

Die  
**WASSERVERSORGUNG**  
der  
**Stadt München.**

**Vorprojekt**

im Auftrage der beiden Gemeinde-Collegien

bearbeitet von

**A. Thiem.**

19353

*Thiem*



Mit 15 Plänen.

Anhang I zum II. Bericht der vom Stadtmagistrate niedergesetzten Commission für Wasserversorgung  
Canalisation und Abfuhr.

Druck von E. Mühithaler in München. 1876.

956

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300276

X  
353



Die  
WASSERVERSORGUNG  
der  
**Stadt München.**

---

**Vorprojekt**

im Auftrage der beiden Gemeinde-Collegien

bearbeitet von

**A. Thiem.**

---

Mit 15 Plänen.

Anhang I zum II. Bericht der vom Stadtmagistrate niedergesetzten Commission für Wasserversorgung  
Canalisation und Abfuhr.

WASSERVERSÖRGERUNG

Stadt München



16335

Akc. Nr. 2234/50

## Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
I. Die Stadtbevölkerung und ihre Vertheilung . . . . .	3
II. Die bestehenden Wasserwerke . . . . .	7
III. Hydrographie der südlichen Umgebung Münchens . . . . .	11
IV. Gewinnungs- und Versorgungsprojecte . . . . .	23
A. Versorgung von der Hochebene rechts der Isar . . . . .	27
a) Variante Trudering . . . . .	28
b) Variante Deisenhofen . . . . .	33
c) Variante Harlaching . . . . .	36
B. Versorgung aus dem Mangfallthal . . . . .	37
a) Variante mit natürlichem Drucke . . . . .	37
b) Variante mit künstlicher Hebung . . . . .	44
C. Versorgung durch den Würmsee . . . . .	46
D. Versorgung aus der Pupplinger Au . . . . .	52
E. Versorgung durch den Kesselbach, Walchensee und Jachenauquelle etc. . . . .	54
V. Vergleich der Projekte . . . . .	56
Tabelle A Boden- und Lufttemperaturen . . . . .	58
„ B Maxima und Minima der Bodentemperaturen . . . . .	64
„ C Quelltemperaturen bei Bogenhausen . . . . .	65
„ D Temperatur des Brunnens der Sternwarte . . . . .	68
„ E Niederschlagsmengen . . . . .	69
„ F Temperatur des Würmsees . . . . .	71
„ G Pegelstände der Würm . . . . .	72
„ H Profilelemente der Würm . . . . .	73
„ I Abflussmengen der Würm . . . . .	74
„ K Chemische Analyse . . . . .	75
VI. Kostenanschläge nebst Zusammenstellung . . . . .	78

## Verzeichniss der Pläne.

- Blatt 1) Diagramm zur Bevölkerungsstatistik Münchens.
- „ 2) Plan mit Grundwasser- und Flinzhorizontalen.
- „ 3) Plan mit Terrainhorizontalen und allgemeine Disposition verschiedener Projekte.
- „ 4) Längenprofil von Aschheim bis Otterfing.
- „ 5) Profil von Planegg bis Grasbrunn.
- „ 6) Profil von München bis Haar.
- „ 7) Schichtenfolge der Bohrlöcher.
- „ 8) Diagramme der Grundwasserschwankungen rechts der Isar.
- „ 9) Canalanlage in der Hirschau.
- „ 10) Diagramme der Temperaturen und Quantitäten der Quellen im Mangfallthale.
- „ 11) Diagramme der Pegelstände und Abflussmengen der Würm bei Starnberg.
- „ 12) Diagramme der Elemente des Pegelprofils der Würm bei Starnberg, sowie der Temperaturen des Würm- und Walchensees bei verschiedener Tiefe.
- „ 13) Diagramm zur Bestimmung der künstlichen Pegelstände des Würmsees.
- „ 14) Profile und Geschwindigkeitcurven vom Hachinger Bach, Obergraben des Pettenkoferwerkes, der Mangfall und der Würm bei Starnberg, Ganting und Pasing.
- „ 15) Profile und Geschwindigkeitcurven der Würm bei Starnberg, Eisbach, Jachen, Brunnbach u. Seebach.



## Einleitung.

---

Im ersten Berichte über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrate München niedergesetzten Commission für Wasserversorgung etc. Seite 2 und 3 ist das Programm, welches für den projectirenden Techniker maassgebend ist, enthalten.

Verfasser vorliegenden Vorprojects hat dieses Programm noch durch Aufstellung der Frage erweitert:

„Wie ist die Wassergewinnung und Wasserversorgung für und von München finanziell am vortheilhaftesten und technisch am rationellsten durchzuführen?“

Die Untersuchungen, welche zur Beantwortung dieser Frage führen sollen, sind zeitlich so durchgeführt, dass die Projecte, die zu ihrer Begründung eine längere Beobachtungsreihe bedurften, zunächst bearbeitet wurden und diejenigen folgten, die dieses Beweismittel weniger nothwendig hatten. — Verfasser ist sich sehr wohl bewusst, dass er in dieser schon vielfach besprochenen Frage und bei dem Vorhandensein verschiedener Projecte von verschiedenen Autoren wesentlich Neues nicht bringen kann, und dass seine Arbeit vorwiegend in dem Versuche besteht, alten bekannten Thatsachen neue Gesichtspunkte abzugewinnen. — Die Thätigkeit des Projectirenden kann in einem Falle wie der vorliegende sowohl speculativer, als constructiver Natur sein. — Handelt es sich nur darum: vorhandene, sichtbar auftretende Wasserläufe nutzbar zu machen, so bewegt sich von vorneherein die Lösung der Aufgabe innerhalb ziemlich enger Grenzen, da sie ausschliesslich constructiver Natur ist; die Aufgabe kann mehr oder minder elegant, billig oder theuer gelöst werden, die Grundzüge ihrer Lösung sind durch die localen Umstände gegeben. — In dem, was die Hauptsache bildet: hinreichende Qualität und genügende Quantität, ist der Projectirende in der angenehmen Lage sich einer demonstratio ad oculus als Beweismittel bedienen zu können. — Erblickt der Projectirende nur in dem Aufsuchen sichtbar vorhandener Quellen und dgl. das Ziel seiner Arbeit, so ist dieses an der Hand guter Karten, wie sie ja existiren, und mit einem Aufwand persönlicher Leistungsfähigkeit sehr bald zu erreichen.

Anders, und zwar schwieriger, gestaltet sich die Sache, wenn es sich auch darum handelt sichtbar nicht vorhandene Wassermengen nachzuweisen, dann tritt die constructive Arbeit in den Hintergrund und die speculative wird zur Hauptsache, dann geht der einfach zu führende demonstrative Beweis in den inductiven über und die Lage desjenigen, der Vorschläge zu machen hat, wird eine wesentlich schwierigere.

Die nachfolgend besprochenen Projecte sind grösstentheils solche, welche mit vorhandenen Wassermengen rechnen und nur eines, bedingungsweise zwei sind unter ihnen, welche auf inductiver Basis stehen.

Das Vorproject für Versorgung Strassburgs sollte als Typus der Behandlungsform gelten; soweit dies durchführbar war, ist es auch geschehen.

Die Ansichten des Verfassers haben sich seit der Zeit der Bearbeitung dieses Projects wenig geändert, und aus diesem Grunde ist da, wo es sich um allgemeine Beleuchtung von Thatsachen handelt, das dort Gesagte in unwesentlich veränderter Form um so mehr wiederholt, als eine allgemeine Kenntniss des Projectes nicht vorauszusetzen ist.

Wie sich von selbst versteht sind der vorliegenden Arbeit keine sauber und detaillirt durchgeführten Constructionsblätter beigelegt, diese gehören in ein Detailproject und können zur Klärung der Sachlage auch nicht das Geringste beitragen. — Die Sätze des Kostenanschlages sind der Praxis entnommen und glaubt zu deren Beurtheilung sich der Verfasser durch seine langjährige Thätigkeit als Unternehmer befähigt.

Ebenso befindet sich die Genauigkeit der angeführten Maasse in Uebereinstimmung mit dem zunächst zu erreichenden Zwecke, und nur da, wo ausdrücklich Höhen als mit dem Fernrohrinstrument bestimmt bezeichnet sind, ist die betreffende Angabe noch in der zweiten Decimale richtig.

Wenn die ursprünglich bewilligte Zeit für Ausarbeitung des Vorprojectes auch in sehr bereitwilliger Weise um 2 Monate von zuständiger Stelle verlängert wurde, so blieb, wenn auch nicht in der Hauptsache, so doch in mancher nebensächlicher Beziehung noch manches zu erheben und durchzuarbeiten übrig, und der Verfasser ist sich der Lücken in seiner Arbeit wohl bewusst.

Der Verfasser spricht an dieser Stelle seinen Dank aus für die freundlichen Unterstützungen, die ihm durch Herren von den Königlichen und Städtischen Behörden in ausgiebiger Weise zu Theil wurden.

## I.

## Die Stadtbevölkerung und ihre Vertheilung.

In dem vorgeschriebenen Programm ist eine Bevölkerung von 300000 Einwohnern als Basis für die Festsetzung der Menge des zu beschaffenden Wassers angenommen. — Da die gegenwärtige Bevölkerungsziffer nur etwas über 193000 beträgt, so ist es geboten, auf inductivem Wege, soweit derselbe brauchbar ist, den Zeitraum zu bestimmen, nach welchem die Einwohnerzahl die Ziffer von 300000 erreicht haben wird. — Eine derartige Rechnung hat durchaus nicht einen nur theoretischen Werth. — Es giebt gewisse Theile der Bauausführung, die durch praktische Rücksichten bestimmt, in der Mehrzahl vorhanden sind. — Hierher gehören bei künstlicher Hebung die Motoren und Arbeitsmaschinen, deren Anzahl sich dem wachsenden Bedürfniss entsprechend leicht vermehren lässt, ohne dass mit der successiven Entwicklung der Anlage der Charakter der Einheit abhanden käme. — Wie weit man nun bei der ersten Anlage den Anforderungen einer gebotenen Oekonomie gerecht werden kann, dafür giebt das muthmaassliche Wachsthum der Bevölkerung den einzig brauchbaren Anhalt.

Die Zählungsergebnisse der Stadt reichen bis 1818 zurück. — Folgende Tabelle I, aus dem Städtischen Statistischen Bureau stammend, giebt die Resultate:

Tabelle I.

Jahr	Gesamtbevölkerung Münchens				Bemerkungen	
	männlich	weiblich	zusammen	Zuwachs in Jahresprocent		
1818	—	—	53672	—	Mittlerer Procentsatz von 1818 bis 1875 ist + 2,27%.	
1827	—	—	76117	+ 3,95		
1830	—	—	77802	+ 0,73		
1834	—	—	88905	+ 3,40		
1837	—	—	93435	+ 1,67		
1840	54139	41392	95531	+ 0,74		
1843	—	—	90055	— 2,00		
1846	51560	43270	94830	+ 1,74		
1849	52413	43985	96398	+ 0,55		
1852	58022	48693	106715	+ 3,45		
1855	71831	60281	132112*	+ 1,45 bez. + 7,0		* Einverleibung v. Haidhausen etc.
1858	72699	64396	137095	+ 1,24		
1861	78588	69613	148201	+ 2,63		
1864	88586	78468	167054**	+ 4,07		** Desgleichen von Ramersdorf.
1867	90513	80175	170688	+ 0,72		
1871	81773	87920	169693	— 0,15		
1875	95392	97632	193024	+ 3,27		

Im Jahre 1854 traten die Gemeinden Au, Haidhausen und Giesing mit zusammen 20670 Einwohner in den hauptstädtischen Verband, ebenso 1863 die Gemeinde Ramersdorf, die als unwesentlich nicht weiter berücksichtigt ist.

Die Bevölkerung Ende 1875 ist mit 193024 angegeben, während dieselbe endgültig vom Statistischen Bureau mit 193444 festgestellt wurde.

Auf Blatt 1 sind die Einwohnerzahlen für die verschiedenen Perioden graphisch aufgetragen und zwar die Jahre als Abscissen mit 5 Millimeter gleich 1 Jahr, und die Bevölkerungszahlen als Ordinaten mit 1 Millimeter gleich 1000 Einwohner. Die gestrichelte Curve entspricht den eingeführten Werthen.

Der durchschnittliche Bevölkerungszuwachs in der Periode von 1818—1875 beträgt 2,27 Procent per Jahr.

Unter der Voraussetzung, dass die Bevölkerung gleichmässig jedes Jahr um diesen Procentsatz sich vermehrt hätte, würde die Curve des Bevölkerungsstandes die Form der ausgezogenen Linie haben. Die Curve ist nach der bekannten Formel  $K_n = \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n K$  gezeichnet, worin  $K$  ursprüngliche Einwohnerzahl,  $K_n$  Einwohnerzahl nach  $n$  Jahren,  $n$  Anzahl der Jahre,  $p$  Jahresprocent.

Wenn der Zuwachs über die Gegenwart hinaus denselben durchschnittlichen Werth, wie für die verflossenen 57 Jahre beibehält, so wird im Jahre 1895 die Einwohnerzahl 301800 betragen, also die Ziffer des Programms erreicht sein. Ob sich dies nun mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit behaupten lässt, darüber giebt das gegenseitige Verhältniss der Curven für effective und theoretische Einwohnerzahl am besten Auskunft.

Die ausgezogene Curve schneidet, abgesehen von den beiden Endpunkten, die gestrichelte Curve nicht weniger als dreimal und zwar in den Jahren 1842, 1854 und nahe bei 1869, d. h. in den genannten Jahren war der effective Bevölkerungsstand so gross, als er bei einer als gleichmässig vorausgesetzten Zunahme hätte sein müssen.

Es lassen sich 4 Perioden feststellen und zwar:

1. Periode von 1818 bis 1842; die effective Bevölkerungsziffer übertrifft die theoretische und zwar im Maximum in den Jahren 1826 und 1836 um beziehungsweise 17% und 15% der letztern.
2. Periode von 1818 bis 1854; der Effectivbestand ist kleiner als der gerechnete und zwar im Jahre 1850 um 11% als Minimum.
3. Periode von 1854 bis 1869; die wirkliche Zahl übertrifft die theoretische um 11% als Maximum im Jahre 1864.
4. Periode von 1869 bis 1875; die Bevölkerungsziffer bleibt hinter dem Soll zurück und zwar um 6% im Minimum im Jahre 1872. — Beiläufig sei bemerkt, dass diese Zahlen nur soweit genau sind, als sich die Längen aus dem Diagramm greifen lassen.

Beide Curven weichen also wenig von einander ab, die wirkliche Bevölkerungsziffer hat mit der theoretischen während 57 Jahren ziemlich gleichen Schritt gehalten, und finden sich die grössten Differenzen in den weiter zurückliegenden Epochen.

Aus diesen Gründen wird es wohl gestattet sein, für eine zukünftige Periode, die nahezu nur  $\frac{1}{3}$  der verflossenen beträgt, mit den statistisch festgestellten Werthen neue zu bestimmen und diesen einen hohen Wahrscheinlichkeitsgrad beizulegen.

Der in Jahresprocenten der jeweiligen Bevölkerungsziffer ausgedrückte Zuwachs war Schwankungen unterworfen, die aus den Werthen der 5. Vertikalcolumne der Tabelle I hervorgehen. Lässt man die plötzliche Zunahme, die sich durch die Einverleibung der Gemeinden rechts der Isar ergiebt ausser Betracht, so fand der maximale Zuwachs von 1861 bis 1864 mit 4,07% per Jahr statt, der minimale dagegen von 1840 bis 1843 mit — 2,00%, mithin eine Differenz von  $\infty$  6% in den verschiedenen Zählungsperioden.

Das Diagramm wurde zugleich benützt die procentalen Werthe der Zunahme graphisch aufzutragen, und, da dies auch mit dem mittleren Procentsatz geschehen, so geht ohne Weiteres hervor, welche Perioden unter oder über dem mittleren Procentsatz sich befinden.

Zum Vergleich mit den anderen deutschen Städten möge Tabelle II folgen, welche das Wachstum der deutschen Grossstädte von 1861 bis 1875 anzeigt. — Dieselbe ist mit Ausnahme einer Correctur und 2 Ergänzungen aus den „Statistischen Wanderungen durch Leipzig von Ernst Hasse“ entnommen.

Tabelle II.

Städte	December					Zuwachs von 1861 bis 1875 in Procenten	Zuwachs in Jahresprocenten von 1861 bis 1875 %
	1861	1864	1867	1871	1875		
Berlin	547571	632749	702437	826341	968634	76,89	4,16
Hamburg	175683	198957	222231	239107	264675	50,65	2,97
Breslau	145589	163919	186343	207997	240471	65,17	3,65
Dresden	128152	145728	156024	177089	197262	53,92	3,13
München	148201	167054	170688	169693	193324	30,44	1,92
Köln	120568	122162	125172	129233	134183	11,29	0,77
Leipzig	78495	85394	90967	106925	126412	61,04	3,46
Königsberg	94579	101507	112663	112092	121645	28,62	1,81
Magdeburg	91911	98501	104122	104509	120700	31,32	1,94
Hannover	71170	79649	85378	104243	107067	50,43	2,96
Stuttgart	64314	69084	75781	91623	107574	67,26	3,74
Frankfurt a/M.	71462	78177	78277	91040	103231	44,45	2,66

Nach dem Zuwachs in Jahresprocenten geordnet, folgen somit einander die Städte: Berlin, Stuttgart, Breslau, Leipzig, Dresden, Hamburg, Hannover, Frankfurt a/M., Magdeburg, München, Königsberg und Köln.

Es nimmt also München unter 12 deutschen Städten über 100000 Einwohner für die Periode 1861—1875 in Bezug auf Wachstum die 10. Stelle ein. — Schliesst man Königsberg und Köln als Festungen ohne detachirte Forts, also in ihrer natürlichen Entwicklung zwangsweise gehinderte Städte, aus, so gestaltet sich das Verhältniss für München noch ungünstiger. — Auf Grund dieser lokalen und vergleichenden Betrachtungen lässt sich nun gewiss eine noch grössere Inferiorität für München in der Zukunft nicht erwarten, und desshalb ist die Annahme von 300000 zu versorgenden Einwohnern keines Falls eine zu hoch gegriffene, und da die weitere Bedingung, dass per Tag und Kopf 150 Liter geliefert werden sollen, eine jetzt allgemein übliche und durch die Erfahrung festgestellte ist, so ist auch der vorausgesetzte Tagesconsum von 45000 Kubikmeter als nicht überflüssig reichlich zu bezeichnen, sondern ein gerechtfertigter. —

Für die zukünftige Wasserversorgung der Stadt ist es erforderlich, die Art der Vertheilung der Totalbevölkerung in so weit zu beleuchten, als es für diesen Zweck nothwendig ist. — Hiefür stehen 2 Karten zur Verfügung, beide durch das städtische Bauamt gefertigt.

Die eine zeigt, neben den Aequidistanten des Grundwassers und denen des undurchlässigen Untergrundes, die Horizontalcurven des Terrains. — Aus ihr geht hervor, dass die höchste in Betracht zu ziehende Erhebung in Giesing und bei den Kustermann'schen Lagerhäusern sich befindet. Die Niveaudifferenz gegen Terrain bei der Frauenkirche ist  $\approx 17,0$  m. — Dieser Unterschied ist bedeutend genug, die Trennung der Stadt in 2 Zonen im vertikalen Sinne ins Auge zu fassen.

Bei der Wahl des Bezugsörtcs kann die Möglichkeit vorhanden sein, die tiefer liegende Zone noch mit natürlichem Drucke hinreichend versorgen zu können; die höhere dagegen nicht oder wenigstens nur unterhalb der geforderten Druckhöhe. — Das Wasser für die obere Zone muss deshalb künstlich gehoben werden und zur Beurtheilung des hiefür zu beschaffenden Arbeitsquantums ist die zu versorgende, die höhere Zone bewohnende Einwohnerzahl festzustellen. —

Wie rechnerisch und erfahrungsmässig feststeht, ist eine nutzbare Druckhöhe von 30 m. über Pflaster der zu versorgenden Districte hinreichend, allen Anforderungen zu genügen. Legt man durch Schwelle der Frauenkirche eine horizontale Ebene, so schneidet dieselbe das Terrain nahezu in der mit 146 bezeichneten Horizontalcurve östlich an den Steilabhängen des Isarufers, westlich in der Maxvorstadt, Botanischer Garten, Sendlingerthor und Staubstrasse. — Giebt man der niedern

Zone 30 m. nutzbaren Druck über Schwelle der Frauenkirche, so gehören alle westlich, bez. östlich von Curve 146 liegenden Stadttheile der hohen Zone an.

Erhöht man nun diesen Druck um 2,0 m. und behält für die Grenzdistricte zwischen hoher oder niederer Zone den erst genannten Druck von 30,0 m. über Pflaster bei, so wird die Zonengrenze östlich wenig verrückt, westlich dagegen ganz bedeutend nach Westen geschoben. Sie folgt nun der Curve 144. — In dem zwischen den Curven 144 und 146 liegenden Stadttheile wohnen aber circa 36000—40000 Seelen, so dass in westlicher Richtung durch das Hinaufrücken der Druckhöhe um 2,0 m. diese Einwohnerzahl aus der obern Zone in die niedere Zone versetzt wird. — Dasselbe gilt für den Fall der Normirung der Druckhöhe von 30 m. über Schwelle der Frauenkirche und die Zulassung von 28 m. an der Zonengrenze. — In östlicher Richtung fallen beide Curven in den Steilabhang des Isarufers und ergibt sich desshalb auf dieser Seite kein Gewinn an Einwohnern für die niedere Zone. — Eine Fortsetzung der Druckerhöhung wird naturgemäss der hohen Zone immer mehr Einwohner abnehmen und der niedern zuwenden; jedoch ist wenigstens bei der gegenwärtigen Bebauung der Stadt, selbst nach Westen hin, damit kein besonderer Gewinn an Einwohnerzahl mehr zu erreichen, nach Osten hin liegt die Sache noch ungünstiger.

Bei diesen Betrachtungen ist nun allerdings angenommen, dass an den Zonengrenzen die Gipfel der manometrischen Drucksäulen ebenfalls in einer horizontalen Ebene liegen. — Dies ist nun in Wirklichkeit, in Folge der Reibungswiderstände im Röhrensystem, nicht der Fall. Dort wo die Rohrleitung in der Stadt eintritt wird die absolute Cote der manometrischen Druckhöhe einen grösseren Werth haben, als am entgegengesetzten Ende der Stadt. — Da nun aber auf diese Weise auf der einen Seite an Terrain gewonnen, auf der andern an solchem verloren wird, so wird im Allgemeinen die Sachlage wenig geändert werden.

Auf dem zweiten schon veröffentlichten Blatte sind die einzelnen Stadtbezirke getrennt mit ihren zugehörigen Einwohnerzahlen dargestellt.

Behält man die Zonengrenze-Curve 144 östlich und westlich bei, so fallen zwischen diese beiden Linien die

Bezirke I	. . . . .	mit 14134	Einwohnern
„ II	. . . . .	„ 12714	„
„ III	. . . . .	„ 11760	„
„ IV	. . . . .	„ 10893	„
„ V	. . . . .	„ 19373	„
„ VI	. . . . .	„ 16822	„
„ VII	. . . . .	„ 5043	„
„ XI	. . . . .	„ 4927	„
„ XII	. . . . .	„ 15495	„
„ XIII	. . . . .	„ 10037	„
„ XVI	. . . . .	„ 5078	„
		Summa	126276 „

Ferner Theile der Bezirke

VIII	geschätzt auf $\frac{2}{3}$ der Totalbevölkerung	8307	Einwohner
IX	„ „ „ „ „	15132	„
XVII	„ „ „ „ „	5715	„
XVIII	„ „ $\frac{1}{2}$ „ „	3645	„
		Summa	32799 „

Ausserhalb der Zonengrenze fallen die Bezirke:

X	. . . . .	mit 5846	Einwohner
XIV	. . . . .	„ 9326	„
XV	. . . . .	„ 5715	„
		Summa	20887 „

Ferner Theile der Bezirke

VIII	geschätzt mit $\frac{1}{3}$ der Totalbevölkerung	2769	Einwohner
IX	„ „ „ „	5044	„
XVII	„ „ „ „	1905	„
XVIII	„ „ $\frac{1}{2}$ „	3644	„
Summa		13362	„

Es gehören somit der niederen Zone an  $126276 + 32799 = 159075$  Einwohner  
 und der hohen Zone  $20887 + 13362 = 34249$  „  
 Summa  $193324$  Einwohner.

Beiläufig bemerkt weichen diese Angaben über partielle und totale Bevölkerung um etwas von denjenigen ab, die später vom statistischen städtischen Bureau veröffentlicht wurden. — In Anbetracht des Charakters der ganzen Rechnung und Genauigkeit des zu erreichenden Resultates ist die spätere exacte Feststellung unberücksichtigt geblieben.

Nach der benützten Zusammenstellung beziffert sich eine Einwohnerzahl von 193324, während 300000 in Aussicht genommen sind.

Der nächste Zuwachs wird bestehen in der Einverleibung in den hauptstädtischen Verband der Gemeinden

Sendling	mit	5806	Einwohnern
Schwabing	„	6357	„
Neuhausen	„	6618	„
Summa		18781	Einwohner.

Von diesen fällt Sendling in die hohe, Schwabing und Neuhausen mit zusammen 12975 Einwohnern in die niedere Zone, so dass sich schon jetzt die Bevölkerungsziffer der niedern Zone mit 171950 Einwohnern, der hohen Zone mit 40055 Einwohnern feststellen lässt.

Der programmässige Zuwachs erreicht somit noch die Höhe von  
 $300000 - 193324 - 18781 = 87895 \approx 88000$  Seelen.

Man wird keines Falls zu Gunsten der niedern Zone rechnen, wenn man annimmt, dass von diesem Zuwachs nicht mehr als  $\frac{1}{3}$  auf diese und volle  $\frac{2}{3}$  auf die hohe Zone fallen, so dass sich schliesslich bei 300000 Einwohnern für

die niedere Zone  $171950 + 29333 = 201283$  Einwohner  
 die hohe Zone  $40055 + 58666 = 98721$  „

ergeben werden.

Dieses Zahlenverhältniss rechtfertigt, ebenso wie der oben erwähnte Höhenunterschied, die Theilung der Stadt, falls die orographische Lage des Bezugsortes dies bedingt, oder besser umgekehrt: man wird in der Lage sein, Bezugsorte in Betracht zu ziehen, die bei einer einheitlichen Versorgung, namentlich mit durchweg natürlichem Drucke, ausgeschlossen geblieben wären.

## II.

### Die bestehenden Wasser-Werke.

Eine Zusammenstellung der Wasserlieferungen der bestehenden Brunnenwerke findet sich schon im „I. Berichte der Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat München niedergesetzten Commission“. Die folgende Tabelle III, welche Verfasser der Mittheilung des Ingenieur Herrn Brandt verdankt, fügt den dortigen Angaben neben anderen auch die Anzahl der motorischen Kräfte hinzu, welche durch die genannten Anlagen nutzbar gemacht werden.

Tabelle III.

Nr.	Name des Werkes	Liter pr. Sec.	Effective Pferde- kraft des Werkes	Bezugs-Ort des Wassers	Lage der Quellen	Reserve-Anlage	Ausser Betrieb jährlich in Tagen
1	Pettenkofer Brunnenw.	150	100	$\frac{1}{4}$ Quelle, $\frac{3}{4}$ Grundwasser	bei Thalkirchen	ohne	1
2	Muffat „	72	62	$\frac{1}{4}$ Quelle, $\frac{3}{4}$ Grundwasser	unter Au und Haidhausen	30 Pferde-Dampf	14 Tage halbe Kraft
3	Glockenbach „	30	28	Grundwasser	—	ohne	14 desgl.
4	Katzenbach „	11	10	do.	—	„	14 „
5	Bruderhaus „	7	3	do.	—	„	—
6	Obere Lände „	9	2	do.	—	„	—
7	Auer Brunnenwerk m. Freifluss . . . . .	6	4	Quellen	unter der hohen Au	4 Pferde-Dampf- maschine, Eigentum von Sedlmeier	—
8	Karlsthor — Brunnenw.	6,3	5 für Springbr.	Grundwasser	—	ohne	14 Tage halbe Kraft
9	Jungfernthurm — „	4,3	3 für Springbr.	do.	—	„	14 „ „
10	Residenz- u. Hofgarten- Brunnenw.	31,9	32	do.	—	„	14 „ „
11	Pfister „	58,7	30	Quellen	unter Au und Haidhausen	28 Pferde-Dampf	—

Inwieweit auf Benützung der kgl. Hofbrunnenwerke eventuell für künftige Wasserversorgung der Stadt zu rechnen sei, ist eine Frage rein administrativer Natur, und werden deshalb nur die städtischen Brunnenwerke in den Kreis der Betrachtungen gezogen.

Von diesen sind es wiederum nur zwei, welche in Anbetracht des gegenwärtigen Bezugsortes und der Grösse der künftigen Leistung der Gesamtanlage eine Beachtung erheischen. — Es sind dies das Pettenkofer- und das Muffat-Brunnenwerk.

Nach Angabe des Ingenieur Herrn Brandt sind die constructiven Maasse und dynamischen Verhältnisse der beiden genannten Werke folgende:

a. Pettenkofer-Brunnenhaus.

Die Motoren sind 2 Poncelträder, von denen jedes 2 doppeltwirkende horizontale Pumpen betreibt. — Es ist

Raddurchmesser . . . . .	5,140 m.
Radbreite . . . . .	3,700 m.
Aufschlaghöhe . . . . .	1,284 m.
Umdrehung per Sec. . . . .	0,1767 m.
Aufschlagmenge per Rad . . . . .	4,611 Cbm.
Förderhöhe des gepumpten Wassers . . . . .	32,10 m.
Durchmesser der Pumpen-Kolben . . . . .	0,438 m.
Kolbenfläche . . . . .	0,1507 □m.
Kolbenhub . . . . .	0,876 m.
Pumpeninhalte für 1 Pumpe . . . . .	0,132 Cbm.

Die Arbeit des Rades wird nur durch Vermittlung einer auf die Radwelle gekeilten Kurbel direct mittelst Schubstange auf die Arbeitsmaschinen übertragen und deshalb ist die Umdrehungszahl des Rades in derselben Zeit gleich den Doppelhuben der Pumpen. Demnach stellt sich das theoretisch geförderte Quantum Hubwasser  $q$  per Secunde und Rad auf

$$q = 2 \cdot 2 \cdot 0,1767 \cdot 0,132 = 0,0933 \text{ Cbm.}$$

Das totale theoretische Förderquantum ist  $Q = 2q = 0,186 \text{ Cbm.}$

Die effectiv geleistete Arbeit ( $L_e$ ) per Rad  $L_e = \frac{93,3 \cdot 32,1}{75} = 39,93 \text{ Pferdestärken.}$

Die theoretische Leistung ( $L_t$ ) eines Rades beträgt

$$L_t = \frac{4611 \cdot 1,284}{75} = 78,94 \text{ Pferdestärken,}$$

mithin der Nutzeffect  $\frac{L_e}{L_t} = \frac{39,93}{78,94} = 0,506$

Die Umfangsgeschwindigkeit ( $V_u$ ) des Rades ist

$$V_u = \pi \cdot 5,14 \cdot 0,1767 = 2,85 \text{ m.}$$

Die Endgeschwindigkeit ( $V_n$ ) der Aufschlaghöhe entsprechend

$$V_n = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,284} = 5,02 \text{ m.}$$

Verhältniss der Geschwindigkeiten  $\frac{V_u}{V_n} = 0,568$

Eine am 22. August a. c. stattgefundene directe Messung ergab für die Geschwindigkeiten etc. etwas abweichende Resultate.

