher Woche Wasserüberfluss und in welcher Wassermangel war, der durch den Talsperreninhalt gedeckt werden musste.

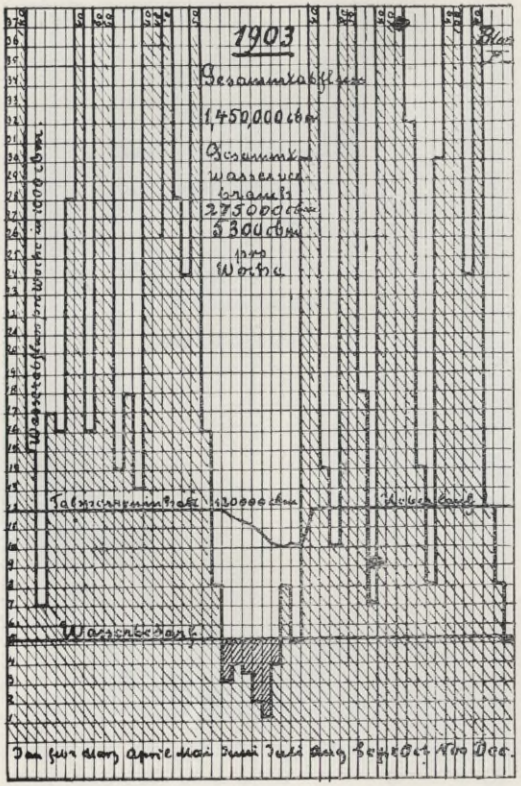
Eine zweite horizontale anders schraffierte Linie zeigt den Talsperreninhalt an und zwar ist als Massstab angenommen worden, dass jede horizontale Linie 20000 cbm Talsperreninhalt repräsentiert. Diese Linie sinkt in Zeiten des Wassermangels um den Betrag des Wasserbedarfs und der Verdunstung. Da bei Hochwasser die Höhe des Blattes nicht ausreicht, um die zufliessende Wassermenge pro Woche darzustellen, sind die Zahlen des wöchentlichen Zuflusses in 1000 cbm am oberen Rande angegeben. Die Verdunstung beträgt bei ruhenden Wasserflächen nach den Beobachtungen des Verfassers 1000—1100 cbm pro Woche, bei einer Oberfläche des Wasserbeckens von 32000 qm. Es entspricht diese Verdunstungswassermenge einer Höhe von 33 mm pro Woche im Sommer. Im Jahresdurchschnitte ist die wöchentliche Höhe nur 20 mm.

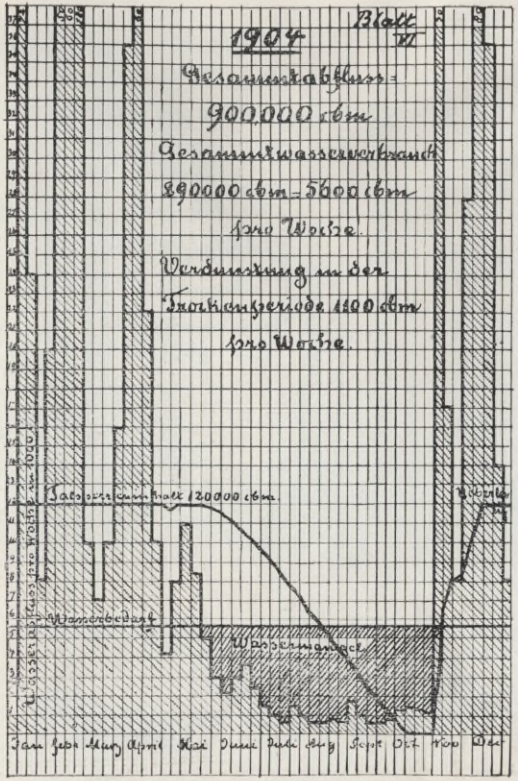
In der Trockenperiode des Jahres 1901, welche von Mitte Mai bis Mitte September anhielt, genügte der Wasserinhalt der Talsperre von 120000 cbm grade um den Wassermangel zu decken. Mitte September waren noch 6000 cbm Wasservorrat vorhanden. Natürlich war das Wasser nicht mehr einwandfrei und sehr warm, da die geringe Wassertiefe nicht im Stande war eine Zerstörung der Keime zu bewirken. Die nachfolgenden reichlichen Niederschläge füllten die Talsperre alsdann sehr schnell wieder.

In den Jahren 1902 und 1903 finden wir nur wenige Wochen die Wassermangel hatten, es wurde nur ein kleiner Teil des Talsperreninhalts zur Deckung desselben benutzt. Das

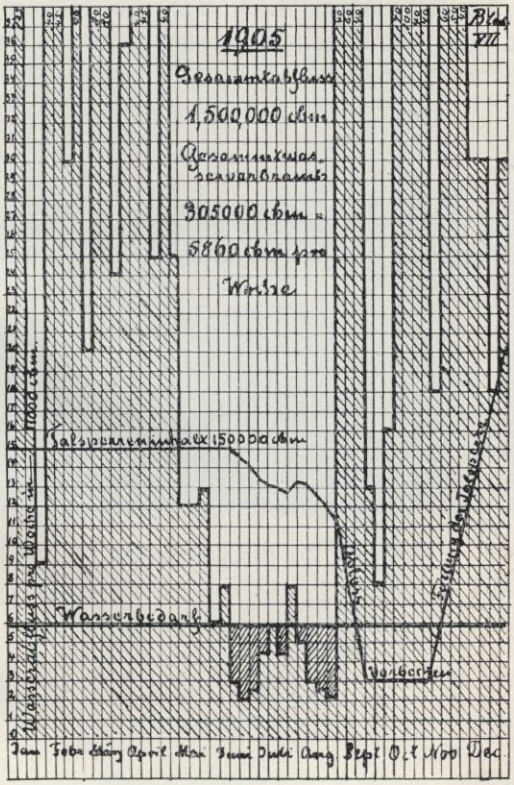

1902
Blatt IX.
Gesammtabfluss
1,200,000 cbm
Gesammtwasser-
verbrauch
265000 cbm =
5100 cbm pro Woche
Verdunstung
1000 cbm pro Woche
Jahrsvorrathsbecken 120000 cbm
Überlauf
Wasserbedarf
Wasserabfluss pro Woche in 1000 cbm
Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov. Dec.


1901
Blatt III
Gesammtabfluss
= 1,200,000 cbm
Gesammtwasserverbrauch
= 212,000 cbm = 4080 cbm
pro Woche.
Verdunstung = 1000 cbm
pro Woche in der
Trockenperiode.
Wasserabfluss pro Woche in 1000 cbm
Jahrsvorrathsbecken 120000 cbm
Überlauf
Wasserbedarf
Wasserunterdruck
Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. Sept. Oct. Nov. Dec.


1903
Gesammtabfluss
1,450,000 cbm
Gesammtwasserverbrauch
275000 cbm
5300 cbm
pro Woche
Talsperrenmittel 1120000 cbm
Wasserhöhe
Jan Feb Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Oct Nov Dec


1904
Blatt VI
Gesammtabfluss
900000 cbm
Gesammtwasserverbrauch
890000 cbm = 5600 cbm
pro Woche
Verdunstung in der
Trockenperiode 1100 cbm
pro Woche
Talsperrenmittel 1120000 cbm
Wasserhöhe
Wasserverbrauch
Jan Feb Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Oct Nov Dec

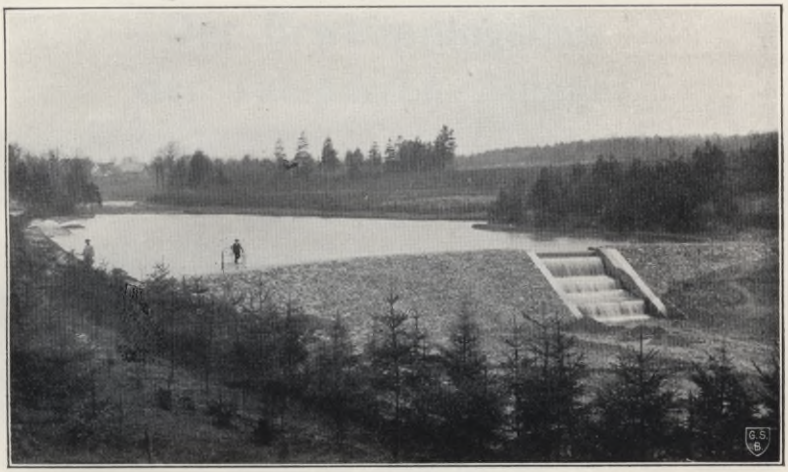
Jahr 1904 dagegen hatte wieder eine lange Trockenperiode von 24 Wochen, in welcher der Inhalt der Talsperre vollständig verbraucht wurde. Die reichlichen Niederschläge im November und Dezember 1904 füllten alsdann die Talsperre wieder bis zum 17. Dezember.



Im August 1904 war begonnen worden mit dem Bau des neuen Vorbeckens und wurde dasselbe noch in demselben Jahre fertig gestellt, so dass die Wasserentnahme im Jahre 1905 aus demselben erfolgen konnte. Mit Hülfe des Vorbeckens genügte die noch im Hauptbecken verbliebene Wassermenge um den

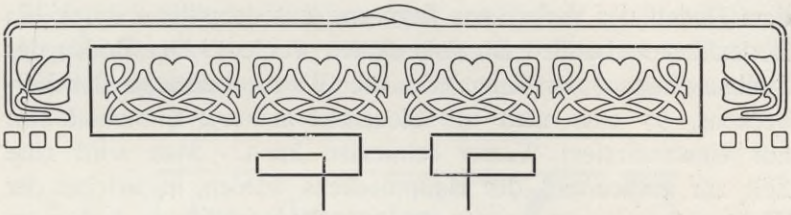
Bedarf zu decken. Mitte September wurde das Hauptbecken abgelassen, um die Rohrleitungen und den Schieberturm anzufertigen, der Wasserbedarf wurde seit dieser Zeit nur aus dem Vorbecken entnommen.

