Die

WASSERVERSORGUNG

der

kgl. Haupt- und Residenzstadt

MÜNCHEN.

Project

im Auftrage der beiden Gemeindecollegien verfasst

von

P. Schmick,
technischem Director der deutschen Wasserwerks-Gesellschaft in Frankfurt a. M.

Mit 8 Blatt Plänen.

Anhang II zum II. Bericht der vom Stadtmagistrate niedergesetzten Commission für Wasser-Versorgung, Canalisation und Abfuhr.

München.
1877.
Druck von E. Mühlthaler.

Die

WASSERVERSORGUNG

der

kgl. Haupt- und Residenzstadt

MÜNCHEN.

Project

im Auftrage der beiden Gemeindecollegien verfasst

von

P. Schmick,
technischem Director der deutschen Wasserwerks-Gesellschaft in Frankfurt a. M.

Mit 8 Blatt Plänen.

Anhang II zum II. Bericht der vom Stadtmagistrate niedergesetzten Commission für Wasser-Versorgung, Canalisation und Abfuhr.

München.
1877.
Druck von E. Mühlthaler.

Inhalts-Verzeichniss.

Erläuterungsbericht.

Kostenanschlag.

Verzeichniss der Pläne.

I. Einleitung und allgemeine Gesichtspunkte.

Die Anschauungen, welche bei den Behörden der Stadt München für die Vorarbeiten zur städtischen Wasserversorgung maassgebend sind, haben aus den Vorlagen des Herrn Baurath Salbach Veranlassung genommen, zwei weitere von einander durchaus unabhängige Gutachten und Projecte einzuziehen und verdanken wir resp. der technische Director unserer Gesellschaft Herr P. Schmick diesem Vorgehen den ehrenvollen Auftrag, dessen wir uns hiermit zu entledigen haben.

Nachdem das bereits vorliegende Salbach'sche Gutachten, wie es in der Natur der Verhältnisse lag, einen mehr allgemeinen Charakter trägt und nachdem auch Herr Thiem in seiner an den Magistrat gerichteten, den Acten einverleibten Zuschrift eine systematische Arbeit verheisst, mussten wir es für unsere Aufgabe halten, uns mehr auf einen praktischen Standpunkt zu stellen, theils um nicht bereits mehrfach Erörtertes nochmals zu wiederholen, theils um unserer Arbeit nicht einen Umfang zu geben, welcher die Uebersichtlichkeit und practische Verwendbarkeit erschweren könnte.

Wir unterlassen es daher, in diesem Erläuterungsbericht den Gang und Verlauf unserer Untersuchungen im Einzelnen darzulegen, da die Behörden wohl kein Interesse daran haben, diesen nicht ganz mühelosen Weg nochmals mit uns zu durchschreiten; wir unterlassen es ferner, Anlagen weitläufig zu erwähnen, die uns aus prinzipiellen oder practischen Gründen verwerflich erschienen; wir vermeiden auch die Vergleichung verschiedener möglicher Projecte nach technischen oder finanziellen Gesichtspunkten, soweit es nicht der Zweck dieses Berichtes erfordert, theils weil dieses zur Polemik führen würde, theils auch weil den Behörden ja ohnedies durch die Mehrheit der eingeforderten Gutachten genügende Gelegenheit zur Vergleichung geboten ist; vielmehr glauben wir das Hauptgewicht dieses unseres Berichtes dahin legen zu müssen, dass das Ergebniss unserer Untersuchungen nach allen Richtungen hin, technisch wirthschaftlich und finanziell, dargelegt und erschöpfend begründet werde.

Da die verschiedenen Möglichkeiten einer Wasserversorgung für München allgemein bekannt sind, so darf ein vollständig neuer Vorschlag von uns nicht erwartet werden; vielmehr konnte es unsere Aufgabe nur sein, nach Ausscheiden der aus allgemeinen Gründen unzulässigen Anlagen unter den verbleibenden die richtige und beste zu ermitteln, sie technisch zu gestalten und nach jeder Richtung hin zu begründen.

Den Leitfaden, welcher uns für unsere Arbeiten gegeben war, bildet das amtlich aufgestellte Programm, welchem wir indessen mit Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse der Stadt München einige Ergänzungen hinzufügen zu müssen glauben. Während nämlich das Programm bestimmte Anforderungen bezüglich der Beschaffenheit des Wassers und der täglich beizuleitenden Wassermenge stellt, ist in Betreff des dritten wesentlichen Factors, nämlich der erforderlichen Druckhöhe, über deren Bedeutung der ärztliche Verein sich bereits öffentlich ausgesprochen hat, keine Bedingung gestellt, jedenfalls in der Absicht, es dem Projectanten zu überlassen, das in dieser Hinsicht Geeignete und Nothwendige selbst in Vorschlag zu bringen.

Druckhöhe.

Die Druckhöhe, mit welcher das Wasser in den einzelnen Stadttheilen und in den Häusern zur Vertheilung gelangen soll, hängt von den Zwecken ab, welche man mit der Herstellung eines Wasserwerkes zu erreichen beabsichtigt. Soll eine Wasserleitung, wie dies namentlich in früherer Zeit häufig

der Fall war, nur dazu dienen, jedem Haus oder Hof den nöthigen Wasserbedarf durch einen laufenden Brunnen zuzuführen und etwa noch das zum Besprengen der Strassen erforderliche Wasser zu liefern, oder auch bei Feuersgefahr die Spritzen zu speisen, so wird ein mässiger Druck, der sich einige Meter über das Niveau der Strassen erhebt, hiefür genügen. Einen grösseren Druck wird man nöthig haben, wenn man auch die Versorgung der oberen Stockwerke in den Häusern beabsichtigt und wo möglich eine directe Verwendung des Wassers aus der Leitung zur Bewältigung eintretender Feuersgefahr verlangt; in diesem Falle wird das Wasser soviel Druck besitzen müssen, um in freiem Strahl über die Dachfirsten der Häuser hinweg zu gehen. Allein es können auch noch andere Zwecke mit einer Wasserleitung verfolgt werden und gerade die individuellen Verhältnisse München's fordern dazu auf, diese Möglichkeit in Betracht zu ziehen.

Der in der Leitung vorhandene Druck kann nämlich auch als bewegende Kraft Verwendung finden, und weil dies an jeder Stelle, wo das Wasser überhaupt zum Auslauf kommt, und überdies mit sehr einfachen maschinellen Einrichtungen geschehen kann, so ist diese Verwendung namentlich für die Klein- und Hausindustrie von der allergrössten Bedeutung. Die hierdurch bedingte selbstständige Verwendbarkeit des Druckes muss aber dazu auffordern, die Druckhöhe des Wassers, soweit es ohne Unzuträglichkeiten für die übrigen Zwecke der Leitung geschehen kann, möglichst zu steigern. Denn der Werth des Wassers zu diesem Zwecke steht im Verhältniss zu dem vorhandenen Druck und für gleiche Kraftleistung bei geringerem Drucke würde ein grösseres Wasserquantum verwendet werden müssen.

Wassermenge.

Mit dieser Frage im Zusammenhang steht aber auch die Anforderung, welche bezüglich der zu liefernden Wassermenge gestellt werden muss; denn man wird im angeregten Falle ausser den für die gewöhnlichen Bedürfnisse im Programm vorgesehenen 150 Liter pro Kopf der Bevölkerung noch ein zum Betrieb der Motoren bestimmtes Wasserquantum beschaffen müssen. Um über die Grösse desselben ein ungefähres Bild zu erhalten, möge ein Vergleich mit einer anderen Stadt angestellt werden, in welcher derartige Motoren zum Betrieb der Kleingewerbe bereits in grosser Anzahl in Thätigkeit sind; es ist dies die Stadt Zürich. Hier waren im Jahre 1875 116 Wassermotoren an die städtische Leitung angeschlossen; dieselben besitzen insgesammt eine Leistungsfähigkeit von 120 Pferdestärken, somit durchschnittlich 1,06 Pferdestärken für jede einzelne Maschine. Die Motoren dienen den verschiedensten gewerblichen Zwecken, wie dies Alles aus dem gedruckten Geschäftsberichte des Züricher Stadtrathes pro 1875 hervorgeht. Diese 116 Motoren verbrauchten im Jahre 1875 585000 cbm., also durchschnittlich pro Tag

$$\backsim 1600 \text{ cbm.}$$

Es bedurfte also ein Motor durchschnittlich $\frac{1600}{116} = 13{,}8$ cbm. Wasser im Tag. Die Zahl der Motoren hatte in Zürich im Jahre 1874 nur 69 betragen, wächst demnach ganz bedeutend an.

Rechnet man für München, woselbst nach unserem Projecte der Druck denjenigen von Zürich noch übertreffen wird, 1000 solcher Motoren, so werden dieselben bei gleicher Leistung etwa 13800 cbm. Wasser im Tag beanspruchen. Wir rechnen rund 15000 cbm. für diesen Zweck und haben demgemäss die im Programme geforderte Wassermenge von 45000 cbm. im Tag auf 60000 cbm. erhöht. Jenes Mehr von 15000 cbm. im Tag würde bei 10stündiger ununterbrochener Arbeit und einem mittleren Druck von 60 Metern allerdings nur 330 theoretische Pferdestärken repräsentiren; demungeachtet würde diese Wassermenge zum Betrieb von 1000 und mehr durchschnittlich einpferdiger Maschinen ausreichen, weil dieselben, wie die Erfahrung lehrt, weder alle gleichzeitig noch continuirlich und vielfach nur intermittirend im Betriebe stehen. Es wird im weiteren Verlauf des Berichtes gezeigt werden, dass die durch eine solche Steigerung der Wassermenge entstehenden Mehrkosten bei dem vorliegenden Projecte verhältnissmässig gering sind und dass die Stadt dadurch in die Lage kommt, zu obigen Zwecken eine Gesammtleistung von über 1000 Pferdestärken um einen so mässigen Preis abgeben zu können, dass derselbe den Erfolg von vorneherein sicher zu stellen geeignet sein dürfte.

Stellung des Hochbehälters.

Endlich kommt für die Aufstellung des Projects noch ein Punkt so wesentlich in Betracht, dass demselben die Bedeutung eines Programmpunktes vindicirt werden muss; es ist dies die Stellung des Hochbehälters in der Anlage, insbesondere seine relative Nähe zur Stadt.

Der Hochbehälter hat die vorwiegende Aufgabe, die Schwankungen und Unterschiede auszugleichen, welche bei gleichmässigem Zulaufe durch den ungleichmässigen vom Verbrauche abhängigen Ablauf bedingt sind. Diese Schwankungen bestehen bei jeder Art von Wasserzuführung, gleichviel ob dieselbe durch natürlichen Zufluss oder durch maschinelle Förderung bewirkt wird; denn auch bei dieser letzteren ist ein rationeller Maschinenbetrieb nur denkbar bei fortwährend Tag und Nacht gleichmässig arbeitenden Pumpen.

Der Hochbehälter, welchem das Wasser innerhalb der 24 Tagesstunden gleichmässig zufliesst, muss die nämliche Quantität in einer viel kürzeren Zeit, den momentanen Ansprüchen des Verbrauches entsprechend, an die Stadt abgeben.

Demgemäss muss die Leistungsfähigkeit des die Stadt mit dem Hochbehälter verbindenden Stranges weit höher und wird also auch der Strang pro Längeneinheit weit kostspieliger sein, als dies bei der Zuleitung der Fall ist, und schon aus diesem Grunde muss als Grundsatz aufgestellt werden, den Hochbehälter so nahe wie möglich an die Stadt heranzurücken. Wesentlich aber aber kommt weiter in Betracht, dass bei einer grösseren Entfernung des Hochbehälters auch ein grösserer Verlust an Druckhöhe in der Rohrleitung stattfindet und dass deshalb ein Hochbehälter um so höher gelegt werden muss, als er entfernter von der Stadt sich befinden wird. Fügen wir noch hinzu, dass auch für Bequemlichkeit und Wohlfeilheit des Betriebes eine möglichst geringe Entfernung erwünscht ist, so wird der oben ausgesprochene Grundsatz gewiss nach jeder Richtung hin gerechtfertigt erscheinen.

Nach diesen Darlegungen können nunmehr die Anforderungen an die zu projectirende Wasserleitung dahin angegeben werden:

1. Die Beschaffenheit des Wassers muss eine solche sein, wie sie in dem Programm der Wasserversorgungscommission festgestellt ist
2. Die täglich zu liefernde Wassermenge sei 45000 + 15000 = 60000 cbm.
3. Es werde eine so grosse Druckhöhe angestrebt als es ohne Unzuträglichkeit geschehen kann.
4. Der Hochbehälter werde in möglichste Nähe der Stadt gelegt.

II. Wahl der Bezugsquelle für das Wasser.

Wenn andere Städte durch die Natur der örtlichen Verhältnisse gezwungen sind, eine ganz bestimmte Wasserbezugsquelle zu benutzen, so ist München in der glücklichen Lage, nach bestem Vorbedachte seine Wahl zu treffen, indem eine reiche Fülle von Flusswasser, Grund-, See- und Quellwasser in der Umgebung vorhanden ist. Es gilt demnach, sich zunächst grundsätzlich über die Art des Wasserbezuges zu entscheiden und wir wollen daher in aller Kürze die Gründe darlegen, warum uns für München die Wahl von Fluss- und Grundwasser verwerflich und nur diejenige von Quellwasser und unter Umständen von Seewasser räthlich erscheint.

Flusswasser.

Flusswasserleitungen haben bei oberflächlicher Betrachtung das Bestechende, dass sie über die Fülle des zu liefernden Wassers keinen Zweifel lassen. Anders aber ist es mit der Beschaffenheit desselben. So rein und klar der benutzte Fluss für gewöhnlich auch sein möge, dass Wasser muss doch wenigstens zeitweise geklärt und filtrirt werden; diese Operation ist aber nicht nur ungemein zeitraubend und kostspielig, sondern sie wird mit der Steigerung des Wasserverbrauches immer schwieriger, wenn sie überhaupt im Stande ist, ein Wasser zu liefern, wie es das Programm mit Recht als Bedingung aufstellt. Dies ist namentlich in Bezug auf die Temperatur geradezu unmöglich, weil das Wasser, abgesehen von der wechselnden Wärme des Flusses selbst, in den Klär- und Filterbehältern

die Temperatur der äusseren Luft annimmt und also im Sommer durch seine Wärme, im Winter durch seine Kälte wenigstens als Trinkwasser sich jedenfalls nur in sehr geringem Maasse eignet.

Wir halten diese wenigen Bemerkungen für genügend, da man ja wohl allerseits darüber einig ist von Flusswasser gänzlich abzusehen, wie dasselbe denn auch durch die Wortfassung des amtlichen Programms ausgeschlossen erscheint.

Grundwasser.

Das Grundwasser, welches im weiteren Sinne als Quellwasser zu bezeichnen ist, kann theoretisch nicht abgewiesen werden. Es gibt Grundwasserleitungen, welche allen Anforderungen in Bezug auf Menge und Beschaffenheit genügen. Allein solche Fälle werden immer nur unter besonderer Gunst der örtlichen Verhältnisse auftreten können.

Was insbesondere die Nachhaltigkeit des Zuflusses von Grundwasser anlangt, so wird eine ganz sichere Gewähr in der Regel doch nur durch einen langjährigen Erfolg zu finden sein. Beweise auf theoretischem Wege oder durch das Experiment werden bei dieser Frage nicht leicht zu einem unanfechtbaren Ergebnisse führen können. Was die Theorie anlangt, so ist dieselbe genöthigt, mit einer ganzen Reihe von Thatsachen zu rechnen, von welchen wir zur Zeit noch ungemein wenig wissen. Hierher gehört vor Allem die Frage, wie gross die Menge der Niederschläge sei, welche die Atmosphäre an ein bestimmtes Gebiet abgebe, wieviel davon verdunste, wieviel oberirdisch abfliesse, und wieviel vom Boden aufgesaugt werde. Während z. B. eine sehr verbreitete Ansicht annimmt, dass je $^1/_3$ der Niederschläge verdunste, abfliesse und in den Boden eindringe, belehren uns die Beobachtungen von Luke Howard, dass auf 23,15″ Regenfall die Verdunstung 21,23″ und allein in den Monaten August bis October 10,41″ betrug. Nach siebenjährigen Beobachtungen von Vallé in Dijon war die Verdunstung sogar 26,1″ auf 26,9″ Regenfall (vergl. Humber treatise on the Water-supply of cities and towns London 1876). Weiss überdies doch auch jeder Laie, dass die Verdunstung ein Prozess ist, der sich unter den verschiedenartigsten Umständen vollzieht, dass sie sowohl von der Bodenbeschaffenheit als der Bepflanzung abhängt, dass sie auf freiem Felde lebhafter ist als im Walde, dass im Laubwalde weit weniger verdunstet, als im Nadelwald u. s. w.