Oestliches Rad.	Westliches Rad, resp. Pumpen.
Aufschlaghöhe . . . . . 1,20	1,21 m.
Aufschlagmenge . . . . . 4,33	4,77 Cbm. (siehe Blatt 14.)
Umdrehungen per Sec. . . . . 0,1938	0,2016
Förderhöhe der Pumpen 22,9 m.	
Theoretisches Förderquantum 0,1023	0,1064 Cbm.
<u>0,2087</u>	
Effectiv geleistete Arbeit . . . . . 31,24	32,49 Pferdestärken
<u>63,73</u>	
Theoretisch geleistete Arbeit . . . . . 69,28	76,96 Pferdestärken
Mithin Nutzeffect . . . . . 0,451	0,422
Umfangsgeschwindigkeit . . . . . 3,13 m.	3,26 m.
Endgeschwindigkeit der Aufschlaghöhe entsprechend . . . . . 4,85 m.	4,87 m.
Verhältniss dieser Geschwindigkeiten . . . . . 0,645	0,668.

Die Maschinen förderten also zur Zeit der Beobachtung, unter der Voraussetzung des Nutzeffectes der Pumpen gleich Eins, 208,7 sl. (Secundenliter) gegenüber 186 sl., welche ursprünglich in Rechnung gezogen. — Bei der guten Beschaffenheit der Pumpen kann man denselben unbedenklich einen Nutzeffect von 0,94 zuschreiben, so dass das Werk effectiv 196 Liter per Secunde auf 22,9 m. Höhe förderte und eine Arbeit von 59,8  $\approx$  60 Pferdestärken nutzbar wurde.

Die Mehrleistung an Förderquantum geschah auf Kosten der Förderhöhe, denn während rechnerisch 32,10 m. angenommen sind, betrug sie effectiv nur 22,9 m. — Die Räder mussten ferner, um dieses Plus an Quantum zu liefern, eine grössere Anzahl Umdrehungen per Secunde machen und wichen in ihrer Umfangsgeschwindigkeit von der in Rechnung gezogenen, vortheilhaftesten, erheblich ab. — Die Folge hievon war eine Verminderung des Nutzeffectes.

Rechnerisch sollte derselbe 0,506 betragen, effectiv war er jedoch in Folge der unvortheilhaften Umfangsgeschwindigkeit der Räder 0,436 im Mittel. — Wenn in Zukunft die Quellen weniger Wasser geben werden, kann die Förderhöhe gesteigert und somit die normale Umdrehungszahl der Räder wieder erreicht werden; damit wird sich der Nutzeffect und mit ihm die effective Arbeit steigern, so dass für die vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit auf 70 Pferdestärken, gemessen durch effectiv gehobenes Quantum und manometrische Förderhöhe, bestimmt zu rechnen ist.

Da die Anlage nicht mit Hubzähler versehen ist, konnten aus der Vergangenheit die Schwankungen im Hubwasserquantum nicht constatirt werden, und war somit die Feststellung der Periodicität des Quellengusses, soweit er nutzbar gemacht wurde, ausgeschlossen. Das Werk selbst ist rationell construirt und vorzüglich unterhalten, so dass es sehr zu wünschen ist, ihm einen Platz in der neuen Versorgung anweisen zu können.

### b. Das Muffat-Brunnenwerk.

Der Motor ist ein Ponceletrad, welches mittelst Balanciers 4 einfach wirkende vertikale Pumpen betreibt. Nach Angabe des Herrn Ingenieurs Brandt beträgt

Raddurchmesser . . . . .	5,837 m.
Radbreite . . . . .	2,627 m.
Aufschlaghöhe . . . . .	1,751 m.
Disponible Aufschlagsmenge . . . . .	5,72 Cbm.
Umdrehungszahl pr. Sec. . . . .	0,1750
Pumpenkolbendurchmesser . . . . .	0,438 m.
Kolbenfläche . . . . .	0,1507 □m.
Inhalt einer Pumpe . . . . .	0,1320 Cbm.
Förderhöhe . . . . .	41,152 m.

Demnach beträgt den Nutzeffect der Pumpen = Eins gesetzt, das geförderte Quantum 0,0924 Cbm., die effective Arbeit 50,70 Pferdestärken. Rechnet man den Nutzeffect der Pumpen mit 0,94, so ist die geleistete Arbeit, gemessen durch effectives Hubwasser und Förderhöhe, 47,66 Pferdestärken.

Am Tage der directen Messung den 23. August a. c. betrug die Umdrehungszahl des Rades und somit die

Zahl der Doppelhübe pr. Sec. . . . .	0,1765
Am Manometer und Vacuummeter abgelesene Förderhöhe . . . . .	27,74 m.
Gefördertes Quantum . . . . .	0,0932 Cbm.

mithin wurden zur Zeit der Messung und bei obigem Nutzeffect der Pumpen 33,85 Pferdestärken nutzbar gemacht.

Die eben zur Wirkung kommende Aufschlagwassermenge konnte in Folge der zu geringen Geschwindigkeit des Canalwassers, welche ganz unregelmässige Umdrehungszahlen des Woltmann'schen Flügels ergab, mit Sicherheit nicht bestimmt werden. — Im Unterwassergraben verhinderte der starke Wellenschlag und die variable Strömungsrichtung eine genaue Profilaufnahme. — Da die Beaufschlagung eine beschränkte war, so sind die Messungsergebnisse nicht maassgebend, und werden die zuerst genannten 47,66 Pferdestärken in Rechnung gezogen. — Hubzähler waren nicht vorhanden und sind deshalb Rückschlüsse auf die Menge des Hubwassers während früherer Perioden nicht möglich.

Das Werk ist mit einer Dampfmaschine von der halben Leistung des hydraulischen Motors versehen.

Die zur Zeit obwaltenden Betriebs-Verhältnisse gestatteten somit weder beim Pettenkofer-Werk noch beim Muffatwerk durch directe Messung die maximale motorische Leistung der Werke festzusetzen. — Das, was an Arbeit messbar geleistet wurde, betrug:

Pettenkoferwerk . . . . .	59,80	Pferdestärken
Muffatwerk . . . . .	33,85	„
Summa	93,65	„

Würden dagegen die der Rechnung entsprechenden Quantitäten und Förderhöhen in Betracht gezogen, so ergeben sich für

Pettenkoferwerk . . . . .	79,86	Pferdestärken
Muffatwerk . . . . .	50,70	„
Summa	130,56	„

oder abzüglich 6% für Wasserverluste in den Pumpen 122,72 Pferdestärken, gemessen durch gehobenes Quantum und Förderhöhe.

Die effectiv gehobenen Quantitäten waren nach Messung, immer mit 0,94 Nutzeffect der Pumpen gerechnet, beim

Pettenkoferwerk . . . . .	196,0	sl.
Muffatwerk . . . . .	87,6	sl.
Summa	283,6	sl.

Der Rechnung liegen zu Grunde beim

Pettenkoferwerk . . . . .	186,0 sl.
Muffatwerk . . . . .	92,4 sl.
	<hr/>
Summa	278,4 sl.

oder abzüglich 6% für Wasserverluste in den Pumpen 261,7 sl.

### III.

## Hydrographie der südlichen Umgebung Münchens.

In der Hochebene südlich und untergeordnet auch nördlich von München lässt sich ein breiter Streifen erkennen, der mit Ausnahme der ihn durchfliessenden Wasserläufe, der Würm und Isar mit ihren Derivaten und des Hachinger Baches, vollständig wasserlos ist. — Selbst nicht einmal Spuren von Wasserläufen oder Wasserbecken, die nach rascher Schneeschmelze und starkem Regenfall in Funktion treten könnten, lassen sich erkennen. — Die nördliche Grenze dieses Streifens bestimmt sich durch eine Linie: Germering, Aubing, Mosach, Engelschalking, Daglfing, Dornach, Aschheim, Kirchheim, Gelting. — Die südliche Grenze dagegen durch die Richtung Leutstetten, Hohen-Schäftlarn, Dingharting, Endlhausen, Lochen, Hartpenning, Helfendorf, Egmatting. — Als östliche und westliche Grenze gelten zwischen obigen Linien nahezu die Kartenränder der topographischen Blätter München und Wolfratshausen. Die grösste süd-nördliche Ausdehnung findet sich mithin zwischen Aschheim und Holzkirchen auf eine Länge von ca. 35 Kilometer.

Diese ganze Fläche ist mit quartären Ablagerungen bedeckt. — Unter der Ackerkrume findet sich fast ausnahmslos der Schotter, nur östlich von München ist dieser Schotter durch einen sich am rechten Isarufer hinziehenden langen und schmalen Streifen von diluvialen Löss bedeckt.

Die Neigung des in Betracht gezogenen Terrains ist im Allgemeinen nach Norden gerichtet, und setzt sich auch jenseits der nördlichen Begrenzungslinie weiter in diesem Sinne fort. — Ueber die südliche Grenze hinaus hört die Regelmässigkeit der Abdachung vollständig auf, ja ihre Richtung kehrt sich in einzelnen Fällen sogar um und ist nach Süden gewendet.

Wie bekannt, lagern die quartären Gebilde in dem hier in Betracht kommenden Terrain auf der obern Süsswassermolasse, dem Tegel oder Flinz, auf und dieser bildet die wasserdichte Unterlage für die etwa in den durchlässigen quartären Schichten auftretenden unterirdischen Wasserströme oder Wasserbecken.\*)

Wenn die Wasserversorgung Münchens nicht von einem weit entfernt liegenden Wasserbezugsorte aus geschehen soll, so können nur diese Strömungen in Betracht gezogen werden; denn ausser den sichtbar fliessenden Gewässern giebt es keine Quellen, die auch nur annähernd den Bedarf zu decken im Stande sind. —

Als das bei weitem am mächtigsten ausgedehnte Gebiet wurde zunächst die Hochebene rechts der Isar untersucht

An der nördlichen Grenze: Daglfing - Gelting erfolgt der Uebergang von kulturfähigem Lande zum Moosboden sehr rasch. Nördlich der Grenze treten sofort mächtige Bäche und Quellen auf, die jedoch nach einem kurzen Laufe schon die den Mooswässern eigenthümliche Färbung angenommen haben.

Dieses Auftreten der Quellen, von im Allgemeinen mittlerer Jahrestemperatur, ist jedoch nicht allein auf die Grenze beschränkt, sondern setzt sich im Moose selbst ununterbrochen fort, so dass z. B. eine am 23. Juni a. c. geschehene Messung des Aufschlagwassers der Vordermühle unterhalb Aschheim das Quantum von 0,70 Cbm. per Sec. ergab, während an gleichem Tage das Aufschlagwasser der Hintermühle dagegen 1,27 Cbm. betrug, so dass auf den kurzen Lauf von 1500 Meter die Quantität des Bachwassers um 0,57 Cbm. oder 80% gestiegen war. Blatt 14. — Während der Beobachtungszeit in diesem Sommer und Herbst hat der Wasserstand so gering geschwankt, dass eine wiederholte Messung nicht nöthig war.

\*) Der Boden von München: Vortrag gehalten zu München am 28. März 1876 von Dr. C. W. Gümbel.

Es liegt nun auf der Hand, dass bei der obwaltenden geognostischen Beschaffenheit des Terrains diese Bäche und Quellen nichts anderes sein können, als der sichtbar auftretende Ausfluss unterirdischer Grundwasserströme, und es war der zunächst liegende Zweck einer Studie, die Richtung und Mächtigkeit derselben zu bestimmen.

Um das Niveau des Grundwassers zu erhalten, wurden zunächst die Brunnen in den Dörfern der Hochebene benützt und deren Wasserspiegel in ihrer Höhenlage bestimmt.

Zur Erklärung der auf Blatt 2 und 3 gezogenen Curven möge kurz Folgendes dienen.

Denkt man sich alle Punkte des Grundwasserspiegels, welche zu annähernd derselben Zeit gleiche Höhe über einem bestimmt angenommenen Horizont hatten, durch eine Linie verbunden, so nennt man diese Curve: Horizontalcurve, Isohypse, oder Aequidistante. — Wenn nun auch nicht jeder Punkt dieser Linie in seiner Höhenlage durch ein directes Nivellement bestimmt werden kann, so geben doch die unmittelbar bestimmten Höhengoten benachbarter Punkte, unter Zuhilfenahme einer Interpolation, so genaue Resultate für den interpolirten Punkt, dass damit den practischen Anforderungen an Genauigkeit mehr als Genüge geleistet wird.

Es ergibt sich sehr bald aus einer Anzahl zunächst ins Auge gefasster und direct bestimmter Wasserspiegelhöhen, ob der Verlauf und das Gefälle der Grundwasserströme ein so regelmässiges ist, dass man mit dieser Anzahl practisch brauchbare Resultate erzielt, oder ob es nothwendig ist, noch mehr zwischenliegende Punkte zu bestimmen.

Im vorliegenden Falle stellte es sich heraus, dass die bereits vorhandenen Brunnen der Dörfer des Versuchsfeldes hinreichende Unterlage für die Beobachtung abgeben, und konnte deshalb fast gänzlich von Einschlagen Norton'scher Röhren oder sonstigen Methoden, den Grundwasserspiegel aufzudecken, abgesehen werden. Der Einwand, dass durch eine der Messung kurz vorhergehende starke Entnahme aus dem Brunnen, der Wasserspiegel vorübergehend so deprimirt sein könne, dass die Messung falsch sei, widerlegt sich theils durch den directen Versuch, theils durch die Beobachtung, dass im Brunnen des Warthofes eine Entnahme von 0,40 Cbm. per Tag nur eine Depression von 0,05 m. im Wasserspiegel des Brunnens hervorzubringen vermochte. — Eine solche Grösse ist auf die Lage der Horizontalcurven ohne allen bemerkenswerthen Einfluss.

Die auf Blatt 2 eingeschriebenen Höhengoten, sowie alle anderen Höhenangaben in vorliegender Arbeit, beziehen sich auf den jetzt allgemein angenommenen Horizont durch den Wasserspiegel des Adriatischen Meeres, von welchem aus die Höhenangaben des topographischen Bureau's, der Bahnen und der städtischen Verwaltung gerechnet sind. — Die Terraincoten und Curven sind in Schwarz und die auf Wasserstände sich beziehenden Darstellungen in Blau gezeichnet.

Bei der Ausdehnung des ausgeführten Flächennivellements sind nur die Terrain-, Grundwasser- und Flnzcoten des topographischen Blattes München auf dem rechten Isarufer mit dem Fernrohr-Instrument bis zum südlichen Kartenrande bestimmt, und die Isohypsen des Terrains, soweit es nöthig, diejenigen des Grundwasserspiegels über die ganze Fläche in einer Aequidistante von 1 m. construirt. Der Anschluss des Nivellements erfolgte an verschiedenen städtischen Fixpunkten. Die Bestimmung der Coten auf Blatt Wolfratshausen geschah fast ausnahmslos durch barometrische Messung mittelst Stand- und Feldbarometer und im Anschluss an trigonometrisch bestimmte Punkte. — Die Aequidistante der Horizontalen ist mit 5 m. angenommen.

Die Bewegung eines Wassermoleküls ist stets senkrecht zur Horizontalcurve gerichtet, und sobald diese bekannt ist, kann jene aus ihr hergeleitet werden. — Blatt 2 zeigt nun eine vorwiegende Richtung des Grundwasserstroms nach Norden hin; nur an dem rechten Ufer der Isar hin findet ein deutliches Umbiegen der Curven nach isaraufwärts statt, und hier muss die im Allgemeinen nördliche Strömungsrichtung eine Ablenkung nach Westen erfahren, also eine Bewegung des Grundwasserstromes nach dem Isarthale hin erfolgen.

Es beweisen dies auch die zahlreichen, wenn auch nicht besonders mächtigen Quellen, die von Grünwald bis Unterföhring und Ismaning hin aus den Isarleithen entspringen, und von denen später die Rede sein soll.

Weit unregelmässiger stellen sich die Curven, wenn auch nicht in ihrer gegenseitigen Lage, so doch in ihrer Gesamtsituation, auf dem Blatt Wolfratshausen dar.

Hier wechselt namentlich in der Nähe des Teufelsgrabens zwischen Holzkirchen und Klein-Karolenfeld die Strömungsrichtung von Nordwest-Südost bis Südost-Nordwest. — Es mag hervorgehoben werden, dass Messungsfehler, auf welche dieses Resultat zurückgeführt werden könnte, nicht vorliegen, und wenn auch die Grenzen, zwischen denen hier nothwendiger Weise interpolirt werden musste, sehr weit auseinanderliegen, so zeigen doch die in den einzelnen Interpolationsrichtungen gefundenen Werthe in ihrer Zusammenstellung so sehr den Character der Regelmässigkeit und des Systems, dass an der Wahrheit des Resultats in seinen Grundzügen nicht zu zweifeln ist.

In der weiten Ausdehnung des Hofoldinger Forstes befindet sich weder eine Niederlassung, noch ein Dorf, deren Brunnen einen Zwischenpunkt hätte liefern können. Da hier das Terrain den Grundwasserstrom um mehr als 30 m. überlagert, so wäre ein Aufdecken des Wasserspiegels sehr schwierig gewesen und würde unverhältnissmässig viel Zeit gekostet haben. — Es wurde nun die Untersuchung noch weiter nach Süden fortgesetzt; hierbei stellten sich aber im Gegensatz zu dem nördlichen Theile des Versuchsfeldes ganz erhebliche Differenzen heraus. — Während im Norden mehrere Brunnen ein und desselben Dorfes stets nahezu übereinstimmende Spiegelhöhen zeigten, war dies im Süden nicht mehr der Fall. So ergaben in Gross-Dingharting zwei etwa nur 150 m. entfernte Brunnen als Wasserspiegelcoten 605 m. und 659 m., der tiefere Brunnen ist gegenwärtig verschüttet; seine Tiefe wurde annähernd aus der Länge des Weges bestimmt, den s. Z. die das Wasser direct fördernden Pferde zurückzulegen hatten. Ferner in Ergertshausen 621 m. und 658 m. bei ca. 40 m. Entfernung; in Neufahrn 642 m. und 661 m. u. s. w. — Dabei wurde von den Anwohnern der letzt genannten Orte die Beständigkeit beider Brunnen versichert. — In diesem Gebiete hat man es also nicht mehr mit einem Wasserhorizonte oder einem einzigen in verticaler Richtung zusammenhängenden Grundwasserstrom zu thun, sondern es lassen sich verschiedene Wasseretagen unterscheiden.

Dieselben Unterschiede, wie sie sich in der unterirdischen Hydrographie zeigen, machen sich auch, mutatis mutandis, in der sichtbaren geltend.

Die südliche Grenze unsers Terrains ist durch den alten Moränenzug gezeichnet, welcher als Frontmoräne des grossen Isar- und Inngletschers in Erscheinung tritt und in der neuen Ausgabe der Generalstabskarte, Blatt Wolfratshausen, durch die topographische Behandlung des Terrains sehr deutlich hervortritt.\*) Während nördlich des Moränenzuges, also ausserhalb des der Gletscherwirkung ausgesetzten Terrains, sich nirgends ein natürlicher See, Teich oder Wasserbecken irgend welcher Art findet, ist dies südlich dieser Grenze in sehr ausgiebiger Weise der Fall.

Herr Hauptmann Stark characterisirt Seite 73 dieses Verhalten mit folgenden Worten:

„Es dürfte vielleicht hier der Ort sein darauf hinzuweisen: Wo sich solche Seen und Teiche finden, werden auch Moränen anzutreffen sein“ oder mit andern Worten:

„Die alten Gletscher hatten eine Ausdehnung, welche mit den nicht durch Menschenhand gebildeten Seen und Teichen ihr Ende erreichte.“

Wie weit nun die Uebereinstimmung in der Differenz der unterirdischen und oberirdischen hydrographischen Erscheinungen diesseits und jenseits der Moränengrenze genetisch zu erklären ist, wage ich nicht zu entscheiden, ist auch für die vorliegende Arbeit, deren Zweck Beleuchtung vollendeter Thatsachen ist, von untergeordneter Bedeutung. — Eine wichtige Folgerung aus diesem Verhältnisse war für den Verfasser die gewisse Ueberzeugung, dass jedes innerhalb der Moränengrenze niedergebrachte Bohrloch nur Aufschlüsse von ganz untergeordnet localem Werthe ergeben kann.

Die Bohrungsresultate als Beweismittel inductiver Natur benützen zu wollen ist nur ausserhalb der Moränengrenze gestattet, und aus diesem Grunde ist in südlicher Richtung kein Bohrloch, mit Ausnahme auf dem Thalboden der Isar und Würm, niedergebracht worden.

Während nördlich der tertiäre Flinz der allein vorhandene wasserdichte Träger der Grundwasserströme ist, übernehmen in südlicher Richtung neben ihm quartäre Gebilde diese Rolle. — Zu allererst ist dies der diluviale Gletscherschlamm, mit welchem der Gletscher bei seinem Zurückweichen seinen blosgelegten Boden bedeckte. — Dieser ist nach der Ansicht des Verfassers in den meisten Fällen

---

\*) Vergleiche F. Stark: Die bayrischen Seen und alten Moränen, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpen-Vereines 1873.

die Ursache der Bildung der vielen vorhandenen Teiche und Wassertümpel, ebenso der Träger der vielen Wasserläufe, die nach mehr oder minder kurzen Strecken ihres Laufes an Mächtigkeit abnehmen, um schliesslich auf der Sohle eines als Trockenthal auftretenden Terraineinschnittes entweder dauernd zu verschwinden, oder später auf einer tiefer liegenden wasserdichten Schicht wieder zum Vorschein zu kommen. — Als hierher gehörige Erscheinungen sind zu betrachten: Der Gleissenthaler Weiherbach, der im Gleissenthal verschwindet; ferner der Ausfluss des Kirch- und Hackensees der im Teufelsgraben sein Ende erreicht, der Thanninger Bach, der unterhalb vom Schnabelschuster verschwindet, um später als Moosbach südlich von Egling wieder zu erscheinen und dann unter steter Zunahme seines Quantums bei Ascholding in die Isar sich zu ergiessen.

Eine tiefer liegende wasserdichte Schichte bildet die Nagelfluh und der Tuff. — Letztern ist der Verfasser geneigt als Ursache des Auftretens der Quellen bei Obermühlthal südlich Schöneck zu betrachten.

Als letzte und am tiefsten liegende wasserdichte Schichte tritt auch hier wiederum, wie weiter nördlich, der tertiäre Untergrund auf, nach welchem hin sich über die Ränder der inselartig eingebetteten quartären wasserdichten Schichten die über diesen sich bewegenden Wassermassen ergiessen.

Eine eigenthümliche Erscheinung bilden in diesem Gebiet die zahlreich auftretenden Trockenthäler, die ihr Entstehen der erodirenden Wirkung des Wassers verdanken und die Zeugnis dafür ablegen, dass der Wasserstand in diesem ganzen Gebiet in vorhistorischen Zeiten ein viel höherer gewesen sein muss, als gegenwärtig.

Nur in einem Falle war zu constatiren, dass die tiefste Grundwasserlage mit ihrer Oberfläche bis zur Terrainsohle des Trockenthales reichte, und zwar unterhalb Grub, da wo der Teufelsgraben sich mit dem Mangfallthal vereinigt.

In Folge der Schwierigkeit, zu erkennen, ob man es mit dem tiefsten auf der jüngern Süsswassermolasse sich fortbewegenden Grundwasserströme zu thun habe, oder mit einer höhern Etage, wurden die Untersuchungen noch weiter nach Süden nicht fortgesetzt. — Ferner haben, je näher man den Alpen kommt, die jüngern Süsswassermolassenschichten an der Hebung der Alpen schon theilgenommen, und die Regelmässigkeit der Ablagerung, von welcher wiederum diejenige des Grundwasserstromes mehr oder minder abhängt, ist eine wesentlich gestörte.

Im Mangfallthale erreicht überhaupt die jüngere Süsswassermolasse das Ende ihrer südlichen Ausdehnung und treten dort in der Nähe von Gotzing schon Schichten der jüngern Meeresmolasse auf. — Im Isarthale findet sich die gleiche Erscheinung bei Rimselrain, im Loisachthale bei Promberg, und ist damit überhaupt die südlichste Grenze gegeben, bis zu welcher man auf einen nahezu regelmässigen Gang der Grundwasserströme rechnen kann.\*)

Alle hydrographischen Erscheinungen, die weiter südlich beobachtet werden, sind nicht mehr auf dem Wege der Induction zu erklären und entziehen sich bei der Verwerfung des Gebirges jeder erkennbaren Gesetzmässigkeit.

Wenn nun auch durch die stattgefundenen Untersuchungen die Existenz eines Grundwasserstromes nachgewiesen war, so hätte dieser Umstand allein nicht zu einer weitem Fortsetzung derselben berechtigt.

Die wasserführende Schicht musste auch eine gewisse Mächtigkeit besitzen, um den an sie zu stellenden Anforderungen an Ergiebigkeit zu genügen. — Am leichtesten war dies da festzustellen, wo die Bedeckung des natürlichen Grundwasserspiegels durch den quartären Schotter eine geringe Höhe hat, also in unmittelbarer Nähe des Moores oder in demselben selbst. — Auf Blatt 7 sind die Schichtenfolgen von 19 Bohrlöchern angegeben und sie beweisen, dass bei den jetzigen Grundwasserständen die Mächtigkeit der wasserführenden Schichte mindestens 8 m. beträgt. Die Schichtenfolge ist dieselbe, wie sie zahlreiche Sandgruben auf den Hochebenen sichtbar zeigen. —

Das grösste Hinderniss, welches sich dem Fortgang der Arbeiten entgegen stellte, waren grössere Geröllstücke. — Durch den Schlag des Bohrers wurden sie nur zum kleinsten Theile angebohrt, die Hauptwirkung des Schlages bestand grösstentheils in einer hervorgebrachten Ortsveränderung des ganzen Geröllstückes in vertikaler Richtung, und erst nachdem es durch wiederholte Schläge wider-

\*) Siehe Gümbel Geognostische Karte des Alpengebirges Blatt III u. IV u. geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges Tafel XL., Profil 297 u. Tafel XII. Profil 308.

standsfähig festgelagert war, begann die bohrende Wirkung des Werkzeugs. — Die Arbeiter waren gewöhnt diese Erscheinung mit dem Namen „Platte“ zu bezeichnen. — Es ist mithin leicht möglich, dass da wo eine feste Schicht mit einer Mächtigkeit von z. B. etwa 40 cm. als Bohrresultat sich ergab, diese weiter in nichts anderem, als einem Geröllstück von vielleicht nur 20 cm. Durchmesser bestand, welches durchbohrt und um weitere 20 cm. während des Bohrens tiefer getrieben wurde. — Um das Material nicht in der durch den Bohrer hervorgebrachten Pulverform zu gewinnen, sollen zur Zeit noch einige Bohrungen mittelst der Kiespumpe ausgeführt werden. Da bei dieser Methode, die natürlich nur im wasserführenden Terrain möglich ist, die Geröllstücke tale quale gefördert werden, so ist sie mehr geeignet ein wahres Bild der geognostischen Beschaffenheit des Untergrundes zu geben, als die bisher angewendete.

Es wurde im Vorhergehenden stets der Flinz als wasserdichte unterlagernde Schicht betrachtet. — Diese ist nun nicht ausnahmslos der Fall. — Häufig (s. Bohrung 1, 2, 3) liegen die grössern Geröllstücke nicht unmittelbar auf dem Flinz auf, sondern sind von ihm durch eine mehr oder minder mächtige Lage von Schweissand getrennt. Dieser Sand ist so fest gelagert, dass er dem durchziehenden Wasser keine Zwischenräume mehr bietet, und wenn es sich um Bestimmung der Mächtigkeit der wasserführenden Schicht handelt, ist an Stellen, wo der Schweissand vorkommt, von seiner Oberfläche, nicht aber von der des unterlagernden Flinzes ab, diese Mächtigkeit zu bestimmen.

So fest nun dieser Sand auch in seiner ursprünglichen Lagerung ist, so leicht beweglich und flüssig wird er, wenn äussere Einflüsse, namentlich Wasserzüge, auf ihn einwirken. — Einzelne Bohrlöcher mussten dieses Umstands wegen aufgegeben werden; die Strömung des Sandes war, durch das Pumpen veranlasst, eine so energische, dass ein weiteres Vordringen und damit die Bestimmung der Flinzlage unmöglich wurde. — Dieses Verhalten fordert zu ausserordentlicher Vorsicht bei einer eventuellen zukünftigen Wasserfassung auf. Dieselbe darf nur da vorgenommen werden, wo der Schweissand fehlt, im anderen Falle würden durch die Wasserentnahme Dislocirungen des Untergrundes eintreten, die sich auf der Terrainoberfläche durch Spalten, Risse und Verklüftungen sehr bemerkbar machen und die natürliche Schichtenfolge aufheben würden.

Während in dem nördlichen Theile des Versuchsfeldes in Folge der geringen Ueberlagerung die Bohrungen verhältnissmässig schnell vor sich gingen, war diess südlich nicht mehr der Fall. — Auf das Niederbringen eines Bohrloches in der Hochebene selbst war bei der gebräuchlichen Bohrmethode nicht wohl zu rechnen, und so wurde, um die Arbeit abzukürzen, der Einschnitt des Hachinger Baches benützt, um schneller zur wasserdichten Flinzunterlage zu gelangen. Oberhalb Deisenhofen diente ein verlässener Brunnen als Bohrstube.

Soweit es sich noch mit Sicherheit durchführen liess, ist im nördlichen Theile des Versuchsfeldes auch das Ziehen von Horizontalcurven für die tertiäre Schichte vorgenommen worden. Die Linien und Coten sind in grüner Farbe gegeben. Leider sind in der Nähe des rechten Isarufers die Ueberdeckungen so bedeutend, dass mehrere Bohrungen bis auf den Flinz einen ganz unverhältnissmässigen Aufwand an Zeit und Geld in Anspruch genommen hätten.

Es war deshalb auch nicht möglich, das Vorhandensein einer unterirdischen Wasserscheide festzustellen, welche die Grundwasserströme verhindern könnte, bei niedrigen Ständen in das Isarthal abzufließen. — Aus dem Gange der innerhalb der Beobachtungsgrenze gezogenen Curven lässt sich nichts Bestimmtes herauslesen, was diese Vermuthung bestätigen oder widerlegen könnte. Nur die Horizontalcurven 513—516 würden, wenn sie in ihrem Laufe continuirlich blieben, auf eine Erhöhung des Flinzes als Rücken, das Isarthal allongirend, hindeuten. Das Hineinziehen der Höhen der Flinzlagen, wie sie am rechten Ufer der Isar zu Tage treten, würde, da eben das bestimmende Zwischenglied auf den Höhen fehlt, keinen Zweck gehabt haben. —

Für den gegenwärtigen Wasserreichthum des Untergrundes sprechen also zunächst eine Mächtigkeit von mindestens 8 m. der wasserführenden Schicht, ferner Durchlässigkeit derselben, nachgewiesen durch die Bohrungen und die verschiedenen Terrainschnitte der Sandgruben und ein starkes Gefälle des Grundwasserstromes von durchschnittlich 3,26 auf 1000 für die Strecke Deisenhofen — Aschheim.

In den Alluvionen des Rheinthales oberhalb Strassburg haben die Grundwasserströme ein Gefälle von 0,6 auf 1000, in den Alluvionen des Lechthales oberhalb Augsburg im Siebentischwalde 3 auf 1000.

Der Untergrund war in beiden Fällen ein dichtgeschichteter Kies mit Sand, der an Durchlässigkeit die Schichten der Münchner Hochebene durchaus nicht übertraf; trotz des geringen Gefälls wurden bei einer Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels von 0,8 m. einem einzigen Brunnen in der Rheinebene 110 sl. dauernd entnommen, während in der Lechebene 62 sl. das Resultat bei 1,74 m. Depression waren. — Mindestens ebenso günstige Resultate müssen sich im vorliegenden Falle erzielen lassen.

Wenn es irgendwo ein Terrain giebt, bei welchem die Beweisführung für den Wasserreichthum mit Hilfe nur eines anzulegenden Versuchsbrunnens auf inductivem Wege zulässig ist, so ist es gewiss das vorliegende, und es ist nicht zu viel gesagt, wenn Verfasser behauptet, dass die Resultate eines Brunnens mit fast mathematischer Gewissheit sofort für das ganze, überhaupt in Betracht kommende, Terrain Giltigkeit haben.