Nachdem nun am 1. November 1905 der Erweiterungsbau fertig gestellt war wurde sofort mit Füllung des Hauptbeckens begonnen. Am 10. Januar 1906 war die Füllung desselben beendet und läuft seit diesem Tage, das nicht zur Wasserleitung benutzte Wasser, über den Ueberlauf.



Vorbeckendamm mit Kaskade.

Siehe Seite 36.



Der Erweiterungsbau der Talsperren-Anlage.

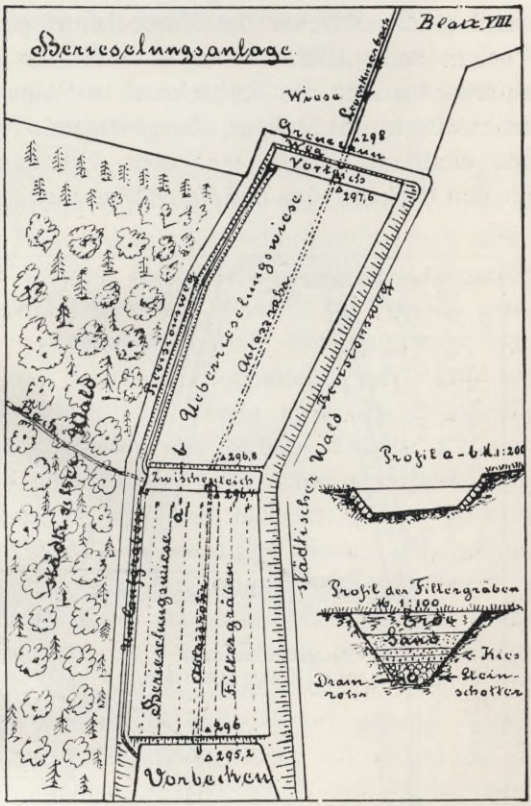
Das Projekt zu dem Erweiterungsbau war vom Verfasser aufgestellt, und in Düsseldorf von den Herren Regierungs- und Baurat Lieckfeld und Bauinspektor Schräder geprüft und vom Ministerium mit geringen Aenderungen genehmigt worden. Die Regierungsaufsicht war dem Herrn Bauinspektor Scherpenbach in Düsseldorf und die spezielle Beaufsichtigung auf der Baustelle dem Bauwart Herrn Cornelissen übertragen worden. Von Seiten der Stadt wurde der Bau von dem Herrn Wasserwerksdirektor Lenke beaufsichtigt und als Unternehmer funktionierte die Firma Alb. Schmidt aus Lennep. Als Vertretung der Unternehmer auf dem Bauplatz war Polier W. Teytmeyer und Bautechnicker Hub. Potthoff jun. angestellt. Herr Bürgermeister Stosberg in Lennep hat den Bau angeregt und nach allen Seiten hin auf das Eifrigste gefördert.

Es war beabsichtigt bie bestehende Talsperrenmauer um 3,25 m zu erhöhen, wodurch der Wasserspiegel um 3 m gehoben und der Wasserinhalt des Beckens von 120000 auf 272000 cbm steigen wird. Ausserdem sollte in Verbindung mit den vorhandenen Stollen ein Vorbecken von 32000 cbm Wasserinhalt geschaffen werden, damit man in der Lage ist, das Haupttalsperrenbecken in jedem Herbst behufs Untersuchung der Anlagen und Reinigung des vorhandenen Bodenfilters, entleeren zu können. Während der Ausschaltung und Entleerung des Hauptbeckens würde der Wasserverbrauch aus dem Stollen, welcher unter

dem Boden des Vorbeckens liegt und mit demselben durch ein Bodenfilter verbunden ist, entnommen werden. Der Boden des Stollens liegt 8 m tiefer wie die Wasseroberfläche des Vorbeckens, so dass man mit Sicherheit auf eine Entnahme von nur einwandfreiem Wasser schliessen kann. Man wird eine Zeit zur Entleerung des Hauptbeckens wählen, in welcher der Wasserzufluss gross genug ist, den Wasserkonsum decken zu können, sodass der Wasserspiegel des Vorbeckens auf seiner Höhe bestehen bleibt und man in der Lage ist, den etwa noch grösseren Zufluss durch das Ablassrohr des Vorbeckens, welches unter dem Boden des Hauptbeckens bis zum Abflussrohr desselben gelegt ist, abzuleiten.

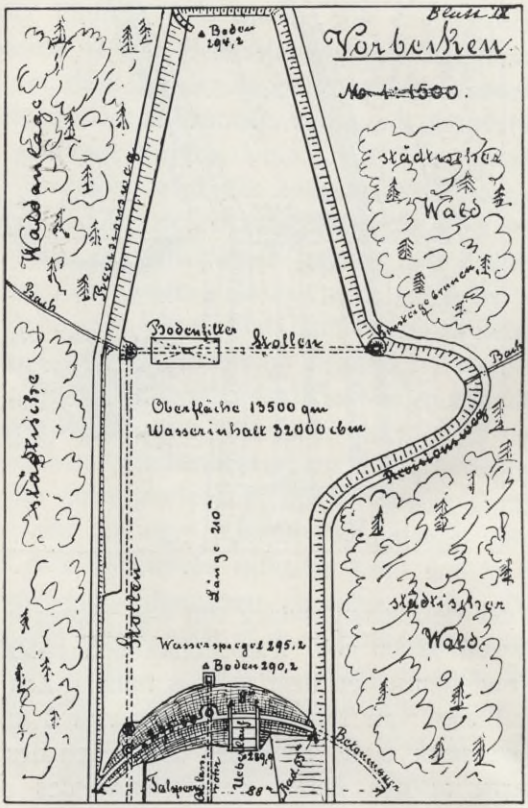
Vor dem Einfluss des Wassers aus dem Leverkuserbach in das Vorbecken ist eine Berieselungsanlage ausgeführt, welche so bemessen ist, dass fast der doppelte heutige Wasserverbrauch durch Berieselung einer horizontalen Wiese mit darunter liegenden Filtergräben gereinigt werden kann. Vor dieser Berieselungsanlage mit Filtergräben wird das zufliessende Wasser, nachdem es in einem kleinen Vorbecken aufgefangen ist, über eine genau horizontale Kante auf eine Wiese geleitet mit dichtem Graswuchs und geringem Gefälle. Das Wasser verbreitet sich über die ganze Fläche der Wiese und läuft langsam zwischen den Gräsern hindurch in ein unterhalb liegendes Zwischenbecken. Durch die Berührung mit dem Graswuchs werden alle Unreinlichkeiten die das Wasser etwa mitbringen könnte fast vollständig beseitigt. Von dem Zwischenbecken aus tritt das Wasser alsdann wieder über eine genau horizontale Kante auf eine zweite Wiese, die nur ein sehr geringes Gefälle hat, damit das Wasser sich länger in dem Graswuchs aufhalten kann und in die unter der Wiese liegenden Filtergräben versinken kann. Die Filtergräben liegen der Länge nach in 4 m Entfernung und 1,50 m Tiefe unter der Wiese. Dieselben haben in der Sohle ein Drainirungsrohr zum Auffangen und Ableiten des Wassers, darüber liegt ein Meter hoch Steinschlag, Kies und Filtersand, darüber 30 cm Erde. Diese Filtergräben nehmen das auf der

Wiese sich befindende Wasser auf und liefern es filtriert in das grosse Vorbecken. In untenstehender Zeichnung ist die Berieselungsanlage in Grundriss Längenschnitt und Querschnitt durch die Filtergräben dargestellt.



Aus der Berieselungsanlage tritt das Wasser in das grosse Vorbecken von 32000 cbm Wasserinhalt und 13500 qm Oberfläche. Unter demselben liegt der aus früherer Zeit vorhandene Stollen in Länge von 180 m, 1 m breit und 2 m hoch. Der Stollen liegt noch 5 m tiefer wie der Boden des Vorbeckens und ist ganz in den Felsen des Untergrundes eingebrochen

worden, aus demselben ist das Wasserleitungsrohr unter dem Boden der Haupttalsperre hergelegt worden bis zum Anschluss an die Hauptwasserleitungsrohre des Hauptbeckens. Ueber dem Stollen ist in der Mitte des Vorbeckenbodens ein Bodenfilter angelegt worden von 20 m Länge und 6 m Breite mit Kies und Filtersand gefüllt, welcher das Vorbeckenwasser filtriert in denselben liefern soll. Dieser Filter ist indessen unnötig, da durch den porösen Boden des Vorbeckens, in Folge der 180 m langen Aufnahmefläche des Stollens, eine genügende Wassermenge in denselben eindringt, welche eine sehr wirksame natürliche Filtration in den Beckenboden und Felsklüften durchgemacht hat.



Der Vorbeckendamm, durch welchen der Aufstau des Wassers um 5 m über Wiesenboden oder 2,50 m über der Stauhöhe der Haupttalsperre bewirkt werden soll, besteht aus einem Erddamm dessen Dichtung ein Betonkern bildet. Der Damm ist nach einem Radius von 55 m gegen das Wasser hin gewölbt, derselbe hat zwischen den festen Felsen der Talhänge gemessen eine Sehnenlänge von 88 m und steht die innere Betonkernmauer in ihrer ganzen Länge auf dem freigelegten Felsen des Untergrundes.