Ebenso unsicher ist unsere Kenntniss über das Verhalten des Grundwassers im Boden selbst, da dasselbe von einer Reihe verwickelter Umstände abhängt, die im einzelnen Falle überhaupt nicht, oder doch nicht mit genügender Sicherheit festgestellt werden können. Dahin gehören Beschaffenheit, Zusammensetzung und Dichtigkeit der Schichten, welche das Wasser durchzieht, die Geschwindigkeit, mit welcher dies erfolgt, und welche abhängig ist von der Gestalt der Oberfläche der undurchlässigen Schichte, auf welcher das Wasser ruht; die Ermittelung des verfügbaren Zulaufes im Gegensatze zu dem Vorrath, welcher sich im Laufe der Zeit nach Maassgabe der Bodengestaltung angesammelt hat, und vieles Andere. Ueber alle diese Dinge lassen sich wohl interessante Betrachtungen anstellen; allein sie werden immer einen mehr oder weniger akademischen Charakter haben und keineswegs geeignet sein, darauf Unternehmungen zu begründen, welche Millionen kosten und Jahrhunderte lang zu dauern bestimmt sind.

Nicht viel beruhigender ist der Weg des Experimentes. Allerdings, wo es sich um kleinere Wassermengen handelt, mag das Experiment zu einem befriedigenden Ergebniss führen, wenn es unter günstigen Umständen angestellt werden kann. Allein wenn solche Quantitäten nachgewiesen werden sollen, wie dies für München der Fall ist, würde schon der Umfang der Versuchsanlagen und die Dauer der Beobachtungen solche Dimensionen annehmen müssen, dass sie das Maass practischer Zulässigkeit überschreiten. In keinem Falle würde ein sicheres Ergebniss darüber zu gewinnen sein, ob das der Versuchsstelle zufliessende Wasser wirklich als die dauernde Leistung des Grundwassers betrachtet werden darf, ob nicht vielmehr ein wenn auch nur theilweises Schöpfen aus dem Vorrath stattfindet, welcher sich im Boden angesammelt hat, und welcher, wie die Erfahrung lehrt, so gross sein kann, dass erst nach jahrelang fortgesetzter Ableitung eine Erschöpfung zu bemerken ist.

Um jede Polemik zu vermeiden, unterlassen wir es, die Art und Weise des Experimentirens in diesem Punkte einer Kritik zu unterwerfen, auch würde die Entwickelung unserer eigenen Ansichten über den richtigen Weg solcher Versuche die Grenzen dieses Berichtes überschreiten.

Die Erfahrung zeigt, dass trotz aller vorausgegangenen Versuche Grundwasserleitungen, selbst wenn sie anfangs allen Anforderungen genügen, doch bald an Ergiebigkeit nachlassen und mit der Zeit oft ganz versagen. München selbst besitzt, wie bekannt, ein solches Beispiel in der sonst so vortrefflichen Pettenkofer'schen Leitung, deren jetzige Leistung gegen die ursprüngliche bedeutend zurückgegangen ist. Die alten Grundwasserleitungen in Frankfurt a. M., Nürnberg und anderen Orten haben derart nachgelassen, dass man zu neuen Leitungen seine Zuflucht nehmen musste.

Auch bezüglich der Beschaffenheit des Wassers können Grundwasserleitungen kaum genügende Sicherheit gewähren, namentlich wenn sie, wie dies sich meistens als nothwendig erweist, in landwirthschaftlich benutzten Gegenden angelegt werden, wo schon äussere Einflüsse dem Grundwasser schädlich sein können. Wer vermöchte aber die Wirkungen im Voraus zu ermessen, welche das fortwährende Aufsaugen so enormer Wassermengen und die dadurch entstehenden Richtungsänderungen des Wassers auf den Boden selbst und das Wasser ausüben muss?

Aus allen diesen Gründen glaubten wir bei der Projectverfassung für die Wasserversorgung von München auch von einer Grundwasserleitung absehen zu müssen, um so mehr als es keine schwere Aufgabe war, etwas Besseres und wirklich Gutes an dessen Stelle zu setzen, nämlich eine Quellwasserleitung.

Quellenleitungen.

Quellen finden sich in der näheren und weiteren Umgebung von München in grosser Anzahl, so im Isarthale, an der Loisach, im Mangfallthale und weiter südöstlich die Quelle der Leitzach am Wendelstein, ferner südwestlich am Ammersee bei Diessen und südlich an den Abhängen der Benedictenwand sowohl nach der Jachenau zu als in der Richtung nach dem Loisachthale, welch letzterer Gruppe auch der bekannte Kesselbrunnen am Kesselberg angehört.

Die Quellen im Isar- und Loisachthale liegen nicht genügend hoch, um ohne künstliche Hebung den gestellten Anforderungen bezüglich der Druckhöhe zu entsprechen; ausserdem würde es der Fassung und Zusammenführung einer grossen Anzahl derselben bedürfen, um die erforderliche Wassermenge zu gewinnen.

Die Quellen des Mangfallthales liegen zwar an und für sich hoch genug, um ohne künstliche Hebung nach München geleitet zu werden, aber es könnte mit denselben doch derjenige Druck nicht erreicht werden, der von uns postulirt worden ist. Ueberdies ist die orographische Gestaltung des rechten Isarufers der Herstellung einer Zuleitung deshalb durchaus ungünstig, weil der Hochbehälter nur in einer so grossen Entfernung von der Stadt seine Stelle finden kann, wie es im Interesse der erforderlichen Sicherheit und Bequemlichkeit des Betriebes nicht wünschenswerth ist.

Nach dem bereits aufgestellten Mangfallprojecte käme der Hochbehälter bei Höhenkirchen in einer Entfernung von 13500 m. von der Stadt auf 65 m. über die Frauenkirche zu liegen und da auf dem Wege bis zur Stadt nach Herrn Salbach's Berechnung 22 Meter an Druckhöhe verloren gehen, so bleiben nur 65—22 = 43 m. als mittlere Druckhöhe in der Stadt übrig. Der nämliche Nachtheil, die allzugrosse Entfernung des Hochbehälters von der Stadt, ist durch die orographischen Verhältnisse in gleicher Weise für alle Quellen gegeben, welche rechts der Isar entspringen.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche wir der Nähe des Hochbehälters beilegen, und bei dem Vorhandensein anderer Quellen, welche diesen Nachtheil nicht im Gefolge haben, müssen wir daher alle Quellen, welche auf der Ostseite der Isar entspringen von der Empfehlung ausschliessen.

Die Quellen bei Diessen am Ammersee müssen schon wegen der ungenügenden Wassermenge ausser Betracht bleiben; ausserdem ist auch deren Höhenlage nicht ausreichend und die Herbeileitung dieses Wassers würde überdies mit erheblichen Schwierigkeiten und grossen Kosten verknüpft sein.

Was übrigens die Quellen des Mangfallthales anlangt, so haben wenigstens einige derselben die Eigenschaft des Sinterns, welche gegen deren Benutzung bereits sehr begründete Bedenken erregt hat.

Man hat die Sinterbildung bereits eingehenden Erörterungen unterzogen. Ohne uns über die Ursachen des Sinterns an und für sich hier zu verbreiten, wollen wir doch nicht unterlassen, Einiges über die Erscheinung selbst zu bemerken. Die Sinterbildung wird, wie die Beobachtung zeigt, überall da kaum bemerkt, wo das betreffende Wasser ruhig und geschlossen fliesst, wie im Bachbett oder sonst im tieferen Gerinne; sie tritt aber sichtbar da auf, wo das Wasser mit der äusseren Luft in eine leb-

hafte und gesteigerte Berührung kommt, z. B. wo es in dünnen Fäden an defecten Stellen der Mühlgerinne oder in dünnen Schichten an den Mühlrädern, an Stützen der Gerinne und dergleichen abläuft.

Wir glauben demnach, dass die Besorgniss, das Wasser werde in den Röhren eine Ablagerung von Sinter bewirken, unbegründet sei, dagegen sind wir um so mehr der Ueberzeugung, dass die Sinterung in Folge der oben erwähnten lebhafteren Berührung mit der Luft, an allen Auslaufstellen, an den Hähnen, Brunnenständern, Ventilen, Hydranten, Fontainen, Closets u. s. w. in störendem Grade zu Tage treten würde. Vergegenwärtigt man sich die practischen Nachtheile und Unzuträglichkeiten, welche hiermit verbunden sind, so wird man uns beipflichten, wenn wir uns gegen jedes Wasser erklären, welches im Verdachte des Sinterns steht.

Wenn man nun in die Darchinger Quelle Gussröhren eingelegt hat, um auf dem Wege des Experimentes über das Sintern und seine Wirkungen ins Klare zu kommen, so können diese Versuche zu keinem andern Ergebniss führen, als was wir von vorneherein zugeben, dass nämlich in geschlossener Röhre Sinterbildung nicht stattfinden werde; Beweise aber gegen die Sinterbildung an den Auslaufstellen werden sie nicht zu liefern vermögen.

Muss man nun aber von den Mangfallquellen alle diejenigen ausschliessen, welche im Verdachte der Sinterbildung stehen, so wird diese Gruppe auch in quantitativer Beziehung den gestellten Anforderungen nicht mehr genügen.

Alle die bei den seither in Betracht gezogenen Quellengruppen berührten Nachtheile finden sich dagegen nicht vor bei denjenigen Quellen, welche am südlichen und nördlichen Abhange der Benedictenwand und dem angrenzenden Kesselberge entspringen. Hier finden sich vielmehr alle diejenigen Eigenschaften vereinigt, welche wir für die Wasserversorgung der Stadt München fordern müssen.

Bevor wir jedoch auf diese Quellen im Besonderen eingehen, wollen wir eine andere Bezugsquelle nicht unerwähnt lassen, die an und für sich die grösste Beachtung verdient und wohl auch in erster Linie zu berücksichtigen wäre, wenn nicht eigentliche Quellen zur Verfügung ständen.

Wir meinen das Wasser der in der Umgebung von München befindlichen Landseen.

Seiner Beschaffenheit nach steht dasselbe dem besten Quellwasser gleich, insofern die Entnahme in der nöthigen Tiefe geschieht, in welchem Fallle auch die erforderliche niedrige Temperatur des Wassers erreicht wird; denn wenn auch die oberen Schichten der Seen im Sommer mitunter eine sehr hohe Temperatur erreichen, so sinkt dieselbe doch schon bei einer Tiefe von 20—30 Meter auf 5° R. herab.

Allerdings würde man vermeiden müssen, einen solchen See zu wählen, dessen Ufer stark bewohnt sind und auf welchem ein reger Schifffahrtsverkehr stattfindet, weil unter solchen Umständen eine mehr oder weniger starke Verunreinigung des Wassers eintritt. Auch diejenigen Seen wären auszuschliessen, welchen die genügende Höhenlage fehlt. Aus solchen und ähnlichen Gründen müsste beispielsweise vom Würmsee abgesehen werden; dagegen würde der Walchensee in jeder Beziehung empfohlen werden können, wenn, wie gesagt, die Kesselbergquellen den gestellten Anforderungen nicht in mehrfacher Richtung noch besser entsprächen.

III. Kesselbergquellen-Project.

Die Quellen der Benedictenwand liefern ein Wasser von ausgezeichneter Güte.

Der Gesammterguss sowohl der nördlichen als der südlichen Gruppe jede für sich allein, übersteigt selbst dasjenige Maass, welches wir über das amtliche Programm hinaus gefordert haben.

Die Höhenlage entspricht allen zu stellenden Anforderungen und die orographischen Verhältnisse der für die Zuleitung zu wählenden Linie gestatten den Hochbehälter so nahe an die Stadt zu verlegen, als es überhaupt mit Rücksicht auf die erforderliche Höhenlage möglich ist.

Diese Eigenschaften der genannten Quellengruppen haben uns veranlasst, dieselben dem eingehendsten Studium zu unterziehen, und es hat sich ergeben, dass die Gruppe des nördlichen Abhanges, zu welcher auch der bekannte Kesselbrunnen gehört, weder in technischer noch in finanzieller Hinsicht Schwierigkeiten bietet, welche von der Benutzung derselben zur Wasserversorgung Münchens abrathen könnten.

Dies im Einzelnen nachzuweisen, ist die Aufgabe der folgenden Darstellung und der Pläne welche wir für dieses Project ausgearbeitet haben.

Die hier in Betracht kommenden Quellen, für welche wir der Einfachheit wegen den Gesammtnamen „Kesselbergquellen“ wählen, stellen wir hier tabellarisch zusammen; die von uns angestellten Beobachtungen über Menge und Temperatur, sowie deren Höhenlagen sind beigefügt.

Nr.	Bezeichnung der Quelle	Wasser-Quantum cbm. i. d. Minute	Höhe über d. Leitung m.	Länge der Leitung m.	Temperatur °R.
1	**Kesselbach**	27,0	**28,0**	**260,0**	**6,0**
2	Laingraben (b. Kochel) . .	2,0	250,0	3000,0	5,0
3	Kalmbach	1,0	150,0	2500,0	5,5
4	**Quellen bei Kochel** . . .	1,5	**70,0**	**800,0**	**6,0**
5	**Quellen bei Pössenbach** . .	1,5	**50,0**	**1000,0** **500,0**	**6,0**
6	Pössenbach	3,0	150,0	1500,0	5,0
7	**Quellen bei Pfisterberg** . .	1,0	**30,0**	**500,0**	**6,5**
8	**Schmiedlaine**	8,4	**300,0**	**5000,0**	**4,5**
8a	**Eibelsbach**	2,0	**300,0**	**5000,0**	**5,0**
9	Mühlgraben	0,6	30,0	350,0	6,0
10	**Perlsgraben**	1,0	**50,0**	**600,0**	**6,0**
11	Kothlaine	2,0	350,0	6000,0	5,0
12	Steinbach	4,0	400,0	6500,0	5,0
	Summa	55,0 cbm.			

Anm. Die mit fetter Schrift bezeichneten sieben Quellen 1, 4, 5, 7, 8, 8a und 10 geben zusammen eine Wassermenge von 42,4 cbm. in der Minute = 61056 cbm. im Tag und kann desshalb von der Fassung der übrigen abgesehen werden.

A. Eigenschaften der Kesselbergquellen und deren Verhalten gegenüber den Hauptbedingungen für die Wasserversorgung.

Beschaffenheit.

1. Die Beschaffenheit des Wassers ist in jeder Hinsicht vorzüglich und macht das Wasser geeignet für alle Zwecke einer Wasserversorgung. Obwohl über die Eigenschaften insbesondere des Kesselbrunnens, Laine und Andere bereits in den Acten befriedigende Ergebnisse vorliegen, haben wir doch zu unserer eigenen Orientirung durch einen befreundeten, in diesem Fache bewährten Chemiker, Herrn Dr. G. Kerner in Frankfurt a. M., Untersuchungen anstellen lassen, welche das Ergebniss geliefert haben, dass die von uns in Aussicht genommenen Quellen von der vorzüglichsten Beschaffenheit sind. Weitere etwa vorzunehmende Prüfungen werden dies bestätigen.

Das Wasser entspricht vollkommen den Forderungen des Programms und auch seine Temperatur, die zwischen 4, 5 und 6 ° Reaumur variirt, ist in jeder Hinsicht befriedigend.

Wassermenge.