Die hohe Regelmässigkeit der Grundwasserhorizontalen, die relativ geringen Abweichungen in der Mächtigkeit der wasserführenden Schicht, die durch keine hebenden Kräfte gestörten Ablagerungen der quartären Schichten, das Relief der Gegend, kurz alle Momente vereinigen sich hier unbedingt derart, dass sie gestatten, vom Besondern einen Schluss auf das Allgemeine zu ziehen.

Doch ausser den genannten inductiven Gründen fehlt es auch nicht an demonstrativen Beweisen. — Zunächst müssen die wasserreichen Quellbäche nördlich von Dornach und Aschheim im Zusammenhalte mit der geognostischen Beschaffenheit des Untergrundes dafür gelten. — Ein zweiter Beweis ist das Auftreten und Verschwinden des Hachinger Baches. — Die Beurtheilung desselben durch Herrn Professor Dr. C. W. Gümbel im Berichte d. d. 12. Juni 1866 ist bekannt, und möge, um Wiederholung zu vermeiden, darauf verwiesen sein — Um auch bildlich die hydraulischen Verhältnisse dieses Wasserlaufes, sowie des Untergrundes von Aschheim bis Otterfing zur Anschauung zu bringen, wurde ein Profil zwischen beiden Punkten gelegt, welches das Ansteigen des Terrains, des Grundwassers und der tertiären Schicht von Norden nach Süden, letztere soweit die Beobachtungen und Messungen reichen, darstellt.

Beginnen wir südlich, so finden wir, dass bei Otterfing zunächst eine unterirdische locale Wasserscheide vorhanden ist, und der Grundwasserstrom mit mehr als 20 m. vom Terrain überlagert wird, noch mächtiger ist diese Ueberlagerung bei Sauerlach, sie erreicht dort eine Mächtigkeit von nahezu 40 m. — Von da ab nimmt sie nach Norden hin ab, sie beträgt bei Bahnwärterhaus Nr. 19 der Tölzer Bahn nur noch 24 m. und wird negativ am Ursprung des Hachinger Baches. — Dieses Verhalten hält bis Unterhaching an. — Von da ab senkt sich der Grundwasserstrom, welcher dort, relativ gesprochen, eine unterirdische Stromschnelle bildet, veranlasst durch ein plötzliches Fallen des wasserhaltenden Flinzes, und beträgt am Fusse der Schnelle die Ueberlagerung ca. 14 m., zwischen Perlach und Berg am Laim beim Ende des Hachinger Baches nur noch 4 m. und wird bei Aschheim wiederum nahezu Null. — Durch die nach und nach bis Null abnehmende Mächtigkeit der Ueberlagerung ist einfach und zwanglos die fundamentale Ursache der Bildung des sogenannten Ismaninger Moores gegeben und erkannt. — Wäre das quartäre Gerölle, welches in den südlichen Theilen den Grundwasserstrom mächtig überlagert, durch die diluvialen Fluthen noch einige Kilometer weiter nach Norden transportirt worden, so wäre die Grenzlinie zwischen trockenem Culturland und uncultivirbarem Moos noch um ebenso viel in derselben Richtung verschoben worden und würde der hydrographische Charakter der südlichen Gegend erst später eine Unterbrechung erfahren haben. — Umgekehrt ist es nur den quartären Ablagerungen zu verdanken, dass Culturland südlich der jetzt bestehenden Grenzlinie sich bilden konnte. — Wie sehr nur wenige Decimeter Ueberlagerung mehr oder weniger über den Kulturwerth einer Fläche entscheiden, zeigt im Weitern die Gegend nördlich und nordwestlich von München.

Der Hachinger Bach zeigt in seinem Verlaufe drei Stadien, das der Zunahme, der Indifferenz und der Abnahme. Diesem Verhalten muss die relative Lage des benachbarten Grundwasserspiegels und des Bachspiegels entsprechen, und in der That liegen im oberen Theile des Bachlaufes die benachbarten Grundwasserstände höher, als der Bachspiegel, die Horizontalcurven biegen bachaufwärts um, der Bach empfängt Wasser; die dem Stadium der Indifferenz entsprechenden Spiegelhöhen sind derart, dass die Grundwasserhorizontalen ohne ihren continuirlichen Lauf zu ändern mit dem Bachspiegel in Zusammenhang gebracht werden können, beide Wasserspiegel also im Niveau liegen und das Grundwasser aufhört different zu sein.

Im Stadium der Abnahme liegt der Grundwasserstand tiefer, als der entsprechende Bachwasserstand; wollte man beide in Zusammenhang bringen, so würden die Horizontalcurven bachabwärts umbiegen, wie in der Karte durch punktirte Linien bei einigen Curven angedeutet; hier verschwindet schliesslich der Bach, er hat seinen Wasserreichthum wieder dahin abgegeben, woher derselbe stammte: in den allgemeinen Grundwasserstrom der Hochebene, an dessen Bewegungen er nun wieder ebenso Theil nimmt wie vorher, ehe er individuell wurde.

Die Quantitätsmessung muss nun, wenn diese Betrachtung richtig ist, damit correspondirende Resultate geben.

Nach der Messung des Herrn Oberbergrath Dr. Gumbel (Juni 1866) führte der Bach sein Maximum bei der Sixtenmühle, ferner:

An der Kothmühle . . . . .	3,74 Cbf. per Sec.
Unterhalb der Bachmühle . . . . .	5,77 „ „ „
Im Dorfe Unterhaching . . . . .	3,26 „ „ „
Im Dorfe Unterbiberg . . . . .	1,28 „ „ „
In den Wiesen unterhalb . . . . .	1,16 „ „ „
Im Dorfe Perlach . . . . .	0,72 „ „ „

Messungen im August dieses Jahres ergaben ein Wasserquantum von:

Bei Furth . . . . .	0,34 Cbm. per Sec.
Bei Taufkirchen . . . . .	0,40 „ „ „
Bei Unterhaching . . . . .	0,31 „ „ „

Da die Mächtigkeit des Baches von den Grundwasserständen abhängig ist, so geben die letzten Messungen in Folge der jetzt herrschenden hohen Stände absolut höhere Zahlen als die ersten. Relativ haben innerhalb gewisser Grenzen und unter Berücksichtigung des Messungsortes die Quantitäten nahezu denselben Werth.

Erscheinungen, wie sie der Hachinger Bach zeigt, sind keineswegs vereinzelt; sehr häufig trifft man sie in Flussthälern und allgemein überall dort, wo durch einen Terraineinschnitt der Grundwasserspiegel im durchlässigen Terrain blosgelegt und das hierauf folgende Gefälle des Grundwasserstromes grösser ist, als das Gefälle des durch den Einschnitt gebildeten, sichtbaren Wasserlaufes. — Derartige Läufe sind wenn auch für städtische Versorgungszwecke, der geringen Ueberdeckung des Grundwasserstromes wegen, nicht öfters direct verwendbar, so doch stets eine äusserst werthvolle Indicie für Beurtheilung des Untergrundes. — Im Rheinthale südlich von Strassburg zeigt das sogenannte Brunnenwasser genau dieselben Erscheinungen wie der Hachinger Bach, nur waren dort in Folge des schwankenden Grundwasserstandes die Erscheinungsformen noch mannigfaltiger wie hier. — Das schliesslich in Strassburg gewonnene Resultat stand mit den inductiven Schlüssen, die für die Verfolgung der Angelegenheit bestimmend waren, im besten Einklange, ja übertraf die gehegten Erwartungen noch ganz erheblich.

Das Längenprofil Blatt 4 zeigt in recht überzeugender Weise, wie klein der aliquote Theil des Grundwassers, der als Hachinger Bach auftritt, im Verhältniss zur Mächtigkeit des Grundwasserstroms in seiner Totalität ist.

Die Grundlage der vorstehenden Ausführungen ist nun der gegenwärtige Zustand, und es wirft sich von selbst die Frage auf: welchen Veränderungen sind die zur Zeit bestehenden Verhältnisse unterworfen? Zur Beantwortung dieser Frage gehören Beobachtungsreihen der Grundwasserstände, als der einzig variablen Grösse, welche auch zusammenhängend im Laufe dieses Frühjahrs und Sommers angestellt wurden, aber eine zu kurze Zeit umfassen, um einen sichern Schluss zu gestatten. — Während einzelne gemessene Quellen im Alpenvorlande ganz erhebliche Schwankungen in ihrem Erguss zeigten, war die analoge Erscheinung in den Grundwasserständen nur in einer sehr untergeordneten Weise zu beobachten. Im Verhältnisse zur Mächtigkeit des Stromes waren die Veränderungen verschwindend klein und auch die Derivate des Stromes, der Föhringer Bach, Melkbach etc. etc. schwankten in ihrem Stande so wenig, dass die wahrscheinlichen Fehler einer Messung grösser sein konnten, als der effectiven Veränderung entsprach.

Die Oscillationen des Grundwasserspiegels sind hier mehr als annueller Natur; innerhalb eines Jahres gelangen sie bei weitem noch nicht in das Stadium der Periodicität. — Verfasser ist geneigt,

auf Grund eingezogener Erkundigungen bei den Müllern, Anwohnern und Arbeitern im Ismaninger Moos ein 24—28jähriges Zeitintervall als Periode anzunehmen, dergestalt, dass im Jahre 1862—64 ein Minimum, im Jahre 1848—52 ein Maximum stattgefunden.

Die Beobachtung der Grundwasserstände in der Stadt München liefert für das vorliegende Terrain keine Anhaltspunkte. — Auf der Thalsohle ist der wasserdichte Untergrund, der Flinz, vom Fluss erodirt und dann mit Alluvionen theilweise wieder überdeckt worden, ein Verhalten also abweichend von dem der Hochebene. Das Schwanken des Flusswasserspiegels wird die Grundwasserstände durch Stauung beeinflussen, die Krümmungen des Stromes gestatten ferner am convexen Ufer den Eintritt von Flusswasser in den Untergrund und den Austritt desselben bei einer wiederholten Krümmung am concaven Ufer, so dass also auf der Thalsohle die Verhältnisse andere sind, als auf der Hochebene.

Doch dem sei wie ihm wolle, die Hauptsache bleibt stets die Bestimmung des absoluten Minimums und dafür bieten die Brunnensohlen einen festen und zuverlässigen Anhaltspunkt. — Wenn ein Brunnen mehrere Jahrzehnte hindurch stets noch Wasser führte, und also niemals vertieft zu werden brauchte, so kann naturgemäss der Wasserstand nicht unter seine Sohle gesunken sein, und seine gegenwärtige Wassertiefe ist das grösste Maass, um welches der zur Zeit bestehende Grundwasserspiegel überhaupt noch sinken kann. Dieses Maass beträgt in der Gegend von Berg am Laim, Perlach, Trudering 3,0 m. bis 3,2 m., so dass also die jetzige Mächtigkeit der wasserführenden Schicht von 8 m. auf 4,8 m. sinken kann, oder die Quantität des jetzt fliessenden Grundwassers sich höchstens um drei Achtel in besonders trockenen Jahren vermindern kann. — Diese Senkung muss jedoch nur lokaler Natur sein, sie kann in derselben Grösse nicht in der Gegend des Hachinger Baches auftreten, denn sonst müsste der Bach versiegen, was thatsächlich noch nie der Fall war.

Das Aufschlagquantum des Wassers der Hintermühle geht im Maximum auf ein Viertel seines Bestandes zurück. — Da das Ismaninger Moos nie ohne sichtbare Wasserläufe ist, so kann auch hier ein so bedeutender Rückgang des Standes wie um Perlach, Trudering etc. nicht stattfinden. Das Sinken des Grundwassers manifestirt sich hier in der Abnahme des Quantums der sichtbar zu Tage tretenden Wasserläufe, so dass das unter Tage fliessende Wasser ausserhalb der Grenze der Fluctuation liegt, also einen festen Bestand bildet.

Einen werthvollen Beitrag zur Beurtheilung der Sachlage liefern die von Herrn Bankinspector Erhard im Jahre 1862 aufgenommenen Grundwasserhorizontalen. — Sie zeigen dieselbe Regelmässigkeit des Verlaufes wie die der jüngst erfolgten Messungen, und da sie in einer Periode der niedrigen Stände aufgenommen wurden, werden sie nahezu das Minimum derselben wiedergeben. Die Curven sind sowohl im Höhenschichtenplan Blatt 2, als auch im Profil Blatt 4 aufgetragen, und geben somit ein genaues Bild der Strömungsrichtung, als Function der stattgehabten Grundwasserstände, als auch über die Höhe dieser selbst. Die ältern Curven erstrecken sich allerdings über ein verhältnismässig sehr kleines Gebiet und man kann wohl den Einwand erheben, dass die relativ sehr geringe locale Ausdehnung keinen Schluss auf das ganze Gebiet gestatte. — Soviel lässt sich jedoch voraussetzen, dass der wechselnde Grundwasserstand eine wesentliche Veränderung in der Strömungsrichtung nicht zur Folge hat.

Die Grundwasserschwankungen sind in dem betrachteten Terrain unabhängig von den Schwankungen im Wasserstande eines Flusses und werden im Allgemeinen in kleinen Zeitintervallen keine bedeutenden sein. — Es wurden während des Sommers ca. 60 Wasserspiegel gemessen und mehr oder minder dauernd beobachtet. — Die fortlaufenden Messungen wurden, bei der Ausdehnung des Terrains, von Schullehrern und Bahnwärtern ausgeführt, für die näheren machten Messgehilfen, wenn sie disponibel waren, die nöthigen Erhebungen und letztere sind deshalb sehr lückenhaft. — Im Allgemeinen hat seit Anfang Juli ein Sinken des Grundwasserstandes stattgefunden, (siehe Blatt 2). — Eine sonstige Gesetzmässigkeit ist nicht zu erkennen, und ein besonderer Zweck der Messung: die Geschwindigkeit des Stromes wenigstens annähernd festzustellen wurde deshalb nicht erreicht. — Beobachtet man nämlich 2 in demselben Strömungsstrich liegende Wasserspiegel und zeigt das Diagramm des Wasserstandes des obern einen ausgesprochenen Wellenberg, so wird, wenn sich der correspondirende Wellenberg nach einiger Zeit auch im unterhalb liegenden Wasserspiegel zeigt, die Entfernung der Brunnen im Zusammenhalt mit der Zeit ein Maass für die Geschwindigkeit des Stromes bieten.

Gewöhnlich bestimmt man die aus einem Terrain dauernd zu gewinnende Wassermenge aus Regenfall und Niederschlagsfläche. — Das Resultat kann nur dann richtig sein, wenn zunächst das orographisch bestimmte Niederschlagsgebiet das unterirdische Abflussgebiet deckt, d. h. wenn die sichtbaren und unsichtbaren Abflussrichtungen im gleichen Sinne vertical übereinanderliegen; ferner wenn die Coefficienten für sichtbaren Abfluss, Verdunstung und Infiltration die richtigen sind.

Die Untersuchung des Terrains und dessen Beschaffenheit gestatten im vorliegenden Falle eine ziemlich annähernde Rechnung — Sichtbar fliesst kein Wasser ab, es wird also nur der Verlust an Wasser, der durch Verdampfung entsteht, in Rechnung zu ziehen sein, und wenn man ihn mit 35% des Regenfalls beziffert, so ist diese Zahl gewiss hoch gegriffen. — Bei einer mittleren jährlichen Regenhöhe von 348 pariser Linien = 0,78 m. (lt. Tabelle E Seite 69) werden demnach per Hectare der in Betracht gezogenen Fläche 0,16 Liter per Secunde unterirdisch in Form von Grundwasser abfließen; zur Beschaffung von 520 Secundenliter also 3250 Hectaren nothwendig sein. Bei der über eine Reihe von Jahren sich erstreckenden Periodicität der Grundwasserstände wird es gestattet sein mit dem mittlern jährlichen Regenfall zu rechnen. —

Die Hochebene links der Isar ist ebenfalls, wenn auch, durch die Umstände geboten, in weniger ausgedehnter Weise als diejenige rechts der Isar untersucht worden.

Während die Moränengrenze am rechten Ufer weit nach Süden zurücktritt, findet man sie am linken Ufer bis Leutstetten vorgeschoben, und damit erfährt die Regelmässigkeit des zu untersuchenden Terrains eine erhebliche Einbusse an Ausdehnung. — Es ist damit nicht ausgesprochen, dass die Unregelmässigkeit nicht zu Gunsten der Mächtigkeit der Grundwasserströme ausfällt.

Ferner findet sich im Forstenrieder Park durch die künstliche Bewässerung eines grossen Theils desselben kein brauchbarer Brunnen vor, der einen Anhalt hätte liefern können, und die quartäre Ueberdeckung des Grundwasserstromes, die schon in den Dörfern an der nördlichen Waldgrenze 20 m. erreicht, wird ohne Zweifel nach Süden noch mehr wachsen. Aus diesem Grunde wurde auch nicht versucht einen Norton oder Bohrloch niederzubringen.

Die Strömungsrichtung ist auch hier nach Norden gerichtet, und nur in der Nähe der Flussthäler der Würm und der Isar findet ein Umbiegen der Curven in dem Sinne statt, dass durch die Thaleinschnitte der Grundwasserstrom eine Ablenkung nach diesen Einschnitten hin erfährt.

So ist zwischen Buchendorf und Gauting die Strömungsrichtung eine nordwestliche direct gegen den Lauf der Würm hin. Die gleiche Erscheinung findet zwischen Unter- und Ober-Sendling statt. —

Zur Klärung des Verhaltens der Grundwasserströme in der Nähe des Thalkirchner-Wasserwerkes wurden, soweit die Aequidistante der Curven mit nur 1 Meter gezeichnet ist, die Messungen mittelst Fernrohrinstrument gemacht, im Gegensatz zu den Curven mit 5 m. Aequidistante, deren Lagenbestimmung barometrisch im Anschluss an trigonometrisch bestimmte Fixpunkte erfolgte. — Man ersieht hieraus (siehe Blatt 2), dass die im vorigen Jahre neu angelegte Filtergallerie sich streng an die bestehenden Verhältnisse anschliesst und die Anlage eine rationelle ist.

Dies lässt sich von dem Bau der alten Filterstollen nicht überall behaupten, und ist wohl damit die Ursache der Abnahme an Ergiebigkeit erklärt, die bei der alten Anlage beobachtet wurde. — Jede Filtergallerie, die gründlich wirken soll, muss ihrer Richtung nach den Grundwasserhorizontalen folgen; steht sie senkrecht darauf, so wird ihr Ort wie ein isolirter Brunnen wirken und die Gallerie in ihrem weitem Verlaufe durch seitliche Wirksamkeit nur einen kleinen Theil des Terrains entwässern. Es liegt auf der Hand, dass dieselbe Länge Filtergallerie, quer gegen die Strömungsrichtung gelegt, ein viel vortheilhafteres Resultat liefern muss, als wenn sie parallel zu derselben erbaut wird. — Dass zur Zeit die neu angelegte Filtergallerie nur Grundwasser, nicht aber Isarwasser liefert, beweisen die Temperaturen des geförderten Wassers und die Lage der Grundwasserhorizontalen. — Diese zeigen im weitem Verlaufe, dass das nahezu senkrecht zum Isarlauf abströmende Wasser ein sehr kleiner Theil desjenigen ist, welches bei rationeller Fortsetzung der Filtergallerien die Hochebene liefern könnte.

Eine dem Hachinger Bach in einer Beziehung ähnliche Erscheinung bietet die Würm. — Zwischen ihrem Ausfluss aus dem See und Leutstetten fällt ihr Wasserspiegel mit dem benachbarten Grundwasserspiegel in eine Ebene. — Das Grundwasser fällt jedoch in seinem weitem Verlaufe auf dieselbe Länge mehr als der Würmspiegel, so dass schon in Planegg der Würmspiegel 7 m. über dem Grundwasserspiegel liegt.

Die Folge davon muss, falls das Bett der Würm nicht wasserdicht verschlammte ist, eine stetige Wasserabnahme des Flusses sein. — Die Messungen resp. Rechnungen haben nun auch ergeben, dass am 6. Juli bei einem Pegelstande der Würm von 0,84 m., abgelesen unter der Brücke an der Strasse Starnberg—Percha, die Würm bei ihrem Ausflusse aus dem See 6,72 Cbm. abführte und sich dieses Quantum bis 5,90 Cbm., bei Pasing gemessen, also um 12,2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> vermindert hatte. — Bei Gauting betrug am genannten Tage das Durchflussquantum 7,34 Cbm. (siehe Blatt 14), es war also vom Würmausfluss bis Gauting eine Zunahme erfolgt, die sowohl durch das unterirdisch zufließende Grundwasser in dem Moos am nördlichen Seeende, als auch durch die sichtbar auftretenden Quellen im Mühlthaldefilee ihre natürliche Erklärung findet.

Es ist damit nicht ausgesprochen, dass diese Abnahme proportional zur durchlaufenen Länge erfolgt, sie kann im Gegentheil sehr ungleichmässig, von der grössern oder geringern Durchlässigkeit des Flussbettes abhängig, vertheilt sein.

Im Allgemeinen ist der unterirdische Wasserreichthum der Hochebene links der Isar geringer als der am andern Ufer und zwar bedingt durch das bedeutende nördliche Vorschieben der Moränengrenze und das Vorhandensein des Starnbergersees.

Innerhalb der Moränengrenze bilden sich die Filze, die am rechten Ufer erst viel mehr südlich auftreten; dadurch ist Veranlassung zum oberirdischen Abfluss des Wassers gegeben und sein Versinken in die Tiefe ausgeschlossen. Auch der See wirkt dahin: Wasser, welches unter anderen Umständen als Quelle oder Grundwasser geflossen wäre, in sichtbarer Form mit Seewasser vermischt zum Abfluss zu bringen.

Der wasserdichte Untergrund der gesammten Hochebene, der Flinz, ist nun im Isarthale durch die kräftige Erosion des Flusses öfters angeschnitten, und es musste nun nach obigen, auf unanfechtbare Messungen und Thatsachen sich stützenden Deductionen naturgemäss im Isarthale eine Fülle wasserreicher Quellen auftreten. — Im Allgemeinen ist die rechte Thalwand von Ismaning bis Harlaching stark wasserführend. An den steilen Uferabbrüchen zwischen St. Emeran und Unterföhring ist der Flinz in Folge der fast senkrechten Abbrüche durch das nachrollende Material nicht verdeckt und kann man dort das Auftreten von Quellen, die unmittelbar auf dem Flinz fliessen, gut beobachten.

Die Thalhänge zwischen Bogenhausen und Oberföhring gaben auf eine Länge von 6 Kilometer am 18. Juli 290 sl. in Form von Quellwasser ab. Die Messung fand an der Brücke südwestlich und unterhalb Oberföhring auf der Isarthalsohle statt. (Siehe Blatt 15.)

Das Grundwasser der, allerdings in beschränkter Anzahl, vorhandenen Brunnen der Häuser auf der Thalsohle hatte hohe, mit dem sichtbaren Laufe correspondirende Stände, so dass die Behauptung gerechtfertigt erscheint, das sichtbar fließende Wasser sei nur ein aliquoter Theil des neben ihm sich im Flussgeschiebe bewegenden Grundwassers. — Wegen practischer Unbrauchbarkeit der Bezugsquelle fanden weitere Messungen und Beobachtungen nicht statt. — Oberhalb Harlaching hörte dieses Verhalten auf und es zeigen sich, soweit die Isarhänge passirbar sind, von da bis Mühlthal, gegenüber Hohen-Schäftlarn, Quellenläufe, deren Erguss in Summa 60 sl. nicht übersteigt.

Südlich von Mühlthal ist es die Pupplinger Au, in welcher zahlreiche Quellen, verbunden mit einem hohen Grundwasserstand, zu Tage treten.

Trotz des im Allgemeinen zahlreichen Auftretens von Quellen entspricht deren gesammter Wasserreichthum jedoch nicht den mächtigen Grundwasserströmen der Hochebene und kann sich, obgleich er auf dem Flinz zu Tage tritt, nicht mit den Quellbächen des Ismaninger Moores messen, deren Betten noch mindestens 8 m. wasserführendes Terrain unter sich haben.

Die Ursache dieser Erscheinung ist möglicher Weise ein tertiärer Scheiderücken, der sich längs der Isar hinzieht, und der nur bei dem gegenwärtig stattfindenden hohen Grundwasserstande überfluthet ist. — Der Flinz selbst bildet keine so regelmässige Oberfläche wie das sichtbare Terrain, welches den nivellirenden Wirkungen der diluvialen Fluthen unterworfen war; er bildet Falten und Wellen. — Die Anschnitte im Isarthale oberhalb Grosshesselohe zeigen Niveaudifferenzen der obern Begrenzungsfläche der Flinzlage bis zu 20,0 m. und an manchen Stellen ist der Flinz durch die Erosion des Flusses noch nicht erreicht. — Dies zeigt sich am besten bei einer Flossfahrt, welche die sonst unzugänglichen, fast senkrechten Steilhänge in unmittelbarer Nähe zu betrachten gestattet.

Wenn sich nun solche mehr oder weniger senkrecht zum Isarlauf gerichtete Flinzwellenthäler noch weiter fortsetzen, so werden sie besonders die Träger von Grundwasserströmen sein, die sich im Niveau des Isarspiegels und in ihrer Höhenlage von den Schwankungen desselben abhängig in die Isar ergiessen und somit in weniger auffallender Weise, als dies bei den individualisirten Quellen der Fall ist, zur Vermehrung des Wasserreichthums des Flusses beitragen. — Diese Quellenzufüsse sind vorhanden, sie unterscheiden sich durch die Durchsichtigkeit und Klarheit und bei entsprechender Jahreszeit durch die Temperaturdifferenz vom Isarwasser, mit dem sie sich allerdings bald vermischen. — Unterhalb der Menterschwaige, Pullach, Grünwald etc. können sie beobachtet werden.

Diesen stark entwickelten Flinzthälern mit tief liegendem Thalwege gehört naturgemäss ein grösseres Entwässerungsgebiet im Grundwasserstrom der Hochebene zu, als dies bei den weniger entwickelten mit hochliegendem Thalwege der Fall ist, und während letztere bei niedrigem Grundwasserstande sehr bald aufhören wasserführend zu sein, werden erstere, wenn auch quantitativ abnehmend, dennoch nachhaltig bleiben.

Verfasser glaubt keine zu gewagte Folgerung auszusprechen, wenn er sagt, dass bei fortschreitender Erosion des Isarthales sich immer mehr und zwar vorwiegend nachhaltige und wasserreiche Quellen an den nach und nach trocken gelegten Thalwänden zeigen werden und zwar solche Quellen, die schon jetzt im Fluss und am Ufer sich ohne Vermittelung mit dem Isarwasser mischen. Die Grenze wird dann erreicht sein, wenn überall das Niveau des Flusses unter die Flinzlage gesunken sein wird. —

Die unbedeutende Quantität der jetzt sichtbaren Quellenausflüsse im Isarthale, verglichen mit der Mächtigkeit des Grundwasserstromes kann somit in einer allgemeinen Erhebung der Flinzschicht von Osten nach Westen gegen den Fluss hin ihre Ursache haben; sie kann ferner ihre Begründung darin finden, dass der Thaleinschnitt im Verhältniss zu den tiefliegenden lateralen Flinzthälern noch nicht bedeutend genug ist. Das Zusammenwirken beider Ursachen kann sehr wohl am rechten Ufer stattfinden, der letztgenannte Grund allein wird am linken Ufer die Erscheinung hervorbringen. — Die Quellen von Marieneinsiedel bis Grosshesselohe und Pullach entspringen mehrere Meter über dem Isarspiegel, diejenige unterhalb Baierbrunn, mit etwa 25 sl. Erguss, etwa 3 Meter, oberhalb Baierbrunn tritt ca. 20,0 m. über dem Flusspiegel eine Quellenreihe und mit ihr der Flinz zu Tage. Die Quellen von Kl.-Schäftlarn, allerdings schon innerhalb der Moränengrenze, liegen über 20 m. über der Isar. Diese bedeutenden Niveaudifferenzen bei einem fast constanten Gefälle der Isar beweisen die Serpentinien, welche die obere Flinzlage verfolgen muss.

Auf Blatt 2 sind die Grundwasserhorizontalen links der Isar nicht mit dem Isarspiegel in Relation gesetzt; soweit sie gezogen sind, ist ihre Cote durchweg höher, als die des correspondirenden Isarspiegels und es ist anzunehmen, dass sie bis auf etwa 1000 m. vom Ufer entfernt noch der Wirklichkeit entsprechen, d. h. dass innerhalb dieser Grenze der Strom noch ein continuirlicher ist. — Darüber hinaus werden die Wellenberge des Flinzes, veranlasst durch die Entwässerung der Isar, zunächst aus dem Grundwasserstrom herausragen, und letzterer sich aus seiner Continuität in individualisirte und durch die trocken gelegten Flinzberge getrennte, unterirdische Wasserläufe auflösen. Auf diese Bewegungserscheinung ist nun das Interpolationsverfahren nicht mehr anwendbar. —

Die drei sichtbaren Flüsse der Hochebene, Würm, Isar und Hachinger Bach, letzterer in der Diluvialzeit, haben alle das charakteristische Merkmal gemeinschaftlich, dass sie durch schmale Einschnitte strömen, deren seitliche Grenzen nahe zusammenliegen, und dann in eine Thalweitung eintreten, deren Terrassenbildungen an den Thalhängen das Maass für die Grösse geben, um welche sich das Flussbett in lateraler Richtung verlegt hat. — Das Defilee der Würm befindet sich in der Frontmoräne des Isargletschers bei der Karlsburg; bei Planegg sind an beiden Ufern je 2 Terrassen deutlich erkennbar; die Ränder der obersten Terrasse haben dort einen Abstand von 1250 m. und um ebensoviel hat der Fluss dort sein Bett in lateraler Richtung verschoben. Dieses Maass vergrössert sich nach und nach bis die Terrassen zuletzt verschwinden.