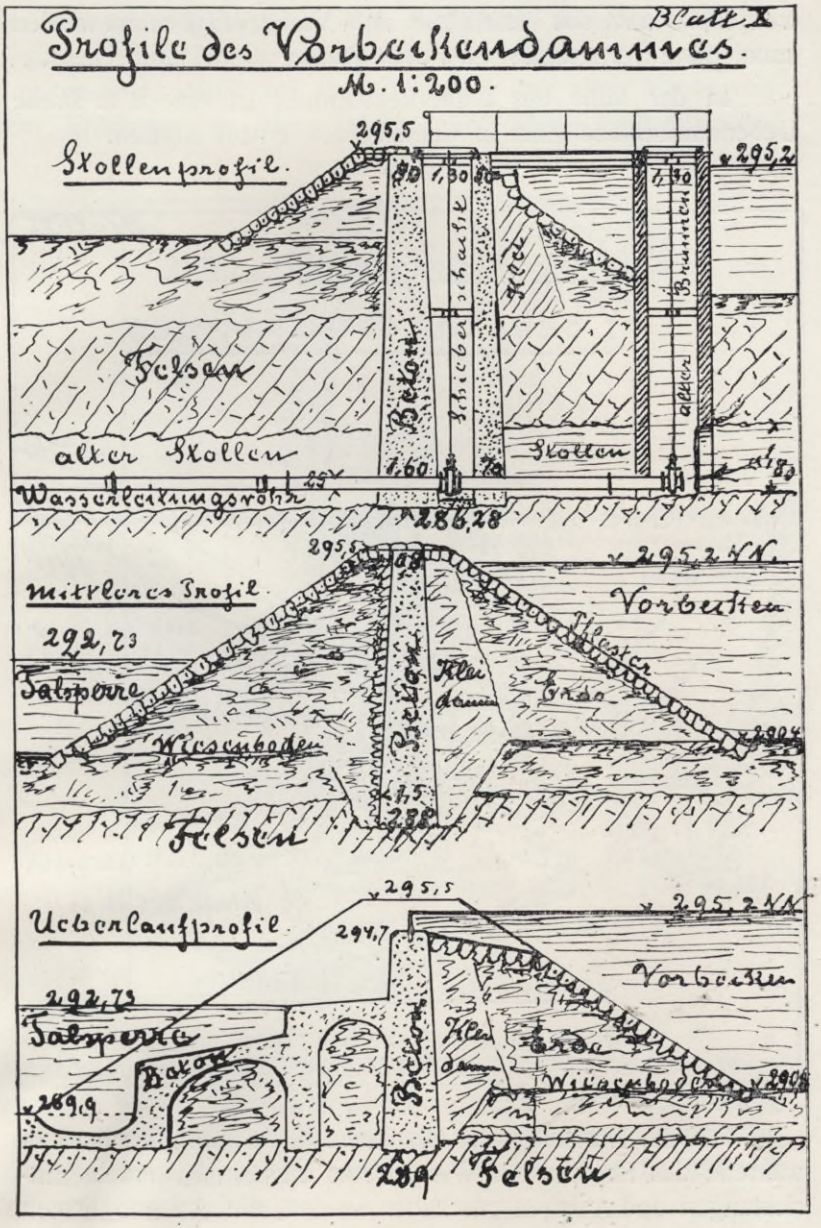
Am Fusse des rechtseitigen Bergabhanges lag der Stollen in einer Tiefe von 8 m unter der Dammkrone. In Folge dessen musste der Felsen unter der Betonmauer neben diesem Stollen bis zu der ganzen Stollentiefe weggebrochen werden um ein gleichmässiges Setzen der Mauer zu erzielen und die vom Stollenbau her gelockerten Teile des sonst sehr festen Felsens zu beseitigen. Der linke Bergabhang ist flacher und lag der Felsuntergrund wesentlich tiefer unter der Erdoberfläche. Der Felsuntergrund der an der rechten Talseite bis zur Mitte des Tales aus festem blauen Lenneschiefer bestand, ging an der linken Talseite in einen viel lockeren gelben Tonschiefer über, in dessen Klüften sich kiesartige Massen angesammelt hatten. Das Fundament der Betonmauer musste überall auf festen dichten Fels gelagert sein um Setzen und Unterwaschen derselben zu verhüten, in Folge dessen wurden die lockeren Felsen beseitigt und die Klüfte ausgehoben. Es hat sich nach der Füllung des Vorbeckens mit Wasser gezeigt, dass der Felsuntergrund nicht vollständig dicht ist, indem an dem linken Talabhang unterhalb des Dammes sich Sickerungen zeigten, die aus den Poren des gelben Tonschiefers hervorkamen.

Abbildungen siehe Seite 7.

Ein absolut dichter Talabschluss ist ja niemals möglich bei geschichtetem Felsuntergrund, da wie wir ja bei jedem Brunnenbau wissen und voraussetzen, dass die Lagerfugen der Felsschichten Wasser durchlassen. Bei einem Talsperrenbau dürfen diese Sickerungen indessen ein gewisses Mass nicht über-

schreiten, damit der Aufstau des Wassers nicht vereitelt wird. Die Sickerungen dürfen deshalb nicht soviel Wasser durchlassen wie der geringste Zufluss beträgt.

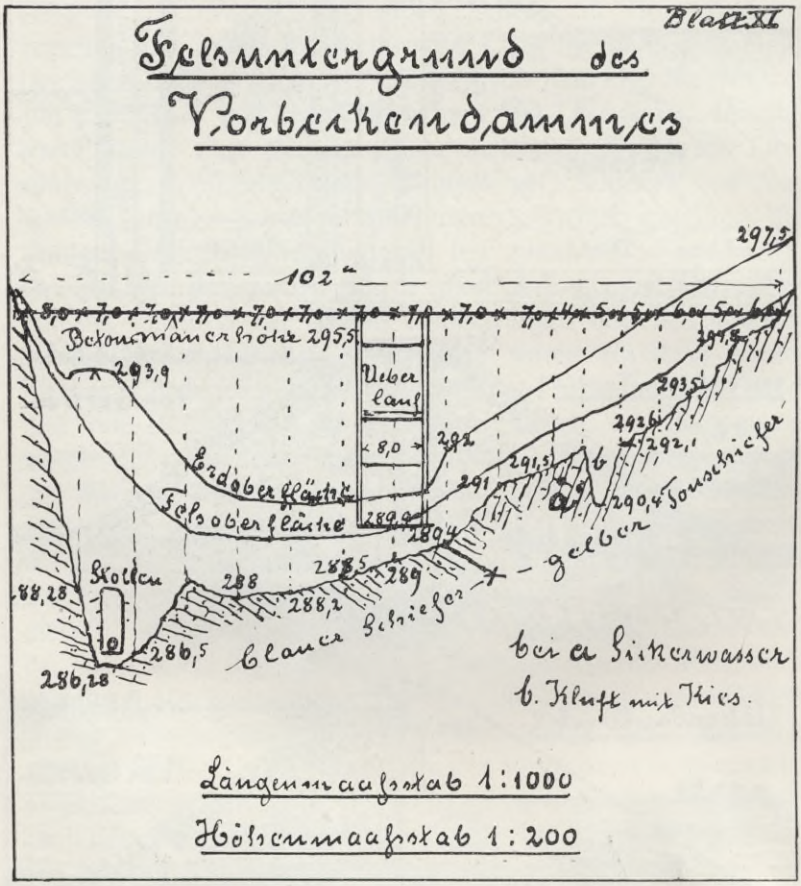
Bei dem Bau des Vorbeckendammes, wurde die Erde und der lockere Felsen unter der 1,60 m starken Betonmauer ausgehoben die Mauer an beiden Seiten mit Bordschaalung versehen und zwischen derselben der Cementbeton eingestampft. Der Beton bestand aus einer Mischung von 1000 Liter Klopfsteine, 400 Liter Sand, 100 Liter Cement und 100 Liter Trass, derselbe wurde durch eine Betonmaschine in Portionen von 400 Liter zubereitet, vermittelst eines Wagens auf Schienen auf das Gerüst gefahren durch einen grossen Trichter zwischen die Bordschaalung befördert und hier fest gestampft. Nach Fertigstellung der Betonmauer wurde dieselbe nach der Wasserseite hin mit einem 3 cm starken Cementverputz versehen und mit Siederosten angestrichen. Ausserdem wurde ein 2 m breiter Kleidamm dagegen gestampft, alsdann der Erddamm angeschüttet und mit Bruchsteinen abgepflastert. Durch die Betonmauer wurde der alte Felsenstollen wasserdicht abgemauert und für die Wasserleitung ein 250 mm im Lichten weites Gussrohr eingebaut. Dieses Wasserleitungsrohr hat 2 Schieber, von denen der eine durch einen vorhandenen Brunnen bedient wird, während der zweite Schieber, von oben zugänglich, in einem wasserdichten Schieberschacht liegt. In der Mitte des Dammes auf der Wiesensohle liegt ein 400 mm weites gusseisernes Abflussrohr mit einem Abschlussschieber, der ebenfalls in einem wasserdichten Schieberschacht liegt und von oben durch eine Eisenleiter zugänglich ist. Dieses Auslassrohr des Vorbeckens ist vermittelst eines Cementrohrs, unter der Sohle des Hauptbeckens hindurch, nach dem Abflussrohr der Haupttalsperre verlängert worden, damit das Wasser des Vorbeckens abgelassen werden kann ohne das Hauptbecken zu berühren. Das Wasserleitungsrohr ist ebenfalls vom dem Stollen und Schieberschacht aus, unter dem Boden des Hauptbeckens hindurch, nach dem Schieberschacht der Haupttalsperre geleitet und hier an die Wasserleitungsrohre angeschlossen


Blatt X
Profile des Vorbeckendammes.
M. 1:200.
Stollenprofil.
295,5
295,2
1,30
1,30
Schieberschacht
Beton
Fels
Brunnen
alter
Felsen
alter Stollen
Stollen
1,60
Wasserleitungsrohr
286,28
Mittleres Profil.
295,5
295,2 NN.
Vorbecken
292,73
Talsperre
Wiesenboden
Beton
Fels
Erde
Felsen
Ueberlaufprofil.
295,5
295,2 NN
294,7
292,73
Talsperre
Beton
Fels
Erde
Vorbecken
Wiesenboden
269,9
Felsen

worden, so dass das Wasser aus dem Vorbecken benutzt werden kann, ohne Vermischung mit dem Wasser des Hauptbeckens.