2. Ueber die Wassermenge der hier in Rede stehenden Quellen gibt die vorstehende Tabelle Aufschluss; die sorgfältig ausgeführten Messungen wurden sämmtlich zur ungünstigen Jahreszeit nach anhaltender Trockenheit vorgenommen und es können die in der Tabelle aufgeführten Wassermengen wohl als minimale betrachtet werden; ausserdem wurde immer nur das sichtbar abfliessende Wasser gemessen, während bei vielen Quellen, so namentlich auch beim Kesselbrunnen, ein beträchtlicher Theil des Wassers unsichtbar unter dem Gerölle seinen Abfluss findet, so dass bei einer sachgemässen Fassung das Ergebniss sich bedeutend vergrössern wird. Ausser den in der Tabelle angeführten Quellen sind noch eine Reihe anderer ebenfalls naheliegender Quellen vorhanden, die aber vorläufig gar nicht in Betracht

gezogen wurden, weil die ersteren bei weitem mehr als die erforderliche Wassermenge liefern. Es kann sogar noch ein Theil der in der Tabelle enthaltenen Quellen unberücksichtigt bleiben und sind zunächst die Quellen 1, 4, 5, 7, 8, 8a und 10 für die Wassergewinnung in Aussicht genommen, welche zusammen eine Minimalwassermenge von 42,4 cbm. in der Minute = 61056 cbm. im Tag ergeben.

Die Quellen an der Benedictenwand sind das Ergebniss der geologischen und orographischen Verhältnisse der Gegend. Es ist nicht allein der fallende Regen, der den Quellen das Wasser zuführt, sondern auch in regenloser Zeit condensiren sich die Wasserdämpfe aus der Luft fortwährend an diesen kalten Felswänden und wie diese ewig und unvergänglich, werden auch die Quellen zu ihren Füssen ewig neu hervorsprudeln. Keinerlei denkbare Menschenwerke werden hier vermögen, einen Einfluss auf das grosse Walten der Natur auszuüben, und es besteht deshalb die vollständige Sicherheit, dass das zu schaffende Wasserwerk auch für alle Zeiten seinen Zweck erfüllen wird.

Höhenlage.

3. Die Höhenlage der Kesselbergquellen ist sehr bedeutend, so dass sie auch in dieser Richtung allen Anforderungen, die bezüglich des Druckes in der Stadt gestellt werden können, entsprechen. Wie aus dem vorliegenden Projecte ersichtlich, wird sogar die Höhenlage der Quellen nicht einmal ganz benutzt, indem die Leitung aus Zweckmässigkeitsgründen, die weiter unten näher erörtert werden sollen, tiefer gelegt wurde, als es wegen der Quellen nothwendig gewesen wäre.

Es erübrigt nunmehr zu zeigen, wie die Herbeileitung dieser Quellen zweckmässiger Weise zu gestalten ist.

B. Die Zuleitung.

In frühern Zeiten, so namentlich zur Zeit des alten Rom's, dessen grossartige Wasserleitungsbauten hinlänglich bekannt sind, kam für diese Zwecke eigentlich nur der gemauerte Canal in Anwendung. Solche Canalleitungen wurden zum Theil offen, zum Theil überdeckt mit dem erforderlichen Gefälle, der Erdoberfläche folgend, angelegt und die grösseren Thäler zur Vermeidung langer Umwege durch Aquaducte auf Bogenstellungen überschritten, wie wir sie noch heute an vielen Orten theils als Ruinen, theils noch im Betriebe stehend finden; auch bergmännisch ausgeführte Wasserleitungen wurden von den Römern angelegt, z. B. in Bologna, wo eine alte Leitung, deren Spuren erst in der Neuzeit wieder aufgedeckt wurden, das Wasser 20 Kilometer weit durch einen hauptsächlich in den Sandsteinfelsen getriebenen Stollen nach der Stadt führte.

Zwar wurden auch schon damals zur Vermeidung der kostspieligen Aquaducte bei den Thalübergängen einzelne Druckleitungen in geschlossenen Röhren ausgeführt, die der Einsenkung des Thales folgten, um das Wasser auf der anderen Seite in der Höhe wieder abzuliefern, z. B. der interessante Aquaduct von Pila bei Lyon, welcher in neun Bleiröhren von 10 Zoll Durchmesser von einer Seite des Thales nach der andern führt; aber die Anwendung solcher Druckleitungen konnte doch nur eine sehr beschränkte sein, weil man für diesen Zweck kein anderes Material, als das Blei oder die noch viel kostspieligere Bronze kannte. Es konnte also weder von sehr hohem Druck, noch von grossen Durchmessern die Rede sein, und musste man daher fast immer zu dem Aquaduct seine Zuflucht nehmen.

Die heutige Technik steht der Lösung einer solchen Aufgabe anders gegenüber; unsere entwickelte Eisenindustrie und besonders die Fabrikation gusseiserner Röhren gibt uns die Mittel an die Hand, geschlossene Leitungen bei noch so grossen Durchmessern und beim grössten Drucke mit verhältnissmässig geringen Kosten auszuführen. Wir haben uns desshalb nicht blos auf kurze Thalübersetzungen zu beschränken, sondern vermögen meilenweite Druckleitungen anzulegen, welche den Undulationen des Bodens folgen und uns gestatten, die bestehenden Strassen und Wege zu benutzen, um schliesslich mit der Leitung in die Höhe steigend das Wasser seinem Bestimmungsorte zuzuführen.

Solche Leitungen von bedeutender Länge und hohem Drucke sind im In- und Auslande in grossartigster Weise zur Ausführung gekommen, wie in neuester Zeit noch in Frankfurt a/M., Salzburg und anderwärts; in diesen Fällen wurde von Canälen abgesehen und die ganze Leitung aus gusseisernen Röhren hergestellt, welche unter Strassen, Wegen und Feldern eingelegt sind. Salzburg hat einen Zuleitungsstrang von 9200 m. Länge und 225 mm. Durchmesser der unter einem constanten Drucke

von 8—13,5 Atmosphären steht. Frankfurt a/M. hat einen Hauptzuleitungstrang von 45,000 m. Länge, 533 mm. Durchmesser und zwei Leitungen aus dem Vogelsberg und Spessart, die sich am Beginn der vorgenannten Leitung vereinigen. Die Vogelsbergleitung hat 22,000 m. Länge und 360 mm. Durchmesser, die Spessartleitung 10,000 m. Länge und 533 mm. Durchmesser. Die Gesammtlänge der Röhrenleitung beträgt ca. 77,000 m. Der grösste Druck ist:

in der Vogelsbergleitung 14 Atmosphären
„ „ Spessartleitung 11 do.
im Hauptzuleitungsstrang 10 do.

Die grossen Vorzüge einer solchen Druckleitung sind, wie bereits angedeutet, einerseits die grössere Unabhängigkeit vom Terrain und den Besitzverhältnissen, andererseits die Leichtigkeit der technischen Ausführung und die Möglichkeit, eine gegebene Druckhöhe vortheilhaft auszunützen, wodurch nicht selten eine bedeutende Kostenersparniss gegenüber der Canalleitung erzielt werden kann. Aber nicht in allen Fällen wird das Verhältniss ein derartiges sein; unter Umständen wird auch in unserer Zeit eine Canalleitung den Vorzug vor einer Eisenrohr-Druckleitung verdienen. Bei grossen Wassermengen, wie im vorliegenden Falle, sind die Kosten der Herstellung eines Canals wesentlich geringer als die einer Rohrleitung, vorausgesetzt, dass die Terraingestaltung die Wahl einer günstigen Linie gestattet, die Bodenbeschaffenheit keine besonderen Schwierigkeiten bietet und die Baumaterialien leicht herbeigeschafft werden können.

Die genaue Untersuchung hat nun ergeben, dass im vorliegenden Falle alle diese Bedingungen für die Anlage einer Canalleitung durch die Natur gegeben sind. Es war möglich eine Linie aufzufinden, welche in ziemlich gerader Richtung das Quellengebiet mit München verbindet. Die Bodenverhältnisse sind mit Ausnahme weniger Strecken durchaus günstig und die Beschaffung der Baumaterialien ist nirgends schwierig. Die Linie verfolgt zum Theil Strassen, geht dann durch Wald und Wiesen und berührt nur sehr wenig werthvolles Ackerfeld, ist also auch in dieser Beziehung günstig. Aus allen diesen Gründen wurde für den vorliegenden Fall der Canalleitung der Vorzug gegeben und nur die Thalübergänge, insbesondere der Hauptübergang über das Loisachthal als Druckleitung mit eisernen Röhren projectirt.

Betoncanal.

Eine Hauptfrage war die Entscheidung über das für die Herstellung der Canalleitung zu verwendende Material. Nachdem man bei verschiedenen Wasserleitungen der Neuzeit namentlich bei der Dhuisleitung aus der Champagne nach Paris und der in den Jahren 1870—76 ausgeführten grossartigen Wasserleitung aus dem Gebiet der Vanne nach Paris die besten Erfahrungen mit der Verwendung von Beton zur Herstellung einer Canalleitung gemacht hat und im vorliegenden Fall diese Art und Weise der Herstellung auch wegen der unmittelbaren Nähe des vorzüglichsten Materials empfehlenswerth erscheint, so wurde diese Constructionsweise in Aussicht genommen. Damit das Wasser auf dem Wege von den Quellen bis zur Stadt an seiner Frische und guten Beschaffenheit nichts einbüsse, war darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Leitung durchweg unter die Erdoberfläche zu liegen komme und wurde desshalb eine durchschnittliche Tiefe von 2 m. von der Erdoberfläche bis zum Wasserspiegel angenommen.

Zugsrichtung.

Die gewählte Zugsrichtung für die Leitung geht aus dem Situationsplan Blatt 1 hervor. War es schon wegen der im Eingang des Berichtes bereits erwähnten ungünstigen Verhältnisse des rechten Isarufers geboten, die Leitung nach den viel günstiger gelegenen Höhenzügen des linken Isarufers zu führen, so liessen die vorgenommenen Vermessungsarbeiten und Nivellements keinen Zweifel darüber bestehen, dass auf dieser Seite die Anlage der Leitung sich bei weitem am günstigsten gestalten werde, um so mehr, als die Linie auf diesem Wege die möglichst geringe Länge erhalten konnte. Die Höhenzüge des linken Isarufers und die Fortsetzung derselben auf dem linken Loisachufer sind von den Höhenzügen am Quellengebiet durch das etwa 11 Kilom. breite Loisachthal getrennt; dieses Thal ist mittelst einer Druckleitung zu überschreiten, welche weiter unten ausführlicher besprochen werden soll. Diese Druckleitung beginnt von der Seite des Quellengebietes her bei Enzenau und endigt in der Richtung nach München bei dem zur Gemeinde Beuerberg gehörigen Bauerngut Oed.

Von Enzenau aufwärts bis zum Kesselberg dem eigentlichen Quellengebiet entlang soll eine Canalleitung am Abhange des Gebirges geführt werden. Trotz dem zerrissenen Ansehen dieser Strecke gelang es, eine solche Linie zu finden, welche bei der Ausführung keinerlei besondere Schwierigkeiten bieten wird. Alle hier in Betracht kommenden Quellen mit Ausnahme des Kesselbrunnens selbst, liegen auf der rechten Seite dieses Canals in grösserer oder geringerer Entfernung und werden durch besondere Leitungen denselben zugeführt. Der Kesselbrunnen befindet sich ganz am Ende des Canals und zwar noch 260 m. von demselben entfernt.

Die Canalleitung ist an mehreren Stellen durch Einschnitte des Terrains unterbrochen, zu deren Durchsetzung ebenfalls kurze Druckleitungen in Anwendung kommen; ebenso wird der Canal zur Vermeidung grösserer Umgehungen theilweise unterirdisch durch Stollen geführt. Das Längenprofil Blatt 2 zeigt die projectirte Lage des Canals in der gewählten Zugsrichtung.

Die Canalleitung trifft bei Profil 67^{+1} die Strasse, die über den Kesselberg nach dem Walchensee führt und schliesst daselbst mit einer Brunnenstube ab, in welche der oberhalb liegende Kesselbrunnen durch eine unter die Strasse zu verlegende Rohrleitung eingeführt wird.

Alle Quellen liegen in bedeutender Höhe über dieser Canalleitung und man hätte letztere aus diesem Grunde wohl höher legen können, es hatte aber für die Canalleitung keinen Zweck und für die Druckleitung ist die angenommene Höhe zur Ueberwindung der inneren Reibung von 1 : 500 schon beträchtlich, indem sie eine Geschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung von ∞ 1,2 m. bewirkt, welche noch zu steigern nicht zweckmässig sein würde.

Eine andere Frage, die hier auftrat, war, ob man nicht in Anbetracht der verfügbaren bedeudenten Druckhöhe gleich vom Kesselbrunnen aus eine Druckleitung auf der Strasse über Kochel und das Loisachthal führen sollte; dadurch wäre aber, abgesehen von dem sehr bedeutenden Druck in den Röhren, der etwa 16 Atmosphären betragen würde, der Nachtheil entstanden, dass die Ansammlung und Zuführung der einzelnen Quellen schwieriger und kostspieliger geworden wäre, als dies bei dem projectirten Canal der Fall ist; die einzelnen Leitungen hätten eine weit beträchtlichere Länge erhalten und man hätte wohl erst sämmtliche Quellen an einem Punkte vereinigen müssen, um sie dann gemeinschaftlich durch den Druckstrang abfliessen zu lassen. Es war aus diesen Gründen auch hier der Canalleitung der Vorzug zu geben.

Vom Ende der Loisach-Druckleitung bei der sogenannten Oed ab in der Richtung nach München zieht die Leitung zuerst als Canal, dann mit kleineren Druckleitungen zur Durchsetzung von tiefer gelegenen Thalbildungen abwechselnd, bis Oberhof bei Schloss Eurasburg. Zwischen hier und Pölzwang (Profil 36 bis 33,5) liegt das Terrain beträchtlich höher und muss deshalb der Canal durch einen Stollen unterirdisch geführt werden.*)

Von Pölzwang aus geht die Linie über Hof Bergkramer bei Meilenberg und Dörfen vorbei, hält sich dann in einer ungefähren Entfernung von 200 m. links von der Chaussee nach München und trifft dieselbe vor Hohenschäftlarn bei Profil 21^{+60}. Von hier aus sind noch zwei kürzere Terrainerhöhungen mit Stollen zu durchsetzen bis bei Profil 18^{+50} die Strasse wieder gewonnen wird. Hier ist das eigentliche Ende der Canalleitung; denn die Strasse nimmt von hier aus ein so bedeutendes Gefälle an, dass wegen der zu grossen Geschwindigkeit des Wassers die Anwendung eines Betoncanals nicht mehr zweckmässig erscheint. Bei dem Punkte Profil 18^{+50} liegt der Canal d. h. der Wasserspiegel in demselben auf 653,2 m. über Meer. Von hier aus senkt sich die Strasse nach einer kurzen Unregelmässigkeit mit ganz gleichmässigem Gefälle in der Richtung nach München und ebenso das rechts und links derselben liegende Terrain. Man hat es also ganz in der Hand, auf diesem Terrain an beliebiger Stelle und in beliebiger Höhe einen Hochbehälter anzulegen und das Wasser in denselben einzuleiten.

Die auf dem Situationsplan angegebene Lage des Hochbehälters wurde von uns mit Rücksicht auf die am Eingang des Berichtes dargelegten Anschauungen über die Druckhöhe und die Nähe bei der Stadt bestimmt.

---

* Nach den Erfahrungen bei den Pariser Leitungen stellte sich schon bei 5 m Grabentiefe die Tunnelirung als vortheilhaft heraus.

Bei einem mittleren Wasserstand im Behälter von 3,5 m. soll der Wasserspiegel die Cote 594 m. über Meer erhalten und liegt derselbe also 594—518,9 = 75,1 m. über der Schwelle der Frauenkirche.

Details für die Ausführung sämmtlicher Zuleitungsstrecken sind auf den Zeichnungen Blatt 3—7 dargestellt. Die Dimensionen der Leitungen ergeben sich aus der Annahme eines bestimmten Gefälles und zwar von 1 : 1000 für den Canal und 1 : 500 für die Eisenrohrleitungen.

Der Canal erhielt kreisrunden Querschnitt von 1,0 m. lichter Weite und stellt sich bei dem Gefälle von 1 : 1000 und einer täglichen Wassermenge von 60,000 cbm. die Wasserhöhe im Canal auf 0,75 m., so dass noch 0,25 m. frei bleiben.