Das Isardefilee ist bei Grosshesselohe; in der Thalweitung, in welcher München liegt, sind am linken Ufer 3 Terrassen erkennbar.\*) Am rechten Ufer sind deren nur 2 vorhanden, von denen die obere

\*) Siehe „I. Bericht der Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Canalisation und Abfuhr, Anhang I, von Professor Dr. W. Gümbel, Seite 32.“

sich bei Harlaching direct an die untere anschliesst und ziemlich kräftig ausgebildet bis zum Soyerhof verläuft, dann wenig erkennbar nach der Irrenanstalt sich hinzieht, um in ausgeprägter Form sich bei Bogenhausen wieder an die untere Terrasse anzuschliessen. Der grösste Abstand der links- und rechtsufrigen höchsten Terrassen beträgt ca. 4000 m. — Das Defilee des Hachinger Baches war zur Diluvialzeit dort, wo jetzt die Bahn das Gleisenthal kreuzt; von da ab beginnen die Terrassenbildungen, von denen namentlich die höchste des linken Ufers sich weit nördlich bis Unterbiberg hinzieht. — Das Defilee der Würm ist sehr kurz, schon bei Leutstetten ist es zu Ende; das der Isar erstreckt sich bis ca. 2 Kilometer oberhalb Baierbrunn, um dann sich nach und nach zur weiten Thalebene zwischen Loisach und Isar zu verbreitern. Der Thaleinriss des Hachinger Baches erstreckt sich bis zum ehemaligen Gleisenthaler Weiher und löst sich im Deininger Filz auf. — Bei der Isar finden nun Verlegungen des Flussbettes auch innerhalb der engen Grenzen statt, welche durch den Fuss der Steilabfälle bestimmt sind. — Die Folge davon ist die Bildung sogenannter Auen; solche finden sich bei Grosshesselohe, ferner die „Aue“ oberhalb Höllriegelgereuth, die dürre Aue, Abendau, Klosterau, Pupplingerau etc. Da wo diese Auen jetzt liegen, ist einst der Fluss gegangen, hat unter günstigen Umständen nach Abfuhr des Gerölles den Flinz erodirt und ist damit die Veranlassung zur Bildung sichtbarer Quellenläufe gewesen. — Später hat er den erodirten Flinz und die Quellenläufe wieder überdeckt, und es ist somit nicht unwahrscheinlich, dass diese Auen jetzt noch die Träger von unterirdischen Wasserläufen sind, deren Ursprung im Grundwasser der Hochebene liegt. — Diese Vermuthung wurde namentlich in der Pupplingerau durch hohen Grundwasserstand und Quellenreichtum unterstützt, und da dieses Vorland das weitaus bedeutendste des Isarthaales ist, wurde es der Untersuchung unterzogen. — Die Feststellung der Grundwasserströme ergab, wie aus Blatt 2 hervorgeht, genau dieselbe Richtung, welche die Isar einst verfolgen musste, und ein Einfluss lateraler Strömung nach dem gegenwärtigen Flusslaufe hin, war nicht zu erkennen. — Das Wasser, welches das Vorland unterirdisch durchströmte, war somit vorwiegend Isarwasser, welches am obern convexen Ufer aus dem Fluss in den Untergrund eintrat und weiter unterhalb, da wo sich der Fluss dem rechten Steilhang wieder nähert, theils sichtbar, theils unsichtbar wieder in den Fluss abgegeben wurde. — Bestätigt wurde dieses Verhalten durch die abnehmende Temperatur und durch die zunehmende Härte des Grundwassers. — So betrug Mitte Juli beim Pechofen die erstere  $9,7^{\circ}$  C., letztere  $20,2^{\circ}$  anfänglich und  $10,2^{\circ}$  dauernd nach französischen Härtegraden gerechnet, ferner im Norton'schen Rohr Nr. 5 (siehe Blatt 2) die Temperatur  $7,7^{\circ}$  C., die Härte  $21,1^{\circ}$  bez.  $10,3^{\circ}$ , während das Isarwasser eine Temperatur von  $16,0^{\circ}$  C. und eine Anfangshärte von  $19,8^{\circ}$  zeigte.

Bohrungen, die bis zum Flinz reichten, ergaben die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht im Durchschnitt zu 4,3 m. bei geringen Abweichungen in den einzelnen Fällen.

Das Grundwasser, welches bei der Aumühle gesammelt einen wesentlichen Theil des Aufschlagwassers für die Mühlen bildet, betrug quantitativ 700 sl.

In der Klosterau bei Kloster Schäftlarn entspringen Quellen von etwa 50 sl. Ergiebigkeit, und hier zeigen auch die Grundwasserhorizontalen eine gegen den Flusslauf geneigte Richtung.

Dieselben Strömungsverhältnisse wie in der Pupplingerau, finden in dem Vorland unterhalb Harlaching statt, auch hier sind die zahlreichen Grundwasserströme nichts anderes als Derivate der Isar. — Einen verschwindend kleinen Bruchtheil liefern dazu die Quellen, die dort aus den Thalhängen entspringen.

Wie bekannt senkt sich das Bett von Flussläufen und übersteigt das Maass der jährlichen Senkung, selbst bei solchen, die ihren Character als Gebirgsfluss schon verloren haben, einen Centimeter. \*)

Die Isar hat sich, allerdings auch in Folge der Correction, bei Bogenhausen vom Jahre 1856 bis jetzt, also in nur 19 Jahren um 2,45 m. in ihrem mittleren Jahreswasserstande gesenkt. Dasselbe Verhalten zeigt der Lech. Die Brückenpfeiler der Eisenbahnbrücke bei Augsburg stehen jetzt auf Inseln, hergestellt zum Schutz der Fundamente. — Früher als das Isarbett noch hoch lag, muss sich natürlich dessen Einfluss auf den Grundwasserstand der Hochebene geltend gemacht haben, und es bedarf nach den Untersuchungen des Herrn Grebenau durchaus keines weit zurückliegenden Zeitpunktes, als dies noch der Fall sein musste. In einer „Beschreibung des Hachinger Baches“ München 1820, von einem anonymen Verfasser, geschieht der Thatsache Erwähnung, dass im Jahre 763 von Herzog

\*) Grebenau: Vortrag gehalten in der Generalversammlung deutscher Architekten und Ingenieure 1876.

Thassillo II. ein Landtag ausgeschrieben wurde, gehalten zu Aschheim, „gelegten am Flüsschen Seebach“. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass noch in historischen Zeiten der Wasserreichthum der Hochebene ein bedeutend grösserer war, als er es gegenwärtig ist. — Der Einfluss der Isar auf das Grundwasser der Hochebene erreichte dann seine Grenze, als der Wasserspiegel des Flusses den Flnz erreicht hatte.

Da dies nun mit Ausnahme der oben besprochenen tiefliegenden lateralen Flnzthäler fast überall, in der unmittelbaren Nähe von München durchweg der Fall ist, so kann eine weitere Fluss-senkung einen nur unbedeutenden bez. gar keinen Einfluss mehr auf die hydrographischen Verhältnisse der Hochebene ausüben.

Die zahlreichen Trockenthäler der Hochebene verdanken ihren Character als solche der gleichen Ursache. — Nur da, wo die Sohle der Thaleinrisse noch unter den Grundwasserstand hinunterreicht, wie im Teufelsgraben bei seiner Mündung ins Mangfallthal, beim Hachinger Bach, oder da, wo ein wenig durchlässiges Bett, wie das der Würm, vorhanden ist, finden sich noch sichtbare Läufe.

Dies wäre in allgemeinen Umrissen die Hydrographie der südlichen Umgebung Münchens und zwar nur in soweit, als dieselbe für Wasserversorgungszwecke in Betracht kommt. Bezugsorte, die in grösserer Entfernung liegen, werden in den einzelnen Abschnitten besprochen werden.

#### IV.

### Gewinnungs- und Versorgungsprojecte.

In neuerer Zeit, in welcher die Wasserversorgungsfrage für die meisten Städte in den Vordergrund getreten ist, haben sich unter den sich damit befassenden Fachleuten die Ansichten und Erfahrungen über die beste Art und Weise der Versorgung wesentlich bereichert und erweitert.

Während man bei den ältern deutschen und englischen Werken, wie Hamburg, Altona, Berlin, Schweinfurt, Breslau, Posen, London, Glasgow, Manchester, Liverpool keinen Augenblick zögerte, das Wasser unmittelbar aus dem Fluss zu entnehmen, dasselbe einer künstlichen Filtration zu unterwerfen und dann zur Verwendung zu bringen, machte sich später, nach einigen misslungenen Versuchen sogenannte natürliche Filtration anzuwenden, als Reaction das vollständig entgegengesetzte Extrem geltend, und man erblickte nur in einer Wasserversorgung durch Quellen, im gewöhnlichen Sinne des Wortes, die einzig rationelle und beste Methode.

Zum Theil in dieser Meinung sind einige neuere Werke mit ganz immensen, zur Einwohnerzahl in gar keinem Verhältnisse stehenden Kosten ausgeführt worden.

Die erstere Methode hat den gar nicht abzuläugnenden Vorzug der Sicherheit des Wasserbezuges. — Von letzterer lässt sich das weniger behaupten, namentlich dann nicht, wenn die vielleicht nur einige Jahre fortgesetzten Messungsergebnisse des Quellenergusses Zahlen liefern, die dem geforderten Quantum schon nahe stehen. — Nur bei einem bedeutenden Plus an Wasser und der vorhandenen Möglichkeit, ergänzende Bezugsquellen später nutzbar zu machen und einheitlich in die schon vorhandene Anlage einzufügen, wird die Gewähr der Sicherheit des Bezuges als geleistet anzusehen sein.

Gleichsam in der Mitte zwischen beiden Methoden stehend ist die Grundwasserversorgung. — Es ist über die Frage, ob Grundwasser- oder Quellwasser-Versorgung?, in jüngster Zeit von kompetenter Stelle viel debattirt und verhandelt worden, und es ist sogar diese Angelegenheit die Ursache von einer Art Partheibildung unter den Fachleuten geworden. Wenn man in der glücklichen Lage sich befindet, ähnlich wie bei einer Dampfmaschinenanlage von vornherein entweder für die verticale oder horizontale Anordnung der Maschinen sich zu entscheiden, so hat eine derartige Partheistellung a priori einen Sinn, da, wo es sich jedoch darum handelt mit vorhandenen Grössen, die nicht zu ändern sind, zu rechnen, ist eine glückliche Lösung der Frage nur dann zu erwarten, wenn an sie ohne jede Voreingenommenheit herangetreten wird.

Dass die ganze Unterscheidung zwischen Grundwasser und Quellwasser eine rein fictive und sophistische ist, dafür liefern die hydrographischen Verhältnisse Münchens eine treffliche Illustration. — Wenn an den Thalhängen der Isar bei Grosshesselohe z. B. Quellen auftreten, so wird Niemand anstehen dieselben als solche im engern Sinne des Wortes gelten zu lassen, wenn dagegen in Solln ein

Brunnen abgeteuft wird, der genau aus demselben unterirdischen Reservoir schöpft, dem auch die Quellen entfließen, so ist dies Grundwasser mit allen seinen üblen Eigenschaften und den daraus resultirenden Consequenzen. Zwischen Grundwasser und Quellwasser ist nur ein mechanischer, und so lange keine Verunreinigungen stattfinden, denen auch Quellen ausgesetzt sind, kein qualitativer Unterschied. — Es bleibt sich vollkommen gleich, ob das Eröffnen der Quelle von der Natur besorgt wurde, oder ob es durch künstliche Mittel geschieht.

Es dürfte vielleicht sehr wenig Quellen geben, in deren Genesis das Grundwasserstadium nicht vorkommt.

Wegen späterer Nutzenanwendung möge es gestattet sein, noch einige Erläuterungen über sogenannte natürliche Filtration und die damit gemachten Erfahrungen beizufügen. — Diese Versorgungsmethode ist in Lyon, Toulouse, Wien, Magdeburg, Glasgow u. s. w. durchgeführt worden und besteht in der Herstellung von Brunnen und Filtergalerien an den Ufern der Flüsse. Das Wasser der letzteren soll nach Durchfluss der zwischen Fluss- und Sammelanlage liegenden Sand- und Kiesschichten gehörig filtrirt in die Brunnen oder Galerien eintreten.

Zunächst mögen die Wiener Resultate betrachtet und die Daten der Denkschrift des dasigen Rathes, herausgegeben zur Eröffnung der neuen Wasserleitung im Jahre 1873, entnommen werden. — Die erste Anlage der Kaiser-Ferdinands-Wasserleitung, eröffnet im Jahre 1841, sollte täglich 5660 Cbm. Wasser liefern, und man hoffte, dieses Quantum durch eine 40 m. lange Filtergalerie in einer Tiefe von 2,6 m. unter dem örtlichen Nullpunkte der Donau zu gewinnen.

Als jedoch die Pumpen anfangen zu schöpfen, und der Winter niedrige Wasserstände brachte, trat schon bei einem Wasserbedarf von 50000 Eimern (2830 Cbm.) Mangel ein und man erkannte die Unzulänglichkeit des Filters, welcher zum Ueberfluss, da die Gebäude darauf fundirt waren, nicht tiefer gelegt werden konnte.

Im Jahre 1843 wurde der Saugcanal auf 360 m. verlängert und konnte trotzdem im Jahre 1847 nicht einmal den Bedarf von 81000 Eimern (4580 Cbm.) decken. — Hierauf griff man in den Jahren 1853 — 1854 zu einer Art künstlicher Filtration, indem man einen 200 m. langen Kanal nach den Principien der künstlichen Filter herstellte, ohne jedoch denselben nach der für solche gebräuchlichen Art und Weise bewirthschaften zu können. — In der Weise ging die Ausdehnung weiter, bis im Jahre 1859 die Länge der Filterkanäle 1286 m. betrug.

Schliesslich wurde durch die neue Hochquellenleitung die Kaiser-Ferdinand-Leitung, die einen Kostenaufwand von 2458000 fl. ö. W. verursacht hatte, in der Hauptsache überflüssig. — Im Laufe dieses Jahres musste sie jedoch wiederum zur Unterstützung der neuen Hochquellenleitung dienen.

Diesen Erfahrungen reihen sich die in Toulouse gemachten an. \*)

Man begann die Arbeiten mit einem Versuchsbrunnen von 3,10 m. Tiefe, 14,0 m. lang und 8,0 m. breit am Ufer der Garonne; der Brunnen sollte, den Versuchen entsprechend, 46 sl. liefern, wenn er auf 33,0 m. Länge und 23,0 Breite mit einer Sohlentiefe von 5,0 m. unter dem tiefsten Wasserstande der Garonne erweitert wurde. Nach Vollendung des zuerst herzustellenden Abzugsgrabens, dem Aushub des künftigen Bassins und der stattgefundenen Messung fand man nur 13 sl., welche mochte der Flusswasserstand sein wie er wollte, stets klar waren.

Auf Grund der mit dem Abzugscanal gefundenen Resultate wurde der Filter nun in einer Länge von 108 m. auf 10 m. Breite ausgeführt, also eine Filterfläche von 1080 □m. hergestellt. Die Ergiebigkeit blieb aber weit hinter der erwarteten zurück. — In diesem unbedeckten Filter entwickelte sich vom zweiten Betriebsjahre ab eine solche Vegetation, begleitet von dem dadurch erzeugten animalischen Leben, dass man den Filter mit grobem Kies ausfüllte und bedeckte, unter gehöriger Vorsorge für den Wasserabfluss.

Die beobachtenden Temperaturen schwankten, entsprechend der Jahreszeit, zwischen 17° und 8° Celsius.

Der Kostenaufwand betrug 44000 Fr., der Filter lieferte jedoch nur 22 sl. anstatt 44, — man entschloss sich einen zweiten anzulegen, und da man mit dem ersten 40 m. vom Flusse entfernt war, sollte der zweite bis auf etwa 10 m. dem Flusse genähert werden. Die Anlage bestand aus 11

\*) Dupuit, „Traite“ de la conduite et de la distribution des eaux“ pag. 41.

unter sich verbundenen Brunnenschächten, welche nur 13 bis 18 sl. lieferten, von mittelmässiger Qualität, und deren Temperatur von 20 bis 21° schwankte.

Der Filter kostete 27000 Fr. Hierauf schritt man zur Anlage eines dritten Filters, den man 30 bis 50 m. vom Flussufer entfernt legte, und dessen Länge 250 m. betrug; die Sohle lag 1,14 m. unter Niederwasserstand. Die Kosten betragen circa 68000 Fr., und die Ergiebigkeit war ungefähr ebenso gross, als die der ersten beiden Filter. Bei Hochwasserständen ist das Wasser jedoch in Folge oberirdisch eindringenden Schmutzes trübe.

Die Ausgaben für diese drei Filter betragen somit 139000 Fr.

Da die ganze Anlage auf einer Alluvialbank angelegt ist, so ist die Möglichkeit vorhanden, dass sie durch den Fluss dislocirt werden kann, und für diesen Fall war dann künstliche Filtration vorgesehen, deren Anlagenkosten auf weitere 150000 Fr. veranschlagt wurden.

Eine ähnliche Entwicklungsgeschichte haben die natürlichen Filter von Lyon: Die ursprüngliche Anlage von 600 □m. genügte nicht, man fügte weitere 1600 □m. hinzu, in der Hoffnung 2000 Cbm. per Tag zu erreichen; auch diese Voraussetzung traf nicht ein, und man vergrösserte die Filterfläche auf 4368 □m. Nichtsdestoweniger sagt der amtliche Bericht der Pariser Enquête-Commission vom Jahre 1861: „Hier ist ein neues Beispiel, ein Experiment im Grossen über die Flusswassergewinnung für eine Stadt von 300,000 Einwohnern, welche sich für dieses System unter den günstigsten Bedingungen befindet. Die Erhebungs-Commission findet dieses Beispiel nicht ermutigend.“ — Eine ähnliche Entwicklungsgeschichte haben ferner die natürlichen Filteranlagen von Glasgow, Magdeburg u. s. w. Die Details sind dem Verfasser jedoch weniger bekannt.

Diese Misserfolge sind jetzt nach den gemachten Erfahrungen leicht erklärlich. Erfahrungsgemäss erfolgt die Filtration nur im Sande, dessen Körner eine gewisse Grösse nicht überschreiten; die künstlichen Filter zeigen nun, dass die Verschlammung sich höchstens, je nach Beschaffenheit des Sandes, 2—3 cm. in die filtrirende Schicht hinein erstreckt. Von da an hört die Wirkung des Filters insofern auf, als er kein Wasser mehr durchlässt. — Selbst wenn eine Wassersäule von einem Meter und mehr Höhe auf solch einem verstopften Filter lagert, ist der Durchfluss des Wassers gehemmt. Bei der künstlichen Filtration hebt man in diesem Falle die verschlammte Sandschicht ab und bringt neue Filterflächen zur Wirkung.

Ganz dieselbe Erscheinung zeigt sich nun bei der natürlichen Filtration. — Ist die filtrirende Schicht zwischen gröberen, nicht filtrirenden Kieschichten eingebettet, so kommt an ihr, genau wie beim künstlichen Prozess, das schlammige Wasser mit einer geringen Geschwindigkeit und zwar nahezu senkrecht auf die Filterfläche an, lagert den Schlamm daselbst ab, und die Verschlammung des Filters und seine darauf folgende Undurchlässigkeit tritt ein.

Die Geschwindigkeit des Wassers im Filter übersteigt nicht 0,1 mm. per Secunde. Befindet sich nun die filtrirende Fläche im unmittelbaren Contact mit den darüber hinstreichenden Wasserfäden und ist durch gröberes Material nicht von denselben isolirt, so genügt eine Wassergeschwindigkeit von einigen Centimetern per Secunde, um das Schlamm-Molekül von dem Eintritt in die Filtermasse abzuhalten, und in diesem Falle ist die Wirksamkeit des Filters eine dauernde.

Dieser Fall ist aber nur ein ausnahmsweiser, und da, wo er sich eine Zeit lang günstiger Weise zeigt, kann er bei der fortwährenden Verschiebung der Kiesmassen in einem Flussbette sehr bald wieder verschwinden, wenn nämlich durch Bedeckung mit gröberem Kies der unmittelbare Contact zwischen Wasser und Filterfläche aufgehoben wird.

Es gibt nur zwei Fälle, entweder die Filtration erfolgt, und dann ist mit obiger Annahme die Verstopfung unausbleiblich, oder die Verstopfung tritt nicht ein, und dann gibt es keine filtrirenden Schichten, also auch keine Filtration. Diese Alternative gilt nur für den Fall, dass die Sammelanlagen sich in unmittelbarer Nähe des Flusses befinden. — Liegen sie, je nach Beschaffenheit des Untergrundes, weit vom Flusse entfernt, so gibt es noch eine andere Möglichkeit der vollständigen Klärung des trüben Flusswassers. — Das Wasser der Gebirgsseen ist bei seinem Ausflusse vollständig klar, während die Flüsse, welche die Seen durchströmen, so grosse Schlammmassen abführen, dass ihr Lauf sich noch im See auf weite Strecken verfolgen lässt.

Die Klärung erfolgt in diesem Falle durch einfaches Absetzen des Schlammes, ermöglicht durch die geringe Geschwindigkeit des Sees, die gleich Null zu setzen ist. — Ganz derselbe Vorgang,

jedoch noch unter viel günstigeren Bedingungen, kann nun im Untergrunde stattfinden. Das Material desselben kann so grobkörnig sein, dass eine Filtration im engern Sinne durchaus ausgeschlossen ist, der in Anspruch genommene Querschnitt, analog dem Querschnitt eines Sees, ist gegen die durchströmende Wassermenge so bedeutend, dass daraus eine geringe Geschwindigkeit resultirt, die ein Absetzen der Schlammtheile gestattet.

Bei dieser Bewegungsart wird nun das trübe Wasser nicht allein klar, sondern es verändert auch sonst noch seine physikalische und chemische Beschaffenheit. — Es nimmt zunächst nach und nach die Temperatur der durchflossenen Erdschichten an, und verändert im dauernden und unmittelbaren Contact mit den durchströmenden Bodenschichten seinen chemischen Charakter.

Sind nun die Terrainverhältnisse günstig, so kann das in dieser durchgreifenden Weise in seinem Charakter in Grundwasser umgewandelte Flusswasser als Quelle zu Tage treten, und eine solche Quelle unterscheidet sich von jeder andern nur dadurch, dass bei ihr das Flusswasser dieselbe versorgende Stelle übernommen hat, die bei der andern das meteorologische Niederschlagwasser spielt.

Dies ist die Entwicklungsgeschichte der in der Pupplinger Au und in dem Vorland unterhalb Harlaching auftretenden Quellen beziehungsweise Grundwasserläufe.

Es lässt sich der Einwand machen, dass es Wassergewinnungsanlagen giebt, die, auf natürliche Filtration basirt und in unmittelbarer Nähe des Flusses erbaut, dennoch dauernd günstige Resultate gegeben haben. — In diesen Fällen ist es nicht das Fluss-, sondern das seitlich zuströmende Grundwasser, welches die Anlagen versorgt. — Die Ursache, warum man selbst Grundwassergewinnungsanlagen in den meisten Fällen in der Nähe der Flüsse erbaut, auf deren Mitwirkung man dem Principe nach ja gar nicht rechnet, besteht einfach darin, dass in deren Nähe die Grundwasser den tiefsten Stand haben, nicht weiter sinken können, ferner durch die Vereinigung früher isolirter Wasserfäden einen zusammenhängenden Strom bilden, der bei seiner Mündung in den Fluss das Maximum seiner Mächtigkeit erreicht. — Somit ist in den meisten Fällen die Grundwassergewinnung an den Ufern der Flüsse am ehesten gewährleistet. Sie ist in ihrer jetzigen Form nichts Anderes, als die Jahrhundert alte Wassergewinnung für Städte und Dörfer mittelst Pumpbrunnen. Sie ist nur centralisirt und ihre Bezugsorte liegen ausserhalb des bewohnten Gebietes. — Die neu angelegte Filtergalerie des Wasserwerkes zu Thalkirchen wird zur Zeit, trotz ihrer Nähe an den Werkskanälen, nur von Grundwasser versorgt und ist ein nahe liegendes Beispiel für die oben allgemein ausgesprochenen Ansichten.

Bei Anlagen grösserer Ausdehnung wirft sich die Frage auf, ob es nicht vortheilhafter ist, mehrere räumlich von einander getrennte Bezugsorte auszunützen, anstatt nur einen solchen?

Wenn nur durch ein Zusammenfassen verschiedener Bezugsquellen sich das geförderte Quantum beschaffen lässt, so ist eine Trennung durch die Umstände einfach geboten; ist es dagegen möglich, den Bedarf einheitlich zu decken, so ist in der Zuführung des Wassers zur Stadt die Centralisation fast immer der Decentralisation vorzuziehen. So lange die Gefälle und die fortzuleitenden Wassermengen derart sind, dass der Wassertransport noch mit einem Rohre auszuführen ist, ist es finanziell vortheilhafter, sich nur eines solchen, anstatt deren zwei zu bedienen. Die Quantitäten verhalten sich bei gleichen Längen und Gefällen einer Leitung wie die  $5/2$  Potenzen der Durchmesser.

Zur allgemeinen Vergleichung wird später die Dupuit'sche Formel verwendet, in welcher bezeichnet:

- $l$  Länge der Leitung,
- $h$  das zu verwendende Gefälle,
- $Q$  Quantum per Secunde,
- $d$  den Röhrendurchmesser,

$$d = \sqrt[5]{\frac{l}{h} \left(\frac{Q}{20}\right)^2};$$

setzt man ferner:

- $\mu$  die Anlagekosten per lfd. m. Leitung vom Durchmesser Eins,
- $k$  der totale Kapitalaufwand,

so kann man nahezu den letztern innerhalb ziemlich weiter Grenzen proportional dem Produkt aus Durchmesser mal Länge setzen, mithin:

$$k = \mu \sqrt{\frac{l^6}{h} \left(\frac{Q}{20}\right)^2}.$$

Nimmt man den vorliegenden Fall, in welchem für München 520 sl. zu transportiren sind, als concretes Beispiel an, so werden, abgesehen vom Grunderwerb und unter der Voraussetzung, dass es zwei Bezugsquellen gebe, für welche Entfernung und Gefälle die gleichen seien und von denen jede die Hälfte des verlangten Quantums liefere, sich die Anlagekosten für einheitlichen Transport zu denen für getrennten wie 100 : 151 verhalten, die Zuleitung zur Stadt also im letztern Falle 51% mehr Kosten, als im erstern. Lässt man die Bedingung der gleichen Entfernung für beide Bezugsorte fallen, und hält nur die der gleichen Ergiebigkeit und des Gefälles per lfd. m. Leitung aufrecht, so müsste die Entfernung der einen Bezugsquelle vom Verbrauchsort nur  $\frac{2}{3}$  der Entfernung der anderen betragen, wenn die Kosten für getrennte Leitung nicht höher sein sollen, als die für einheitliche.

In jedem einzelnen Falle ist eine einfache Ueberschlagsrechnung anzustellen und gilt obiges Beispiel für die ungünstigste Voraussetzung der Halbierung des Quantums. — Für jede andere Theilung desselben stellt sich das finanzielle Resultat weniger ungünstig.

In Rücksicht auf Qualität des Wassers ist einem Rohrkörper stets der Vorzug vor zweien zu geben. Es wächst die Erwärmung, beziehungsweise die Abkühlung des Leitungswassers mit der benetzten Fläche, sie nimmt ab mit der Geschwindigkeit und dem Profilinhalte, und nur ein Rohrkörper erfüllt die günstigsten Bedingungen für Erhaltung der Temperatur. Ein nicht abzuläugnender Vorzug des getrennten Transportes ist die erhöhte Sicherheit des Bezuges, allein auch hier werden rein lokale Verhältnisse maassgebender sein müssen, als allgemeine Ansichten. — Hat eine Leitung einen geringen Druck auszuhalten, liegt sie im festen unbeweglichen Terrain und ist durch schon vorhandene oder hergestellte Wege und Strassen leicht zu erreichen, so ist die Wahrscheinlichkeit eines dann schnell zu beseitigenden Defectes oder gar Rohrbruches nicht gross, und wenn auch dies nicht sofort unmittelbar nach aufgenommenem Betriebe gilt, so doch einige Monate nach Beginn desselben.

Treffen obige Voraussetzungen nicht zu, dann empfiehlt sich eher nur an zweifelhaften Stellen doppelte Leitungen zu legen, anstatt dem ganzen Rohrtracte den Character der Einheit zu nehmen. Für lange Zuleitungen ist allerdings die Herstellung einer telegraphischen Verbindung und die Einrichtung von Depots auf der durchlaufenen Strecke unerlässliche Bedingung für den, je nach der Natur der Leitung und den lokalen Bedingungen, mehr oder minder wahrscheinlichen Fall eines Rohrbruches.

Die Quantitätsbestimmung fließender Wässer durch den Woltmann'schen Flügel geschah in vorliegender Arbeit mittelst einer entsprechenden Eintheilung des Durchflussprofils durch senkrechte Ordinaten. Bei grösserer Tiefe wurde in den einzelnen Ordinaten möglichst am Boden, nahe der Oberfläche und in der Mitte der Ordinate die Anzahl der Flügelumdrehungen bestimmt, und die drei so gefundenen Werthe durch entsprechendes Auftragen in ein Coordinatensystem durch neue stetige Curven verbunden. — Es stellte sich heraus, dass die umfängliche neuere Methode der Quantitätsbestimmung mittelst Construction von Isotachen im Durchflussprofil übereinstimmende Resultate mit dem hier eingeschlagenen einfacheren Verfahren lieferte. — Nach Letzterem wurde über dem Wasserspiegel die jeder Ordinate zukommende mittlere Geschwindigkeit als neue Ordinate aufgetragen, die Endpunkte derselben durch eine stetige Curve verbunden, welche so die Curve der mittleren Geschwindigkeit für jede beliebige Senkrechte im Querprofil darstellt. — Durch Bildung der Summen  $Q = \Sigma (fv_m)$  in entsprechend kleinen Intervallen wurde die gesammte Durchflussquantität bestimmt;  $f$  bezeichnet darin einen senkrechten Flächenstreifen und  $v_m$  die ihm zukommende mittlere Geschwindigkeit. — Der speciellen Feststellung der Rohrkaliber liegt die Weisbach'sche Formel zu Grunde.

### A. Versorgung von der Hochebene rechts der Isar.

Die allgemeinen hydrographischen Verhältnisse der Hochebene sind schon in dem vorhergehenden Abschnitt behandelt, und sollen hier nur die rein technischen Maassnahmen, die Qualität, die zu erwartende Quantität und die administrativen Rücksichten dem zunächst vorliegenden Zwecke angemessen besprochen werden.

Die Grundwasserspiegel der Hochebene liegen im Vergleich zur Höhenlage der Stadt zu tief, um von dieser Bezugsquelle her die ganze Stadt mit natürlichem Gefälle zu versorgen. Je nachdem man die Stadt in Zonen zerlegt, und entweder beide, die hohe und die tiefe, mit künstlicher Hebung versorgt, oder die Hebung nur für die hohe Zone anwendet, lassen sich 2 Varianten unterscheiden. — Man nimmt die Wasserfassung entweder in den tiefern Lagen in der Richtung von Berg am Laim nach Strasstrudering vor und hebt das gesammte Quantum, wobei immer noch eine Zonentrennung stattfinden kann, oder man verlegt die Wasserfassung bis nach Deisenhofen hinauf an die ersten Quellen des Hachinger Baches und versorgt von da aus die tiefere Zone mit natürlichem, die hohe dagegen mit künstlichem Drucke.

Wenn man von der Vergrößerung des Niederschlagsgebietes, welche mit der niedrigeren Lage der Wasserfassung nothwendiger Weise verbunden ist, absieht, so ist es für die zu erwartende Quantität ziemlich gleichgiltig, wo die Wasserfassung erfolgt. — Was die Qualität anbetriift, so dürfte auch dafür bei der so hohen Gleichmässigkeit der geognostischen Verhältnisse und der davon abhängigen chemischen Constitution des Grundwassers der eine Ort vor dem andern a priori kaum den Vorzug verdienen, dagegen wird die Temperaturdifferenz des Wassers, den verschiedenen Jahreszeiten entsprechend, bei hoher Ueberlagerung durch quartären Schotter weniger bedeutend sein, als bei geringer Ueberlagerung.

Das ganze Gebiet ist, mit Ausnahme des Thales des Hachinger Baches, sehr dünn bevölkert und es beginnen südlich von Strasstrudering, also in der Richtung des ankommenden Grundwasserstromes sehr bald die Staatswäldungen. — Es sind also vorwiegend die Rücksichten auf Druckhöhe für die Wahl der Fassung maassgebend. — Es möge zunächst die Variante Trudering besprochen werden, und dabei gestattet sein, etwas Allgemeines voranzuschicken.

#### a) Variante Trudering.

Es gibt zwei Methoden Grundwasser zu fassen, entweder stellt man gewöhnliche vertikale Schachtbrunnen her, von denen jeder individuell wirkt, und deren gegenseitige Entfernung so bemessen ist, dass der eine den andern gar nicht oder doch nur unwesentlich beeinflusst, oder man verbindet die einzelnen Brunnen, die als solche dann ihre Bedeutung vollständig verlieren, durch eine durchlässige Rohrfahrt oder Filtergalerie, der man in neuerer Zeit den Namen: horizontale Brunnen beigelegt hat. Diese Filtergalerie liegt selbstverständlich unter dem Wasserspiegel, der durch die Wirksamkeit der Wasserentnahme künstlich erzeugt wird, und sie wirkt in ihrer ganzen Länge entwässernd. Wird bei der Schachtbrunnenanlage die gegenseitige Entfernung der einzelnen Brunnen sehr gering angenommen, so beeinflusst zwar einer den andern, die Ergiebigkeit der ganzen Anlage wird aber erhöht und die Wirkungsweise derjenigen der Filtergalerie näher gebracht.