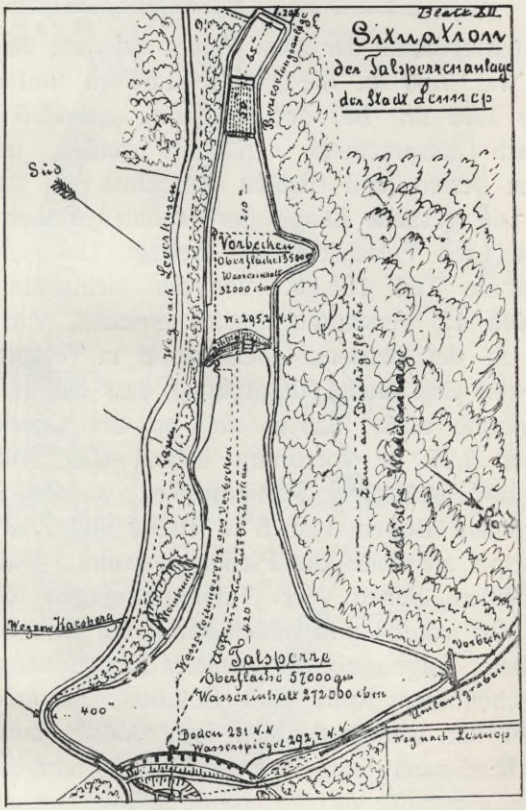
In der Mitte des Vorbeckendammes ist eine 8 m breite Ueberlaufskaskade ganz in Cementbeton erbaut worden.

Abbildung siehe Seite 27.



Für die Erhöhung der bestehenden Talsperre um 3,25 m während des Betriebs des Wasserwerks mussten besondere Einrichtungen und Anlagen geschaffen werden, die es ermöglichten

das Wasser möglichst vor der Berührung mit dem Bau zu bewahren. Der Wasserspiegel der alten Talsperre wurde um 1 m gesenkt, damit bei der Freilegung der alten Mauer von dem Erddamm an der Talseite und dem Einhauen der

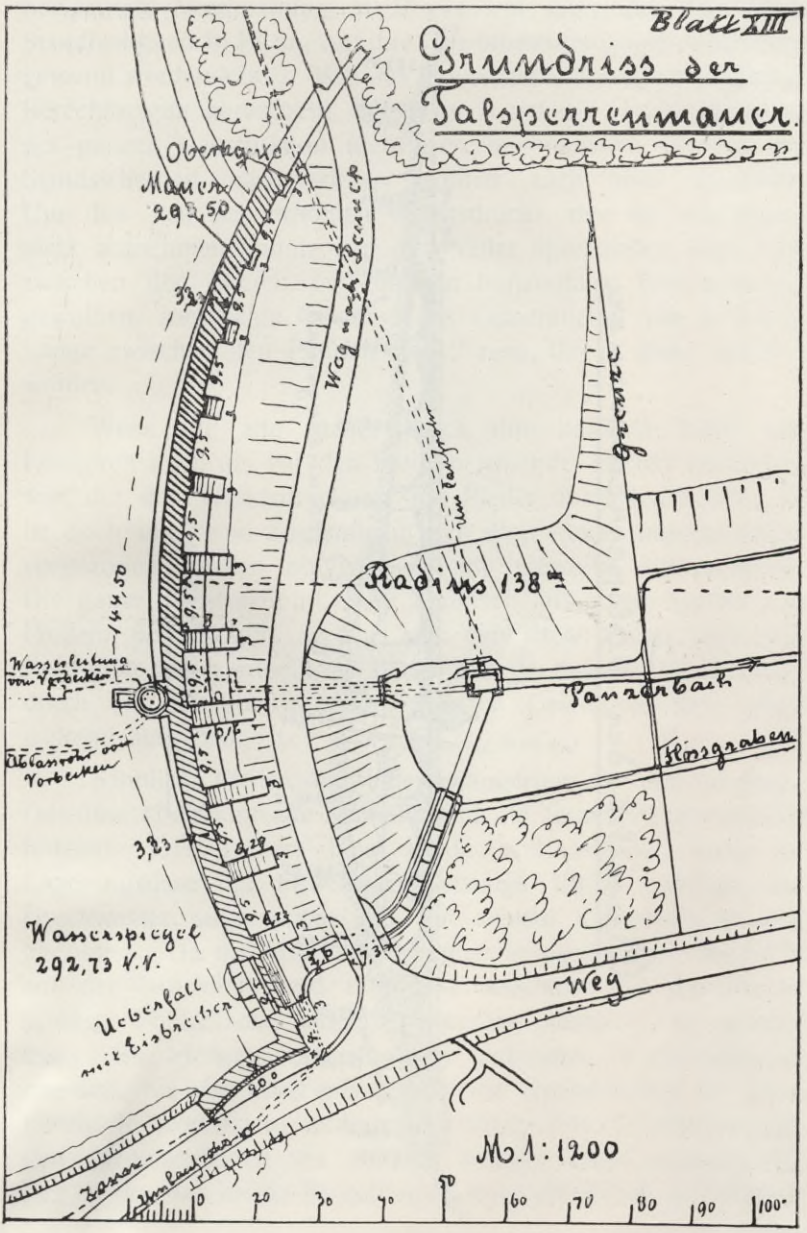


Verzahnungen für das Pfeilermauerwerk, der Wasserdruck etwas geringer wurde. Das Wasserbecken wurde durch Einzäunung mit Drahtgeflecht geschützt und alle Einrichtungen zum Aufbau der Mauer so angelegt, dass das Wasser nicht berührt und entwertet werden konnte.

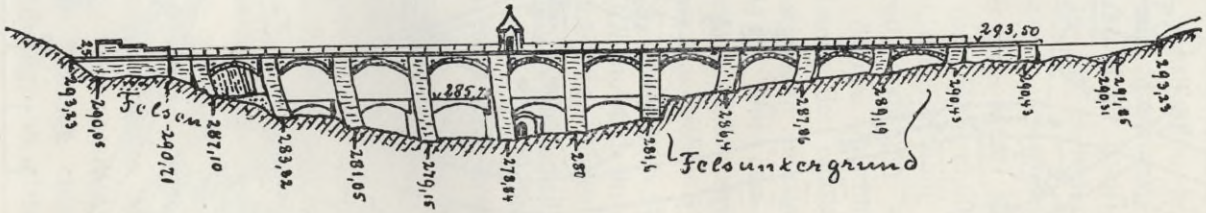
Bei der Erhöhung der bestehenden Talsperrenmauer ist eine sogenannte aufgelöste Konstruktion in Pfeiler und Bogen angewendet worden. Die alte Mauer hatte bisher eine sichtbare Länge von 100 m ausserdem noch in 27 m Länge den unterirdischen Anschluss an die dichten Felsen der beiden Talhänge. (Zeichnung Seite 39 und 40. Abbildungen Seite 17.)

Die grösste Stärke der alten Mauer auf dem tiefsten Felsuntergrund war 7,50 m, die Höhe 11,50 m und die obere Stärke noch 1,60 m. Bei der Erhöhung um 3,25 m musste dieselbe auch entsprechend verlängert werden, um immer wieder einen festen und dichten Anschluss an den Felsen zu finden. Die gesamte Länge der erhöhten Mauer zwischen den beiderseitigen Felsanschlüssen beträgt 190 m, der von aussen sichtbare Teil 164 m. Vor den sichtbaren Teil der Mauer wurden 12 Verstärkungspfeiler errichtet, von je 3 m Breite und an der tiefsten Mauersohle 8 m Vorsprung. Die Pfeiler erhielten eine solche Abböschung, dass sie in Höhe der alten Mauerkrone noch 3,25 m und an der Oberkante der neuen Mauer 2,25 m Vorsprung hatten. Zur vollständigen Versteifung und grösseren Standfestigkeit wurden in halber Höhe horizontale Bogen von 5 m Breite und 2,10 m Höhe in Cementbeton zwischen die Pfeiler gespannt. Diese Bogen sind an beiden Seiten der Talhänge gegen die festen Felsen gespannt worden und bilden somit, da sie der Gewölbeform der Mauer folgen ein horizontales Verspannungsgewölbe von unberechenbarer Kraft und Solidität, besonders noch deshalb, weil der ausserordentlich feste Mörtel aus Cement, Trass und Rheinsand innig vermischt mit reingewaschenen Steinschottern, das ganze als eine felsenfeste Tafel erscheinen lässt.