Bedeutet: s den benetzten Umfang der Canalwand

F den Wasserquerschnitt

Q die Wassermenge in der Secunde = 0,695 cbm.

so ist bei dem oben angenommenen Wasserstande im Canal

$$s = 2{,}128 \text{ m. und } F = 0{,}64 \ \square\text{m.}$$

die mittlere Geschwindigkeit des Wassers muss dann sein

$$V_m = \frac{Q}{F} = \frac{0{,}695}{0{,}64} = 1{,}086 \text{ m.}$$

Nach Darcy und Bazin ist das zur Bewegung des Wassers erforderliche Gefälle

$$\frac{h}{L} = 0{,}001 \ \frac{s}{F}\left(\alpha + \beta \frac{s}{F}\right) V_m{}^2$$

der Coëfficient α ist für Cementverputz 0,19, der Coëfficient β ist für Cementverputz 0,0124 also wird

$$\frac{h}{L} = 0{,}001 \cdot \frac{2{,}128}{0{,}64}\left(0{,}19 + 0{,}0124 \ \frac{2{,}128}{0{,}64}\right) 1{,}086^2 = 0{,}000908 = \frac{0{,}908}{1000}$$

wofür angenommen wurde 1 : 1000.

Die Ausführung des Canals soll, wie bereits erwähnt, in Beton stattfinden und zwar in der Weise, dass der Beton an Ort und Stelle aus Cement, Sand und Kies oder sonst geeignetem Material gemischt und um eine in dem ausgehobenen Canalgraben eingesetzte Schablone, welche nach der inneren kreisrunden Form des Canals angefertigt ist, eingebracht und festgestampft wird. Nach Erhärtung des Betons wird die Schablone, die leicht aus einander genommen werden kann, weiter vorgeschoben und das nächste Stück Canal auf gleiche Weise hergestellt. Die innere Fläche des fertigen Canals wird mit einem geglätteten Cementverputz versehen.

Stollen.

Die Stollen werden je nachdem sie in festen Felsen, in Conglomerat oder in Gerölle herzustellen sind, nach Fig. 1 oder 2 der Zeichnung (Blatt 6) ausgeführt, d. h. im Felsen ohne Ausmauerung, sonst mit einer Backsteinwandung. Der Canal wird in beiden Fällen in der Sohle des Stollens ausgebrochen, bleibt aber oben offen, während der untere Theil genau nach dem Profil des Betoncanals hergestellt wird; auf beiden Seiten des Canals und über der Höhe des Wasserstandes wird ein kleines Banket von 0,2 m. Breite angelegt, welches eventuell zur Herstellung einer Bedielung durch den Stollen benutzt werden kann. Der grösste Stollen ist zwischen Eurasburg und Pölzwang und beträgt dessen Länge 2400 m.; ausser diesem kommen noch 8 Stollen von geringerer Länge vor, der grösste davon bei Schäftlarn ist 1400 m. lang. Die Gesammtlänge aller projectirten Stollen ist 6700 m. bei einer Gesammtlänge der Leitung von 55570 m.

Bei der seltenen Anwendung, welche bis jetzt bei uns in Deutschland unterirdische Terraindurchstiche für Wasserleitungszwecke gefunden haben, halten wir es für räthlich einige Bemerkungen beizufügen, um Bedenken zu begegnen, welche in dieser Beziehung erhoben werden könnten.

Wie die Profile auf Blatt 6 zeigen, handelt es sich hierbei keineswegs um mächtige Tunnels, wie sie z. B. bei einer Eisenbahn nothwendig sind, sondern der Stollen wird in ganz bescheidenen Dimensionen ausgeführt, wie es eben der durchzuführende Canal und die Zugänglichkeit des Stollens sowohl für die Arbeit als für den späteren Betrieb erfordert. Aehnliche Stollen werden ja tagtäglich in Bergwerken auch bei uns ausgeführt und verursachen weder besondere Schwierigkeiten, noch ist deren Herstellung so kostspielig, dass man aus diesem Grunde dieselben umgehen müsste; es könnte also nur

bezüglich der Zeitdauer für die Herstellung der grösseren Stollen ein Bedenken erhoben werden; allein auch ein solches wäre nicht begründet; denn nach Erfahrungen bei anderen ähnlichen Ausführungen wird selbst der grösste im Projecte vorkommende Stollen von 2400 m. Länge, wenn unterwegs nur ein Zwischenschacht angelegt, also mit nur 4 Angriffspunkten gearbeitet wird, in einer Zeit von 2 Jahren bequem fertig gestellt werden können, diese Zeit lässt sich aber durch eine grössere Anzahl von Zwischenschachten und Vermehrung der Angriffspunkte noch beträchtlich verringern. Also auch dieser Punkt kann nicht als Einwand gegen die Zulässigkeit der Stollen aufgeworfen werden und die zahlreichen Ausführungen von solchen Stollen bei neueren Wasserleitungen in England, Frankreich und andern Ländern werden über deren Zweckmässigkeit keinen Zweifel bestehen lassen. Wir erwähnen als Beispiel die neue Wasserleitung in Wien, wo unter andern ein Stollen von 2800 m. Länge im härtesten Dolomitischen Kalkstein ausgeführt wurde; auch bei der Frankfurter Quellwasserleitung wurde zur Vereinigung der Quellen von zwei Thalgebieten im Spessart eine unterirdische Leitung durch das Sandsteingebirge von 1777 m., bestehend aus zwei Strecken von 1022 und 755 Metern angelegt. Die Dhuiswasserleitung in Paris hat bei einer Gesammtlänge von 134 Kilom. 9753 m. Stollen. Das grossartigste Beispiel aber in dieser Beziehung ist die bereits oben erwähnte Wasserleitung von dem Thal der Vanne nach Paris. Die Länge der Hauptleitung ist 136,5 Kilom. wozu noch 36,5 Kilom. für die Zuführung der einzelnen Quellen kommen; es ist also die Gesammtlänge der Zuleitung bis zum Hochbehälter vor Montrouge 173 Kilom. Hiervon sind 41,9 Kilom. als Stollen unterirdisch ausgeführt. Auf der Hauptleitung sind es nachstehende Strecken.

		m.
1.	Souterrain de Pont sur Vanne	415,20
2.	„ de Tremont	492,78
3.	„ de la Porte de Theil	604,44
4.	„ de Beaujeu	784,75
5.	„ de Carême	359,00
6.	„ de Chailleure	838,30
7.	„ de Champigny	1428,00
8.	„ de Gerjus	1619,60
9.	„ de la Brosse Montieaux	1469,60
10.	„ de Fertre doux	602,00
11.	„ de ville St. Jaques	2207,70
12.	„ de Bouligny	1397,90
13.	„ de Salamandre	3067,55
14.	„ de Darbonne	1282,45
15.	„ de Cognibu	1190,00
16.	„ de Thurelles	1002,60
17.	„ de la Padole	970,40
18.	„ de Beauvais	2073,30
19.	„ de Champagne	1544,70
20.	„ de Rangis	2779,55
21.	„ de l'Hay	2825,25
	zus. m.	28930,07

Die vorstehenden Darlegungen werden genügen, jedes etwaige Bedenken gegen solche unterirdische Canalführungen zu beseitigen.

Druckleitungen.

Das dritte Element bei der projectirten Zuleitung bilden die Druckleitungen aus Gusseisen, welche überall da zur Anwendung kommen sollen, wo eine die Zugsrichtung durchkreuzende Thalbildung im Terrain die Fortsetzung des Canals in gerader Richtung unter der Erdoberfläche unmöglich macht und für den Canal entweder ein über das Thal ziehender hochgelegener Aquaduct oder eine längere Umgehung des Thales nöthig wäre. Es sind meistens kurze Strecken von einigen Hundert

Metern, welche auf diese Weise mittels Druckleitungen durchsetzt werden; nur das schon oben erwähnte Loisachthal erfordert eine Druckleitung von bedeutenderer Länge.

Es ist, wie schon erwähnt, für diese Druckleitungen ein Gefälle d. h. eine Höhendifferenz zur Ueberwindung der Rohrreibung von 1:500 angenommen worden und es berechnet sich hierfür bei der Gesammtwassermenge von 60,000 cbm. im Tag der nothwendige lichte Durchmesser der Leitung zu

$$D = 0{,}87 \text{ m.}$$

Nach der Weisbach'schen Formel wird unter Zugrundelegung dieses Durchmessers die Geschwindigkeit des Wassers z. B. für den Loisachthalübergang dessen Länge 11200 m. ist und für welche eine Höhendifferenz von

$$\frac{11200}{500} = 22{,}4 \text{ m.}$$

angenommen ist

$$v = \sqrt{\frac{2\,g\,h}{1 + 0{,}505 + \zeta\frac{L}{D}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}808 \cdot 22{,}4}{1{,}505 + 0{,}023\,\frac{11200}{0{,}87}}} = 1{,}215 \text{ m.}$$

und daraus die Wassermenge in der Secunde

$$Q = 0{,}594 \cdot 1{,}215 = 0{,}72 \text{ cbm.}$$

entsprechend 62200 cbm. in 24 Stunden.

Sämmtliche Druckleitungen sollen also den Durchmesser $D = 0{,}87$ m. erhalten. Die wichtigste unter diesen Leitungen ist diejenige zur Durchsetzung des Loisachthales.

Dieses Thal ist, wie unsere Bodenuntersuchungen ergeben haben, stellenweise mit einer mehrere Meter tiefen Moorschichte bedeckt; unter dieser befindet sich theils festes Gerölle theils fester, tragfähiger Lehmboden; um der Leitung die erforderliche sichere Unterlage zu geben, soll der Moorboden vollständig ausgehoben, der Untergrund ausgeglichen und die Röhren auf den festen Boden gelegt werden. Die Loisach selbst wird mittels einer 10 m. über derselben liegenden Brücke in Eisenconstruction von 40 m. Spannweite überschritten; zu beiden Seiten derselben wird die Leitung auf gemauerten Bogenstellungen von zusammen 460 m. Länge zur Höhe der Brücke geführt. Die Zeichnung Blatt 7 gibt über die Einzelheiten dieses Aquaductes näheren Aufschluss. Wohl hätte die Leitung auch ohne einen solchen Aquaduct unter der Loisach hindurch gelegt werden können und es hätten sich in diesem Falle die Kosten der Ausführung vermindert; aber es erscheint eine solche Anordnung nicht rathsam, weil dadurch die Leitung schwer zugänglich wird und eventuelle Reparaturen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein würden. Im Uebrigen sei noch erwähnt, dass durch die höhere Lage des Aquaductes der Druck in den Röhren etwa $1^1/_2$ Atmosphären geringer wird, als in dem Falle des Durchganges unter dem Fluss.

Jede Druckleitung wird an den sogenannten tiefsten Punkten, d. h. solchen Punkten von wo die Leitung nach beiden Seiten hin ansteigt mit einer Ablassvorrichtung versehen, um durch zeitenweises Oeffnen derselben etwaige Ablagerungen von Sand oder sonstigen Stoffen beseitigen zu können. Kommen bei einer Druckleitung sogenannte höchste Punkte vor, d. h. solche Stellen, an denen die ansteigende Leitung in eine abfallende übergeht, so muss hier ein Luftventil aufgesetzt werden, damit bei der Füllung der Leitung und auch während des Betriebes die Luft entfernt werden kann.

Auf der Strecke zwischen dem Hochbehälter bei Profil 12 und Profil 18^{+50}, wo die Leitung ganz der Strasse folgt, die, wie schon erwähnt, hier ein grösseres Gefälle in der Richtung nach München zu annimmt, soll ebenfalls Eisenrohrleitung angewendet werden, weil die Geschwindigkeit des Wassers hier bedeutend grösser wird. Das erste Stück dieser Leitung zwischen Schäftlarn und Baierbrunn erhält ein Gefälle von 1:100 und gestaltet sich als Druckleitung, weil die Strasse in einer Einsattelung des Terrains liegt; von Baierbrunn ab bis zum Hochbehälter bei Profil 12 nimmt die Strasse ein gleichmässiges Gefälle von 1:125 an, und mit dem nämlichen Gefälle soll die Leitung unter derselben verlegt werden. Die Leitung erhält einen lichten Durchmesser von 0,70 m. Die Zusammensetzung der gesammten Zuleitung vom Quellengebiet bis zum Hochbehälter wird nach dem aufgestellten Project folgende sein:

Betoncanal	25750 m.
Stollen	6700 „
Eisenrohrleitung:	
$D = 0{,}870$ . . .	16620 „
$D = 0{,}700$ . . .	6500 „
Summa	55570 m.

Hiezu kommt noch die Hauptleitung bis zur Stadt mit 9000 m. Länge, so dass die Gesammtleitungslänge von den Quellen bis zur Stadt 64570 m. beträgt.

Zum Vergleich sollen die Gesammtlängen einiger anderer Wasserleitungen hier beigefügt werden; es beträgt die Länge der Zuleitung:

in Wien	100800 m.
„ Frankfurt a. M.	77000 „
„ Paris (Dhuisleitung)	134000 „
„ do. (Vanneleitung)	173000 „
Chatwellleitung in London	62600 „
Taburnaleitung in Caserta	41700 „
Marseille Duranceleitung	73200 „
New-York Croytonleitung	65700 „
Madrid Isabella II Leitung	70200 „
Glasgow Loch Caterine	72100 „

Es ist also die Länge der projectirten Zuleitung nichts aussergewöhnliches und bei weitem geringer als viele andere Wasserleitungen, bei deren langjährigem Betrieb sich keinerlei Missstände geltend gemacht haben, die in der Länge der Leitung begründet wären. Das Wasser durchläuft die ganze Zuleitung bis zu dem Hochbehälter in einer Zeit von $13^1/_4$ Stunden.

C. Quellfassungen.

Die Fassung der in Aussicht genommenen Quellen ist im Ganzen einfach durchzuführen und werden desshalb auch die Kosten verhältnissmässig gering sein. Bei der Fassung jeder einzelnen Quelle muss das Wasser durch Abnehmen des Erdreiches verfolgt werden, bis man die Quelle möglichst geschlossen aus dem festen Felsen heraustretend gefunden hat; dann erst kann das eigentliche Fassungsproject aufgestellt werden; je nach der Oertlichkeit und nach den besonderen Verhältnissen wird die Fassung bei jeder Quelle eine etwas andere Gestaltung erhalten, überall aber ist ihr Zweck, erstens alles vorhandene Wasser abzufangen und zweitens durch einen geeigneten Bau dasselbe vor äusseren Einflüssen jeder Art sicher zu stellen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass für Aufdeckungs- und Fassungsarbeiten, deren Umfang und Gestaltung nach obigem sich erst durch die Aufdeckungsarbeiten selbst ergibt, eine genaue Kosten-Berechnung vorher nicht aufgestellt werden kann. Wir beschränken uns desshalb darauf, in der Gesammt-Kostenermittlung für diese Arbeiten angenäherte Beträge einzusetzen auf Grund vielfacher eigener Erfahrungen, die bei den Fassungsarbeiten in Frankfurt a. M., Salzburg, Goslar etc. gesammelt wurden und bei denen Quellen der verschiedensten Art nach obigen Grundsätzen zu fassen waren.

Wir glauben die vorgenannten Fassungsarbeiten insbesondere diejenigen von Frankfurt a. M. und in kleinerem Maassstabe diejenigen von Goslar als Vorbilder für die Quellfassungen an der Benedictenwand bezeichnen zu dürfen und fügen nur noch bei, dass besondere Schwierigkeiten, welche bezüglich der Fassung dieser Quellen betont worden sind, in Wirklichkeit nicht bestehen.

D. Hochbehälter bei München.

Die Nothwendigkeit eines solchen Hochbehälters wurde bereits im Eingange des Berichtes dargelegt und wurde als dessen hauptsächlichste Aufgabe die Ausgleichung der Unterschiede zwischen dem wechselnden Verbrauch in der Stadt und dem stets gleichbleibenden Zufluss bezeichnet. Ein weiterer Zweck, der mit der Anlage eines Hochbehälters erreicht wird, ist die ununterbrochene Versorgung

der Stadt für den Fall einer Abstellung des Zuflusses, wenn eine solche bei etwa vorzunehmenden Reparaturen oder Spülungen etc. nothwendig werden solle; endlich soll der Hochbehälter jederzeit einen beträchtlichen Vorrath für aussergewöhnliche Bedürfnisse z. B. bei Feuersgefahr enthalten.

Zur Ausgleichung der Verbrauchsschwankungen würde wohl ein Fassungsraum des Behälters, der gleich dem halben Tagesbedarf wäre, genügen; mit Rücksicht auf die übrigen Functionen aber empfiehlt es sich, demselben einen Fassungsraum von 45000 cbm. zu geben.