Der Schachtbrunnen erzeugt eine Depression des Wasserstandes in der Umgebung des Brunnens, die einer Mantelfläche gleicht, welche man sich durch Drehung der mittlern Depressionscurve um die vertikale Brunnenaxe entstanden denken kann. — Die Filtergalerie wirkt an ihren beiden Extremitäten je wie ein halber Schachtbrunnen und erzeugt zwischen diesen beiden in der Umgebung eine Depression, die einer Cylinderfläche gleicht, welche durch gradliniges Fortschieben der Depressionscurve parallel zur horizontalen Achse der Gallerie entsteht. — Jede der beiden Fassungsverfahren hat ihre Vorzüge; die Wirkung der Gallerie ist durchgreifender, als die des Brunnens, dagegen ist erstere in der Anlage viel theurer. Befindet man sich in einem wasserreichen Terrain, welches man nicht bis zum letzten Tropfen auszunützen gezwungen ist, dann wird aus finanzieller Rücksicht die Anlage von Schachtbrunnen den Vorzug verdienen, ist man dagegen in der zu erwartenden Quantität beschränkt, so ist die Anlage der Filtergalerie am Platz. — Hat die Fassung in bedeutender Tiefe unter Terrain zu geschehen, sind also die das Grundwasser überlagernden wasserlosen Schichten von grosser Mächtigkeit und ist Tagebau nicht mehr angemessen, sondern Stollenbetrieb vortheilhafter, so wird aus Ausführungsrücksichten der Anlage von Filtergalerien der Vorzug zu geben sein.

Die Wasserfassung erfolgt hier am besten, den lokalen Umständen sich anpassend, durch Schachtbrunnen. Wie gross die Ergiebigkeit eines solchen sein wird, lässt sich mit demonstrativer Beweiskraft nur durch Anlage und Betrieb eines Versuchsbrunnens entscheiden. — Auf Grund seiner früheren Arbeiten und Erfahrungen hat der Verfasser die Ueberzeugung,

ganz abgesehen von den jetzt stattfindenden hohen Grundwasserständen, aus einem Brunnen dauernd 50—60 sl. entnehmen zu können, bei einer angenommenen Depression des natürlichen Grundwasserspiegels bis ein Meter über die Flinzschicht.

Die gegenseitige Entfernung der Brunnen, die erst auf Grund der Beobachtungsergebnisse bei einem stattfindenden Versuche sich genau feststellen lässt, wird in Wirklichkeit mit ca. 250 Meter zu bemessen sein, so dass die Länge der Wasserfassungsanlage bei der Herstellung von 10 Brunnen 2250 Meter betragen wird. — Die Richtung der Brunnenfolge ist so zu wählen, dass sie im Allgemeinen parallel zur Horizontalcurve ist. — Sie wird nur wenig davon abweichen und sich nur um soviel stromaufwärts verschieben, als die Reibungswiderstände in der die einzelnen Brunnen verbindenden Leitung beträgt. Um nämlich die Grösse der Depression des natürlichen Wasserspiegels für alle Brunnen constant zu machen, jeden von ihnen also gleich stark zu beanspruchen, muss der natürliche Grundwasserstand in den sich selbst überlassenen Brunnen in einer Parallelen zu der Drucklinie liegen, welche in der Verbindungsleitung der beanspruchten Brunnen sich herstellt. Der letzte Brunnen kommt oberhalb Berg am Laim zu liegen, der erste oberhalb Strasstrudring. Die Schichtenfolge dieses Terrains wird am ehesten derjenigen des Bohrloches I entsprechen. Vorbehaltlich noch speziellerer Erhebungen ist, soweit bis jetzt die Messungen und namentlich die Bohrungen reichen, mit folgenden Grössen zu rechnen:

Cote der Flinzschicht . . . . .	517,0 m.
„ des Terrains . . . . .	528,0 m.
„ des gegenwärtigen Grundwasserspiegels . . . . .	525,3 m.

Der Schotter hat an der in Aussicht genommenen Stelle somit eine Mächtigkeit von 11 m., der Grundwasserstrom gegenwärtig eine Tiefe von 8,3 m., die sich bei niedrigen Grundwasserständen auf etwa 5 m. vermindern wird. — Ist man gezwungen, zur Hebung des Wassers Dampfmaschinenbetrieb anzuwenden, so ist es namentlich bei einer tiefen Lage des Grundwassers unter Terrain am einfachsten, an Ort und Stelle der Wasserfassung auch die maschinelle Anlage zu erbauen. Dann ist die Förderung des Wassers aus der Tiefe bald vollzogen. Rechnet man dagegen, wie im vorliegenden Falle, auf die Verwendung hydraulisch-motorischer Kraft, und kann der Motor nur räumlich weit entfernt vom Orte der Wasserfassung aufgestellt werden, dann wird es schwierig und ist bei einem nur wenig abfallenden Terrain mit kostspieligen und umfänglichen Erdbewegungen verknüpft, das Wasser durch natürliches Gefälle aus seiner ursprünglichen Tiefenlage bis in die relative Höhe zu bringen, in der man unter Terrain Rohrleitungen anzulegen pflegt. Dieser Fall liegt hier vor.

Soll nun, wie es am rationellsten ist, das Wasser auf der Flinzschicht, also in einer Tiefe von 11 m. unter Terrain gefasst und dasselbe durch natürliches Gefälle abgeleitet werden, so müssten zunächst die Brunnen unter sich durch Rohrleitungen in dieser Tiefe verbunden werden. — Das Rohr, welches das gesammelte Wasser in seiner Totalität abführt, müsste gross dimensionirt werden, um mit einem möglichst geringen Aufwande an Gefälle in dem wenig nach Norden abfallenden Terrain eine relativ höhere Lage zu gewinnen und endlich in der passenden Tiefe mit 2 m. Erddeckung weitergeführt werden. — Der Punkt, wo letzteres erreicht wird, liegt bei Verwendung eines Rohres von 1 m. Durchmesser in einer Entfernung von 2700 m. von dem letzten Brunnen der Quelfassung in nördlicher Richtung in der Nähe von Dening.

Es betragen die Reibungsverluste in einem Rohre von 1 m. Durchmesser für den Transport von 520 sl. 0,000584 m. per laufender Meter bei einer Geschwindigkeit des Wassers von 0,664. — Es ist:

Cote der Flinzschicht, also Cote der Rohrgrabensohle am letzten Brunnen . . . . .	517,00 m.
Reibung auf 2700 lfd. m. = 0,000584 . 2700 . . . . .	1,57 „
Cote der Grabensohle in dieser Entfernung . . . . .	515,43 m.
Bei 2 m. Erddeckung und 1 m. Rohrdurchmesser beträgt die Grabentiefe . . . . .	3,00 „
Mithin gewünschte Terrainscote bei Dening . . . . .	518,43 m.

Diese Cote stimmt mit der thatsächlichen. Es schwankt somit die Tiefe des Aushubs von Dening bis Berg am Laim zwischen der normalen von 3 m. und derjenigen von 11 m. — Das Terrain fällt zwischen den beiden in Betracht gezogenen Punkten sehr regelmässig, so dass der Aushub für die Ableitung als Trapez gerechnet werden kann, dessen Inhalt bei einer mittleren Grabenbreite von

2 m., 37800 Cbm. betragen wird, hierzu treten für Verbindung der einzelnen Brunnen weitere 49500 Cbm., so dass, um die natürliche Ableitung des Wassers zu ermöglichen, eine Erdbewegung von rund 90000 Cbm., unter schwierigen Umständen, als Verbolzen der Gräben, Wasserhaltung, grosse Förderhöhen etc. nothwendig wird. Namentlich die vortheilhafteste Transportmethode der beim Bau massenhaft auftretenden Wasserquantitäten ist, ohne die Resultate eines Versuchsbrunnens zu kennen, für jetzt weder technisch zu bestimmen, noch finanziell zu beurtheilen. Mit der Durchführung dieser Anordnung ist dagegen anderseits der Vortheil verbunden, die Verbindungsleitung zwischen den Brunnen als Filtergalerie behandeln zu können, und damit ist eine Abkürzung der Brunnenfolge verbunden. — Die Ableitung kann im Weitern, da sie keinem innern Druck ausgesetzt, anstatt in Gusseisen in einem anderen und zwar nicht allein billigern, sondern für den vorliegenden Zweck auch vortheilhafteren Materiale, in Cement oder Steinzeug ausgeführt und als Canal behandelt werden.

Eine andere Ableitungsmethode besteht in der Anwendung von Hebern. Neben die Brunnenreihe wird ein gemeinschaftliches dichtes Sammelrohr einige Meter unter Terrain gelegt. Aus jedem einzelnen Brunnen mündet in dasselbe eine vertical im Brunnen aufsteigende und dann seitlich gekrümmte Zuleitung, deren Transportmengen das Anwachsen des Durchmessers der Sammelröhre nach dem letzten Brunnen hin entsprechend bedingen. Das Sammelrohr erhält eine schwache constante Steigung ebenfalls nach dieser Richtung hin.

Vom letzten Brunnen ab fällt das Abführungsrohr, passt sich mit seinem geodätischen Gefälle dem fallenden Terrain an, und mündet schliesslich bei Dening in ein kleines Reservoir ein.

Da der Wasserspiegel in diesem um den Betrag der Reibung auf der durchlaufenen Strecke tiefer liegt als der deprimirte Wasserspiegel im letzten Brunnen, so muss nach erfolgter Füllung des Rohres und continuirlicher Entfernung der sich etwa ansammelnden Luft im Kulminationspunkte des Hebers, dieser als solcher wirken und der Wassertransport in diesem Rohre eben so vor sich gehen, wie bei der eben besprochenen Anordnung. Die Entlüftung der Kulmination hat durch einen kleinen Motor mit entsprechender Reserve zu geschehen, sei es einer Dampfmaschine mit Luftpumpe von der einfachen Construction einer Kesselspeisepumpe, oder eines Körting'schen Dampfstrahl-Apparates. — Durch Aufsetzen eines grossen Windkessels auf die Kulmination des Hebers ist im Weitern die Möglichkeit der Wirkungsintermittenz des Motors gegeben.

Die Spannung im Heber ist nun eine negative und es liegt die Befürchtung nahe, dass durch Lecke in demselben ein bedeutender Eintritt von Luft erfolgt, die dann der Injector nicht mehr zu entfernen vermag.

Es lassen sich jedoch bei einer mit Sorgfalt gelegten und gut aufgelagerten Röhrenleitung diese Lecke gleich von vorneherein vermeiden.

Selbstredend ist die Leitung vorher einer entsprechenden Probe zu unterwerfen und in jedem Brunnen mit den üblichen Absperrvorrichtungen zu versehen. — Da die Terrainüberlagerung über dem Flinz im letzten Brunnen 11 m. beträgt und der abgesenkte Wasserstand 1 m. über Flinz betragen soll, so wird bei einer Erddeckung des Rohres von 3 m. beim Beginn der Ableitung in der Culmination ein Druck von  $-7,0$  m. stattfinden, der sich im weitem Verlaufe der Rohrfahrt der Grösse Null immer mehr nähert und diesen Werth an dem einen Schenkel des Hebers im Brunnenwasserspiegel, im andern im Reservoirwasserspiegel bei Dening erreicht.

Von dem kleinen Reservoir bei Dening ab verläuft die Leitung unter gewöhnlichen Verhältnissen und erreicht den Steilabfall des rechten Isarufers bei Oberföhring. — Das angenommene Caliber von 1 m. ist zur Vermeidung tiefer Einschnitte oder Umwege auch für diesen Theil der Leitung beibehalten. — Das Material der Leitung besteht, da das Rohr keiner innern Spannung ausgesetzt ist, aus Cement oder Steinzeug. Die Situation der Wasserfassung und Ableitung ist aus Blatt 3 zu ersehen.

Die Länge der Leitung vom letzten Brunnen bis zur Strasse südlich Oberföhring beträgt 5700 m. und die Reibungswiderstände betragen auf dieser Strecke 3,3 m. — Da die Cote des deprimirten Wasserspiegels im Brunnen mit 518 m. in Rechnung geführt, so ist Cote der Drucklinie bei genannter Strasse 514,7.

Der manometrische Wasserspiegel liegt mithin an dieser Stelle mehr als 4 m. unter der Schwelle der Frauenkirche, und ist die künstliche Hebung nothwendig. — Die Rohrleitung ist auf das linke Ufer zu führen und wird in Gusseisen ausgeführt, da sie von dem Punkte ab, wo sie die Hochebene verlässt und in das Thal tritt, einem innern Druck zu widerstehen hat. — Die Flusskreuzung hat,

vorbehaltlich specieller Erhebungen, nach den praktischen Erfahrungen des Verfassers wohl am besten in einer Unterführung zu bestehen.

Da eine Druckhöhe von 28—32 m. über Pflaster, je nach dem Wasserstande im Reservoir, allen Anforderungen genügt, so ist es eine verlorne Arbeit, das Wasser über dieses Maass hinaus zu heben, und es empfiehlt sich eine Theilung der Stadt in eine hohe und tiefe Zone, wie sie schon in einem vorhergehenden Abschnitt besprochen worden ist.

Die Reservoir- und maschinelle Anlage ist nun in ihren Grundzügen für diese Variante wie folgt gedacht. — Das Reservoir wird in der Nähe von Grosshesselohe für die niedere Zone mit einem Inhalt, der für beide Zonen genügt, erbaut. — Die Pumpstation befindet sich unterhalb der Maschinenfabrik zu Hirschau. Der stündliche Maximalverbrauch übersteigt auf Grund einer Reihe practisch durchgeführter Beobachtungen niemals das Doppelte des durchschnittlichen Consums pro 24 Stunden. — Zur Zeit des Maximalconsums wird also bei obiger Anordnung die niedere Zone, die, wie schon weiter oben erwähnt, mit  $\frac{2}{3}$  des totalen Tagesconsums in Rechnung zu führen ist, demnach von 2 Seiten versorgt.

Von der maschinellen Anlage her wird ihr die eine Hälfte des Bedarfes, vom Reservoir her die andere Hälfte zugeführt. — Bei abnehmendem Consum wird, da die maschinelle Leistung constant ist, die Mitwirkung des Hochreservoirs immer mehr verringert, sie ist Null, wenn der stündliche Consum in der Stadt zum durchschnittlichen geworden ist. Sinkt der Consum noch weiter, so empfängt das Reservoir Wasser von der Pumpstation. — Die Bewegungsrichtung in der Verbindungsleitung zwischen Reservoir und Stadt ist somit eine alternirende, die in der Zuleitung von der Betriebsanlage zur Stadt eine constante. — Die hohen Zonen werden durch besondere Leitungen versorgt, und die Ausgleichung der Verbrauchsschwankungen erfolgt durch erhöhte motorische Leistung dergestalt, dass das Wasser, welches durch die constante Leistung der Motoren in den Zeiten des minimalen Consums im Ueberschuss gehoben wird, in die niedere Zone zurücksinkt. — Ob die Druckthürme, die dies vermitteln, an der Betriebsanlage, oder in den zu versorgenden hochgelegenen Stadttheilen zu errichten sind, ist Gegenstand der Studie für ein Detailproject. — Es handelt sich hier nur um den Nachweis, dass die hiezu nöthige Kraft durch hydraulische Motoren zu beschaffen ist. — Die Grösse der motorischen Leistung ist von dem Durchmesser der Druckröhren abhängig. Giebt man diesen weite Caliber, so wird die Reibung bei einem bestimmten Förderquantum in ihnen gering, damit vermindert sich die zur Ueberwindung der Reibungswiderstände nöthige motorische Kraft und mit ihr die Grösse der Motoren. — Es steigen also im Anlagekapital die Kosten für Rohrleitung, und diejenigen für die Motoren vermindern sich. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die Caliber der Druckröhren klein gewählt werden. — Es wird nun ein gewisses Druckrohrcaliber geben, für welches die Summe der Anlagekosten für die Druckleitung und Motor ein Minimum wird und dieses ist, wenn sonst keine praktischen Bedenken stattfinden stets zu wählen.

Auf Grund früherer ähnlicher Rechnungen ist für den vorliegenden Fall ein Durchmesser von 0,9 m., vorläufig wenigstens, in Rechnung zu ziehen. — Das Reservoir ist 8000 m. von der Frauenkirche entfernt, wie erwähnt, bei Grosshesselohe am Dachsberg anzulegen. — Es ist:

Cote an der Frauenkirche . . . . .	∞ 518,9 m.
Reibungsverluste für die vorläufig angenommene Länge von 8000 m. von der Frauenkirche zum Reservoir bei 520 sl. Lieferung und 0,9 m. Rohrdurchmesser	7,6 „
Nutzbarer Wasserstand im Reservoir . . . . .	4,0 „
Nutzbare Druckhöhe an der Frauenkirche . . . . .	30,0 „
Mithin Cote Oberwasserspiegel im Reservoir . . . . .	560,5 m.
Reibungswiderstände von der Pumpstation zum Reservoir auf eine Länge von ∞ 15000 m., sonst wie oben . . . . .	∞ 14,3 „
Cote der manometrischen Förderhöhe an der Pumpstation . . . . .	574,8 m.
Ab Cote des Saugwasserspiegels oder Druckliniencote bei Föhring . . . . .	514,7 „
Mithin maximale manometrische Förderhöhe bei Oberwasserstand im Reservoir und beim Consum Null . . . . .	60,1 m.
Hierzu für Ventilwiderstände etc. und zur Abrundung . . . . .	2,9 „
Mithin für die niedere Zone effective Förderhöhe im Maximum . . . . .	63,0 m.

Für die hohe Zone treten hinzu . . . . . 17,0 m.  
 Mithin für die hohe Zone effective Förderhöhe im Maximum . . . . . 80,0 „

Zur Zeit des Maximalconsums werden für die hohe Zone verbraucht  $\frac{1}{3} \cdot 520 \cdot 2 \approx 346$  sl.,  
 mithin restiren, da das gesammte Förderquantum 520 sl. beträgt, für die niedere Zone von den Pumpen  
 zu liefern 174 sl.

Ferner ist der totale Consum  $2 \cdot 520 = 1040$  sl., es hat also das Reservoir in die niedere  
 Zone  $1040 - 346 - 174 = 520$  sl. abzuführen.

Zur Verrichtung der Hebungsarbeit sind demnach erforderlich im Maximum

$$\frac{346 \cdot 80 + 174 \cdot 63}{75} = 515 \text{ effective Pferdestärken.}$$

Hierbei ist vorausgesetzt, dass für beide Zonen direct gepumpt wird, die maschinelle Anlage also  
 so eingerichtet ist, dass kein Wasser mehr als einmal die Pumpe passirt. Eine andere Anordnung, die  
 ihre administrativen Vorzüge hat, besteht darin, dass zunächst sämmtliches Wasser auf die der niedern  
 Zone zukommende Druckhöhe gehoben wird, und das der hohen Zone zukommende Wasser um den  
 Fehlbetrag an Druckhöhe nachgehoben wird. — Dann entwickelt sich für die Zeit des Maximalconsums  
 der Arbeitsbedarf aus:

$$\frac{520 \cdot 63 + 174 \cdot 2 \cdot 17}{75} = 515 \text{ effectiven Pferdestärken.}$$

Unter der Annahme, dass Umtriebs- und Arbeitsmaschinen mit einem Nutzeffect von 0,60  
 arbeiten, ist mithin eine theoretische Arbeit von:

$$\frac{515}{0,6} = 858 \text{ Pferdestärken}$$

zu beschaffen.

Das verfügbare Aufschlagwasser der Maschinenfabrik zu Hirschau, welches als constant angesehen  
 werden kann, betrug nach directer Messung (siehe Blatt 15) 20 Cbm. per Secunde,

Um mit dieser Aufschlagsmenge obige Arbeit zu erzeugen, ist eine Aufschlaghöhe erforderlich von:

$$\frac{858 \cdot 75}{20000} = 3,218 \approx 3,22 \text{ m. Diese Aufschlaghöhe ist durch Verlängerung}$$

des Eisbaches unterhalb Hirschau zu beschaffen. Blatt 9 gibt das Längenprofil der Isar und des linken  
 Isarufers unterhalb Hirschau von der Einmündung des Eisbaches abwärts gemessen.

Die totale Aufschlaghöhe von 3,22 m. ist in zwei gleiche Theile getheilt und für diesen  
 Fall die nothwendig werdende Erdbewegung überschläglich gerechnet. — Stellt sich bei spezieller  
 Bearbeitung diese Theilung als unvortheilhaft heraus, so hat dies nur einen Einfluss auf den Inhalt  
 der zu fördernden Erdmassen, nicht aber auf die Grösse der summarischen Aufschlaghöhe und die  
 Länge des Kanals. Letzterer erhält eine Länge von 2875 m. von der Mündung des Eisbaches ab  
 gerechnet. Auf dem Blatt 9 sind einige Varianten für verschiedene Geschwindigkeiten des Kanalwassers  
 nach der für die dortigen Verhältnisse am besten passenden Darci — Bazin'schen Formel construirt;  
 die gewählte Variante ist die vortheilhafteste. — Auf eine noch mögliche Benützung des Gefälles vom  
 Unterwassergraben der Maschinenfabrik ist nicht gerechnet. — Alle nothwendigen Längen, Höhengoten etc.  
 sind auf dem Blatt 9 verzeichnet. — Eine Verminderung der Aufschlaghöhe durch Veränderungen der  
 Isarsole ist nicht zu befürchten, im Gegentheile wird durch die fernere Correction der Isar die Flussole  
 an der Einmündung des Untergrabens des neuen Werkes fortschreitende Vertiefungen erleiden, während  
 der Wasserspiegel des Oberwassergrabens fest gelegt ist. — Dort, wo der neue Oberwassergraben vom  
 Eisbach abzweigt, sind zweifache Schleusen zu erbauen, eine am Anfang des neuen Obergrabens,  
 um denselben trocken legen zu können, und die zweite an der Mündung des Eisbaches in die Isar, um  
 dessen Wasser je nach Bedarf der Isar, oder dem neuen Werke zuzuführen. Durch Anlage eines  
 Grundwehres in der Isar kann für die Zeit der Bachauskehr das Wasser der Isar durch die jetzige  
 Mündung des Eisbaches zum Eintritt in den Obergraben der Pumpstation veranlasst, und diese dadurch  
 von der Bachauskehr unabhängig gemacht werden.

Da die Hochwasser bei geöffneter Schleuse sowohl den Spiegel des Oberwassers, als den des  
 Unterwassers erhöhen, wird die Spiegeldifferenz, also auch der Effect nahezu derselbe bleiben, unter der

Voraussetzung, dass Turbinen als Motoren verwendet werden. — Für alle Fälle sind im Kostenanschlage Reservemotoren und Pumpen von der halben Leistung der Anlage vorgesehen. — Durch diese Auseinandersetzungen ist die Gewinnung der geforderten totalen hydraulischen Leistung somit nachgewiesen.

Unter Benützung der schon vorhandenen Brunnenwerke kann diese Anlage jedoch wesentlich vereinfacht werden.

Um die Druckhöhe der hohen Zone, deren Bedarfsquantum aus dem Röhrensysteme der niedern Zone entnommen wird, zu erzeugen, ist eine effective Leistung von  $\frac{174 \cdot 2 \cdot 17}{75} = 78,8$  Pferdestärken erforderlich.

Diese Leistung liefert aber, bei der vortheilhaftesten Umdrehungsgeschwindigkeit der Räder, das Pettenkoferwerk allein, und man hat sogar einen bedeutenden Ueberschuss an Kraft, wenn das Muffatwerk die hohe Zone rechts, das Pettenkoferwerk diejenige links der Isar aus der niedern Zone versorgt, diese Werke also nur ein Plus an Arbeit verrichten, während die neue Anlage das gesammte Wasserquantum auf die der niedern Zone zukommende Druckhöhe hebt.

Es wäre dies eine rationelle Verwendung der vorhandenen Werke, mit der noch der finanzielle Gewinn verbunden ist, in der Maxvorstadt das vorhandene Röhrensystem grösstentheils benützen zu können. Die Pumpen derselben haben dann nicht zu saugen, sondern werden durch den Druck des einströmenden Hubwassers beaufschlagt. Unter diesen eigenthümlichen Verhältnissen arbeiten in Bergwerken sehr viele Pumpen ohne die geringste practische Inconvenienz, obwohl die Aufstellung voluminöser Windkessel erschwert ist. Der Inhalt des Hochreservoirs ist mit einem vollen Tagesconsum beim Voranschlage in Rechnung gezogen, das Röhrensystem für Verästelung mit verbundenen Endstrecken entworfen, und weiter angenommen, dass der für Hebung des gesammten Wassers auf die Höhe der niedrigen Zone nothwendige Kraftbedarf neu zu gewinnen ist, und für weitere Hebung nach der hohen Zone das Pettenkofer Werk benützt wird.

Letzteres war deshalb geboten, um im Vergleich mit der folgenden Variante auf derselben Basis zu stehen.

#### b) Variante Deisenhofen.

In den höhern Lagen des Grundwassers, welche eine Versorgung der niedrigen Zone mittelst natürlichem Drucke gestatten, ist die Ueberlagerung durch den Schotter so bedeutend, dass die Anlage von Brunnen und mit ihr die Wasserentnahme durch Heber nicht mehr anwendbar ist. — Unter Benützung des Thaleinschnittes des Hachinger Baches ist es möglich bei Stollenbetrieb sehr bald die tiefen Lagen zu gewinnen. Hier liegt der Grundwasserspiegel zu Tage und der Flinz nur 8 m. unter Terrain. Die Höhenlage bedingt es, zunächst in der Richtung des Thales eine Strecke von Norden nach Süden aufzufahren, und später nach Westen und Südosten je einen besondern Stollen zu treiben.

Bei continuirlichem Betriebe können in 24 Stunden an jedem Orte mindestens 2 m. aufgefahren werden.

Der Stollen an sich soll eine Länge von 2250 m. erhalten, die Auffahrtsstrecke wird 1000 m. lang, so dass, wenn diese Längen in der That nothwendig werden sollten, eine Arbeitszeit von  $\infty$  1000 Tagen zur Herstellung erforderlich ist. — Auf Grund praktischer Erfahrungen waren bei Variante Berg am Laim ebenfalls 2250 m. Länge der Wasserfassung bestimmt; wenn nun auch die im vorliegenden Falle beabsichtigte Filtergallerie durchgreifender wirkt und ergiebiger ist, als eine gleich lange Brunnenfolge, so ist zu berücksichtigen, dass bei Deisenhofen das Niederschlagsgebiet durch welches der Grundwasserstrom gespeist wird, kleiner geworden ist, und die Voraussetzungen für Grösse der Ergiebigkeit hier niedriger zu bemessen sind, als bei der ersten Variante. Der gegenwärtige Wasserstand bei Bohrloch XVII hat Cote 574,0 (interpol.), und es ist eine sichere Annahme, wenn man beim Stollenmundloch eine Wasserspiegelcote von 565 m. für weitere Rechnungen der Rohraliber zu Grunde legt. — Es soll nicht verschwiegen werden, dass weitere Untersuchungen hier am Platze gewesen wären, allein für den zunächst zu erreichenden Zweck sind sie hinreichend, und in Anbetracht der Vielseitigkeit der Aufgabe und der zugemessenen Zeit war es nicht möglich, noch weiter südlich vorzugehen; selbst das Bohrloch XVII, bis auf den Schweissand niedergebracht, war nur unter Benützung eines alten Brunnen

mit den bis dahin verwendeten Bohrmitteln abzuteufen. — Da der Schweissand ebenso wie der Flinz als wasserdichter Untergrund zu betrachten ist, war somit auch bei diesem Bohrloch der Zweck: die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht zu bestimmen, erreicht. — Es ist auf alle Fälle sicher und keinesfalls zu finanziellen Gunsten gerechnet, wenn obige Länge für Auffahrtsstrecke dem Kostenanschlag zu Grunde gelegt wird. Vom Stollenmundloch soll das gewonnene Wasser zum Reservoir geleitet werden. — Irgendwelche die Gegend beherrschenden Punkte, welche sich auf dem Wege der Anschauung sofort als vortheilhaft und geeignet für Reservoiranlage darstellen, giebt es nicht. — Dagegen ist die Neigung des Terrains und die ganze orographische Beschaffenheit ganz geeignet die Verbindungsleitung zwischen Stollenmundloch und Reservoir in die natürliche Gefällslinie zu legen, somit das Gusseisen als Leitungsmaterial auszuschliessen, und die Leitung in Cement- oder Steinzeugröhren auszuführen, deren Preis ohngefähr nur die Hälfte des Gusseisens, selbst bei seinem jetzigen niedrigen Handelswerthe, beträgt. Die Leitung vom Reservoir zur Stadt besteht aus 2 Rohrfahrten, von denen jede den durchschnittlichen, beide zusammengenommen also den maximalen Stundenconsum abführen. — Da sie innerem Drucke ausgesetzt sind, bestehen sie aus Gusseisen.

Um den finanziell günstigsten Platz für das Reservoir zu bestimmen, sind 6 Varianten gerechnet. — Auf Blatt 3 sind die diesen Varianten entsprechenden Plätze mit den zugehörigen Rohrfahrten punktirt und der auf Grund der Rechnung vorgeschriebene Platz mit zugehöriger Leitung ausgezogen eingezeichnet. — Es ist

Cote der Drucklinie beim Beginn der Leitung . . . . .	565,0 m.
Cote Pflaster an der Frauenkirche . . . . .	518,9
Nutzbare Reservoirtiefe . . . . .	4,0
Nutzbarer Druck an der Frauenkirche . . . . .	30,0
	<u>552,9 „</u>
Bleibt für Reibungswiderstände . . . . .	12,1 $\infty$ 12,0 m.

Der Endpunkt der Leitungen nach der Stadt ist bei der Frauenkirche angenommen, um für alle Varianten dieselbe Basis zu haben.

Es bezeichne:

- $L_i$  die Länge der Leitung vom Stollenmundloch zum Reservoir, in Cement oder dergleichen auszuführen;
- $L_e$  die Länge der einfachen Leitung vom Reservoir zur Frauenkirche, in Gusseisen auszuführen;
- $H$  die totalen disponiblen Gefälle;
- $h$  das disponible Gefälle vom Reservoir zur Stadt;
- $k_i$  und  $k_e$  die Anlagekosten des Cementrohres beziehungsweise Gussrohres;
- $d_i$  und  $d_e$  die Durchmesser der Cementleitung bez. der Gussleitung;
- $\mu$  die Anlagekosten pr. lfd. m. Cementrohr vom Durchmesser Eins;
- $Q$  das abzuführende Quantum.

Dann ist für

Variante	I	II	III	IV	V	VI
$L_i =$	9500	7800	6200	9950	8500	6850
$L_e =$	7100	7550	8450	6400	6700	7800
$H - h =$	4	4	4	8	8	8
$h =$	8	8	8	4	4	4

Die Anlagekosten für die Leitungen bis zur Frauenkirche sind dann allgemein:

$$K = k_i + k_e = \mu L_i d_i + 4 \mu L_e d_e =$$

$$\mu \sqrt[5]{\left(\frac{Q}{20}\right)^2 \left( \sqrt[5]{\frac{L_i^6}{H-h}} + 4 \sqrt[5]{\frac{L_e^6}{h}} \right)}.$$

Da es sich nur um relative Zahlen handelt, ist der allen Varianten gemeinschaftliche Factor  $\mu \sqrt[5]{\left(\frac{Q}{20}\right)^2}$  wegzulassen und nur die Klammergrösse zu berechnen.

Es beträgt nach Einführung der zugehörigen Zahlenwerthe der Werth derselben bei

Variante	I	II	III	IV	V	VI
	155358	154334	162987	153339	152541	168397.