An dem oberen Ende der Pfeiler sind wieder 10 mächtige Gewölbe eingespannt, von je 9,5 m Länge, 2 m Breite und 3 m Höhe, ebenfalls in dem festen Mörtel aus schweren Grauwackenquader erbaut. Die oberen Gewölbe sind wieder zwischen die Felsen der Talhänge eingespannt und liegen ganz vor der Mauererhöhung, so dass hier eine zweite


Blatt XIII
Grundriss der
Talsperrenmauer.
Oberkante
Mauer
295,50
Weg nach Schmecke
Gecke
Radius 138
Wasserleitung
vom Vorbecken
Ablasstollen vom
Vorbecken
Panzerbach
Flossgraben
Wasserspiegel
292,73 N.N.
Ueberfall
mit Eisbrecher
Weg
Zasnor
Mt. 1:1200

Ansicht der Talsperrenmauer.



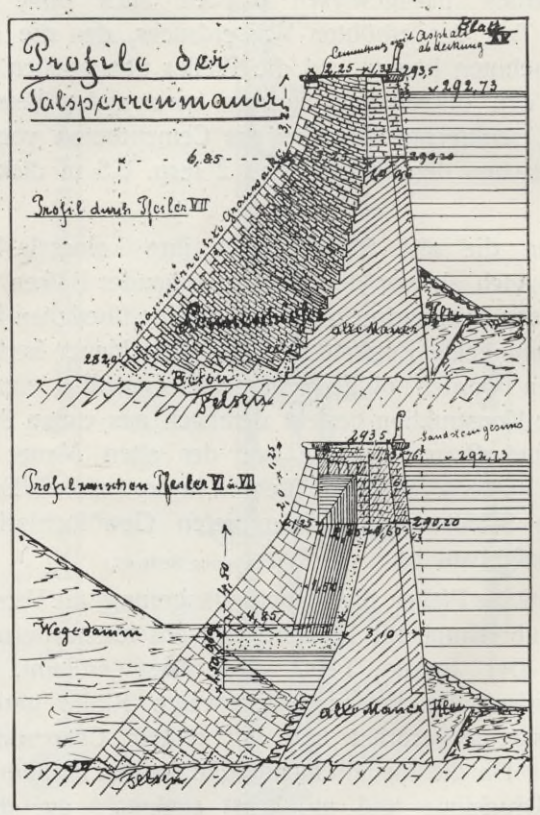
Maaßstab 1: 1200

horizontale Verspannung in Bogenform vorhanden ist, deren Standfestigkeit in Bezug auf ihre Gewölbewirkung fast unbegrenzt genannt werden kann. Wie aus den später mitgeteilten statischen Berechnungen hervorgeht, ist übrigens auf die Gewölbewirkung der ganzen Konstruktion nicht gerechnet worden, sondern die Standsicherheit nachgewiesen worden auch ohne dieselben. Um den Teil des erhöhten Wasserdrucks, den die alte Mauer nicht aufnehmen konnte, auf die Pfeiler überzuleiten sind noch zwischen den oberen und unteren horizontalen Verspannungsgewölben, senkrechte Gewölbe aus Cementbeton von je 9,5 m Länge zwischen den Pfeilern und 2 resp. 0,5 m dicke errichtet worden.

Wenn die alte Mauer durch ihre kolossale Härte und Festigkeit auch als vor den Pfeilern ruhender Balken anzusehen war, der den Wasserdruck auf die Pfeiler überleiten konnte, so ist doch um keine Zugkräfte in der alten Mauer hervorzurufen, vorgezogen worden obige senkrechte Gewölbe einzuspannen. Die ganze Konstruktion besteht demnach aus einem System von Pfeilern und Bogen, welche vor der alten Mauer und ihrer Erhöhung ausserordentlich solide und in der äusseren Erscheinung durch die Schattenwirkung der tiefen Gewölbenischen schön wirkend aufgebaut ist. (Zeichnung Seite 42.)

Sämtliche Pfeiler, die Mauerverlängerung, die Verspannungs-Gewölbe überhaupt alle Bauteile sind auf festem Felsuntergrund fundiert. Der lockere Fels wurde erst entfernt, dann die Lagerungsrisse der Felsen und etwaige Klüfte gereinigt, mit Druckwasser ausgespritzt und mit reinem Cementmörtel ausgegossen. Da die Mauerschichtungen in den Pfeilern senkrecht auf der Drucklinie und möglichst senkrecht auf die äussere schräge Pfeilerfläche aufgebaut werden mussten, so wurden unter den Pfeilern zackenförmige Untersätze in Cementbeton angelegt, die sich einerseits fest in die Unebenheiten der Felsoberfläche einsetzten, andererseits durch ihre Oberflächenform den Mauerschichten die richtige schräge Lage ermöglichten. Der Felsen des linken Bergabhangs ging allmählich aus blauem

festen Schiefer in etwas weniger festen gelben Tonschiefer über, so dass der linksseitige Anschluss an den Berg mit besonderer Vorsicht angelegt werden musste, um unliebsame Durchsickerungen möglichst zu verhüten. Es wurde deshalb unter der Mauermitte der Länge nach eine 0,5 m tiefe und breite



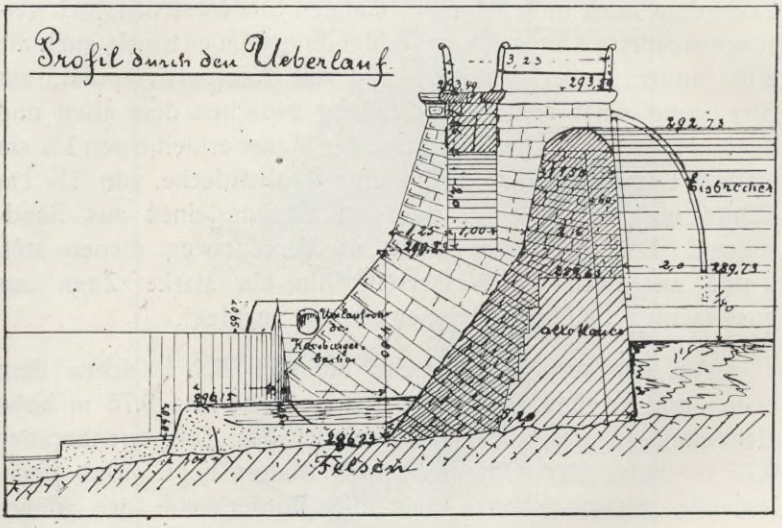
Furche durch den Felsen gehauen, die Boden- und Seitenflächen derselben mit Cement verputzt, dann die Furche mit Cementbeton ausgestampft, um einen besonders dichten Maueranschluss an den Felsen zu erreichen und Durchsickerungen unter der Mauer her zu verhüten. Die von aussen sichtbaren Mauerteile haben eine

Verblendung von ausserordentlich festen blauen Beyenburger hammerrecht bearbeiteten Grauwackensteinen erhalten, während das innere Mauerwerk in blauem Schiefer in der Nähe gebrochen, errichtet wurde. Die Betongewölbe wurden von aussen mit Cement glatt verputzt. Nach der Wasserseite hin wurde wie auch bei der alten Mauer eine 60 cm starke Verblendungsmauer in Bruchsteinen und Cementmörtel errichtet, die sowohl an der inneren wie auch an der Aussenfläche mit einem 3 cm starken Cementverputz versehen ist. Die Aussenfläche ist ausserdem noch mit einem zweimaligen Siederostenanstrich versehen worden. Unter dieser Verblendungsmauer wurde auch die alte Mauer sauber gereinigt und mit Cement verputzt, zur Erreichung einer dichten Verbindung zwischen dem alten und neuen Mauerwerk. Die Oberfläche der Mauer erhielt einen 1½ cm starken Cementverputz, darauf eine Asphaltdecke von 1½ cm Stärke und wurde eingefasst von Gesimssteinen aus Sandsteinen. Da die Mauer nicht als Verkehrsweg dienen soll, wurde nur nach der Wasserseite hin ein starker Zaun aus gusseisernen Säulen und Eisenstangen angelegt.

An der rechten Bergseite befindet sich zwischen dem ersten und zweiten Pfeiler der 9,5 m breite und 0,75 m hohe Ueberlauf, so dass der Wasserspiegel des Talsperrenbeckens 0,75 m unter der Oberkante der Mauer liegt. Das überlaufende Wasser stürzt über die Vorderfläche der Mauer hinunter in ein Absturzbecken von Cementbeton, fliesst alsdann durch eine 2 m breite Kaskade, mit Cementbetonboden in den Grundbach, der vor der Wegeanschüttung seinen Anfang nimmt. An der Kreuzungsstelle dieses Ueberlaufabflusses mit dem Abfluss aus dem Ablassrohre ist wieder ein Becken aus Cementbeton errichtet, um etwaige Auskolkungen des Bachbettes durch das Zusammentreffen und Umbiegen der Wasserströme, zu vermeiden. Der Ueberlauf aus dem Hauptbecken hat solche Dimensionen, dass er die grössten Wolkenbrüche unschädlich abführen kann. Derselbe hat eine Querschnittsfläche von 9,5 . 0,75 = 7,125 qm.