Ein solcher Behälter ist auf Blatt 8 dargestellt. Er besteht aus zwei Hauptabtheilungen mit je 22500 cbm. Inhalt, welche durch eine 1,5 m. starke Mauer getrennt sind. Die Zuleitung hat eine abstellbare Einmündung in jede der beiden Abtheilungen und ebenso können die nach der Stadt führenden Hauptrohrstränge das Wasser aus jeder der Abtheilungen oder aus beiden zugleich entnehmen. Diese Trennung des Behälters in zwei Theile hat den Zweck, dass jede Abtheilung für sich ausser Betrieb gesetzt und behufs Reinigung oder aus anderen Gründen entleert werden kann, ohne dass der Betrieb unterbrochen wird, sie gibt aber auch gleichzeitig ein sehr bequemes Mittel zur Messung des Zuflusses und Abflusses aus dem Behälter an die Hand, in dem man das Wasser in die eine Abtheilung einfliessen lässt, während es aus der anderen der Stadt zufliesst.

Jede der Abtheilungen des Behälters ist durch gemauerte Scheidewände in einzelne parallele Kammern von 3,5 m. Breite eingetheilt, welche wechselweise am einen und anderen Ende mit einander in Verbindung stehen. Dadurch, dass der Einlauf des Wassers am Beginn der ersten Kammer, der Austritt desselben aber am Ende der letzten Kammer erfolgt, wird eine stetig fortschreitende Bewegung des Wassers im Behälter längs der Kammern erzielt, so dass das Wasser an keinem Punkte still stehen kann und eine beständige Erneuerung desselben durch den ganzen Behälter stattfindet; es ist dies für die Erhaltung der guten Beschaffenheit des Wassers von grossem Einfluss.

Die Scheidemauern dienen gleichzeitig als Auflager für die Gewölbekappen, mit denen sämmtliche Kammern überdeckt sind. Diese Gewölbe stossen mit ihren Stirnflächen an die Trennungsmauer; es ist über dieser letzteren ein überwölbter Gang angelegt, von welchem aus sämmtliche Kammern übersehen werden können; zugleich wird durch die in dem Mittelgang angebrachten Luftschornsteine die Ventilation des ganzen Behälters bewirkt. Am Anfang und Ende dieses Ganges und ausserhalb des Behälters liegend, befinden sich die Ventilkammern, in welchen alle Eisen- und Maschinentheile, wie Ueberlauf, Entleerungsvorrichtungen, Absperrschieber etc. untergebracht sind, so dass sie jederzeit bequem gehandhabt werden können; ein Einsetzen solcher Theile in den Wasserraum soll grundsätzlich ausgeschlossen werden, weil dadurch die Handhabung derselben erschwert und unsicher gemacht wird; auch sind die Eisentheile, wenn sie durch den wechselnden Wasserstand im Behälter bald im Wasser, bald in der Luft stehen, dem Verrosten preisgegeben.

Die Höhenlage des Behälters wurde bereits im vorhergehenden Abschnitte erörtert. Wie aus dem Situationsplan hervorgeht, soll derselbe bei Profil 12 der aufgenommenen Linie südwestlich von Pullach im Walde seine Stelle finden; bei einem Wasserstande von 3,5 m. wird die Sohle durchschnittlich 3 m. in den Boden zu liegen kommen, so dass die Gewölbe etwa 1,5 bis 2 m. über die jetzige Terrainoberfläche hervorragen; zum Schutze gegen die äussere Temperatur werden die Gewölbe mit einer Erdschicht von 1,5 bis 2 m. überdeckt.

E. Hauptrohre nach der Stadt.

Im Eingange des Berichtes wurde schon darauf hingewiesen, dass die Leitung vom Hochbehälter bis zur Stadt eine bedeutendere Leistungsfähigkeit haben müsse, als sie einer gleichmässigen Lieferung der Tageswassermenge innerhalb 24 Stunden entspricht; die Erfahrung bei der Wasserversorgung anderer grösserer Städte zeigt, dass es zweckmässig ist, den Durchmesser dieser Leitung so zu wählen, dass bei normaler Geschwindigkeit und bei normalem Druckhöhenverlust die doppelte Wassermenge in der Zeiteinheit geliefert werden kann. Gehen auch die Verbrauchsmaxima über dieses Maass hinaus, so erwächst hieraus doch kein anderer Nachtheil, als ein etwas erhöhter Druckverlust, der aber bei einer solchen Druckhöhe, wie sie im vorliegenden Falle angenommen wurde, nicht von nennenswerthem Einflusse ist.

Die Hauptleitung soll aus zwei Strängen von je 0,90 m. lichtem Durchmesser bestehen. Diese beiden Stränge müssen das in 24 Stunden dem Hochbehälter zufliessende Wasser in 12 Stunden an die Stadt abgeben, also die doppelte Leistungsfähigkeit der Zuleitung besitzen. Die Länge der Hauptleitung bis zur Stadt d. h. zum Vertheilungskasten an der Kapuzinerstrasse, von wo aus die Hauptstränge des Röhrennetzes abzweigen, beträgt $L = 9000$ m.; die Wassermenge in der Secunde ist für jeden Strang $Q = 0{,}695$ cbm. und es entsteht deshalb bei $D = 0{,}90$ m. auf dieser Strecke ein Druckhöhenverlust von

$$h = \left(1{,}505 + 0{,}0235\ \frac{9000}{0{,}9}\right)\frac{1{,}0927^2}{19{,}616} = 14{,}385 \text{ m.}$$

Die nutzbare Druckhöhe wird also nach obigem am Theilkasten an der Kapuzinerstrasse

594 — 14,385 = 579,615 m.

betragen. Da die Schwelle der Frauenkirche 518,907 m. hoch liegt, so ergibt sich hieraus ein Druck von 579,615 — 518,907 = 60,708, ein Druck der allen von uns gestellten Anforderungen entspricht.

Die Hauptleitung folgt vom Hochbehälter aus, der Strasse nach Sendling bis Thalkirchen; von hier ab hält sie sich auf der Thalkirchnerstrasse und endigt unmittelbar vor dem Friedhofe an der Kreuzung mit der Kapuzinerstrasse, wo sich das Vertheilungsnetz anschliesst.

F. Kosten der Ausführung.

Nach dem beigefügten Kostenanschlage belaufen sich die Kosten für die Zuleitung nebst Quellfassung, Hochbehälter und doppelter Hauptleitung nach der Stadt bis zum Theilkasten an der Kapuzinerstrasse unter der Voraussetzung, dass in 24 Stunden 60,000 cbm. der Stadt zufliessen sollen, auf

8,200,000 Mark.

In dieser Summe sind alle Ausgaben enthalten mit Ausnahme der Kosten für Terrainankauf, Quellenerwerbung und Entschädigungen; hiefür wird ein Betrag von 300,000 Mark als Maximum in Aussicht zu nehmen sein und wird derselbe um so mehr ausreichen, als die Leitung zum grössten Theil unter Strassen oder durch geringwerthiges Gelände geführt ist. Endlich würde zur Vollendung des ganzen Werkes noch das Vertheilungsnetz in der Stadt hinzukommen, dessen Detailprojectirung wir als ausserhalb unseres Auftrages stehend, hierbei unterlassen haben. Die Kosten desselben werden sich nach unserer vorläufigen Berechnung auf etwa 3 Millionen Mark belaufen. Somit würden die Anlagekosten für das ganze Werk sich auf

11,500,000 Mark stellen.

Die Zinsen dieses Anlagecapitals betragen im Jahr zu 5 %

575,000 Mark

und da im Jahr

365 · 60000 = 21900000 cbm.

Wasser herbeigeleitet und vertheilt werden, so kostet der cbm. 0,026 Mark oder $2^6/_{10}$ Pfennige, gewiss ein im Vergleich mit anderen Wasserleitungen äusserst günstiges Resultat.

Wir haben bei dem vorliegenden Project auch den Fall in Betracht gezogen, dass anstatt der von uns vorgeschlagenen 60000 cbm. im Tag, nur die im Programm geforderten 45000 cbm. beigeleitet werden sollten. Dabei würde sich an den Canalstrecken nichts wesentliches ändern; dagegen würden die Eisenrohrleitungen geringere Durchmesser erhalten können und dadurch billiger werden; der beigefügte Kostenanschlag gibt auch hierüber näheren Aufschluss; ebenso würden die Entschädigungen an Quellengebiet sich verringern und rechnen wir diesen Posten in diesem Falle zu 200,000 Mark. Die Kosten der Zuleitung einschliesslich Hochbehälter und Hauptstrang würden sich in diesem Falle auf 7,300,000 Mark anstatt auf 8,200,000 Mark belaufen und die Gesammtkosten einschliesslich Entschädigungen und Stadtröhrennetz würden dann

10,500,000 Mark betragen.

Der Vergrösserung der Anlage auf 60000 cbm. entspricht demnach einer Mehrausgabe von 1,000,000 Mark, die Zinsen dieser Mehrausgabe betragen 50,000 Mark wofür im Tag 15,000 cbm. Wasser geliefert werden; es kostet demnach ein solcher cbm. nur

0,009 Mark oder $^9/_{10}$ Pfennige.

Angenommen dass mit diesen 15000 cbm. nach obiger Berechnung circa 1000 Wassermotoren von durchschnittlich 1 Pferdestärke betrieben werden, so würde ein solcher Motor bei Verzinsung der auf die Vergrösserung verwendeten Summe im Jahr nur 50 Mark kosten, während ein solcher Motor in Zürich im Jahr durchschnittlich 125 Frs. = 100 Mark an Wassergeld bezahlt.

Schlussbetrachtung.

Aus den vorstehenden Darlegungen wollen die geehrten städtischen Gremien geneigtest entnehmen, in welcher Weise wir die uns gestellte Aufgabe gefasst haben. Wir sind der Ansicht, dass wenn eine Stadt, wie München, welche einen hohen Rang unter den deutschen Städten bereits einnimmt und mit raschen Schritten einer noch bedeutenderen Zukunft entgegengeht, — dass wenn eine solche Stadt sich mit der Lösung einer Aufgabe beschäftigt, wie es eine allgemeine Wasserversorgung ist, das Höchste und Vollkommenste angestrebt werden müsse, was nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft und Erfahrung erreichbar erscheint.

Eine moderne Wasserleitung verfolgt nicht nur wirthschaftliche, sondern auch ethische Zwecke. Was letztere anlangt, so hat man überall erkannt, welch' mächtigen Einfluss eine Wasserleitung auf den öffentlichen Gesundsheitszustand einer Stadt ausübe; auch hat man begriffen, dass die allgemeine Hebung der weniger bemittelten Volksklassen durch einen reichlichen Wasserverbrauch wesentlich gefördert werde.

Diess und Anderes damit zusammenhängendes nochmals zur Erörterung zu bringen, halten wir am wenigsten den städtischen Behörden Münchens gegenüber für erforderlich oder auch nur für gestattet: Wohl aber wollen wir nochmals auf die Verwendung des Drucks in der Wasserleitung für technisch-motorische Zwecke zurückkommen.

Wenn auf diesem Wege für wenig Geld eine bequem verwendbare Kraft, an jeder beliebigen Stelle, bis zur entlegensten Arbeitsstätte geliefert werden kann, so wird jedermann sofort die hohe wirthschaftliche und sociale Bedeutung der Wassermotoren erkennen. Sie gestatten dem Handwerker den Wettkampf gegen das Capital, dem bisher allein die Anwendung von Kraftmaschinen möglich war; sie lassen uns den tröstlichen Gedanken fassen, dass dem immer weiter schreitenden Rückgang des Handwerks Einhalt geboten werde, dass ein ehrenhafter Stand erhalten, gekräftigt ja zu neuer Blüthe geführt werden könne, auf welchem die sittliche Kraft und Würde unseres Bürgerthums vorzugsweise beruht.

Der ungleiche Kampf, welchen die Handarbeit gegen die Maschine zu führen genöthigt ist, erweist sich um so aussichtsloser, je mehr Volk und Geld in einer Stadt zusammenströmen. Die Abnahme des Handwerkstands und die Zunahme des Proletariats halten beinahe gleichen Schritt mit dem äusseren Anwachsen der Städte. Lange Zeit hat man sich über diese bedauerlichen Erscheinungen durch die Betrachtung beruhigt, dass durch die Maschine und den Fabrikbetrieb nicht nur die Production erhöht, sondern auch das Product selbst verbessert werde. Und letzeres war zu einer gewissen Zeit auch wirklich begründet. Denn das Handwerk war im Verfall und die durch die Fabrik eingeführte Arbeitstheilung brachte auf vielen Gebieten eine keineswegs zu leugnende Vervollkommung der Erzeugnisse. Allein heute liegen die Verhältnisse anders. Unsere Fabrikation hat Wege eingeschlagen, die nun ihrerseits zu einem industriellen Verfalle zu führen scheinen. Die Güte und Schönheit des Productes wurde ausser Acht gelassen, die Massenerzeugung wurde auf Gegenstände angewendet, für welche sie nicht passt und nun sind wir an einem Punkte angekommen, wo jeder Einsichtige erkennt, dass wir für viele Dinge wenn nicht zur Hand- — doch zur individuellen Arbeit zurückkehren müssen. Insbesondere wird auch das Gebiet der Kunstindustrie, wenn nicht ausschliesslich, doch in umfassender Weise der individuellen Arbeit zu vindiciren sein.

Steht nun aber München an der Spitze dieser Bewegung, ist es dieser Stadt gelungen, der individuellen Industrie neue und bedeutende Anregungen zu geben, erscheint sie berufen ein Centralpunkt für Deutschland in dieser Beziehung zu werden; so wird gerade München nicht unterlassen

dürfen, eine Gelegenheit auszunutzen, welche es möglich macht, diesem für sie so wichtigen Klein-, Kunst- und Hausgewerbe durch Gewährung billiger und bequemer Motoren die Waffe in die Hand zu geben, mit welcher allein der Kampf gegen die Fabrik erfolgreich zu bestehen ist.

Erwägt man wie verhältnissmässig unbedeutend der für diesen Zweck aufzuwendende Capitalbetrag ist, berücksichtigt man, dass dieser Mehraufwand eine selbstständige Rente liefert, bedenkt man wie überaus wichtig dieser die sociale Frage so nahe berührende Gegenstand ist, so gewinnt derselbe eine solche Bedeutung, dass wir glauben mussten, bei der uns aufgetragenen Arbeit jene Gesichtspunkte nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen.

Frankfurt a. M., im Dezember 1876.

Deutsche Wasserwerks-Gesellschaft.

P. Schmick **C. Blecken.**

A.

Kosten-Anschlag

für eine tägliche Wasserlieferung von 60000 cbm.