Somit ist Variante V die finanziell vortheilhafteste, Variante VI die ungünstigste. Führt man für  $\mu$  den rohen Näherungswerth von 66 Mark ein, so ist, abgesehen von den allen Varianten mehr oder minder gemeinschaftlichen Nebenkosten, die Variante VI um 243600 Mark theurer als Variante V.

Zu Ungunsten der Variante V, gegenüber I und IV, spricht die Schwierigkeit der Ableitung des Entleerungs- resp. Ueberlaufwassers des Reservoirs. — Das Thal des Hachinger Baches ist hierfür ganz unbrauchbar. Der Wasserspiegel des Baches liegt zuweilen, durch die Mühlenanlagen und Wiesenwässerungen bedingt, über dem Terrain. — Würde man dem Bache nun ein Vielfaches seines Quantums, wenn auch nur vorübergehend, zuführen, so wären damit unfreiwillige Wiesenwässerungen und Ueberfluthen der nothdürftig hergestellten Dämme verbunden. — Ebenso wäre dadurch eine vorübergehende Verlängerung des Bachlaufes weit über Perlach hinaus bedingt. Der einzige Ort, nach dem mit Sicherheit und ohne Inconvenienz der Abfluss des Entleerungswassers geschehen kann, ist das Isarthal, und es bedarf im Ausführungsfalle noch einer speciellen Rechnung auch nach dieser Richtung hin.

Die sich auf Grund obiger Formeln und Werthe ergebenden Durchmesser der Röhren sind nun derart, dass sie in den seltensten Fällen mit den im Handel vorkommenden übereinstimmen.

Im Anschluss an diese Caliber wird bei entsprechend durchgeführter Rechnung nun häufig die theoretisch beste Variante zu einer minder vortheilhaften. Auch im vorliegenden Falle hat sich die Variante I mit einigen Aenderungen auf Grund weiterer Rechnung als die beste herausgestellt. Da der Durchmesser der Leitung vom Stollenmundloch zum Reservoir 1 m. übersteigt, empfiehlt es sich, anstatt kreisförmiger Röhren einen eiförmigen Canalquerschnitt zu wählen, und das Rohr an Ort und Stelle aus Stücken zusammensetzen. Behält man als Rechnungsunterlage den kreisförmigen allseitig benetzten Querschnitt bei, so ist die Geschwindigkeit:

$$v_i = 0,638 \text{ m.}, d_i = 1,018 \text{ m.}, H - h = 5,0 \text{ m.}, L_i = 9400 \text{ m.}, \frac{H - h}{L_i} = 0,000532 \text{ m.},$$

$$v_e = 0,817 \text{ m.}, d_e = 0,90 \text{ m.}, h = 7,0 \text{ m.}, L_e = 7350 \text{ m.}, \frac{h}{L_e} = 0,0009497 \text{ m.}$$

Cote Niederwasserspiegel Reservoir	. . . . .	556 m.
„ Oberwasserspiegel	„ . . . . .	560 m.

Es ist dies, bis auf einen halben Meter, dieselbe Cote, wie die entsprechende der Variante: Trudering. — Die Versorgung der Stadt erfolgt im vorliegenden Falle durch 2 Röhren von derselben Richtung her, bei der ersten Variante durch ebenso viel Röhren von entgegengesetzten Richtungen her. — Die dynamischen Verhältnisse für Versorgung der hohen Zone sind für beide Varianten dieselben, nur wird man hier nicht auf eine Neubeschaffung von Wasserkraft für Hebung in die hohe Zone zu rechnen haben, sondern die alten bestehenden Werke, eventuell das Pettenkofwerk allein, für diese Leistung verwenden. — Eine Umänderung derselben ist nur in den Pumpenkörpern nothwendig. — Die Anlage eines Reservemotors ist kaum geboten. Das Pettenkofwerk kommt im Jahre ein bis zwei Tage ausser Betrieb und für diese Zeit kann die hohe Zone sich mit dem Druck von 13 m. über Pflaster begnügen. — Wollte man für das Pettenkofwerk auch noch die bisherige Wasserbezugsquelle beibehalten, so würde dies auf die Caliber der Röhren einen geringen Einfluss üben. Da der Quellenerguss für dieses Werk auf 100 sl. zurückgeht, so hätte die neue Leitung nur 420 anstatt 520 sl. abzuführen, und der Durchmesser von 0,90 m. geht, da die Gefällsverhältnisse dieselben bleiben, auf 0,826 m. zurück. — Hiefür würde man aber wiederum ein gebräuchliches Caliber wählen müssen und somit 0,90 m. Durchmesser wieder ziemlich nahe kommen. — Man ersieht hieraus den geringen Einfluss, den die fortgesetzte Benützung der alten Bezugsquelle auf die Dimensionen der neuen Anlage ausübt, und dass es ziemlich gleichgültig ist, ob bei der grossen Quantität ca.  $\frac{1}{5}$  mehr oder weniger transportirt wird.

Was Inhalt der Reservoirs etc. betrifft, so gilt alles für Variante Trudering Gesagte auch unmittelbar für diese.

Es möge noch eine dritte Variante, wenn auch wegen Mangel an Beobachtungsmaterial nur sehr oberflächlich, besprochen werden, die

c) Variante Harlaching.

Ebenso wie man den Grundwasserstrom unter Benützung des Thaleinschnittes des Hachinger Baches anschneidet, ebenso gut kann dies auch vom Isarthal aus geschehen. Der Steilabfall des Isarufers bei Harlaching würde sich als Platz des Stollenmundloches am besten eignen.

Was sonst für Directiven dabei maassgebend sind, kann erst durch eine Reihe von Bohrungen, die über das Vorhandensein eines tertiären Scheiderückens Auskunft geben, festgestellt werden. Eine eingehende Untersuchung auch des linken Isarufers wird dann ebenfalls nothwendig, um die Frage zu erörtern, ob zur Abkürzung der Bauzeit nicht auf jedem Ufer ein Stollen anzulegen ist. — Motorische Kräfte sind auch in diesem Falle zu beschaffen, entweder durch Ausführung eines von Herrn Stadtbaubeamten Frauenholz gearbeiteten Projectes über bessere Ausnützung, der Gefälle im obern Laufe des Stadtbaches, oder auch durch den Umbau der Ueberfälle, welcher ja doch nur eine Frage der Zeit sein soll. Im letztern Falle würde die Wasserkraft zwischen den jetzt bestehenden beiden Ueberfällen nutzbar gemacht. —

Beim Beginn der Bohrarbeiten wurde eine Wasserprobe aus Bohrloch I in einer Tiefe von 9 m. unter Terrain entnommen und qualitativ von Herrn Apotheker Schmidt in Regensburg untersucht. — Nur für diesen Fall ist der Gang der Analyse in Beilage K ausführlich mitgetheilt, alle folgenden Angaben über chemisches Verhalten der Wässer sind nur in Form von Resultaten gegeben.

Das Wasser entspricht den Anforderungen des Programms bis auf ein Mehr von 16 Milligramm fester Rückstände über die Grenze des Programms hinaus. — Eine im November geschöpfte Probe erreichte eben den Grenzwert.

Wie schon erwähnt, war und ist noch jetzt der Stand des Grundwassers ein abnorm hoher, und es werden gegenwärtig Schichtenlagen ausgewaschen, die seit Jahren nicht mit dem Grundwasser, wohl aber mit der zersetzenden Kohlensäure der Bodengase in Berührung kommen.

Es wird mithin zulässig sein zu behaupten, dass die Menge des gegenwärtigen Gesamtrückstandes die maximale ist, die bei den Schwankungen überhaupt erreicht wird, und dass mit fallendem Grundwasser auch diese Menge niedriger werden wird. — Die gegenwärtige Härte beträgt  $25^{\circ}$  anfänglich und  $8,2^{\circ}$  dauernd nach französischer Scala. — Aus dem Bahnbrunnen der Station Deisenhofen im September geschöpftes Wasser ergab 283 Milligr. Gesamtrückstand im Liter, wovon 4 Milligr. Salpetersäure, und 0,4 Theile organische Substanz in 100000 Theilen.

Ferner enthält das Wasser keine salpetrige Säure, sehr wenig Chlor, ganz geringe Spuren Schwefelsäure und kein Ammoniak. — Die Härte betrug  $26,8^{\circ}$  beziehungsweise  $8,8^{\circ}$ . — Das Wasser entspricht somit den Anforderungen des Programms, obgleich es unter denselben ungünstigen Vorbedingungen geschöpft ist wie das erste.

Eine frühere, vom Stadtbauamte mitgetheilte Analyse ergab:

Quelle westlich der Hintermühle bei Aschheim . . . . .	8,5 <sup>o</sup> R. und 255 Milligr. Rückstand im Liter,
Quelle am Entenfall, westlich der Hintermühle bei Aschheim	10,0 <sup>o</sup> R. „ 285 „ „ „ „
Quelle bei der Torfhütte an der Waldspitze westlich der	
Hintermühle . . . . .	9,0 <sup>o</sup> R. „ 325 „ „ „ „

Da diese Quellen an Stellen entspringen, wo das Grundwasser die Terrainoberfläche nahezu berührt, so ist es fast unmittelbar oberirdischen Einflüssen unterworfen, die möglicherweise verändernd auf seine Beschaffenheit, namentlich Temperatur, eingewirkt haben.

Um über die Jahresschwankungen der letztern, sowie zur Beantwortung der Frage: wie gross sind die Temperaturschwankungen des Wassers in Rohrleitungen? einen sichern Anhalt zu haben, sind in Tabelle A und B die Bodentemperaturen und mittleren Lufttemperaturen, sowie die Maxima und Minima der Bodentemperaturen, beobachtet an der königl. Sternwarte zu München, zusammengestellt.

Während die kleineren Tiefen von 4' bis 8' bayrisch maassgebende Unterlagen für die Bestimmung der Erwärmung in Rohrleitungen liefern, gestatten die bedeutenderen Tiefen einen sicheren Schluss auf die Temperatur der in diesen Tiefen sich bewegenden Grundwässer. — Bei einer Tiefe

von 20' bayrisch = 5,84 m. ist im Zeitraum 1861 bis 1866 ein Maximum der Bodentemperatur von 8,00° R. am 14. und 28. November 1866, ein Minimum von 5,45° R. am 16. Mai 1865, mithin eine totale Differenz von 2,55° R. beobachtet worden.

Es wird mithin schon bei der geringen Tiefe von 6 m. die Temperatur von 8,0° R. nicht überschritten; in den Augusttagen des Jahres 1853, dessen betreffende mittlere Monatstemperatur 18,55° R. betrug, war das Maximum der Bodentemperatur 7,15° R.

Mit zunehmender Tiefe werden die Schwankungen noch kleiner, denn im Brunnen der Sternwarte 18 m. unter Terrain betrug in der Beobachtungszeit vom März 1857 bis September 1860 das Maximum 7,25° R. am 5. November 1857, und das Minimum 6,85° R. am 15. Januar 1859, mithin betrug die Schwankung 0,4° R. Im Winter hat nach der Ansicht des Herrn Beobachters die einströmende kalte Luft dazu beigetragen, die absoluten Schwankungen zu vergrößern.

Die Monate August zeigten 7,1° bis 7,2° R. — Beobachtungen im Rheinthale bei Strassburg ergaben für eine Beobachtungsdauer von 1864 bis 1867 bei 10 m. unter Terrain, entsprechend der höheren mittleren Ortstemperatur, 11,80° C. als Maximum, und 11,10° C. als Minimum, mithin eine Schwankung von 0,7° C.

Die Wasserfassung bei Trudering soll bei 10 m. unter Terrain erfolgen; die dauernde Entnahme wird nach oben hin eine allgemeine Depression des Grundwasserstandes hervorbringen, und damit lässt sich erwarten, dass, da schon bei 5,84 m. unter Terrain die obere Temperaturgrenze laut obigen Beobachtungen eben erreicht wurde, dies noch viel weniger bei 10 m. Tiefe der Fall sein wird. Für die Wasserfassung bei Deisenhofen bei über 20 m. unter Terrain und der fortschreitenden Mächtigkeit der Ueberlagerung nach Süden hin, werden die Schwankungen kaum 0,1° über oder unter 7,0° R. betragen.

Die Tabelle C giebt die Temperatur der Quellen bei Bogenhausen. Obgleich diese Quellen aus dem Grundwasserstrom, der auch unter der Sternwarte fiesst, gespeist werden, zeigen sie doch erhebliche Temperaturschwankungen. — Dies ist einfach dadurch zu erklären, dass an den nach Westen gelegenen Hängen die Wärme seitlich in das Terrain eindringt und die Temperatur der Quelle ändert, ehe diese sichtbar zu Tage tritt. — Ein Rückschluss von der beobachteten Quellentemperatur auf diejenige des Grundwassers ist mithin nach obigen Beobachtungen nicht zulässig, und diese Erscheinung mag mehr oder minder, namentlich bei weniger mächtigen Quellen eine allgemeine sein.

Die directen Messungen des den Bohrlöchern in einer Tiefe von 8—9 m. entnommenen Wassers schwankten im Laufe der Beobachtung von 7,9° bis 8,4° C. Bei der Ausdehnung der Arbeit geschahen die Messungen nur bis Anfang August.

## B. Versorgung aus dem Mangfallthal.

### a) Variante mit natürlichem Drucke.

Ueber Quantität der in diesem Thale auftretenden Quellen geben die Seitens des Stadtbauamtes in dem Zeitraum von 3. September 1875 bis jetzt vorgenommenen Messungen genaue Auskunft.

Die Resultate sind im „I. Berichte“ Seite 46 und 47 veröffentlicht. — Der bequemern Uebersicht wegen sind auf Blatt 10 die Quantitäten und Temperaturen graphisch aufgetragen.

Eine tabellarische Zusammenstellung der Maxima und Minima ergibt:

	Kaltenbach	Westl. Haidebach	Oestl. Haidebach	Kasperlbach
Maximum	41,99	28,00	23,23	33,53 Cbm. pr. Minute.
Datum	12. März 1876	16. October 1875	16. October 1875	23. April 1876
Minimum	15,65	14,78	7,17	15,73 Cbm. pr. Minute.
Datum	13. Februar 1876	13. Februar 1876	13. Februar 1876	13. Februar 1876
Absolute Differenz	26,34	13,22	16,06	17,80 Cbm. pr. Minute.
Differenz in % des Minimalergusses	168	89	223	113

Der summarische Maximalerguss fand statt am 16. October 1875 mit 110,78 Cbm. per Minute, der summarische Minimalerguss, dessen Datum zugleich dasjenige des Minimalergusses der einzelnen Quellen war, fand statt am 13. Februar 1876 mit 53,33 Cbm., oder die Schwankung in Procenten des Minimalergusses ausgedrückt: 107 0/0. — Da es wohl zweifellos ist, dass diese Quellen Derivate des Grundwassers, hauptsächlich westlich der Mangfall, sind, so wird ihre Ergiebigkeit vom Stande des Grundwassers abhängen. Sowohl in diesem als im verflossenen Jahre ist der Grundwasserstand nun aber ein ausserordentlich hoher gewesen, und da die günstigste Combination: Kaltenbach-Kasperlbach eben das geforderte Quantum liefert, eine Verminderung desselben mit fallendem Grundwasser aber sicher zu erwarten ist, so müssen mindestens 3 Quellen in Betracht gezogen werden. — Trotz ihres landschaftlichen Characters bestehen der Fendberg und Taubenberg aus quartären Ablagerungen, und die Bewegungen des Grundwassers werden sich in ihnen mit derselben Gesetzmässigkeit vollziehen, wie es weiter nördlich in dem Terrain der Fall ist, welches im vorhergehenden Abschnitte besprochen wurde. — Sogenannte Gebirgsquellen, deren Verlauf sich in individualisirten Klüften und Spalten eines schwer zu erodirenden Gesteins vollzieht, sind die Mangfallthalquellen keineswegs. Wenn sie auch, wie namentlich die Quelle des Kasperlbaches und diejenigen in den Steinbrüchen unterhalb Mühlthal an ihrer Mündung diesen Character aufweisen, so ist dies nur in Folge des Tuffsteines der Fall, den sich diese Quellen vermöge der ihnen eigenthümlichen Eigenschaft des Sinterns selbst gebildet haben. — Die Art und Weise des Auftretens der Quellen des Kasperlbaches und der bei Gotzing ist identisch mit derjenigen der Quellen bei Obermühlthal und Harmading.

Nimmt man zu den oben genannten Quellen noch diejenige von Gotzing mit etwa 8 Cbm. per Minute hinzu, so kann es, selbst die ungünstigsten Grundwasserstände vorausgesetzt, wohl keinem auch nur entfernten Zweifel unterliegen, dass quantitativ das zur Versorgung Münchens nöthige Wasser stets, sogar als Multiplum, zur Verfügung stehen wird.

Die Temperaturschwankungen der 4 beobachteten Quellen sind für den Kaltenbach die relativ bedeutendsten. — Seine Wassertemperatur schwankte von 6,4<sup>0</sup> bis 8,9<sup>0</sup> R. — Die Temperaturen des westlichen und östlichen Haidebaches und des Kasperlbaches schwankten beziehungsweise zwischen 6,6<sup>0</sup> und 7,6<sup>0</sup>, 6,8 und 7,8 und 6,2 und 7,8<sup>0</sup> R. Die verschiedenen Quellen des Kaltenbachs variiren ziemlich bedeutend in ihrer gegenseitigen Temperatur. Am Anfang April d. J. schwankten sie um 1,1<sup>0</sup> R., und es ist die Vermuthung gerechtfertigt, dass die einzelnen Quellenläufe sich schon eine Zeit lang in mehr oder weniger bedeutender Tiefe in den Alluvionen des Thals fortbewegt, und auf diesem Wege auch die Eigenschaft des Sinterns zum Theil eingebüsst haben.

Es erscheint somit am vortheilhaftesten, auch in Anbetracht der örtlichen Lage, nur die beiden Haidebäche und die Quelle des Kasperlbaches in den Rahmen des Projects einzuschliessen. Was die sonstigen qualitativen Eigenschaften dieser Quellen anbetrifft, so ist im I. Berichte der vom Stadt-  
magistrate München niedergesetzten Commission erschöpfend darüber gesprochen, und kann es nur Zweck der vorliegenden Arbeit sein, die Leitung nach der Stadt zu besprechen.

Die Erscheinung des Sinterns, welche namentlich dem Kasperlbach eigenthümlich ist, unternimmt der Verfasser nicht erklären zu wollen. Wenn auch der Vorgang an sich ein einfacher ist, so sind die Vorbedingungen, unter denen er sich vollzieht, schwer festzustellen. Keineswegs ist es die Härte des Wassers allein, welche die bedingende Ursache ist. Sehr harte Wässer zeigen die Erscheinung nicht immer, während minder harte zuweilen in hohem Grade sintern. In der Jachenau befinden sich an der linken Thalwand Quellenläufe, deren Bett vollständig inkrustirt ist, während an solchen wenige hundert Meter daneben dies nicht bemerkbar ist. Die Erscheinung mag also wohl sehr von lokalen Einflüssen und Umständen abhängig sein, und es erscheint gewagt, die an einem Orte gemachten Erfahrungen als Maassstab, sei es nun in positivem oder negativem Sinne, für die zu erwartenden Erfahrungen an einem andern verwenden zu wollen.

Für Fassung der Quellen liegen beim Kasperlbach die Verhältnisse einfach und klar vor, schwieriger gestaltet sich die Sache für die Fassung der Haidebäche. Ob man hier bei Betrachtung der Gefällsverhältnisse mit dem gegenwärtigen Wasserspiegel auch noch nach vollzogener Fassung wird rechnen können, ist zweifelhaft. Ohne eine Anzahl von Bohrungen vorgenommen zu haben ist es schwer über die beste Fassungsmethode von vorneherein etwas zu sagen und darauf bezügliche Vorschläge zu machen. — Bei Aufnahme der Arbeiten pflegen sich nach den dabei zu machenden Erfahrungen die

Directiven für weitere Maassnahmen von selbst zu ergeben, und jedes Meditiren vorher ist meistens eine Rechnung mit hypothetischen Grössen und Verhältnissen.

Das Mangfallthal ist ein Erosionsthal, bis 100 m. tief in die quartären Ablagerungen der Hochebene eingeschnitten. — Da die Quellen nur um wenige Meter über dem Wasserspiegel der Mangfall liegen, so muss, ohne eine künstliche Hebung von vorneherein anzunehmen, die Leitung entweder an den Steilhängen der Ufer, oder in der Thalsole geführt werden. Das rechte Ufer ist im Allgemeinen fester und unbeweglicher als das linke, welches auch das wasserreichere ist.

Die Führung der Leitung von den Quellen, bis zu dem Orte, wo die Mangfall aus ihrem nördlichen Lauf in den östlichen übergeht, ist eine ausserordentlich schwierige. Legt man die Rohrfahrt in die Böschungen der Thalwände, was zuweilen von vorneherein ohne eine Verschiebung der Rohrleitung von heute auf morgen geradezu unmöglich ist, so muss man gewärtigen, durch den Einschnitt des Rohrgrabens Veranlassung zu Rutschungen zu geben. Vermeidet man die Böschungen und sucht, da wo es möglich ist, die Thalsole auf, so hat man mit dem Grundwasser zu thun, dessen Haltung bei dem durchlässigen alluvialen Thalboden einen ganz immensen Aufwand von Locomobilen und Pumpen beanspruchen würde, so dass es vorzuziehen ist, die Leitung durch Taucher legen zu lassen.

Was Rutschungen und deren Beseitigung anlangt, so stehen dem Verfasser unliebsame Erfahrungen zur Seite. Im Frühjahr dieses Jahres begann das aus diluvialen Löss bestehende Terrain unterhalb des Reservoirs des Wasserwerks von Regensburg in Bewegung zu gerathen. Die Rutschfläche war die Contactfläche zwischen Löss und tertiärem Flinz. Die rutschende Masse betrug etwa 9000 Cbm. und trotzdem die Nähe der Stadt und die unmittelbare Lage an einem Communicationswege die schnelle Beschaffung und Anfuhr aller Hilfsmittel gestattete, nahm die Beseitigung des Rutsches volle 3 Monate in Anspruch. Die Länge der geschobenen Leitung war ca. 50 m., der Fortschritt des rutschenden Terrains 20 Centimeter per Tag. Die Stadt wurde während der Zeit der Beseitigung des Rutsches durch ein über die in Bewegung befindliche Masse gelegtes, lose zusammengefügtes Zinkrohr versorgt; allerdings mit einem Drucke, der 8 m. kleiner war, als der normale. Nur der starke Abfall des Terrains in der Richtung der Leitung gestattete überhaupt die Anwendung dieses Hilfsmittels; hätte die Leitung in einem weniger geneigten Terrain sich befunden, so wäre die interimistische Wasserversorgung der Stadt überhaupt unmöglich gewesen. Bei derartigen Rutschungen wechseln Ursache und Wirkung ihre Rolle. Die Erscheinung beginnt mit einer kleinen Dislocation des Rohrstrangs, die eine Undichtheit desselben zur Folge hat; in Folge der letztern tritt zu dem schon vorhandenen und die Bewegung in erster Linie bedingenden Wasser im Terrain noch eine weitere Wasserzufuhr, welche die Intensität der Rutschung vermehrt. Die Folge hiervon ist eine vergrösserte Bewegung und damit vermehrte Undichtigkeit der Rohrleitung, und so unterstützt sich Ursache und Wirkung wechselweise bis eine vollständige Zerstörung der Leitung das schliessliche Resultat ist. — Verfasser glaubt nicht zu viel zu sagen, wenn er eine Eisenbahnlinie in solchem Terrain für leichter betriebsfähig zu erhalten behauptet, als eine Rohrleitung.

Gegenwärtig zeigen sich nun am linken Mangfallufer drei in Bewegung begriffene Hänge. Der erstere derselben befindet sich etwa 600 m. oberhalb der Brücke Mühlthal-Weyarn. Die Mangfall beschreibt dort nahezu einen Halbkreis von ohngefähr 250 m. Durchmesser und hat das ganze convexe Ufer so stark angegriffen, dass der Böschungsfuss des Hanges auch die Uferlinie bildet. Die Rutschfläche hat, am Ufer gemessen, eine Basislänge von mehr als 300 m. und erhebt sich in ihrem höchsten Punkte 25 m. über den Mangfallspiegel. Gegenwärtig findet die stärkste Bewegung am südlichen Ende statt, die Rutschfläche ist blossgelegt und zeigt die den Gletscherschliffen ähnlichen, bekannten Schleifspuren. An diesem Hange ist es absolut unmöglich, eine unbewegliche Rohrfahrt innerhalb der Rutschung herzustellen, und selbst wenn die aus dem obern Thale herzuleitenden Wasser so viel gehoben werden, dass die Drucklinie der Leitung an diesem Punkte 25 m. über dem Mangfallspiegel liegt, so ist damit noch nicht im Entferntesten eine Gewährleistung der Stabilität der Leitung bedingt. Es ist, wie der Augenschein lehrt, die jetzige Grenze der Rutschung noch keineswegs die künftige. — Eine zweite, der eben beschriebenen an Grösse und Ausdehnung nicht nachstehende Ablösung der Uferwände findet unterhalb der Weyarner Mühle statt. Hier ist es die blossgelegte Fläche nicht allein, welche Bedenken erregt; noch weit in eine oberhalb sich bildende Uferterrasse hinein erstrecken sich die klaffenden Risse, die in nächster Zeit eine Bewegung des Hanges in ausgiebiger Weise zur Folge haben müssen.

Soweit einer barometrischen Messung, an einem vorzüglich geeigneten Tage ausgeführt, Zuverlässigkeit zuzuschreiben ist, ist die Höhenlage des Kasperlbaches nicht derart, um dessen Ableitung oberhalb des rutschenden Terrains mit dauernder Gewährleistung durchführen zu können, und auch hier ist das linke Ufer für Rohrführung unbrauchbar.

Weiter unterhalb des letztbesprochenen Rutsches finden noch gegenwärtig weniger bedeutende und vollständig localisirte Bewegungen des Terrains statt. Bei ihnen ist die Mitwirkung der erodirenden Einflüsse der Mangfall vollständig ausgeschlossen; es sind eben nur Rutschungen des Terrains in sich selbst, ohne Unterwaschung des Böschungsfusses. Sie sind jedoch in ihrer Bedeutung, sowohl für die Rückschlüsse, die sie für Bildung der gegenwärtigen Configuration des Terrains gestatten, als auch für Beurtheilung dessen, was sich in Zukunft vollziehen wird, ebenso wichtig, als die gegenwärtig stark in die Augen springenden ausgedehnten Rutschungen, die sich durch mächtige Ablösungsflächen ganz besonders manifestiren. — Eine dritte, sich weit in die Uferterrassen erstreckende Bewegung des Hanges findet unterhalb der Aumühle statt. Hier würde es jedoch, vorbehaltlich geodätischer Messungen und geognostischer Untersuchungen möglich sein, über die eben jetzt stattfindende Rutschung oberhalb im jetzt festliegenden Terrain hinwegzukommen.

Es ist dies in kurzen Zügen das, was bei einer einmaligen Begehung des linken Ufers der Verfasser eben gesehen hat; er ist weit von der Meinung entfernt, dass er damit die Schwierigkeiten der Rohrführung auf dieser Seite der Mangfall gründlich beleuchtet hat. Die Hänge sind zuweilen mit dichtem, schwer durchdringlichem Unterholz bestanden, welches den Ueberblick und die Aussicht auf die Gegend auf den Umkreis weniger Dekameter beschränkt; aber selbst wenn Alles, was beobachtet und constatirt wurde, die einzige Schwierigkeit bildet, ist dies reichlich genug, von der durchgehenden Benützung dieses Ufers für Rohrleitung abzusehen. Es sind hier nicht die momentan auftretenden Erscheinungen, welche Besorgniss für den zukünftigen Bestand der Leitung nothwendiger Weise einflößen müssen, es ist, wenn der Ausdruck erlaubt ist, die geologische Tendenz, welcher die Hänge folgen, und welche die fortschreitend unablässige Deformation derselben bedingt. Alle diese vorgeschobenen Köpfe, die Wellenlinien, die steilen Absätze im Terrain sind ganz unwiderlegliche Zeugen für eine stattgefundene und im Zusammenhalt mit den gegenwärtig in Erscheinung tretenden Bewegungen noch weiter fortschreitende Dislocation des Untergrundes. Man muss nur bedenken, dass man es hier nicht mit sogenannten gewachsenen Felsen, sondern mit einer quartären Ablagerung unter den ungünstigsten Böschungsverhältnissen und erodirenden, dislocirenden Einflüssen zu thun hat. — Es ist eine häufig gehörte Redensart, dass der modernen Technik nichts unmöglich sei, und man vergleicht die heutigen Leistungen des Ingenieurwesens mit den analogen der alten römischen Ingenieure, die meilenlange Aquäducte bauten, allein die Frage, die sich heut zu Tag aufwirft und damals unbekannt war, ist: was kostet die Anlage?

Bei Weitem mehr Sicherheit für eine dauernd festliegende Leitung bietet das rechte Mangfallufer. Es ist, wie schon erwähnt, wasserarm, die Nagelflubbildung ist eine weit vorgeschrittene und bietet, wenn auch beim Bau Schwierigkeiten, doch für die Zukunft eine höhere Gewährleistung für dauernden Bestand der Leitung. — Zwischen Kloster Weyarn und den Quellen des Haidebaches und zwischen Mühlthal und der Weyarner Mühle bestehen die Ufer fast in ununterbrochenen Böschungen und steilen Abfällen; unterhalb der Weyarner Mühle bis zur Grubmühle findet sich jedoch durchweg eine ausgesprochene Terrassenbildung, die sich sehr gut für Rohrleitung eignet. Dieses Ufer ist noch schwieriger zu begehen als das linke. Wenn auch mit Ausnahme des Seitenthales des Moosbaches keine momentanen Rutschungen, soweit die Terrainkenntniss des Verfassers reicht, zu beobachten sind, so zeigt doch das Relief der Hänge, dass auch hier solche stattgefunden haben. Im Moosbachthal sind trotz der festen Nagelfluh soeben einige hundert Cubikmeter auf ihrem Wege von Berg zu Thal begriffen.

Die Quellen des Haidebaches liegen tiefer als die des Kasperlbaches. — Ob in Rücksicht auf später zu besprechende Leitungsschwierigkeiten die Hebung jener Quellen mittelst der nutzbar zu machenden Wasserkraft der Mangfall mehr oder minder hoch erfolgt, so ist der Verbindungsleitung zwischen dem Haidebach und Kasperlbach eine bestimmte Richtung von vorneherein vorgeschrieben. Die Leitung bleibt von der Quelle ab zunächst am linken Ufer des Flusses, und wird am besten in die Bühnenfelder zwischen Bahnkörper und dem Parallelwerk gelegt, welches von der Bahnverwaltung zum

Schutz des Bahnkörpers errichtet wurde. Unterhalb des Steges, welcher die Verbindung zwischen Weyarn und Thalham vermittelt, befindet sich zwar auf dem rechten Ufer ein gut zu benützendes Vorland, da aber im weitem Verfolge die rechten Thalhänge unterhalb Weyarn für Führung eines Rohrstranges nahezu unbenützbare sind, so müsste wieder auf das linke Ufer übergegangen und damit eine zweimalige Kreuzung des Flusses nöthig werden.