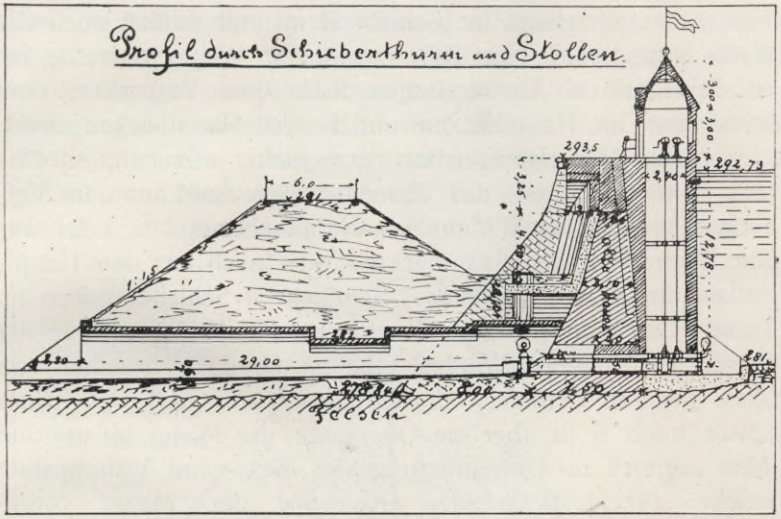
Die Geschwindigkeit des überlaufenden Wassers ist alsdann $0{,}5 \cdot 4{,}43 \sqrt{0{,}75} = 1{,}91$ m und die überfliessende Wassermenge $7{,}125 \cdot 1{,}91 = 13{,}6$ cbm pro Sekunde.

Bei dem Niederschlagsgebiet der Talsperre von 1,4 qkm hat die grösste bekannte Flut vom 24. November 1890 nur 1,4 cbm Wasser pro Sekunde geliefert. Der Ueberlauf ist also im Stande eine 9 mal grössere Wassermenge durchzulassen.



Am tiefsten Punkte der alten Mauer war von aussen her ein stollenartiger Kanal von 1,30 m Breite und 1,80 m Höhe eingebaut, der unter der Erdanschüttung her bis zum Grundbach verlängert war und zur Aufnahme der Ablass- und Wasserleitungsröhren diente. Nach der Wasserseite hin war der Kanal 3 m lang mit Ziegelsteinen und Cementmörtel fest vermauert worden, nachdem sehr starke schmiedeiserne geschweisste Rohre eingebaut waren. Diese Röhren hatten nur 150 mm lichte Weite und waren für den grösseren Wasserbedarf und zum Ablassen des Beckens ungenügend. In Folge

dessen wurde nach dem Ablassen des Wassers das Cementmauerwerk weggebrochen, eine sehr schwierige Arbeit, da jeder Ziegelstein und jede Cementfuge mit Hammer und Meissel zerschmettert werden musste. Ein Sprengen des Mauerwerks mit Pulver oder Dynamit war ausgeschlossen, da durch die Erschütterung die Dichtigkeit der Mauer leiden konnte.



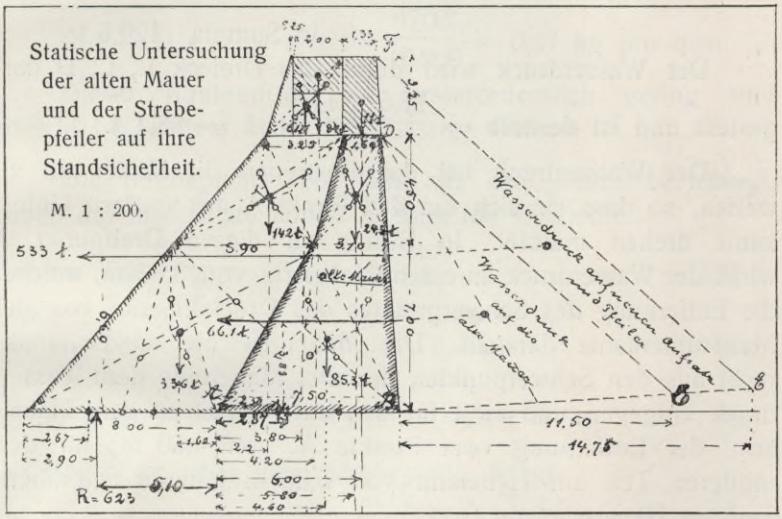
Für das grössere Becken und um dasselbe jeder Zeit, selbst bei Hochwasser ablassen zu können wurde ein gusseisernes Ablassrohr von 0,5 m lichte Weite eingebaut mit doppeltem Schieberverschluss. Der innere Schieber liegt in einem an der inneren Mauerseite erbauten von oben zugänglichen Schieberturm von 2,40 m lichte Weite, der äussere in dem unter der Erdanschüttung liegenden Stollen, von Aussen erreichbar. Dieses Ablassrohr liegt 12,78 m unter der Wasseroberfläche bei gefülltem Becken, dasselbe kann eine Wassermenge durchlassen von 1,80 cbm pro Sekunde. Da nun die grösste bekannte Zuflussmenge am 24. November 1890 nur 1,40 cbm pro Sekunde betrug so ist der Grundablass im

Stande selbst bei höchster Flut das Wasser abzuführen. In dieses Ablassrohr ist zwischen den beiden Schiebern noch eine Abzweigung angebracht von 0,40 m lichte Weite, an welcher das unter dem Talsperrenboden herkommende Ablassrohr des Vorbeckens angeschlossen ist. Wenn also der innere Ablassschieber geschlossen und der äussere, sowie derjenige am Vorbecken geöffnet ist, so kann man das Wasser des Vorbeckens ablassen unter der gefüllten Talsperre her. Ausser dem Ablassrohr liegt im Schieberturm und Stollen noch das Wasserleitungsrohr von 250 mm lichte Weite, dasselbe hat im Schieberturm Abzweigungen nach dem Vorbecken, dem Bodenfilter im Hauptbecken und in das Hauptbecken direkt. Jede dieser Abzweigungen ist mit Schieber versehen, so dass man in der Lage ist, das Wasserleitungswasser aus dem Vorbecken unter dem Boden des Hauptbeckens her, oder aus dem Bodenfilter des Hauptbeckens, oder auch aus dem Hauptbecken direkt zu entnehmen. Sämtliche 4 Schieber haben im Turme Gestänge bis zur Oberfläche der Mauer und in der oberen Turmkammer Winden erhalten, so dass dieselben von oben bedient werden können. Der Turm ragt mit seiner Spitze noch 6 m über die Oberkante der Mauer hinaus und dient zugleich zur Unterbringung der Mess- und Visirapparate welche zur fortwährenden Kontrolle der Mauer vorgeschrieben sind.

Zur Kontrolle der Bewegungen der Mauer bei dem wechselnden Wasserdruck und den Temperaturschwankungen sind an beiden Ufern festfundierte Fixpunkte und zwei in einer graden Visirlinie liegende Punkte auf der Mauer angebracht. Auf dem einen Fixpunkte wird ein Fernrohr mit Fadenkreuz, genau centrirt und auf dem andern ein ganz feiner senkrechter Spalt in einer Metallplatte angebracht. Auf den Zwischenpfeilern auf der Mauer befinden sich feine durch Mikrometerschrauben bewegliche Stäbchen, die ganz genau in der Visirlinie zwischen Fernrohr und Spalt der Fixpunkte liegen. Wenn sich also die Mauer nach aussen oder innen hin bewegt, so

gehen diese Stäbchen aus der Visirlinie hinaus und man kann an der Abweichung der Stäbchen ganz genau die Bewegungsgrösse der Mauer ablesen.

Die Bewegung der Mauer hat nach der Wasserfüllung etwa 3 mm betragen, die Temperaturschwankungen zwischen Frost und Tauwetter betragen etwa 4 mm. Bei der Bogenform der Mauer kann sich dieselbe ausdehnen oder zusammen ziehen durch die unwiederstehlichen Temperatureinflüsse, ohne Risse zu bekommen, in dem sich der Mauerbogen weiter ausbiegt oder enger zusammen schliesst. Eine grade Mauer würde dagegen ohne Fehl Risse bekommen, da die Temperaturbewegungen unwiederstehlich sind. Eine Probe bei starkem Frost hatte eine Bewegung nach aussen hin von 4 mm konstatiert. Nach eingetretenem Tauwetter ging die Mauer wieder 4 mm zurück und zwar dem Wasserdruck entgegen.



Der Zusammenhang der Kräfte im Inneren des Bauwerks ist auf Blatt 18 untersucht worden und zwar die Standfähigkeit der alten Mauer mit Wasserdruck bis zu ihrer obern Kante und diejenigen der Strebepfeiler mit dem Wasserdruck bis zur

Mauerkrone, abzüglich desjenigen Wasserdrucks den die alte Mauer übernimmt. Bei diesen Untersuchungen ist weder die Gewölbeform der Mauer berücksichtigt noch auch die, die Standfähigkeit wesentlich erhöhenden Gewichte der unteren Verspannungsgewölbe.

Die inbetracht kommenden Gewichte des Mauerwerks sind zu 2,3 t pro cbm und der Wasserdruck zu 1 t pro qm Fläche und 1 m Höhe angenommen worden.

Die alte Mauer, aus drei Teilen bestehend, hat folgende Gewichte auf 1 m Mauerlänge:

$$\text{Unterer Teil } \frac{7{,}5+3{,}1}{2} \cdot 7 \cdot 1 \cdot 2{,}3 = 85{,}3 \text{ t}$$

$$\text{mittlerer Teil } \frac{3{,}1+1{,}6}{2} \cdot 4{,}5 \cdot 1 \cdot 2{,}3 = 24{,}3 \text{ t}$$

$$\text{oberer Teil } \frac{1{,}6+1{,}33}{2} \cdot 3{,}25 \cdot 1 \cdot 2{,}3 = \underline{11 \text{ t}}$$

$$\text{in Summa } 120{,}6 \text{ t}$$

Der Wasserdruck wird durch das Dreieck B, C, D dargestellt und ist deshalb $= \frac{11{,}5 \cdot 11{,}5}{2} \cdot 1 =$ **66,1 t.**

Der Wasserdruck hat das Bestreben die Mauer um zu werfen, so dass sie sich um den Punkt A der vordern Unterkante drehen müsste. In Bezug auf diesen Drehpunkt A wirkt der Wasserdruck an einem Hebelarm von 3,83 m, welcher die Entfernung des Schwerpunktes des Druckdreiecks von der Mauerunterkante darstellt. Die Mauergewichte wirken senkrecht aus den Schwerpunkten der drei Mauerteile dem Wasserdruck entgegen und zwar für den untern Teil an dem Hebelarm, der Entfernung vom Punkte A, von 4,60 m; für den mittleren Teil am Hebelarm von 5,80 m und für den obern Teil am Hebelarm von 6 m.