I. Betoncanalleitungen.

1.	Erdaushub, 124000 cbm. Erdreich auszuheben bei 3 bis 5 m. Grabentiefe und 1,5 m. Grabenbreite, pr. cbm. einschliesslich aller Leistungen ℳ 1. 85.	ℳ 229400. —	
2.	Herstellung des Betoncanals einschliesslich aller Lieferungen und Arbeiten, 25750 m. à ℳ 30. —	„ 772500. —	
3.	Einfüllen des Grabens bis zur Erdoberfläche, 86000 cbm. ℳ — 0,45	„ 38700. —	
4.	Von dem übrig bleibenden Erdreich zur Auffüllung über hoch gelegenen Strecken zu verwenden, incl. Transport 19700 cbm. à ℳ 1. 75	„ 34475. —	
5.	Fortschaffen des übrigen Grundes 38000—19700 = 18300 × 5/4 = 22875 cbm. à ℳ 1. 15.	„ 26306. 25	
6.	Extravergütung für Felsarbeiten, 16000 cbm. à ℳ 11. 50	„ 184000. —	
7.	Cementverputz, 80855 □m. à ℳ 3. 40.	„ 274907. —	
8.	12 Ventilationsschachte auf der Strecke à ℳ 250. — . .	„ 3000. —	
9.	19 Uebergangsschachte für die Eisenrohrleitungen à ℳ 800. —	„ 15200. —	
10.	16 Uebergangsschachte für die Stollenmündungen à ℳ 600. —	„ 9600. —	
11.	5 Einmündungsschachte für die Quellen à ℳ 600. — . .	„ 3000. —	
12.	Brunnenkammer am Ende des Canals am Kesselberg, zugleich Einlaufkammer für den Kesselbrunnen . . .	„ 3500. —	
	Summa I		ℳ 1594588. 25

II. Stollen.

1.	2000 m. in festem Felsen zu brechen einschliesslich der Herstellung des Canalprofils in Beton und Cement verputzt, alle Arbeiten inbegriffen pro m. ℳ 110. 50.	ℳ 221000. —	
2.	4700 m. in felsigem aber zerklüftetem Terrain mit Ausmauerung und Herstellung des Canalprofils à ℳ 173. —	„ 813100. —	
	Summa II		ℳ 1034100. —

III. Eisenrohrleitungen.

1.	Rohrleitungen D = 0,700 m. von Prof. 12 bis 18^{+5} 6500 m. zu liefern und zu verlegen und zu dichten, einschliesslich aller Arbeiten à m. ℳ 70. 50.	ℳ 458250. —	
2.	Rohrleitung D = 0,870 m., 16620 m. zu liefern und zu verlegen wie oben, pr. m. ℳ 102. 25.	„ 1699395. —	
	Uebertrag	ℳ 2157645. —	ℳ 2628688. 25

	Uebertrag	M. 2,157645. —	M. 2628688. 25
3.	Besondere Arbeiten im Loisachthale:		
	a) 3000 cbm. mehr als normale Erdarbeit und zwar Aushub und Auffüllung tiefer Stellen pro cbm. M. 2. 50	M. 7500. —	
	b) Gemauerter Aquaduct mit Bogenstellungen 420 m. à M. 230. —	„ 96600. —	
	c) Schmiedeeisenbrücke über die Loisach von 40 m. Spannweite nebst beiderseitigen Wiederlagern . .	„ 24000. —	
4.	Ablassvorrichtungen bestehend aus seitlich angebrachten Absperrschiebern $D = 300$ mm. in gemauerten Schachten nebst Entwässerung derselben 20 Stück à M. 700. —	„ 14000. —	
5.	Luftventile in gemauerten Schachten, 8 Stück à M. 300. —	„ 2400. —	
	Summa III		M. 2302145. —

IV. Quellenfassung und Anschlussleitungen.

a) Quellfassungen.

1.	Fassung des Kesselbrunnens	M. 35000. —	
2.	„ der Schmiedlainequelle	„ 22000. —	
4.	„ der Quellen 4, 5, 7, 8ª und 10 à M. 7000. — .	„ 35000. —	
		M. 92000. —	

b) Leitungen.

1.	Vom Kesselbrunnen 260 m. $D = 0{,}500$ à M. 46,00 =	„ 11960. —	
2.	Von der Schmidlaine mit Quelle 8ª 5000 m. $D = 0{,}350$ à M. 30,00	„ 150000. —	
3.	Von den übrigen Quellen 4000 m. $D = 0{,}15$ à M. 12,70	„ 50800. —	
	Summa IV		M. 304760. —

V. Hochbehälter.

Von 45000 cbm. Fassungsraum nach vorliegender Zeichnung auszuführen, einschliesslich der Entwässerungsleitung, nach der Isar	M. 954500. —	
Summa V		M. 954500. —

VI. Hauptleitung vom Hochbehälter zur Stadt.

$2 \times 9000 = 18000$ m. $D = 0{,}900$ m. à M. 106. 80 . . .	M. 1922400. —	
Summa VI		M. 1922400. —
Unvorhergesehenes und zur Abrundung		„ 87506. 75
	Total-Summe	M. 8200000. —

Aufgestellt Frankfurt a. M. im December 1876.

Deutsche Wasserwerks-Gesellschaft.

P. Schmick. C. Blecken.

B.

Kosten-Anschlag

für eine tägliche Wasserlieferung von 45000 cbm.

I. **Betoncanal** ändert sich nicht		ℳ 1594588. 25
II. **Stollen** desgleichen		„ 1034100. —
III. **Eisenrohrleitungen.**		
1. Rohrleitung von Prof. 12—18,5 D = 0,60 m. 6500 m. à ℳ 53. —	ℳ 344500. —	
2. Rohrleitung D = 0,77 16620 m. à ℳ 82. 10 . .	„ 1364502. —	
3. Am Loisachübergange.		
Mehr Erdarbeit bleibt	„ 7500. —	
Aquaduct bleibt	„ 96600. —	
Schmiedeeisen-Brücke bleibt	„ 24000. —	
4. Ablassvorrichtungen bleibt	„ 24000. —	
5. Luftventile	„ 2400. —	
		ℳ 1863502. —
IV. **Quellfassungen und Leitungen.**		
Es würden Kesselbach und Schmiedlaine allein genügen und erfordern		„ 218960. —
V. **Hochbehälter** mit 45000 cbm. Inhalt wie früher . . .		„ 954500. —
VI. **Hauptleitung** vom Hochbehälter nach der Stadt 18000 m. D = 0,800 m. à ℳ 87. 40		„ 1573200. —
Unvorhergesehenes und zur Abrundung		„ 61149. 75
	Total-Summe	ℳ 7300000. —

Aufgestellt Frankfurt a. M., im December 1876.

Deutsche Wasserwerks-Gesellschaft.

P. Schmick. C. Blecken.

Blatt 1.

Hochbehälter

Zeichenerklärung.

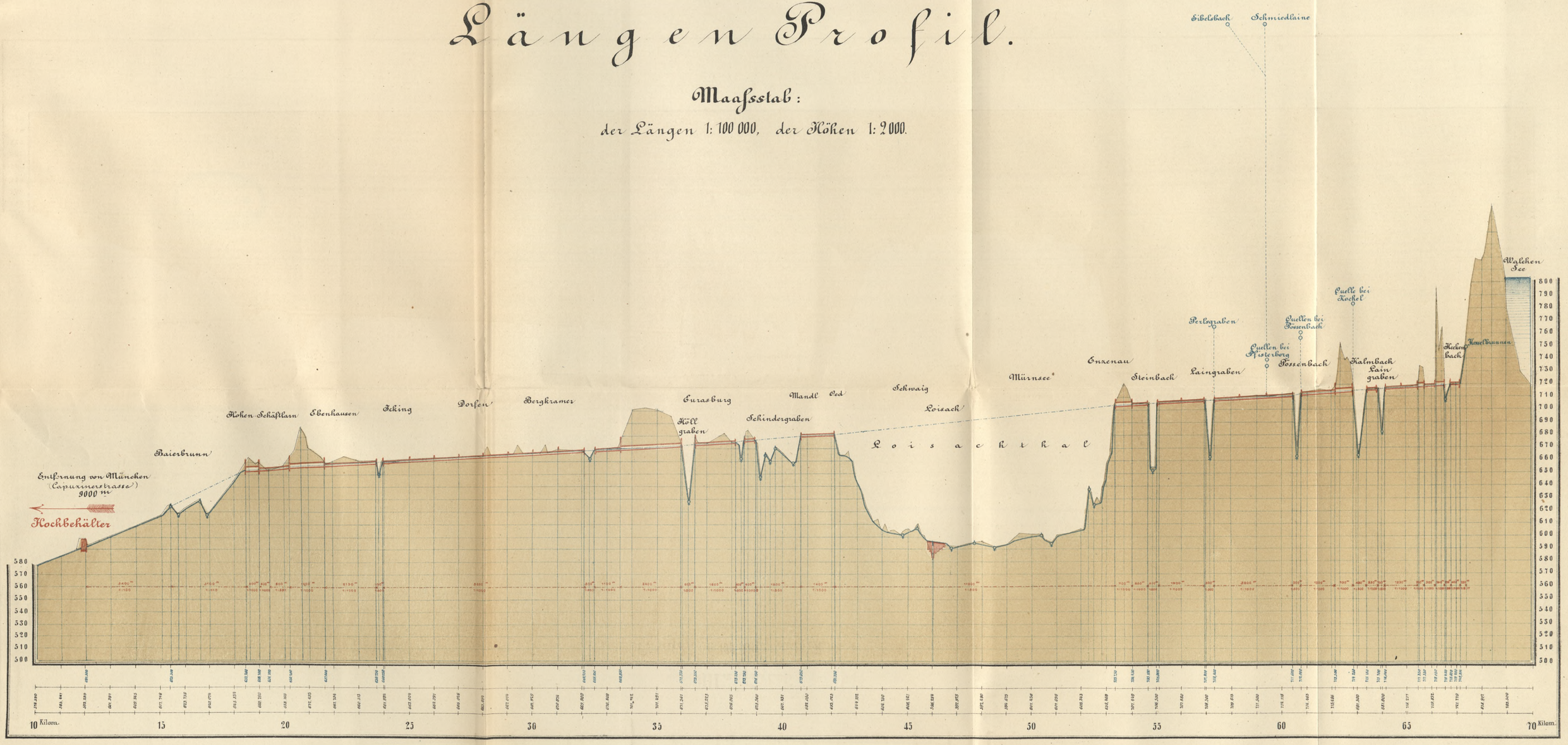
Eisenrohrleitung.
Canalleitung.
Stollen.
Übergangsschacht.
Quelle.
Thonrohrleitung.

Maaßst. 1:100000.

Längen Profil.

Maaßstab:

der Längen 1: 100 000, der Höhen 1: 2000.

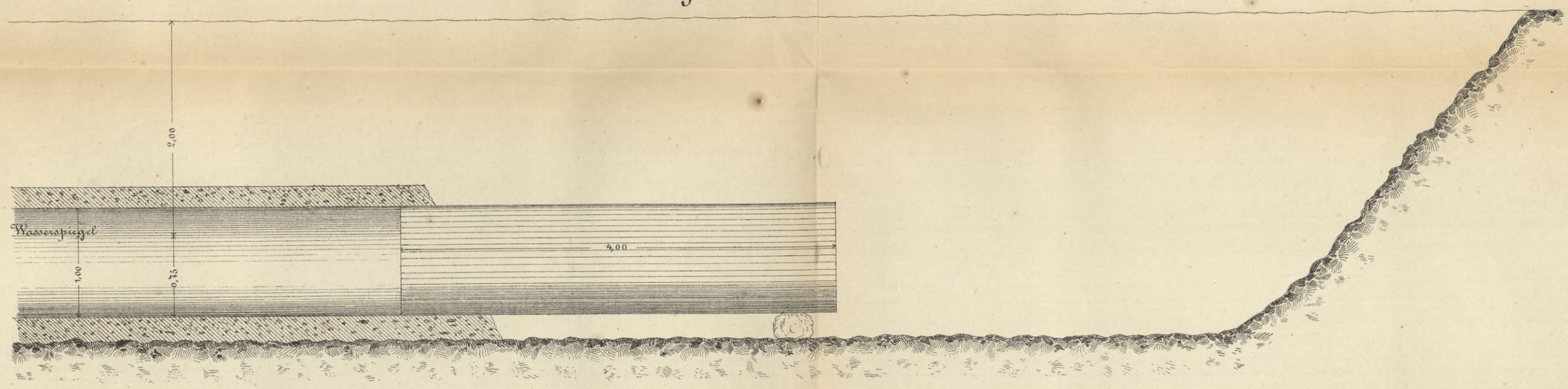


Zeichen Erklärung:

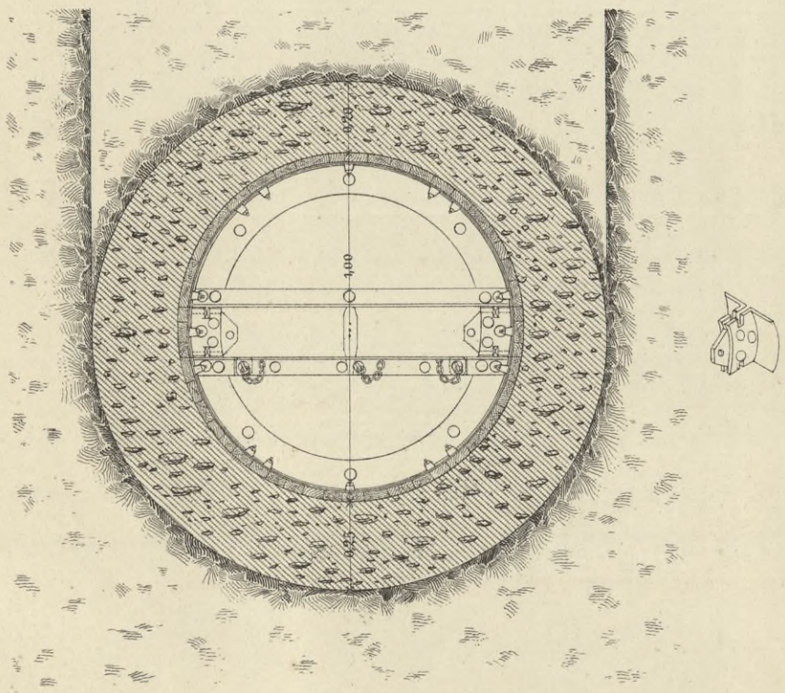
- Eisenrohrleitung
- Ablaß
- Luftventil
- Canalleitung mit Luftschacht
- Stollen
- Uebergangsschacht