Das linke Ufer ist allerdings auch nicht ohne Weiteres brauchbar, und muss auch hier durch tiefgreifende Drainagen und damit bedingter Trockenlegung der Hänge derjenige feste Bestand geschaffen werden, ohne den eine Leitung auf die Dauer nicht bestehen kann. — Unterhalb des Parallelwerkes ist ein Stück weit die flache Thalsohle benutzbar, allerdings mit Legung der Röhren in das dort bis zur Terrainhöhe steigende Grundwasser; später treten die Hänge dicht ans Ufer und kann ihnen nicht ausgewichen werden. Einen Kilometer unterhalb des Weyarner Steges, dem Flusslauf nach gemessen, treten am linken Ufer die Hänge bis an 300 m. weit zurück, der Fluss wendet sich dem rechten Ufer zu, und dadurch ist ein sehr brauchbarer und weiter Wiesenplan gebildet. Sehr bald jedoch biegt der Fluss wieder nach Westen um und trifft die linken Uferhänge da, wo sich der zuerst erwähnte grosse Rutsch befindet. Hier muss die Mangfall gekreuzt werden; ob dies mittelst Unter- oder Ueberführung am vortheilhaftesten ist, kann jetzt noch nicht entschieden werden. — Verfasser giebt im Allgemeinen und in Anbetracht der guten Resultate, die er mit Unterführung einer Rohrleitung durch Donau und Regen bei Regensburg erzielt hat, den Unterführungen den Vorzug, namentlich dann, wenn bedeutende Senkungen und Kolkungen des Flussbettes nicht mehr zu befürchten sind. — Auf eine Länge von ca. 300 m. läuft die Leitung am rechten Ufer im Grundwasser, und erreicht am nördlichen Ende des Rutsches mittelst einer zweiten Flusskreuzung das linke Ufer wieder. — Von hier bis zu den Quellen des Kasperlbaches liegen Schwierigkeiten nicht mehr vor. — Durch eine Hebung des Haidebachwassers zum Zweck der Beschaffung eines günstigeren Rohrtractes, als der eben beschriebene wird nichts gewonnen. — Die Hänge rutschen oben so, wie unten, die bereits angefüllte Thalsohle ist immer noch der beste Untergrund. Nur dann, wenn die Hebung so bedeutend ist, dass die Hochebene erreicht wird, ist es möglich die Schwierigkeiten des Thaltractes zu vermeiden. — Es mag hier hervorgehoben werden, dass es nicht die baulichen Schwierigkeiten, sondern diejenigen der Unterhaltung sind, welche ins Gewicht fallen. — Verfolgt man nach der Vereinigung der Wässer des Haidebaches mit denen des Kasperlbaches den Tract weiter, so liegen von Mühlthal bis zur Weyarner Mühle mit Ausnahme von Felsenarbeiten Hindernisse nicht vor. Die Terrasse, deren östlicher Steilabfall die Steinbrüche sind, verläuft fast eben. Unterhalb der Weyarner Mühle befindet sich die zweite besprochene Ablösung und um ihretwillen, sowie wegen der weiter folgenden schlechten Beschaffenheit des linken Ufers muss der Fluss gekreuzt, und die Leitung auf das rechte Ufer verlegt werden. Auf dieser Seite sind einige scharf eingeschnittene Seitenthäler, am besten mit Aquäducten zu übersetzen, das bedeutendste Seitenthal ist das des Moosbaches. Ohne eine vollständige Aufnahme des Terrains lässt sich eine allgemeine Beschreibung des Tractes nicht weiter fortführen. Zuweilen sind die höher liegenden Terrassen brauchbarer als die tiefer liegenden und umgekehrt. Es ist nun einfach geboten, das Rohr da zu legen, wo es mit der grössten Sicherheit für die Zukunft geschehen kann; es wird mithin die Leitung sich bald der Drucklinie nähern, wenn eine hochliegende Terrasse benützt wird, und sich bald von der Drucklinie entfernen, wenn eine tiefer liegende Terrasse brauchbar erscheint. Schon aus diesem Grunde kann von Anwendung einer Canalleitung, deren Höhenlage durch die Drucklinie eine streng vorgeschriebene ist, nicht die Rede sein, und kann für diesen sowohl, als wie für den vorhergehenden Tract nur Gusseisenrohr zur Verwendung kommen.

Es ist nach den Höhenangaben des städtischen Bauamtes

Cote Wasserspiegel vereinigter Kasperlbach bei Fixpunkt I . . . 618,61

Cote Wasserspiegel Heidebach bei Fixpunkt II . . . . . 616,96

Differenz 1,65 m.

Entnimmt man den Haidebächen nur das Fehlquantum des Kasperlbaches, so sind, die bis jetzt beobachtete niedrigste Ergiebigkeit des letztern in Rechnung gezogen, vom Haidebach  $520 - 262 = 258$  sl. zu liefern. Da nun aber noch nicht nachgewiesen, ob das beobachtete Minimum auch das absolute ist, so wird es gerathen sein, wenigstens als vorläufige Rechnungsbasis die Entnahme aus den Haidebächen

mit 300 sl. einzustellen. Bei einer geringen angenommenen Geschwindigkeit von 0,50 m. werden in einer Rohrleitung per laufenden Meter 0,000405 m. Reibungshöhe für den Wassertransport beansprucht, und da die Entfernung Haidebach-Kasperlbach ca. 3200 m. beträgt, so kommt das Wasser des Haidebaches, unter der angenommenen Voraussetzung, mit einem Druckhöhenverlust von 1,29 m., also in einer Höhe von 2,94 m. unter dem Wasserspiegel des Kasperlbaches bei demselben an. Die Niveaudifferenz hätte nichts zu bedeuten, wenn nicht die Höhenlage des Kasperlbaches schon derart wäre, dass sie im weitem Verfolge der Ableitung des Wassers schon einen bedeutenden Terraineinschnitt bedingte. Da, wo die Mangfall ihren nördlichen Lauf verlässt und nach Osten umbiegt, tritt die Rohrleitung in den Steilabfall des linken Mangfallufers und erhält hier eine starke Terraindeckung, die um 2,94 m.  $\approx$  3,0 m. noch wachsen würde, wenn der Haidebach mit natürlichem Gefälle nach dem Kasperlbach geleitet und dort mit ihm vereinigt würde. Es empfiehlt sich auch in Rücksicht auf die Fassung der Haidebachquellen, das Wasser am Ursprungsorte sofort zu heben. — Die dazu nöthige Kraft ist, wie weiter unten nachgewiesen, in ausreichender Weise der Mangfall abzugewinnen, und da es dann auf einige Meter Hebung mehr oder weniger nicht ankommt, kann dem Wasser eine durch keine Rücksichten beengte, passende Geschwindigkeit in der Verbindungsleitung gegeben werden. Nimmt man 1 m. Geschwindigkeit an, so ergibt sich 0,619 m. als Rohrdurchmesser; wofür im Kostenvoranschlage 0,60 m. Durchmesser, und weiter eine manometrische Förderhöhe von  $\approx$  10 m. für Feststellung der Grösse der Motoren in Rechnung gezogen. Vom Kasperlbach ab erfolgt der Transport der vereinigten Wässer in einem Rohre von 0,90 m. Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 0,817 m. pr. Secunde und einem Druckhöhen-Verlust von 0,000949 per laufenden Meter.

Es möge der Sicherheit wegen angenommen werden, dass der zukünftige Wasserspiegel der vereinigten Quellen nach erfolgter Fassung 1 m. tiefer liege als der gegenwärtige bei Fixpunkt I.

Es ist Cote Wasserspiegel Quellfassung . . . . .	617,61 m.
Reibung auf eine Länge von ca. 7000 m. einschliesslich Umwegen, Kreuzungen etc. von der Quellfassung bis Strassenkreuz östlich Grub . . . . .	6,64 „
Cote Drucklinie beim Strassenkreuz . . . . .	610,97 m.
Cote der Terrainerhebung ebendasselbst . . . . .	619,60 „
	Differenz
	8,63 m.
Hiezu äusserer Rohrdurchmesser . . . . .	0,93 „
Tiefe des Einschnittes beim Strassenkreuz . . . . .	9,56 m.

Lässt man obige Reserve von 1 m. ausser Betracht, so resultiren immer noch 8,56 m. als Einschnittstiefe. Da vom Strassenkreuz ab das Terrain schneller fällt, als die Drucklinie, so nähert sich diese nach einer durchlaufenen Länge von ca. 2000 m. dem Terrain so weit, dass von da ab die Legung mit der üblichen Bedeckungshöhe von 2 m. erfolgen kann. Von der Culmination ab kann ein Wechsel des Rohrmaterials eintreten. Bis zu ihr fand innere Spannung im Rohre statt, von ihr ab wird dieselbe nahezu Null, und die Rohrfahrt kann als Canalleitung behandelt werden. Der grösseren Billigkeit des Materials wegen und, um den Einschnitt bald austreichen zu lassen, empfiehlt es sich, das grosse Caliber von 0,90 m. auch noch bis zum Ende des Einschnittes beizubehalten.

Der Einschnitt kann vermieden werden, wenn man durch ihn hindurch noch Gusseisenrohr anwendet und der Leitung die Form eines Hebers giebt. — Erhält an der Culmination das Rohr 2 m. Erddeckung, so ist:

Cote obere Rohrwand 619,6 — 2,0 = . . . . .	617,6 m.
Cote Wasserspiegel Quellfassung . . . . .	617,6 „
	Differenz =
	0,0 m.

Das Rohr wird sich also, da seine untere Rohrwand noch ca. 1 m. tiefer liegt als seine obere, wenn auch langsam, von der Quelle des Kasperlbaches aus füllen. Damit kann wohl die Heberwirkung eingeleitet, niemals aber dauernd unterhalten werden. Dazu ist eine continuirliche Entfernung der in der Culmination des Hebers sich ansammelnden Luft nöthig, welche wie folgt bewirkt werden kann.

Es ist Cote Drucklinie Strassenkreuz . . . . .	610,97
Cote Mangfallspiegel (angenähert) . . . . .	570,00
	Differenz 40,97 m.
Ferner Cote Drucklinie Strassenkreuz . . . . .	610,97
Cote obere Rohrwand an der Culmination des Hebers .	617,60
	Absolute innere Spannung daselbst . . . . . 6,63 m. Wassersäule.

Lässt man da, wo die Leitung die Thalsole durchschneidet 2 Liter Wasser pr. Secunde unter obigem Drucke von 40,97 m.  $\approx$  40,0 m. aus der Leitung ausströmen, so wird damit eine theoretische Arbeit von 80 Kgm. verrichtet. Unter der weitem ungunstigsten Annahme, dass in einem Strahlapparat nur 15% dieser Arbeit nutzbar gemacht werden, können, wenn  $L$  diese bezeichnet,  $V$  Volumina Luft von Spannung  $p$  in Spannung  $p_1$  versetzt werden, und es ist, wenn eine Atmosphäre Spannung mit 10 m. gerechnet wird.

$$V = \frac{L}{p \ln \left( \frac{p_1}{p} \right)} = \frac{80 \cdot 0,15}{6630 \ln \left( \frac{10}{6,63} \right)} = 0,0044 \text{ Cbm.}$$

Es können somit per Secunde 4,4 l. Luft von einer absoluten Spannung von 6,63 m. Wassersäule durch 2 sl. ausströmenden Wassers aus der Culmination entfernt und in die äussere Atmosphäre befördert werden. — Es fehlen nun allerdings die Erfahrungssätze über die Menge der in einem solchen Heber sich ansammelnden Luft, resp. Kohlensäure, entstanden durch den Umsatz von Bicarbonaten in Monocarbonate im Leitungswasser; allein der Sache nach ist die Aufgabe, den Heber dauernd zu entlüften und damit in Funktion zu erhalten, in einfacher Weise zu lösen. Eine grössere Luftentwicklung als 4,4 sl., oder auf die Spannung der Luft gebracht, von 3,9 sl. lässt sich wohl kaum erwarten. Selbstredend ist eine Verbindungsleitung zwischen Culmination und Strahlapparat, sowie Windkessel herzustellen. Im Anschlage ist die Anwendung eines Hebers vorgesehen.

Während bis zum Ende des Einschnittes die zu wählenden Dimensionen und allgemeinen Maassnahmen, durch die beschränkenden Verhältnisse bedingt, sich nur in ziemlich engen Grenzen bewegen konnten und mehr dem immerhin ungewissen practischen Griff, als der Methode der Rechnung ihre Entstehung verdanken, ist vom genannten Punkte ab keine Terrainschwierigkeit irgend welcher Art mehr zu überwinden; im Gegentheil, das langsame und regelmässige Fallen des Terrains macht die Wahl für die nun weiter einzuschlagende Richtung des Rohrtractes ziemlich schwer. Für die finanziell günstigste Position des Reservoirs wurden 6 Varianten gerechnet. Ein Einschnitt ist nirgends mehr nothwendig, wie die den verschiedenen Varianten zukommenden Rohrtracte im Zusammenhang mit den auf Blatt 3 gezeichneten Horizontaleurven darthun. Die verschiedenen Positionen des Reservoirs sind auf demselben Blatt mit den correspondirenden Ziffern bezeichnet. — Eine Eintheilung der Stadt in Zonen ist bei der Höhenlage der Quellen nicht mehr nothwendig, und gelten die folgenden Angaben und Rechnungen für einheitliche Versorgung:

Es ist Cote Drucklinie bei Strassenkreuz . . . . .	610,97 m.
Reibungsverluste auf 2000 m. . . . .	1,90 „
	Cote Drucklinie Ende des Einschnittes . . . . . 609,07 m.
Cote Frauenkirche . . . . .	518,9 m.
Druck daselbst . . . . .	47,0 „
Reservoirtiefe . . . . .	4,0 „
	569,90 m.
	bleibt für Reibung . . . . . 39,17 m.
	$\approx$ 39,0 m.

Die Leitung von Ende Einschnitt zum Reservoir soll in Cement, diejenige vom Reservoir zur Stadt in Gusseisen hergestellt werden. — Im Uebrigen ist die Untersuchungsmethode dieselbe wie für Versorgung von der Hochebene rechts der Isar; Variante Deisenhofen, und gelten auch hier die dort gebrauchten Bezeichnungen. — Es ist für

Variante	I	II	III	IV	V	VI
$L_i =$	19600	14660	10800	20760	15000	12600
$L_e =$	11700	14150	16400	10480	13350	15000
$H - h =$	22,9	22,9	22,9	28,9	28,9	28,9
$h =$	16,1	16,1	16,1	10,1	10,1	10,1.

Der Werth  $K = k_i + k_e = \mu \sqrt[5]{\left(\frac{Q}{20}\right)^2} \left( \sqrt[5]{\frac{L_i^6}{H-h}} + 4 \sqrt[5]{\frac{L_e^6}{h}} \right)$  ist dann mit Ver-

nachlässigung der Constanten  $\mu \sqrt[5]{\left(\frac{Q}{20}\right)^2}$  für

Variante	I	II	III	IV	V	VI
	250430	272972	299115	245455	277166	301007.

Eine kleine unwesentliche Correctur bedürfen diese Zahlen allerdings in Folge des Umstandes, dass zur Kreuzung des Hachinger Bachthales die Continuität des Leitungsmateriales unterbrochen wird, und dort statt Cementröhren Gusseisenröhren zur Anwendung kommen müssen. Der Unterschied der relativen Zahlen ist jedoch so bedeutend, dass dieser Umstand diesem Unterschied gegenüber verschwindend klein ist.

Es ist somit Variante IV die vortheilhafteste, und wenn man die Constante mit dem Näherungswerte  $\mu = 66$  Mark einführt, so ist beispielsweise Variante IV um 415000 Mark beziehungsweise 818000 Mark billiger als Variante II und III.

Aus augenblicklichem Mangel an Coten kann leider die Untersuchung noch weiter nach Nordwesten hin nicht fortgesetzt werden; voraussichtlich findet sich in dieser Richtung noch ein finanziell besserer Platz für das Reservoir um so mehr, als mit dem Fortschreiten nach Westen auch die Länge der Entwässerungsleitung ins Isarthal abnimmt. — Im Anschluss an gebräuchliche Rohrkaliber ergibt sich ein vorläufiger Platz für das Reservoir, der zwischen dem der Variante I und IV liegt.

Es ist unter Benützung bekannter Bezeichnungen (siehe Variante Deisenhofen)

$$v_i = 0,916 \text{ m.}, d_i = 0,85 \text{ m.}, H - h = 25,0 \text{ m.}, L_i = 20360 \text{ m.}, \frac{H-h}{L_i} = 0,0012279 \text{ m.}$$

$$v_e = 0,916 \text{ m.}, d_e = 0,85 \text{ m.}, h = 13,4 \text{ m.}, L_e = 10880 \text{ m.}, \frac{h}{L_e} = 0,0012316 \text{ m.}$$

Cote Niederwasserspiegel Reservoir 580,0 m.

„ Oberwasserspiegel „ 584,0 m.

Da die Rechnung etwas weniger Reibung, als disponibel, ergibt, so hat man in Bestimmung der Coten einen Spielraum von 0,77 m.

Die Leitungen vom Reservoir zur Stadt werden am besten örtlich getrennt von einander gelegt, damit die Zufälligkeiten, die den Bestand einer von ihnen vorübergehend in Frage stellen können, nur eine von ihnen, nicht aber beide zu gleicher Zeit treffen, oder damit der Bruch der einen Leitung nicht den der andern zur Folge hat.

#### b) Variante mit künstlicher Hebung.

Zwischen Mühlthal und der Weyarmühle hat die Mangfall ein bis jetzt nicht ausgenütztes Gefälle, und es lag nahe, zur Vermeidung aller Unsicherheiten in dem Bestande der Leitung der vorigen Variante das gesammte Wasserquantum auf das Plateau zu heben. Auf diese Weise ist dann wenigstens der Erguss des Kasperlbaches den besprochenen Eventualitäten entrückt. Bei einer am 12. October 1870 vorgenommenen Quantitätsmessung oberhalb der Weigelmühle führte die Mangfall 9,15 Cbm. per Sekunde ab (siehe Blatt 14). Der Wasserstand war niedrig; wie niedrig, kann beim Mangel eines Pegels und fortlaufender Wasserstandsbeobachtungen nicht näher bestimmt werden. — Nach Angabe der Müller soll ein weiteres Sinken von circa 5 Zoll den minimalen Wasserstand herbeiführen. — Das vorhandene Gefälle

beträgt 5,1 m. auf eine Strecke von 1100 m. Rechnet man auch für diese Strecke ein Kanalgefälle von 0,3 per Mille, so bleiben noch 4,77 m. nutzbare Aufschlaghöhe. — Von obigem Wasserquantum sind zunächst 0,5 Cbm. für abzuführenden Quellenerguss, und dann weiter 20% des gemessenen Quantum für Niederwasserstände abzuziehen, so dass 6,82 Cbm. Aufschlagwassermenge verbleiben. Es resultiren mithin

$$\frac{4,77 \cdot 6820}{75} = 433 \text{ Pferdestärken theoretisch.}$$

Nach den von Seiten des städtischen Bauamtes zur Verfügung gestellten Höhenangaben ist  
Cote Wasserspiegel des vereinigten Kasperlbaches bei Fixpunct I . . . . . 618,6 m.  
Ferner als angenäherte Höhe für die örtliche Erhebung des Plateaus Cote des  
Fixpunct II der Station Darching . . . . . 665,6 „  
Differenz: 47,0 m.

Es ist somit ohne Rücksicht auf Reibung eine effective Arbeit zu leisten von

$$\frac{47 \cdot 520}{75} = 326 \text{ Pferdestärken.}$$

Rechnet man mit 0,6 Nutzeffect der Motoren und Pumpen, so ist eine theoretische Arbeit von

$$\frac{326}{0,6} = 543 \text{ Pferdestärken erforderlich,}$$

mithin 110 theoretische Pferdestärken mehr, als oben nachgewiesen.

Anderseits hat die Mangfall in ihrem obern Laufe, soweit dieselbe noch benutzbar, vom Weyarner Stege 900 m. aufwärts gerechnet, 4,0 m. Gefälle, so dass nach Abzug von Canalgefälle  $\approx$  3,7 m. Aufschlaghöhe restiren werden. Das Quantum ist hier jedoch geringer als weiter unterhalb. — An der Hand obiger directer Messung und Rechnung dürfte nach Schätzung auf ein Wasserquantum von 5 Cbm. pr. Sekunde und somit auf

$$\frac{3,7 \cdot 5000}{75} = 246 \text{ Pferdestärken theoretisch}$$

fest zu rechnen sein. Es ist somit zweckmässig das Haidebachwasser soweit zu heben, dass die bei Mühlthal nutzbar zu machende Arbeit hinreicht, die dann noch fehlende zu decken, d. h. es sind der Mangfall oberhalb statt der disponiblen 246 Pferdestärken nur deren 110 abzugewinnen plus dem Arbeitsbetrage für Reibung, Niveaudifferenz etc. zwischen Haidebach und Kasperlbach, welcher sich je nach dem Durchmesser des zu verwendenden Rohrcalibers auf 30—40 Pferdestärken belaufen wird. Es sei denn, man zieht vor, schon jetzt eine Reserve zu schaffen, und sowohl die Verbindungsleitung Haidebach—Kasperlbach, als auch den Motor für die ganze Ergiebigkeit der Haidebäche zu dimensioniren. Das Wasser des Kasperlbaches erfährt dann eine einmalige, das der Haidebäche eine zweimalige Hebung. Da ferner beide Bezugsquellen je nahezu die Hälfte des Förderquantums liefern, so lässt sich die motorische Anlage bei Mühlthal übersichtlich ordnen und durch Anbringung ringförmiger, mehrfacher Lauf- und Radschaufelapparate an den Turbinen, auch der Anlage diejenige Dehnbarkeit in der Verwendung der einzelnen motorischen Individuen ertheilen, die nothwendig ist beim Vorhandensein verschiedener Förderhöhen. — An Reservemaschinen dürften, da von den 4 angenommenen Turbinen und Pumpen bei Mühlthal doch mindestens die Hälfte bei getrennter Canalanlage stets betriebsfähig sein wird, höchstens soviel aufzustellen sein, um die Hälfte der normalen motorischen Leistung zu beschaffen.

Da für den vorliegenden Theil der Arbeit die Unterlagen erst spät gesammelt wurden und wenig Zeit mehr zu verwenden war, so ist die Tractrichtung vom Plateau bei Darching zum Reservoir ohne Construction von Isohypsen, nur auf Grund vorhandener Coten roh ermittelt, und auf Grund der in vorhergehender Variante geschehenen Orientirung auch der dieser zukommende Platz des Reservoirs beibehalten worden.

Die Verbindungsleitung Haidebach—Kasperlbach ist selbstredend in Gusseisen auszuführen; die vom Plateaurande zum Reservoir ist als Canalleitung behandelt und in Cement- oder dergleichen Röhren ausgeführt gedacht. — Die Durchmesser sind beziehungsweise 0,60 m. und 0,70 m. Vom Reservoir ab gerechnet gilt für die Variante alles das, was für die vorhergehende maassgebend ist.

### C. Versorgung aus dem Würmsee.

Fasst man diese Versorgungsart in Betracht, so ist mit ihr eine Trennung von Nutz- und Trinkwasser bedingt, und dadurch eine Complication der Anlage hervorgerufen. Die sanitären Anforderungen, die man an ein Wasser stellt, können sich doch füglich wohl nur auf das Wirthschaftswasser beschränken. Man trennt gewöhnlich Trink- und Brauchwasser, und wenn bei dieser Trennung die Ansprüche an Qualität auch erfüllt werden müssen, so hat dies wohl keine Berechtigung mehr für eine Trennung in Wirthschaftswasser und solches zu öffentlichen Zwecken, als Canal- und Strassen-spülung, Fontainenversorgung, Wasser zu dem Betriebe von Gewerben verschiedenster Art etc. Letzteres beträgt aber quantitativ 0,6, ersteres dagegen 0,4 des gesammten Bedarfs, und in diesem Sinne wird wohl auch von einer qualitativen Verschiedenheit die Rede sein können. — Qualitativ erfüllt das Wasser des Würmsee's die im Programm gestellten Ansprüche an die Temperatur. Wie aus Tabelle F. hervorgeht, ist seine Oberflächentemperatur allerdings bedeutenden Schwankungen unterworfen. — In einer Tiefe von 25 bis 30 m. wird die Schwankung dagegen nur 1 bis 1,5 ° C. betragen. Temperaturmessungen im Winter konnten natürlich nicht vorgenommen, und die in grösseren Seetiefen im Winter herrschenden Temperaturen auch nicht bestimmt werden. Nach Analogie der im Sommer gefundenen Abnahme der Temperatur nach der Tiefe hin ist jedoch wohl nicht vor auszusetzen, dass in einer Schicht von 25 bis 30 m. unter Wasserspiegel die Temperatur unter diejenige des Dichtigkeitsmaximums des Wassers sinken wird.

Die im Sommer dieses Jahres vorgenommenen Messungen ergaben folgende Resultate:

Tiefe unter Wasserspiegel	Datum der Messung			
	29. Juni	3. August	18. August	23. September
0 m.	16,8 <sup>0</sup> C.	20,15 <sup>0</sup> C.	21,00 <sup>0</sup> C.	15,05 <sup>0</sup> C.
5 "	14,6 <sup>0</sup> "	18,95 <sup>0</sup> "	19,25 <sup>0</sup> "	13,40 <sup>0</sup> "
10 "	9,1 <sup>0</sup> "	14,05 <sup>0</sup> "	13,20 <sup>0</sup> "	12,85 <sup>0</sup> "
15 "	6,7 <sup>0</sup> "	9,2 <sup>0</sup> "	8,20 <sup>0</sup> "	9,85 <sup>0</sup> "
20 "	5,5 <sup>0</sup> "	7,35 <sup>0</sup> "	6,75 <sup>0</sup> "	7,81 <sup>0</sup> "
25 "	5,0 <sup>0</sup> "	6,05 <sup>0</sup> "	5,95 <sup>0</sup> "	6,72 <sup>0</sup> "
30 "	5,0 <sup>0</sup> "	5,7 <sup>0</sup> "	5,85 "	6,19 <sup>0</sup> "
35 "	—	—	—	5,60 <sup>0</sup> "
40 "	—	—	—	5,13 <sup>0</sup> "

Der Uebersicht wegen sind die Werthe auf Blatt 12 in einem Diagramme aufgetragen und verdeutlichen das Gesetz der Temperaturabnahmen nach der Tiefe. Die Messung vom 23. September zeigt deutlich den Einfluss des Sturmes, welcher kurz vorher stattgefunden, auf die Regelmässigkeit der Temperaturabnahme. Im Frühjahr und Herbst wird je einmal die Temperatur-Curve eine gerade Linie werden und zwar dann, wenn der ganze Seeinhalt die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums angenommen hat. Im Winter kehrt sich die Curve um, und die Temperaturen nehmen mit der Tiefe zu. — Die qualitative Untersuchung ergab ferner, dass das Wasser des Sees keine salpetrige Säure, keine Salpetersäure, Spuren von Ammoniak und 11,66 Theile organische Substanz in 100000 Theilen enthält. — Die Summe der Gesammtrückstände beträgt 216 Milligramm im Liter. Die Härte in französischen Graden war 14<sup>0</sup> anfänglich und 7,8<sup>0</sup> dauernd. Es ist also nur die grosse Menge organischer Substanz, welche das Wasser zum Trinken unbrauchbar macht. Der Ursprung derselben ist wohl in der grossen, dem directen Contact mit der atmosphärischen Luft ausgesetzten Oberfläche des See's zu suchen. — Unter solchen Umständen bildet sich selbst im destillirten Wasser ein organisches Leben, und es ist wohl die organische Substanz im Seewasser nicht auf dieselbe Ursprungsquelle zurückzuführen, wie diejenige der Brunnen einer dichtbevölkerten Stadt. Die Fassung der Probe wurde überdies am 18. August, also bei der grössten Luftwärme und Lichtentwicklung geschöpft, und auch diese Momente

mögen die grosse Menge organischer Substanz mit begründen. Im Winter werden die Resultate jeden Falls andere sein. — Die Probe wurde dadurch gewonnen, dass eine Flasche von 4 l. Inhalt, die Oeffnung nach unten gekehrt, versenkt und bei 20 m. Tiefe gewendet wurde. — Drei Viertel des Inhalts sind somit Durchschnittswasser von 0 bis 20 m. Tiefe und ein Viertel Wasser aus 20 m. Tiefe. Die Entnahmestelle, dieselbe, wo auch die Temperaturmessungen stattfanden, lag ohngefähr in der Mitte des See's in der Richtung Schloss Starnberg-Aufkirchen.

Die Höhenlage des See's, Cote Nullpegel = 584,3, ist derart, dass nach Abzug der Reibungswiderstände in der Zuleitung die tiefere Zone sehr reichlich, die höhere allerdings ziemlich knapp durch natürlichen Druck versorgt werden kann.

Eine directe Entnahme des benötigten Wasserquantums aus dem See, die nach Obigem mit  $0,6 \cdot 520 = 312 \infty 320$  sl. angenommen wird, ist aus administrativen und rechtlichen Schwierigkeiten wohl kaum durchführbar. Den Würmfluss entlang befindet sich eine stark entwickelte, auf das Gefälle und den Wasserreichtum der Würm sich stützende Industrie, und es kann von der Durchführung eines Versorgungsprojectes nur dann die Rede sein, wenn die Entnahme ohne Schädigung, ja vielleicht sogar mit einer Aufbesserung der Wasserverhältnisse der Berechtigten verbunden ist. Hierzu bietet der fluctuirende Inhalt des Sees die beste Gelegenheit. — Man betrachtet den See als ein Compensationsreservoir, in welchem zur Zeit der Hochwasserstände die nutzlos abfliessenden Mengen durch entsprechende Stauvorrichtungen zurückgehalten, um bei Niederwasserständen zweckentsprechend verwerthet zu werden, und der Gewinn bei dieser Maassregel soll der städtische Bedarf sein.

Zur rechnerischen Untersuchung der Zulässigkeit dieser Methode ist nichts als die Kenntniss der Pegelstände am Ausfluss der Würm, oder eigentlich besser unmittelbar derjenigen des Seespiegels erforderlich. Letztere waren nicht erhältlich, da es keinen Seepegel giebt, erstere wurden mit noch anderen schätzbaren Angaben vom Kgl. Strassen- und Flussbauamte zur Verfügung gestellt. — Die Tabelle G giebt die monatlichen und jährlichen mittleren Wasserhöhen am Pegel der Würm unter der Brücke bei Starnberg; sie umfasst den Zeitraum 1851 bis 1875, also das grosse Intervall von 25 Jahren. Aus ihr geht hervor, dass das mittlere Monatsmaximum im Juli 1853 mit + 1,11 m., das mitlere monatliche Minimum im Januar 1866 mit + 0,04 m. stattfand. Die absoluten Maxima und Minima der Monatsmittel, die nicht viel von den täglichen abweichen, liegen also nur 1,07 m. auseinander, d. h. der Seespiegel ist in seiner Höhe um eben soviel veränderlich. Der amtlich festgesetzte Mittelwasserstand der Würm beträgt + 0,438 m. am Starnberger Pegel. Die Tabelle enthält ferner die Jahresmittel, die Monatsmittel als Durchschnitt der 25jährigen Beobachtungsperiode, und absolute Maxima und Minima jedes Jahres. — Es sind hier schliesslich nicht die Pegelstände, sondern die ihnen zukommenden Abflussmengen von Wichtigkeit. Es wurde deshalb im Laufe dieses Sommers und Herbstes der Abfluss des See's quantitativ viermal gemessen. — Das Profil, in dem der Pegel steht, und welches Pegelprofil heissen möge, ist für eine Flügelmessung ganz unbrauchbar; der Pegel ist an eines der Brückenjoche befestigt, und diese veranlassen Gegenströmungen und Wasserwirbel. Es wurde deshalb nur das Pegelprofil aufgenommen, und die Messungen selbst fanden circa 450 m. unterhalb in einem besser geeigneten Profile statt, welches Messungsprofil heissen soll. — Die hier gefundenen Messungsergebnisse wurden dann auf das Pegelprofil übertragen, und mit Hilfe der unterhalb gefundenen Quantitäten die mittleren Geschwindigkeiten im Pegelprofil bestimmt. — Das Blatt 14 zeigt die Elemente, aus denen im Messungsprofile die mittlere Geschwindigkeit und die Quantitäten abgeleitet wurden. Folgende Tabelle giebt die Zusammenstellung:

Datum u. Nummer der Messung	Pegelstand $\pi$	Beobachtete mittlere Geschwindigkeit $v$	Inhalt der Wasserprofile $f$	Benetzter Umfang $p$	Profilradius $r = \frac{f}{p}$	Gemessenes Quantum $Q$
I 29. Juli	0,810 m.	0,633 m.	10,46 qm.	11,30 m.	0,926 m.	6,62 Cbm.
II 18. August	0,540 „	0,630 „	7,14 „	10,63 „	0,672 „	4,50 „
III 23. Septbr.	0,420 „	0,660 „	5,92 „	10,43 „	0,568 „	3,91 „
IV 17. October	0,315 „	0,641 „	4,80 „	10,16 „	0,472 „	3,14 „

Die Gefälle direct zu messen war weder im Messungs- noch Pegelprofil, durch locale Umstände bedingt, möglich. — Die grossen Auskolkungen der Flusssohle, das variable Wasserprofil und der damit verbundene Gefällswechsel erlaubten grössere Längen nicht in Betracht zu ziehen, und kleine Strecken waren des Wellenschlages und des Strömungswechsels, kurz des augenblicklichen und wechselnden Zustandes der Oberfläche wegen, für eine Messung, die ja auf Bruchtheile eines Millimeters in Anbetracht der kurzen Strecke richtig sein musste, nicht brauchbar. Trotzdem in der Tabelle der Profiltradius fortwährend abnimmt, steigen die mittleren Geschwindigkeiten, und da die Flügelmessungen wiederholt und mit aller Sorgfalt ausgeführt wurden, so kann nur das den verschiedenen Pegelständen entsprechende Gefälle diese Erscheinung zur Folge haben, d. h. im Messungsprofil wuchsen im Grossen und Ganzen die Gefälle mit dem abnehmenden Wasserstande. Das Messungsprofil hat keine Auskolkung, die Sohle bildet eine schiefe Ebene, deren Gefälle stärker als dasjenige des Wasserspiegels war, und da bei fallendem Wasserstande das Gefälle des Wasserspiegels sich mehr dem der Sohle nähert, als dies bei der ausgleichenden Wirksamkeit der hohen Wasserstände der Fall ist, so ist damit im Allgemeinen die Geschwindigkeitszunahme erklärt.