Der Angriffspunkt der aus diesen verschiedenen Kräften entstehenden Drucklinie in Bezug auf den Drehpunkt A berechnet sich aus nachfolgender Gleichung:

$$-120{,}6 \cdot X - 66{,}1 \cdot 3{,}83 + 85{,}3 \cdot 4{,}6 + 24{,}3 \cdot 5{,}8 + 11{,}60 = 0$$

woraus X = 2,87 m Entfernung vom Drehpunkt A. Der dritte Teil der untern Mauerdicke von 7,50 m beträgt 2,50 m. Die Drucklinie liegt also im innern Drittel des Mauerkörpers, weshalb keine unzulässigen Zugspannungen entstehen können und immer nur Druckspannungen vorherrschen. Der Kantendruck auf die Vorder- und Hinterkante der Mauer berechnet sich mit Berücksichtigung des oben berechneten Hebelarms nach der Formel:

$$\frac{120{,}6}{7{,}5} \pm \frac{120{,}6 \,.\, 0{,}88}{\frac{1 \,.\, 7{,}5^2}{6}} = 16{,}1 \pm 11{,}4 \text{ t qm}$$

der vordere Kantendruck ist alsdann

$$16{,}1 + 11{,}4 = 27{,}5 \text{ t qm} = \frac{27500}{10000} = \mathbf{2{,}75} \text{ kg pro qcm}$$

der hintere Kantendruck

$$16{,}1 - 11{,}4 = 4{,}7 \text{ t qm} = \frac{4700}{10000} = 0{,}47 \text{ kg pro qcm.}$$

Dieser Kantendruck ist ausserordentlich gering und erreicht bei weitem nicht die zulässige Grösse.

Die Strebepfeiler, ebenfalls aus drei Teilen bestehend, haben auf ihre Breite von 3 m folgende Gewichte.

Unterer Teil $\frac{8 + 5{,}9}{2} \,.\, 7 \,.\, 3 \,.\, 2{,}3 \text{ t} = \cdots\cdots\cdots$ 336 t

mittlerer Teil $\frac{5{,}9 + 3{,}23}{2} \,.\, 4{,}5 \,.\, 3 \,.\, 2{,}3 \text{ t} = \cdots\cdots$ 142 t

oberer Teil $\frac{3{,}23 + 2{,}25}{2} \,.\, 3{,}25 \,.\, 3 \,.\, 2{,}3 \text{ t} = \cdots\cdots$ 61 t

der Bogen zwischen zwei Strebepfeiler wiegt

$9{,}5 \,.\, (3{,}25 - 2 \,.\, {}^2/_3) \; 2 \,.\, 2{,}3 =$ 84 t

in Summa 623 t

Der Wasserdruck bis zur neuen Mauerkrone, in dem Profil mit C, D, F, E bezeichnet, bildet ein Trapez, welches gebildet wird aus dem ganzen Wasserdruckdreieck B, E, F

abzüglich dem Wasserdruckdreieck für die alte Mauer B, C, D. Der Wasserdruck für ein ganzes Pfeilerfeld von 12,5 m Länge ist

$$\frac{14{,}75 \,.\, 14.75}{2} \,.\, 12{,}5 \,.\, 1 = \text{rot } 1360 \text{ t}$$

der Wasserdruck auf die alte Mauer
bis alte Kronenhöhe und 12,5 m Länge

$$= \frac{11{,}5 \,.\, 11{,}5}{2} \,.\, 12{,}5 \,.\, 1 = \text{rot } 827 \text{ t}$$

Der Wasserdruck auf einem Strebepfeiler beträgt also

$$1360 - 827 = 533 \text{ t.}$$

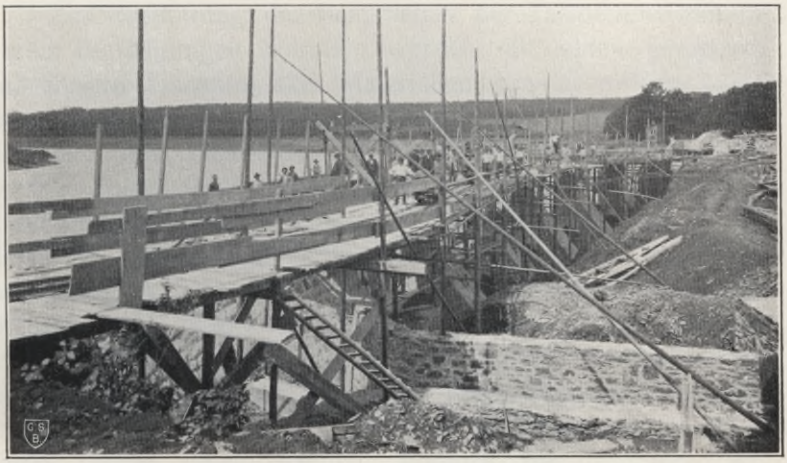
In Bezug auf Drehpunkt A entsteht wieder die Gleichung $623\,x - 533 \,.\, 6{,}6 - 336 \,.\, 1{,}6 + 142 \,.\, 2{,}2 + 61 \,.\, 3{,}8 + 84 \,.\, 4{,}2 = 0$ daraus entsteht $x = 5{,}10$ m. Das heisst also die Drucklinie durch den Strebepfeiler trifft in 5,10 m Entfernung vom Drehpunkt A die Grundlinie oder befindet sich 2,90 m von der Vorderkante des Pfeilers. Der dritte Teil der untern Pfeilerbreite beträgt 2,67 m. Die Drucklinie befindet sich also wieder im innern Pfeilerdrittel, so dass also auch hier keine Zugspannungen entstehen können.

Die Kantendrucke brechnen sich auch hier wie folgt:

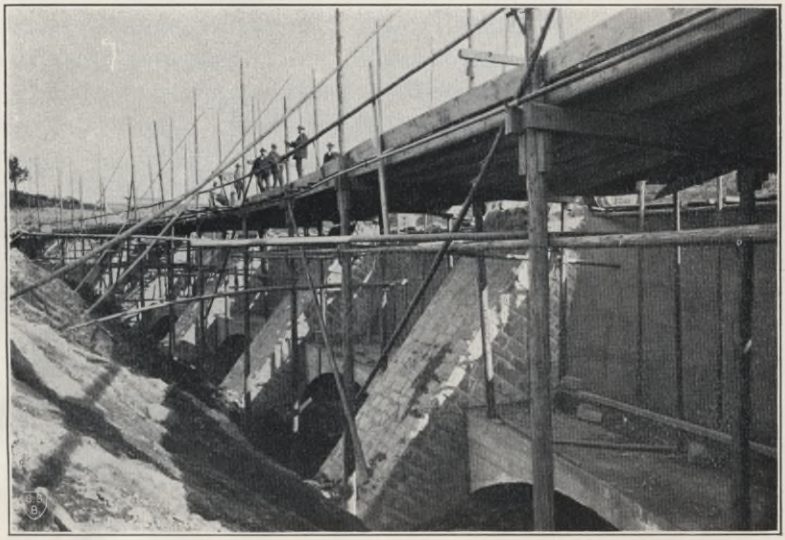
$$\frac{623}{3 \,.\, 8} \pm \frac{623 \,.\, 1{,}1}{\frac{3 \,.\, 8^2}{6}} = 26 \pm 21{,}4 \text{ t pro qm.}$$

$26 + 21{,}4 = 47{,}4$ t $= \frac{47\,400}{10\,000} = 4{,}7$ kg pro qcm an der Vorderkante und $26 - 21{,}4 = 4{,}6$ t pro qm oder $\frac{4600}{10000} = 0{,}46$ kg pro qcm an der Hinterkante.

Aus obigen Berechnungen geht hervor, dass selbst ohne Gewölbewirkung und ohne Wirkung der untern Betongewölbe, eine vollständige Standsicherheit der ganzen Konstruktion nach allen Richtungen hin gewährleistet ist, dabei ist der Wasserdruck bis zur Oberkante der Mauer angenommen worden, welches ja niemals vorkommen kann.



Siehe Seite 53.



Siehe Seite 53.