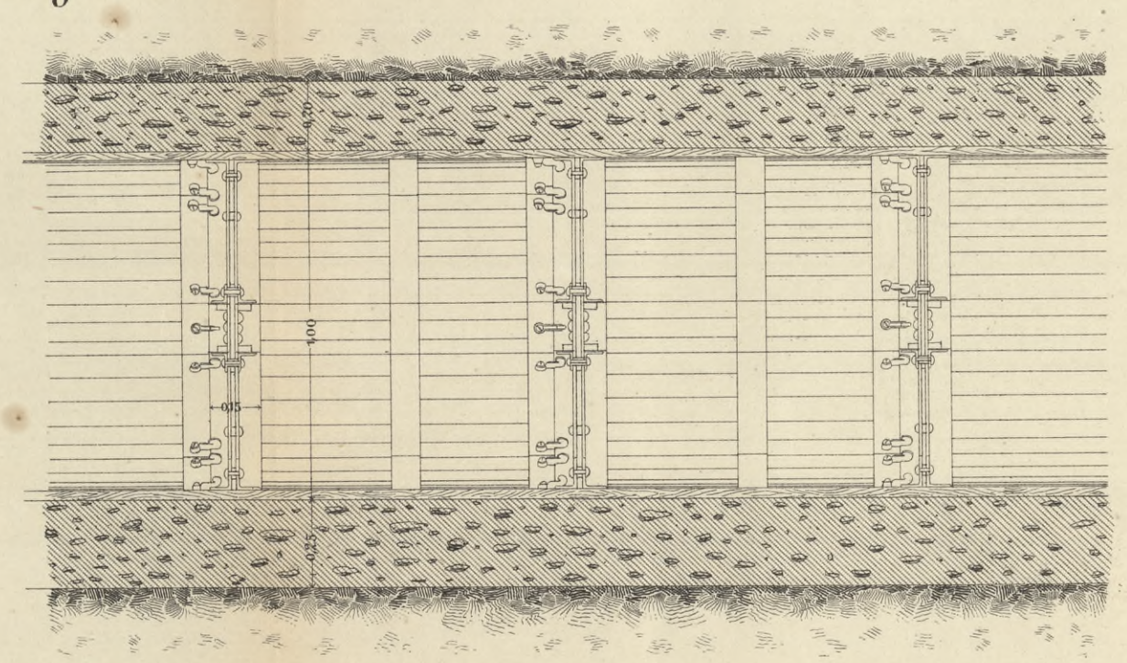
Beton-Canal

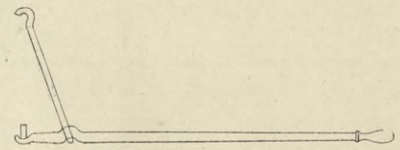
Maaßstab 1:40



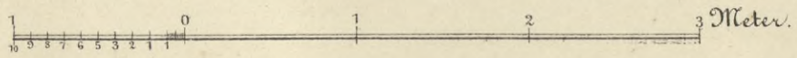
Maaßstab 1:20



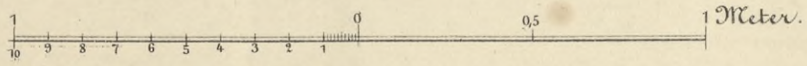




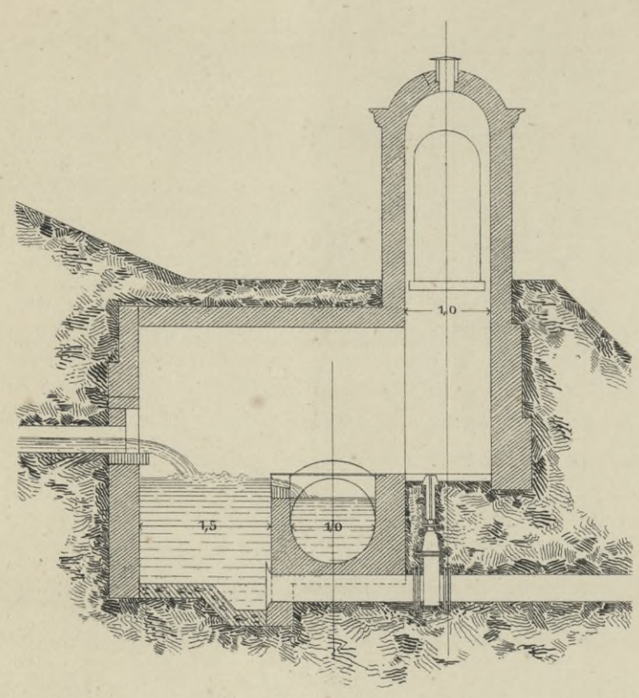
1:40

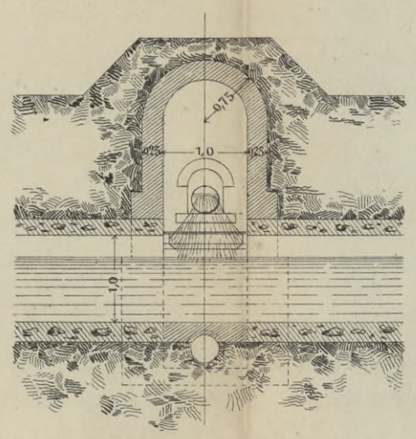


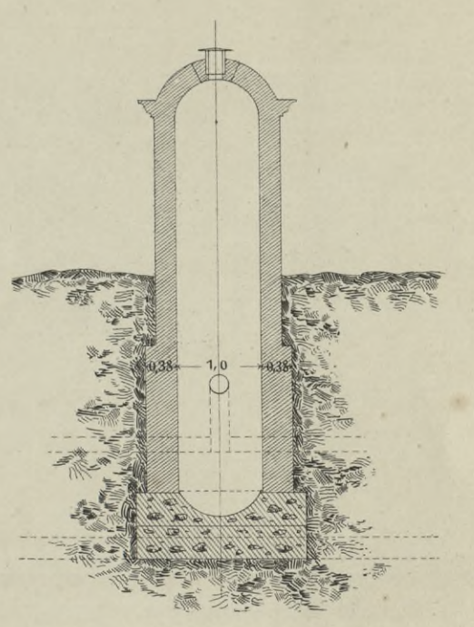
1:20



Blatt 4.

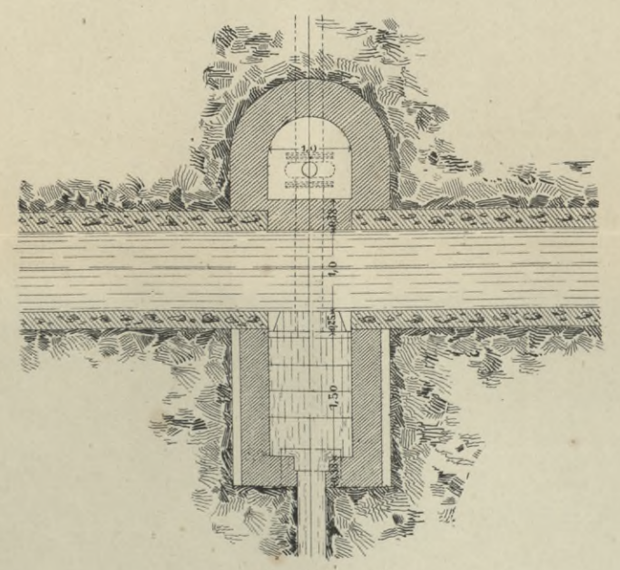


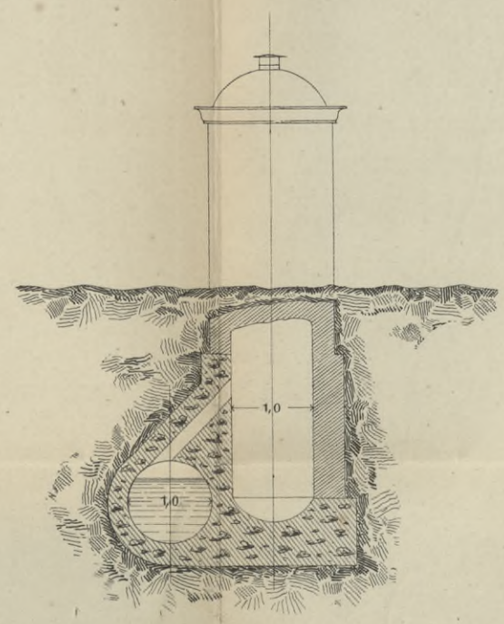


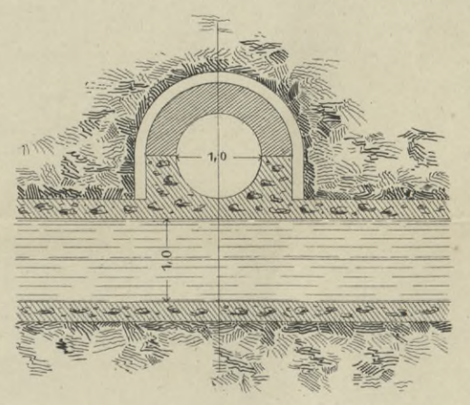


Quellen-Einmündung.

Ventilations-Schacht.





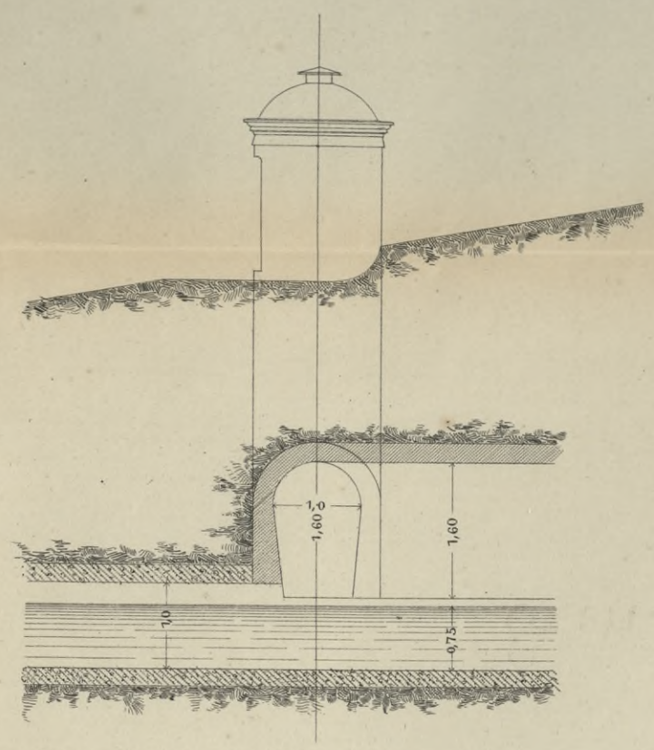


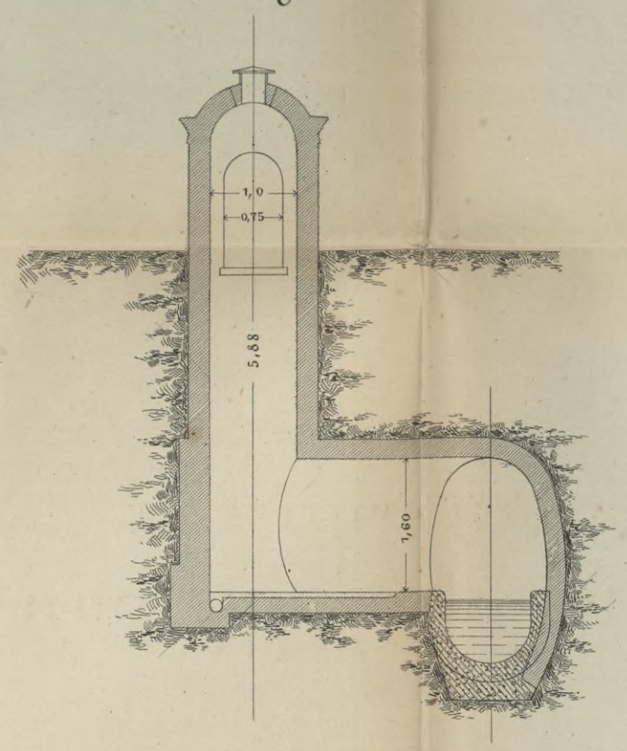
Maaßstab 1:80.

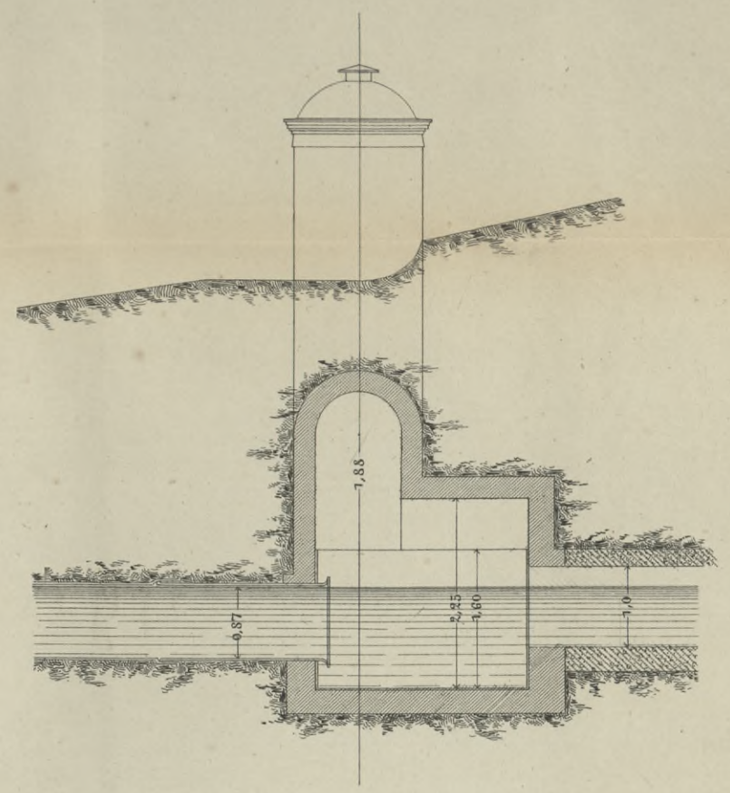
Blatt 5.

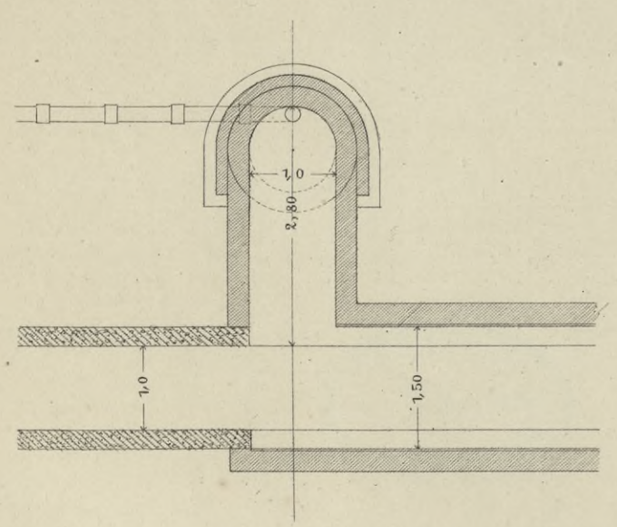
Einsteig- und Uebergangsschächte

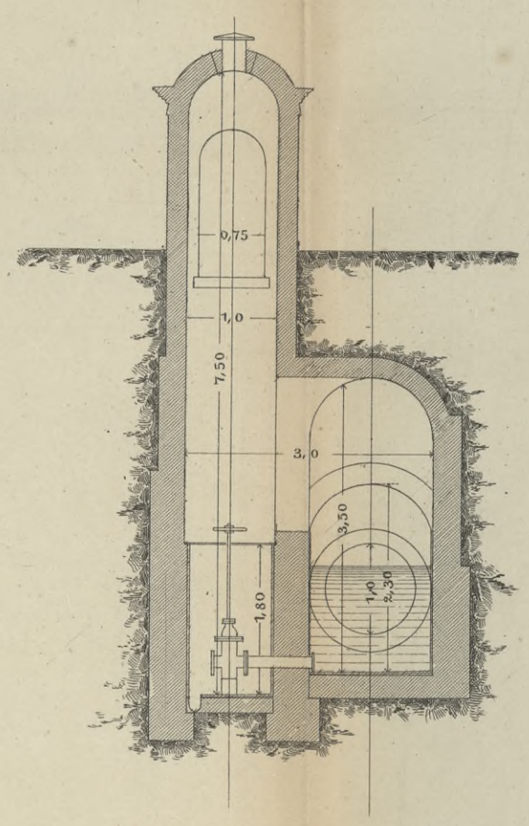
Maaßstab 1: 80.