Zur Ausführung der Bauarbeiten der Talsperrenerhöhung waren Einrichtungen getroffen worden, die einen bequemen und sichern Transport aller Materialien, sowohl von der Landstrasse aus durch eine Transportbahn von 2 km Länge, wie auch von dem Steinbruch und den Materiallagerplätzen aus, durch Gleisanlagen ermöglichten. Nachdem die Erdausschachtung für den Pfeilerbau vor der alten Mauer im Winter 1904/1905 soweit gediehen war, dass überall der feste Felsuntergrund erreicht war, wurde gleich ein mächtiges Gerüst, für die ganze Mauer ausreichend, auf die ganze Höhe aus sehr soliden, später bei Bauten verwendbaren Balken, erbaut. In Folge dessen konnte der ganze Materialtransport und die Transportbahn aus dem Steinbruch in Doppelgleisen über dieses Gerüst gelegt werden, wodurch ein bequemer Hin- und Hertransport ohne besondere Anstrengung auf der ganzen Baustelle ermöglicht wurde. Von diesem Gerüst aus wurde zwischen je zwei Pfeilern ein Bremskabel aufgestellt, der die Steine aus der Höhe des Gerüstes auf die Verwendungsstellen in der Tiefe herabbeförderte und zwar ohne jede Anstrengung indem der heruntergehende volle Kasten den leeren Kasten selbsttätig heraufzog. Der Mörtel wurde durch eine Mörtel- und Betonmaschine in sehr vollkommener Weise zubereitet und zwar derart, dass die Maschine jedesmal eine Portion Mörtel von 400 Liter, die die vorgeschriebene Zusammensetzung hatte, zubereitete und nach sehr guter Mischung in einen Wagen fallen liess, dessen Spurweite mit derjenigen der Gerüstgleisen übereinstimmte. Die Mörtelmischung für den ganzen Bau, sowohl für das Mauerwerk wie für den Verputz oder Beton bestand aus 1 Teil Weisskalk, 1 Teil Cement, $1\frac{1}{2}$ Teil Trass und $4\frac{3}{4}$ Teile Rheinsand. Der Mörtelwagen wurde auf das Gerüst gefahren und der Inhalt in Trichter geschüttet, die unten auf die Verwendungsstellen mündeten.

(Abbildungen Seite 51.)

Durch diese Beförderungsart, alles über Gleise auf der vollen Höhe der Mauer, konnten viele Transportkosten erspart

und eine sehr rationelle Bauausführung nach allen Richtungen hin erreicht werden. Zum Abspritzen der Bruchsteine und Schottersteine im Steinbruch, zum Reinigen und Nasshalten der Mauerteile, Ausspritzen der Felsen des Untergrundes, zur Kesselspeisung und zum Kalklöschen war Druckwasser nötig. In Folge dessen wurden Wasserleitungsrohre von 1200 m Länge über die ganze Baustelle bis über den Steinbruch hinaus zu einem Hochbehälter gelegt, der 20 m über der Baustelle lag und eine besondere Dampfpumpe angelegt, die fortwährend das nötige Spritzwasser bis zum Hochbehälter beförderte. Eine 15 PS Lokomobile war die ganze Zeit in Betrieb zum Anfertigen des Mörtels, zum Wasserpumpen, beim Betonmachen und zum Heraufziehen der Steinwagen zum Plateau der Mörtelmaschine.

Die Bauarbeiten waren am 1. November 1905 vollendet und konnte die Füllung des Hauptbeckens beginnen. Die reichlichen Niederschläge der Monate November, Dezember und Anfangs Januar 1906 verursachten die Füllung des Beckens bis zum 10. Januar 1906. Der Wasserzulauf zu der Talsperre hatte demnach in den 10 Wochen der Füllung betragen für die

Aufspeicherung	272000 cbm
Für den Wasserverbrauch der Wasserleitung 10 Wochen à 6000 cbm	60000 cbm
Für abgelassene Wassermengen in den ersten Füllungstagen rot	8000 cbm
in Summa	340000 cbm.

Die gesamte Wasserförderung des Wasserwerks hat im Jahre 1905 rot 300 000 cbm betragen, dieselbe wird wahrscheinlich bei der natürlichen Entwickelung der Städte um jährlich 10000 cbm zunehmen, so dass in 20 Jahren der Wasserbedarf 500000 cbm beträgt. Bei dem mittleren Wasserzulauf zur Talsperre von 1175000 cbm jährlich und dem Aufspeicherungsquantum von 300000 cbm würde zu untersuchen sein, ob in einem trockenen Jahre wie 1904 die aufgespeicherte Wassermenge noch genügen wird die Trockenperiode von 24

Wochen so zu überstehen, dass der Wasservorrat nicht unter 80000 cbm heruntersinkt, da bei 80000 cbm die Wasserhöhe in der Talsperre noch 8 m beträgt, eine Höhe, die für einwandfreies Wasser nötig ist. Es dürften demnach in der Trockenperiode nur 220000 cbm des Vorrats verbraucht werden.

In Tafel VI sind die Wasserverhältnisse des Jahres 1904 graphisch dargestellt und beträgt nach derselben der Zulauf zur Talsperre in Woche 1 5000 cbm

„	2	3000	„
„	3	2100	„
„	4	3000	„
„	5	3600	„
„	6	2500	„
„	7	1700	„
„	8	1000	„
„	9	800	„
„	10	1300	„
„	11	1000	„
„	12	700	„
„	13	700	„
„	14	800	„
„	15	700	„
„	16	1800	„
„	17	1100	„
„	18	800	„
„	19	800	„
„	20	900	„
„	21	1200	„
„	22	1300	„
„	23	1200	„
„	24	1100	„
Summa		38100	cbm.

Der Wasserverbrauch von 500000 cbm pro Jahr ergiebt

für 24 Wochen $\frac{500000}{52} \cdot 24 =$ . . . . . 230000 cbm

Die Verdunstung beträgt 24 . 1000 = ... 27000 cbm

in Summa 257000 cbm.

Der Inhalt der beiden Talsperrenbecken ist . . . 300000 cbm

Der Zulauf in den 24 Wochen . . . . . 38000 cbm

in Summa 338000 cbm.

Am Ende der Trockenperiode wird demnach der Talsperreninhalt noch 338000 — 257000 = 81000 cbm betragen. Dieser Inhalt entspricht einer Höhe des Wasserstandes . . 288,73

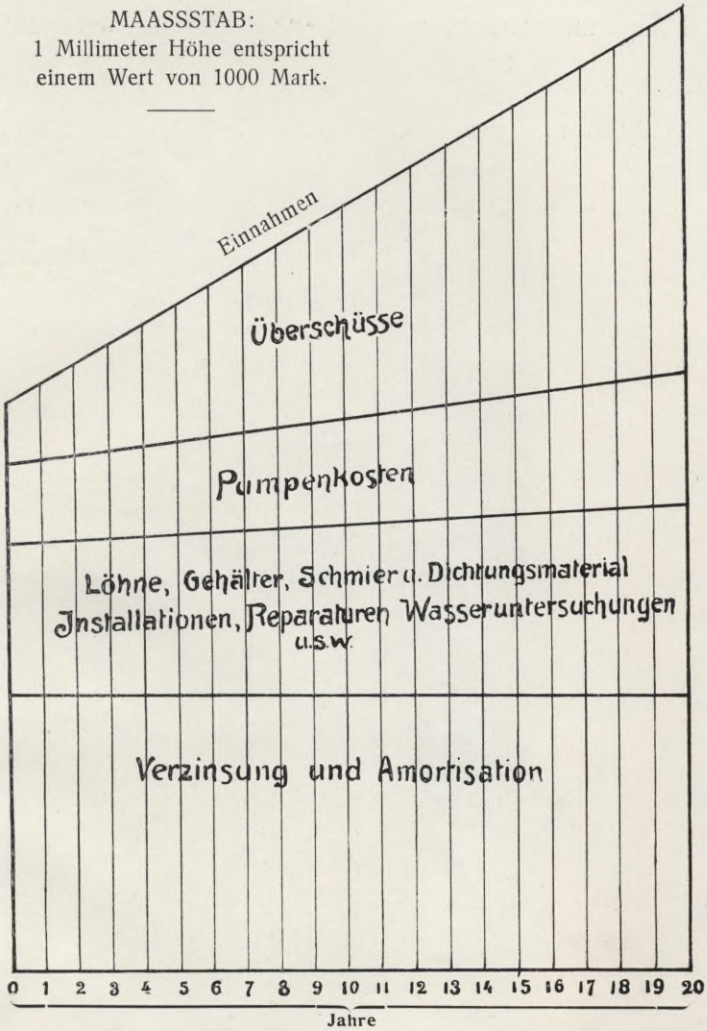
das Abflussrohr liegt auf der Höhe über N.N. von . 280,73

Es bleibt demnach eine Wasserhöhe von . . . . . 8 m

die noch einwandfreies Wasser zu liefern vermag.

Bei der angenommenen Entwickelung des Wasserwerks würde es demnach in 20 Jahren Zeit sein eine Vergrösserung der Anlage in Erwägung zu ziehen. Vielleicht würde man in dem benachbarten Feldbachtal eine neue Talsperre erbauen, die so liegen könnte, dass durch einen Stollen von 900 m Länge das Wasser mit Gefälle der Pumpanlage zufliesst.

Die finanzielle Entwickelung des Wasserwerks in den folgenden zwanzig Jahren wird am Besten in graphischer Weise dargestellt, so dass jeder der die Darstellung zu lesen versteht, sich selbst die Zahlen einsetzen kann. Es ist dabei angenommen, dass die Verzinsung und Amortisation sich in der Zeit nicht wesentlich verändert, ein sehr grosser Teil der heute noch vorhandenen Schuld ist dann amortisiert, dagegen muss für eine zukünftige Vergrösserung der Anlagen neue Kapitalien aufgenommen werden. Die Betriebskosten ohne Pumpwerk werden sich ebenfalls nicht wesentlich ändern, da Löhne und Gehälter etwas steigen werden, dagegen die übrigen Unkosten fast unverändert bleiben. Die Kosten für das Pumpen des Wassers werden mit der stetigen Entwickelung steigen, ebenso werden die Einnahmen steigen.



Damit die Ueberschüsse den zukünftigen Bürgern der Stadt nicht über den Kopf steigen, wird es sich empfehlen von Zeit zu Zeit den Wasserpreis etwas herabzusetzen.