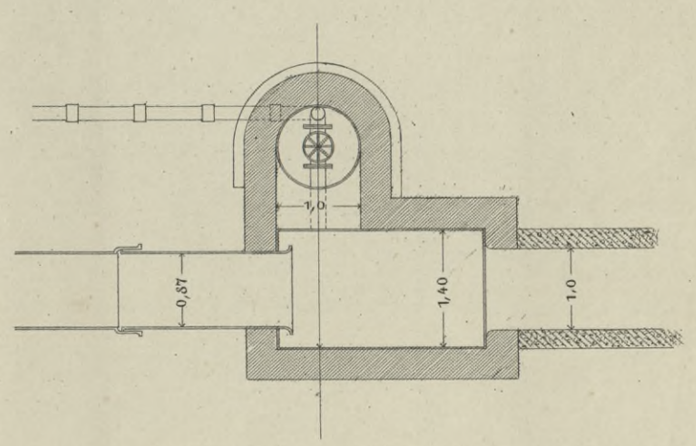




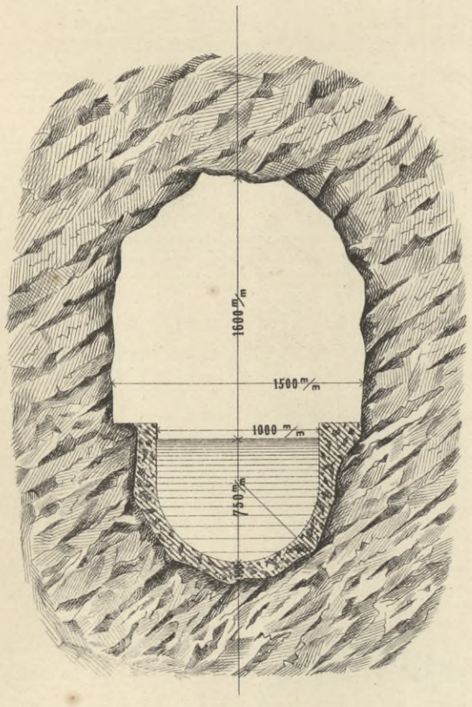


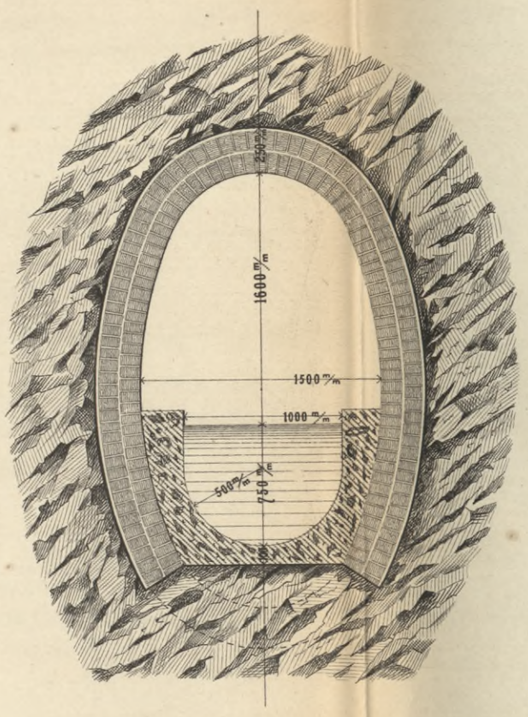


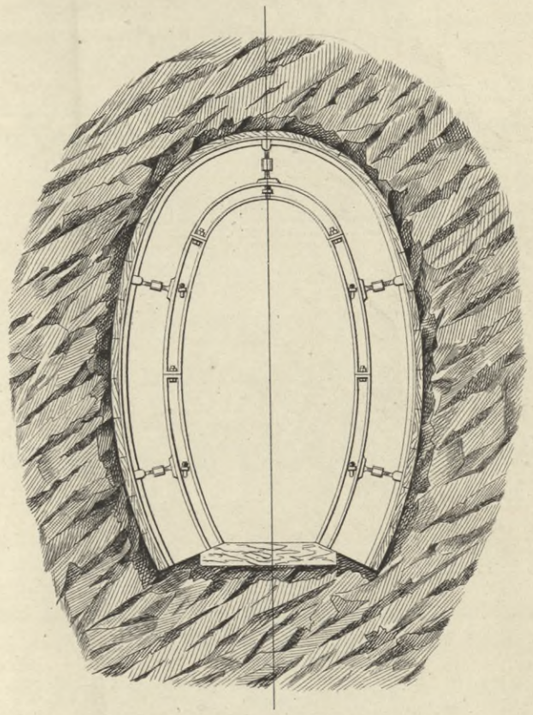




Stollen Profile

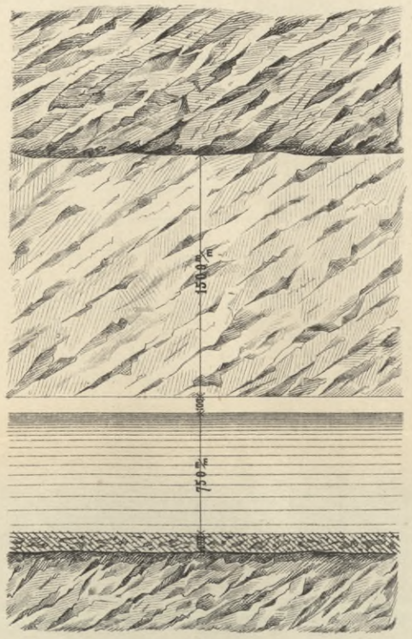


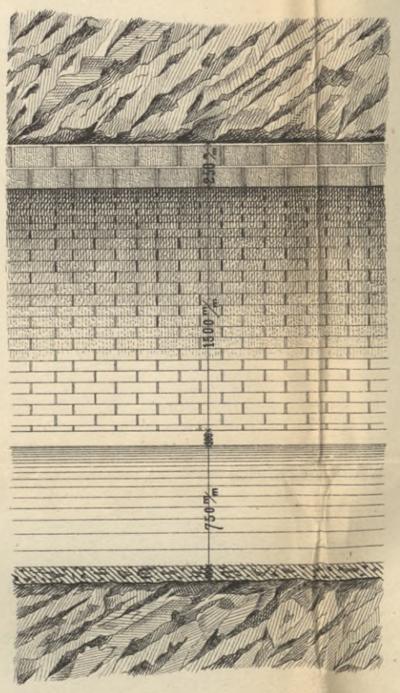


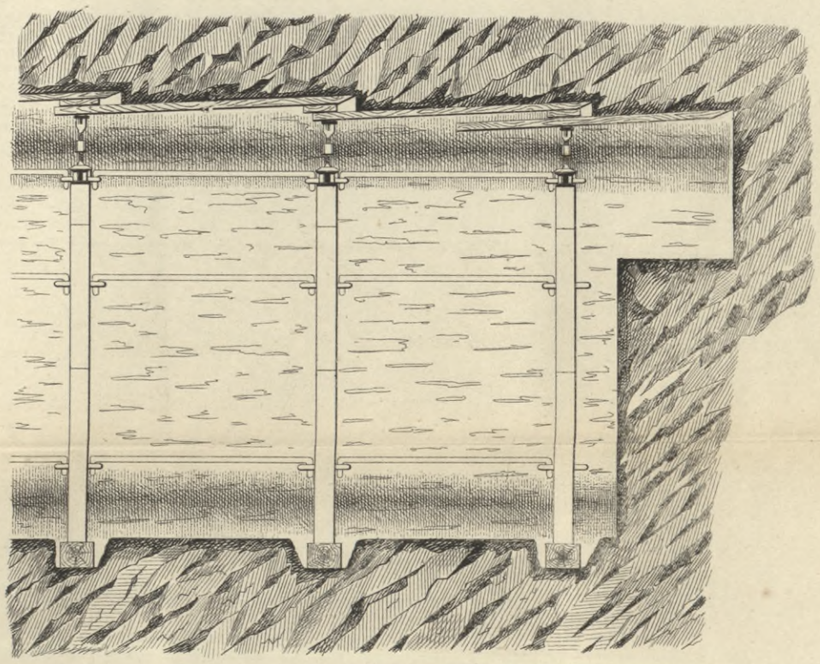


im festen Felsen

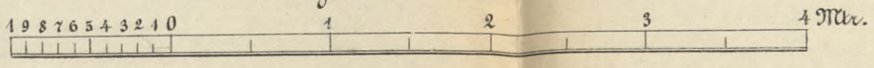
im losen Gebirge (zerklüfteten Felsen.)



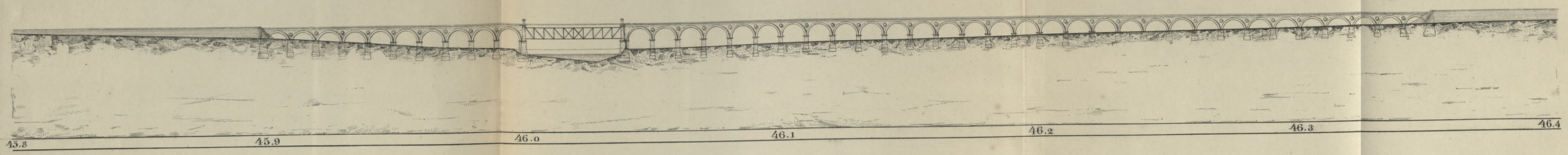




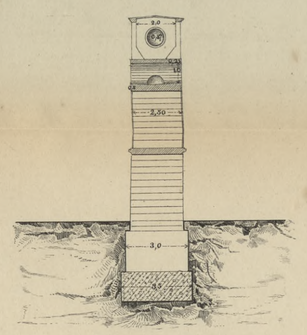
Maafsstab 1:40.



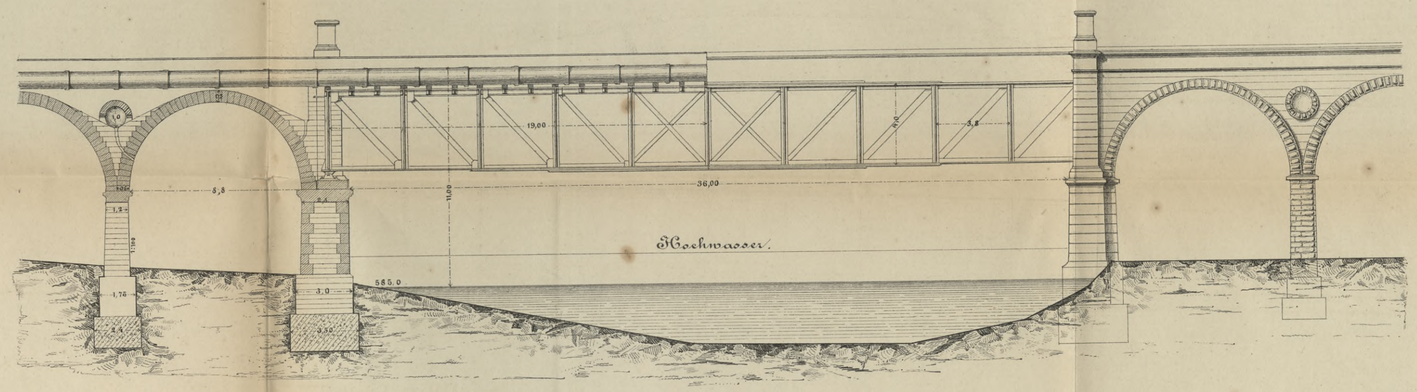
Aquaduct im Loisachthale.



Schnitt durch den Pfeiler

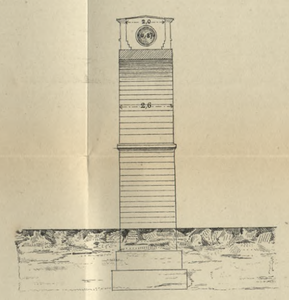


Längenschnitt

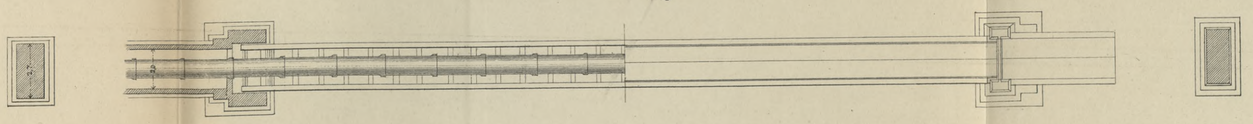


Ansicht

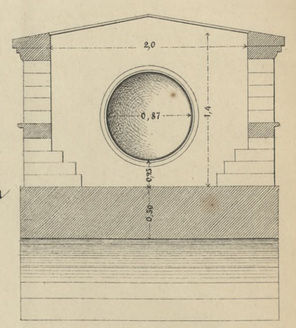
Schnitt durch den Gewölbescheitel



Grundriss

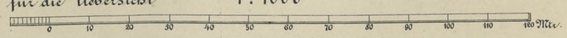


Rohrlagerung auf der Steinconstruction

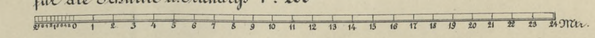


Maafsstäbe

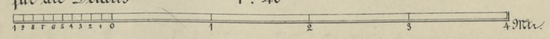
für die Uebersicht 1 : 1000

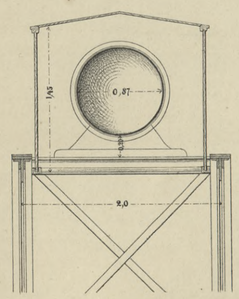


für die Schnitte u. Grundriss 1 : 200



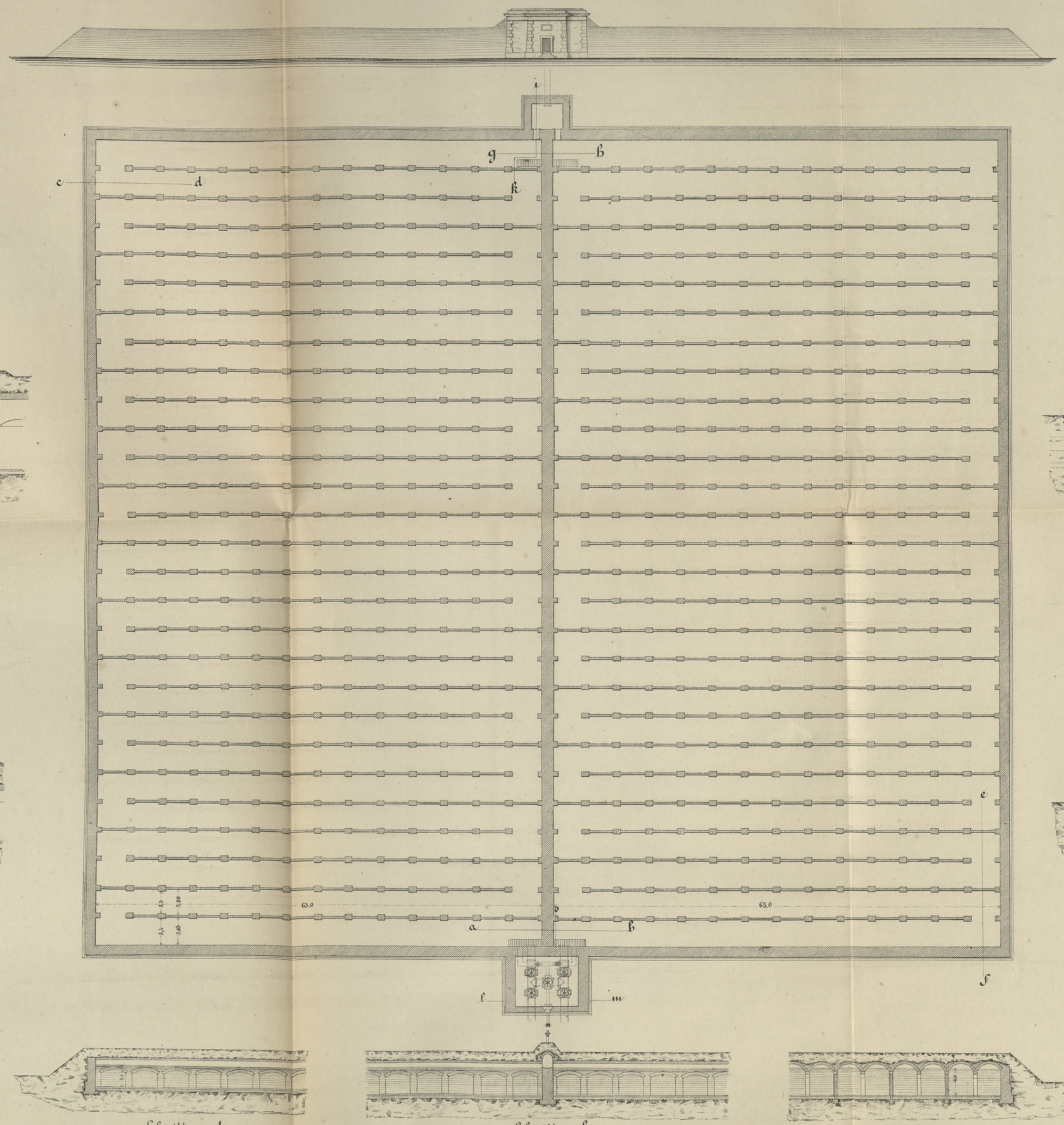
für die Details 1 : 40



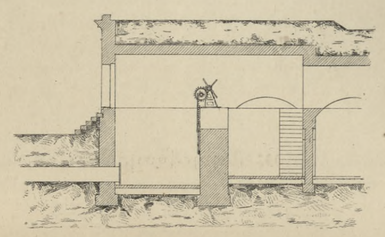


Rohrlagerung auf der Eisenconstruction

Hochbehälter.

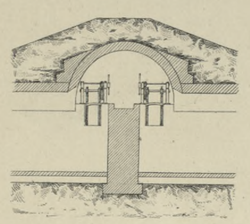


Schnitt i. k.

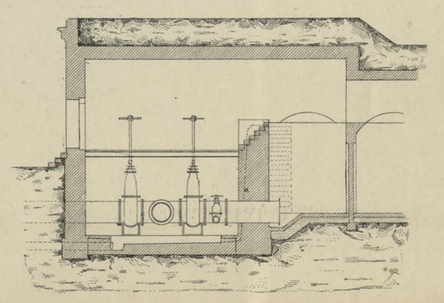


Maaßstab 1:200.

Schnitt g. h.

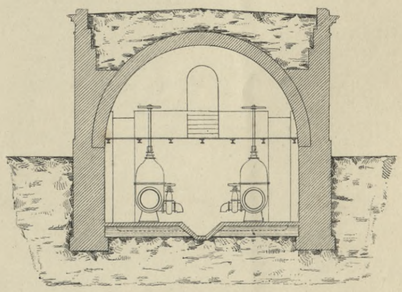


Schnitt n. o.



Maaßstab 1.200.

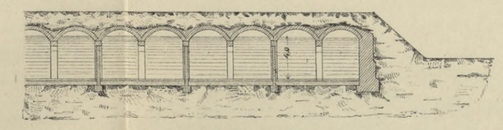
Schnitt l. m.



Schnitt c. d.

Schnitt a. b.

Maaßstab 1:400.



Schnitt e. f.