Da die directen Beobachtungen zwischen + 0,810 m. und + 0,315 m. Pegelstand angestellt wurden, also fast die halbe absolute Schwankungsgrösse umfassen, so ist zwischen diesen Grenzen eine Interpolation ohne Weiteres zulässig; über diese Grenzen hinaus musste aus Mangel an Beobachtungsmöglichkeit ein Gesetz gefunden werden, welches die Bestimmung der Durchflussmengen wenigstens annähernd gestattet. Ein Gesetz, welches die Gefälle als Function der Pegelstände darstellt, giebt es nicht, und konnte aus oben entwickelten Gründen, auf Beobachtungsergebnisse gestützt, auch empirisch nicht abgeleitet werden. — Als Rechnungsunterlage stehen nichts als die Profilelemente: Durchflussfläche und benetzter Umfang zur Verfügung. — Nach einer Reihe von Versuchen, bei denen diese beiden Grössen in der verschiedensten Form, sowohl monomer, als binomer combinirt wurden, ergab sich, dass die Formel:

$$v = \zeta r^x$$

sich am besten an die Beobachtungsergebnisse und damit an die allerdings nur lokalen Verhältnisse anschloss.

Sind aus einer Anzahl von  $n$  Messungen der Grössen  $s$  und  $t$  die Coefficienten  $a$  und  $b$  in der Formel

$$s = a + bt$$

zu bestimmen, welche jene Grössen verbindet, so ergiebt die Methode der kleinsten Quadrate als wahrscheinlichste Werthe derselben:

$$a = \frac{\sum t^2 \sum s - \sum t \sum s t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{n \sum s t - \sum t \sum s}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

Es ist demnach in der Umänderung von

$$v = \zeta r^x$$

$$\text{in } \ln v = \ln \zeta + x \ln r$$

aus den 4 angeführten Beobachtungen als wahrscheinlichster Werth zu finden:

$$\ln \zeta = \frac{\sum (\ln r)^2 \sum \ln v - \sum \ln r \sum \ln r \cdot \ln v}{4 \sum (\ln r)^2 - (\sum \ln r)^2}$$

$$x = \frac{4 \sum \ln r \cdot \ln v - \sum \ln r \sum \ln v}{4 \sum (\ln r)^2 - (\sum \ln r)^2}$$

Die ausgeführte Rechnung ergab

$$\zeta = 0,3115,$$

$$x = - 0,120$$

$$\text{mithin } v = 0,3115 \cdot r^{-0,12}$$

Unter Benützung dieser Formel ergaben sich nun für das Pegelprofil die in nachstehender Tabelle berechneten Werthe von  $v$  und  $q$ ; diesen sind diejenigen gegenüber gestellt, welche sich bei directer Uebertragung der im Messungsprofil beobachteten Resultate auf das Pegelprofil herausstellen.

Nummer der Beobachtung	Pegelstand $\pi$	Geschwindigkeit $v$		Quantum $q$	
		beobachtet resp. direct abgeleitet	berechnet	beobachtet	berechnet
I	0,810	0,323	0,318	6,62	6,52
II	0,540	0,319	0,331	4,50	4,67
III	0,420	0,344	0,338	3,91	3,84
IV	0,315	0,347	0,345	3,14	3,13

Die Uebereinstimmung ist gross genug, um die Formel benützen zu können. In Tabelle H sind die Werthe von  $f$ ,  $p$  und  $r$  für das Pegelprofil entsprechend den Pegelständen von  $-0,1$  m. bis  $+1,2$  m. in Intervallen eines Decimeters gerechnet, sodann  $v$  nach der Formel

$$v = 0,3115 \cdot r^{-0,42}$$

und daraus

$$q = f v$$

bestimmt und weiter in die Tabelle H eingetragen.

Blatt 12 giebt die graphische Darstellung des Verlaufes der verschiedenen Grössen; die Pegelstände sind als Abscissen, die zugehörigen Werthe als Ordinaten aufgetragen. Durch Abgreifen der Werthe von  $q$ , den Pegelständen der Tabelle G zugehörig, sind die in Tabelle J enthaltenen, den mittlern Monatswasserständen zukommenden Abflussmengen festgestellt. — Ferner enthält die Tabelle: Jahresmittel, Monatsmittel als Durchschnitt der 25 jährigen Beobachtungsperiode und absolute Minima und Maxima für jedes Jahr; sie hat für die Quantität dieselbe Bedeutung wie Tabelle G für die Pegelstände. — Zum Abgreifen von  $q$  diente ein in grösserem Maassstabe gezeichnetes Blatt. — Die Monatsmittel der Abflussmengen als Durchschnitt der 25 jährigen Periode sind auf Blatt 11 wiederum diagrammatisch behandelt und so ein ideales Jahr für beide dargestellt. Beiläufig bemerkt lässt sich die Periodicität im Gang des Pegelstandes für das ideale Jahr in einer Sinusreihe ausdrücken:

$$\pi = 0,4948 + \frac{1}{6} (0,80 \sin 2x + 0,10 \sin 3x + 0,01 \sin 4x),$$

worin die Dauer des Jahres gleich  $180^\circ$  zu setzen ist, von Mitte Mai anfangend.

Es ist der amtlich festgesetzte mittlere Pegelstand  $1,5' = 0,438$  m., der wahre mittlere Pegelstand  $0,494$  m.; dem amtlich festgestellten mittleren Pegelstand gehören  $3,96$  Cbm. Abflussmenge per Secunde an, während die wahre mittlere Abflussmenge  $4,37$  Cbm. beträgt. — Gegenüber dem amtlich festgesetzten jährlichen Mittelwasserstande bestimmt sich unter Zuhilfenahme der Tabellen der mittlere Wasserstand in 5 Wintermonaten, Dezember bis mit April, auf  $0,399$  m., derjenige in 7 Sommermonaten auf  $0,564$  m., und es erscheint geradezu als Vorthheil der Wasserberechtigten, wenn ihnen zwar nur der amtlich festgesetzte Wasserstand von  $0,438$  m. während der Sommermonate, dafür der mittlere Winterwasserstand von  $0,399$  für die Wintermonate durch die Compensation gewährleistet wird, sie also von all den Nachtheilen, die Wasserstände unter  $0,399$  m. während des Winters mit sich führen, befreit werden. Die entsprechenden Wassermengen betragen demnach im Winter  $3,69$  Cbm. im Sommer  $3,96$  Cbm. per Secunde. Da nun  $4,37$  Cbm. die mittlere Abflussmenge ist, so restiren im Durchschnitt  $0,520$  Cbm. per Secunde für anderweite Verfügung. Es ist beiläufig bemerkt rein zufällig, dass  $520$  sl. das Resultat der vorstehenden unabhängigen Rechnung, den für München geforderten Bedarf ausmachen.

Es ist also die Möglichkeit vorhanden, wenn die sonstigen Verhältnisse dies gestatten, dem See für Wasserversorgung der Stadt ein bis zu dieser Höhe reichendes Quantum, ohne Schädigung Anderer, zu entnehmen. — Aus unmittelbarer Anschauung sind dem Verfasser nur die Compensations-Reservoirire der Freiburger Revierwasserlaufs-Anstalt bekannt. Es wird in ihnen die Niederschlagsmenge eines Gebietes von  $7552$  Hectaren gesammelt, um als Aufschlagwasser für den Betrieb der dortigen Bergwerke benützt zu werden. Alle diese Reservoirire sind mit Freifluthern versehen, welche ein Steigen des Wassers in ihnen nur bis zu einer gewissen Höhe gestatten. — Leider ist eine solche Sicherheitsvorrichtung in Folge der Terrainbeschaffenheit nördlich vom See, im vorliegenden Falle nicht anzuwenden. Für die Stadt sollen  $320$  sl. verwendet werden, es bleiben mithin  $200$  sl. unbenützt. Um eine allmähliche Hebung des Seespiegels zu vermeiden, muss dieser Ueberschuss zum Abfluss gebracht werden,

und die weder praktisch noch rechnerisch zu lösende Frage ist die nach der Periode, in welcher der Abfluss zu erfolgen hat. — Für eine rückwärts liegende und bekannte Periode ist es leicht zu bestimmen, um wieviel in jedem einzelnen Monate die Schützen zu öffnen gewesen wären, um innerhalb der Periode ein zu hohes Steigen oder zu tiefes Fallen des Seespiegels zu vermeiden, ersteres in Bezug der Seeanwohner, letzteres in Bezug auf die Wasserberechtigten. Für eine vorwärts liegende und unbekannt Periode ist dies unmöglich. — Wie die betreffenden Diagramme zeigen, bleiben ganze Reihen von Jahren hinter dem mittleren Pegelstande und Abflussmengen zurück, und umgekehrt giebt es wieder Reihen, deren Werthe diese Grössen übertreffen. Dies wird auch in Zukunft so sein, und in Folge dessen wird sich die Wirkung der Compensation nicht nur auf die Ausgleichung von jährlichen Hoch- und Niederwassern erstrecken, sondern sie muss von Perioden wassereicher auf Perioden wasserarmer Jahre ausgedehnt werden. In Unkenntniss der kommenden Perioden muss für die Zukunft beim Fehlen eines Freifluthers, der den Abfluss zuviel gestauten Wassers plötzlich ermöglicht, eine Entnahme erfolgen, die sich möglichst dem durchschnittlichen Seeerguss anschliesst. Es sollen entsprechend dem amtlich festgesetzten und dem mittleren Winterpegelstande 4,48 bzw. 4,21 Cubikmeter per Secunde abgegeben werden. Ergiebt die Rechnung, dass trotzdem die zulässigen Wasserstandsgrenzen überschritten werden, so ist die Compensation unausführbar. — Ob die Schwankungen vor der Compensation grösser oder kleiner sind, als nach derselben ist a priori nicht festzustellen und muss in jedem einzelnen Falle untersucht werden.

Als Grundlage für die folgende Rechnung dient der Satz: Der durch Stauung nach einer Zeit künstlich erzeugte Reservoirinhalt ist gleich dem natürlichen, der sich nach derselben Zeit herstellen würde, plus der Differenz zwischen natürlicher und künstlicher Abflussmenge in derselben Zeit.\*) Der Seespiegel beträgt rund 5800 Hektaren und das mittlere fluctuirende Quantum 6206000 Cubikmeter.

Zur Beantwortung der Frage: welches wären die Schwankungen des Seespiegels in den verflossenen 25 Jahren bei Anwendung der Compensation gewesen? eignet sich das graphische Verfahren

\*) Sollte die Wahrheit dieses Satzes nicht sofort einleuchten, so möge folgender analytischer Beweis dieselbe darthun.

Man denke sich das Reservoir in irgend eine Stelle des versorgenden Wasserlaufes eingeschaltet, und im Ausflussprofil einen Pegel angebracht; bedeutet dann allgemein:

$\pi$  die Ablesung am Pegel zu irgend einem Zeitpunkte,

$t$  die von einem noch zu fixirenden Anfangspunkte bis dahin verflossene Zeit,

$q_2$  und  $q$  das in demselben Zeitpunkte das Reservoir versorgende, bzw. ihm entnommene Quantum,

$Q$  den Ueberschuss des augenblicklichen Reservoirinhaltes über denjenigen bei Nullpegel, d. h. den fluctuirenden Reservoirinhalt,

$f$  den mittleren Reservoirquerschnitt, so ist zunächst der fluctuirende Reservoirinhalt selbst

$$Q = f \pi,$$

ferner dessen Aenderung in dem betrachteten Zeitelement  $dt$ , d. i.  $\frac{dQ}{dt} \cdot dt$  gleich der Differenz der in ihm zu- und abfliessenden Quanta  $q_2 dt$  und  $q dt$  zu setzen, also

$$\frac{dQ}{dt} dt = q_2 dt - q dt,$$

$$\text{mithin } f \frac{d\pi}{dt} = q_2 - q \text{ und } q_2 = f \frac{d\pi}{dt} + q, \dots \dots \dots (1) \dots (2)$$

gleichviel wie und unter welchen Umständen das Quantum dem Reservoir entzogen wird.

Spezialisirt man daher in der ersten dieser Gleichungen mit  $\pi_b$  den gesuchten Reservoirpegelstand, erzeugt durch Wegnahme von  $q_b$  gleich dem nach Umständen den Wasserberechtigten durch Abfluss zu gebenden plus dem für eigene Zwecke geforderten, also bekannten Quantum, so ist  $\pi_b$  zu bestimmen aus

$$f \frac{d\pi_b}{dt} = q_2 - q_b;$$

setzt man dann in der zweiten Gleichung  $\pi_a$  den durch Beobachtung bekannten Pegelstand und  $q_a$  das natürlich bei diesem Pegelstande abfliessende Wasserquantum, so findet man

$$q_2 = f \frac{d\pi_a}{dt} + q_a, \text{ und mithin}$$

$$f \frac{d\pi_b}{dt} = f \frac{d\pi_a}{dt} + q_a - q_b$$

Durch Integration vom Anfange der Compensation ab, in dem erzeugter und natürlicher Pegelstand derselbe sind, und welchen man der Vollständigkeit halber auch in den Anfang der Beobachtung legen wird, entsteht

$$f \pi_b = f \pi_a + \int_0^t q_a dt - \int_0^t q_b dt.$$

am besten. — Auf Blatt 13 sind die maassgebenden Grössen aufgetragen und ist dabei zunächst von der mit „Abscisse“ bezeichneten Geraden ausgegangen. Um eine zu grosse Verwirrung zu vermeiden, wurde ein Theil der Werthe nach oben, ein anderer nach unten aufgetragen, trotzdem sind alle Werthe als positiv anzusehen. In der Abscisse ist ein Monat = 2 mm. Die starke schwarze Linie über der Abscisse bezeichnet die monatlichen Bezugsmengen, ausgedrückt in Secundencubikmeter, durch 5 mm. = 1 Cbm. per Sec.; die schwarz punktirte Linie ist die natürliche Abflussmenge, ausgedrückt im gleichen Maassstab. Je nachdem die Differenz zwischen den zusammengehörigen Ordinaten positiv oder negativ ist, wird im See über seinen natürlichen Stand hinaus Wasser zurückgehalten oder abgeführt. — Es mag vorläufig angenommen werden, dass die Compensation mit dem Anfange der Beobachtungsperiode begann. Im ersten Monat stellt sich ein Ueberschuss der natürlichen über die künstliche Abflussmenge heraus. Der Inhalt des Sees wächst, und die Grösse des Wachstums ist ausgedrückt durch ein Rechteck, dessen Basis die Dauer von 1 Monat = 30 Tagen = 2592000 Secunden ist und dessen Höhe die Differenz der Ordinaten zwischen natürlicher und künstlicher Abflussmenge. — Im vorliegenden Fall beträgt letztere 4,73—4,12 = 0,61 Ckm. per Secunde, mithin ist das stehende Quantum des Sees um  $0,61 \cdot 2592000$  Cbm. = 1581120 Cbm. gewachsen. — Drückt man dieses Monatsquantum in Secundencubikmeter aus, trägt das entsprechende Maass als Zuwachs zur Ordinate der natürlichen Abflussmenge des zweiten Monats auf, und zieht durch den Endpunkt der Streckensumme eine zur Abscisse parallele Linie (schwache rothe), so ist die Ordinattendifferenz zwischen stark schwarzer und dieser Linie der Zuwachs, den der Seeinhalt im zweiten Monat erhalten hat, ausgedrückt in Secundencubikmetern. — Dieses Verfahren ist nun weiter fortgesetzt worden, und es ist allgemein die Ordinattendifferenz zwischen stark schwarzer und schwach rother Linie, die Differenz zwischen künstlicher und natürlicher Abflussmenge vom Anfang der Beobachtungs- und Compensationsperiode ab gerechnet, ausgedrückt in Cbm. pr. Sec. — Damit ist die nach obigem Satze zweite Rechnungsunterlage für Feststellung des künstlichen Seeinhalts gefunden. — Es giebt allgemein die Ordinate, als Strecke, stets das Maass in Secundencubikmetern; die über einer Abscisseneinheit (1 Monat = 2 mm.) liegende Fläche das den betreffenden Ordinaten zukommende totale Quantum per Monat in Cubikmetern. — Will man letzteres direct greifen, so resultirt dafür ein Maassstab von 5 mm. = 2592000 Cbm. — Es ist nun beim Beginn der Beobachtungsperiode der Pegelstand bekannt gewesen, und da weiter keine mittlern Monatswasserstände unter 0 Pegel vorkommen, so ist der Seeinhalt, oder präziser ausgedrückt, das fluctuirende Quantum bei Null-Pegel gleich 0 gesetzt worden. Beim Beginn der Periode war der Pegelstand 0,35 m. und somit der fluctuirende Seeinhalt  $0,55 \cdot 58000000 = 31900000$  Cbm. Dieses Quantum wurde so aufgetragen, dass 5 mm. = 2592000 Cbm. betragen. — Die entsprechende Reduction wurde graphisch mittelst einer geraden Linie von bestimmter Neigung vollzogen. (Siehe Blatt 12.)

Es wurde nun fortgefahren den mittlern natürlichen Pegelstand für jeden einzelnen Monat in demselben Sinne umzusetzen und aufzutragen. — Damit war die nach obigem Satze erste Rechnungsunterlage bestimmt. — In weiterer Befolgung des Satzes wurde nun natürlicher Seeinhalt und Differenz der natürlichen und künstlichen Abflussmenge combinirt, und so die stark rothe Linie construirt, welche den künstlichen Seeinhalt in seinem Verlaufe wiedergiebt. Die gefundenen Seeinhalte wurden nun rückwärts wieder in Pegelstände umgesetzt und zwar durch den beiderseitigen Maassstab, aufgetragen auf der Ordinate durch den Coordinatenanfangs- und Endpunkt, dessen Nullpunkt so gelegt wurde, dass das gefundene absolute Minimum der künstlichen Pegelstände mit dem Winterwasserstände für die Wasserberechtigten zusammenfiel. — Als Resultat ergibt sich, dass, um die gestellten Bedingungen zu erfüllen, der maximale künstliche Pegelstand nahezu 3,4 m. beträgt, d. h. das Compensationsverfahren ist nicht durchführbar. —

Der See setzt sich nun nach Norden in Form vom Grundwasserströmen noch weiter fort und es wurden behufs Erlangung der Kenntniss des Untergrundes einige Bohrlöcher niedergebracht, und das Gefälle und die Richtung des Stromes festgestellt. — Letztere wies auf eine directe Speisung durch den See hin, ersteres war dem Gefälle der Würm entsprechend, welche von der Brücke bei Percha bis Leutstetten nur 0,57 m. Gefälle besitzt. — Der Vorzug der Weichheit des Seewassers ging sehr bald durch die Berührung mit dem Untergrund verloren, denn während das Seewasser nur  $14^{\circ}$  Anfangs- und  $7,8^{\circ}$  dauernde Härte besitzt, ergab die Untersuchung des Wassers aus einem nur 450 m. vom Ufer entfernten Norton'schen Rohre  $31,5^{\circ}$ , bezw.  $11,8^{\circ}$  nach französischer Scala.

Die Verhältnisse waren derart, dass bei einer indirecten Entnahme aus dem See unter Benützung der Grundwasserströme dauernd auf Sicherheit des Bezuges nicht zu rechnen ist. — Da der See nicht absolut klar ist, würde eine Verschlammung der filtrirenden Schichten auch hier, wenn auch spät, jedoch sicher eintreten. Von einer directen Entnahme auf Kosten der Wasserberechtigten kann wohl aus finanziellen Rücksichten nicht die Rede sein.

#### D. Versorgung durch die Quellen von Wolfratshausen und in der Pupplinger Au.

Auf Wunsch der städtischen Behörden wurde dieses Project, soweit es Wolfratshausen betrifft, in den Kreis der Betrachtungen gezogen.

Die Ergiebigkeit der 3 Quellen, den Müllern in Wolfratshausen gehörig, wurde mittelst Ueberfall bei allseitig contrahirtem Strahl bestimmt. Die Messungsergebnisse sind folgende:

Datum der Messung	Obermühle	Kronmühle	Biermühle	Summa Sl.
	Secundenliter			
11. Juli 1876	73,4	30,7	81,7	185,8
20. September „	66,0	29,3	73,0	168,3
27. November „	60,3	25,5	57,1	142,9

Die Summe der Gesamtrückstände des Wassers der Kronmühle, welches von den drei Quellen die grösste Sinterbildung aufweist, beträgt 366 Milligr. per Liter. Das Wasser enthält weder Schwefelsäure, noch salpetrige Säure, Phosphorsäure oder Ammoniak, sehr wenig Salzsäure, 7,88 Milligr. Salpetersäure im Liter und 0,5 Theile organische Substanz in 100000 Theilen. Die Härte beträgt 32,7 franz. Grade anfänglich und 12,3 dauernd. Die Quelltemperatur schwankte vom 19. Septbr. bis 27. November zwischen 9,9<sup>o</sup> C., bezw. 7,9<sup>o</sup> C., diejenige des Quellwassers der Biermühle zwischen 9,7<sup>o</sup> und 7,7<sup>o</sup> C. Die Schwankungsintervalle waren somit für beide Quellen dieselben. Die Härte der Letztern beträgt 30,2<sup>o</sup> anfänglich und 9,5<sup>o</sup> dauernd nach franz. Scala.

Die Coten der Wasserspiegel in den Quellenweihern sind im Anschluss an das Kirchenschiffpflaster der Kirche zu Wolfratshausen bestimmt. Für letzteres lag die trigonometrisch bestimmte Cote 577,766 m. vor, und es ist

Cote Wasserspiegel des Quellweihers Obermühle . . . . .	581,35 m.,
„ „ „ „ Kronmühle . . . . .	580,33 „
„ „ „ „ Biermühle . . . . .	579,25 „
„ Nullpegel der Loisach . . . . .	573,52 „
„ Hochwassermarke für 1853 an Haus Nr. 80 zu Wolfratshausen	575,84 „

Abgesehen von der ungenügenden Quantität entspricht das Wasser durch seinen Gesamtrückstand und den Gehalt an Salpetersäure nicht dem gestellten Programm. — Ob es bei der Natur seines Ursprungs in sanitärer Beziehung nicht trotzdem als ein gutes Trinkwasser passiren dürfte, möge dahin gestellt bleiben.

Die Höhenlage der Quellen ist für Versorgung mit natürlichem Drucke ebenfalls ungünstig; selbst bei Annahme der geringen Geschwindigkeit von 0,6 m. per Secunde betragen für einen Rohrdurchmesser von 0,55 m. die Reibungswiderstände 0,000887 m. per laufenden Meter, mithin für eine zu durchlaufende Länge von circa 27000 m. 24,0 m., so dass das Wasser mit nur 36,4 m. nutzbarer Druckhöhe an der Frauenkirche ankommen und nur für Versorgung der niedern Zone zu verwenden wäre.

Aus diesen und den folgenden Gründen ist wohl von einer Benützung dieser Quellen abzusehen. Die Leitung müsste ferner die Loisach und Isar kreuzen, da die linke Thalwand der Loisach und Isar für Rohrführung nicht zu benützen ist. Eine directe Leitung zur Stadt ist im weiteren Verlaufe überhaupt unmöglich, und was in dieser Beziehung für die Wolfratshausener Quellen gilt, erleidet eine unmittelbare Anwendung für alle anderen Quellen, die im Isarthale unterhalb Wolfratshausen bis Grosshesselohe entspringen, und auf deren Benützung etwa zu rechnen wäre. — Dieselben Erscheinungen,

wie sie die Thalhänge des Mangfallthales bieten, zeigen sich auch an den Thalhängen der Isar. — Zahlreiche Rutschungen und sich hoch hinauf erstreckende Uferablösungen finden sich in reichlicher Menge im Isarthale; da wo diese fehlen und sich bereits ein Vorland gebildet hat, ist dieses mit Grundwasser durchzogen, wie die Pupplinger Au es zeigt. Die Leitungsschwierigkeiten, wenn überhaupt zu überwinden, sind ganz bedeutende und es bleibt, um die Stabilität der Leitung zu gewährleisten, nichts als eine künstliche Hebung des Wassers auf die Hochebene übrig. — Aber auch die Herstellung einer hydraulisch motorischen Anlage ist hier keineswegs in so einfacher Weise durchzuführen. Einer von den wenigen geeigneten Punkten ist das linke Isarufer bei Kloster Schäftlarn. Der Fluss hat bei der Brücke von Schäftlarn auf eine Länge von 1500 m., von 300 m. oberhalb der Brücke nach abwärts gerechnet, ein Gefälle von 2,20 m., wozu durch Stauung mittelst Wehranlage noch sehr leicht 0,5 m. bis 0,6 m. hinzukommen können, so dass nach Abzug des Canalgefälles 2,35 m. nutzbare Aufschlaghöhe verbleiben. — Die Isar dürfte an dieser Stelle bei kleinstem Wasser noch 30 Cbm. per Secunde mindestens abführen, so dass bei einem Nutzeffect von 0,6 für Motoren und Pumpen 537 effective Pferdestärken zu gewinnen sind. — Die Kraft ist hinreichend, die gesammte Bedarfsmenge auf die Hochebene rechts der Isar zu heben. Die Rohrleitung muss dabei bis Mühlthal dem Thale folgen und tritt kurz bevor der Fluss unmittelbar an die Steilhänge des rechten Ufers tritt, auf die Hochebene des Grünwalder Forstes. — Da die motorische Anlage unter Umständen das ganze Quantum des Flusses beansprucht, so ist sie in Rücksicht auf die Schifffahrt mit einer Durchlass- oder Kammerschleuse zu versehen. — Zur Hebung des Wassers auf das linksufrige Plateau ist die disponible Kraft, der grössern Erhebung wegen, nicht hinreichend.

Wie schon oben erwähnt, betrug die Gesammtmasse des der Pupplinger Au entströmenden Grundwassers bei der Aumühle, mit Schwimmer gemessen, am 1. August 1876 700 sl., und da die Mächtigkeit desselben als eine Function des Isarwasserstandes betrachtet werden muss, zur Beobachtungszeit aber Mittelwasserstand stattfand, so dürfte ein grosser Rückgang kaum erwartet werden. Es sind diese Läufe nur die zu Tage tretenden Grundwässer, und in obiger Quantität die unterirdischen nicht inbegriffen. — An Quellen treten weiter an den Hängen auf: der Kaltenbach mit 58 sl. am 29. Juli, gemessen bei der Obermühle in Puppling; ferner bei und oberhalb Mühlthal verschiedene Läufe, mit starker Tuffbildung, im Gesammtbetrage von 30 sl., letzteres geschätzt.

Die Ursprungstemperatur der Grundwässer der Pupplinger Au war, da die Ströme eine grosse Strecke über Tage schon zurückgelegt hatten, nicht mehr messbar; als Repräsentant für Wärmebestimmung wurden die Dreienbrunnenquellen benützt, deren Temperatur mit 8,6° und 9,4° C. am 29. Juli, bezw. 20. September bestimmt wurde. Die Analyse des Wassers, geschöpft bei der Aumühle, ergab 340 Milligramm Gesammtrückstand im Liter, weder Schwefelsäure, noch salpetrige Säure, noch Salpetersäure, oder Ammoniak, Spuren von Chlor, und 1,6 Theile organische Substanz in 100000 Theilen. Das aus Norton Nr. V geschöpfte Wasser hat einen Gesammtrückstand von 296 Milligr. im Liter, wenig salpetrige Säure, keine Salpetersäure, ein wenig Chlor, und 1,36 Theile organische Substanz in 100000 Theilen. Die Härte betrug 24,5° anfänglich und 9,0° dauernd. Der grössere Rückstand im Wasser der Aumühle gegenüber dem des Nortons rührt vorwiegend von Bittererde her. — Mit Ausnahme des hohen Gesammtrückstandes entspricht somit das Wasser den Forderungen des Programms.

Wenn auch dieses Project wenig Aussicht auf Verwirklichung hat, so ist unter den Kostenanschlägen dasselbe auch finanziell beleuchtet und mögen die technischen Grundzüge der Durchführung kurz besprochen werden. — Die Wasserfassung erfolgt durch horizontale Sammelröhren in einer Tiefe von 4 bis 5 m. unter Terrain, senkrecht zur Grundwasserströmung, und ausserhalb des Inundationsgebietes gelegt. — Cote Hochwasserstand 1851 an der Aumühle ist 561,31 m. — Von der Aumühle ab ist das rechte Isarufer geeignet die Leitung aufzunehmen, welche in der Nähe der Brücke, vor dem anzulegenden Wehr, die Isar kreuzt. Auf dem linken Ufer erfolgt die Hebung des Wassers, und hierauf Rücktritt der Leitung auf das rechte Ufer, welchem sie in oben besprochener Weise bis zum Eintritt in den Grünwalder Forst folgt. Von da ab ist die Leitung als solche ohne Druck zu behandeln und das entsprechende Rohrmaterial zu wählen. — Als Platz für das Reservoir eignet sich vorläufig derjenige, welcher sich für das Mangfallthal-Project ergeben hat. Die Rohrcaliber sind im Kostenanschlage angegeben.

### E. Versorgung durch den Kesselbach, Walchensee, und die Quellen der Jachenau und des Isarthales.

Der Kesselbach, dessen Ursprung wohl im Walchensee zu suchen ist, führte am 22. November 1876 in der Secunde 279 Liter ab. Hierin ist der Erguss sämtlicher, in westlicher Richtung in der Nähe der Hauptquelle noch entspringenden kleinen Quellen inbegriffen. Die Messung geschah mittelst zwei in derselben vertikalen Brettebene befindlichen Ueberfällen in dünner Wand von je 1,40 m. Breite, und die Berechnung nach der Formel:

$$Q = \frac{2}{3} \left\{ 1 + 1,718 \left( \frac{bH}{BT} \right)^4 \right\} \mu_1 b H \sqrt{2gH},$$

worin bezeichnet:

- $b$  die Mündungsbreite,
- $B$  die Breite des Zuflusscanals,
- $H$  die Druckhöhe,
- $T$  die Wassertiefe im Zuflusscanal,
- $\mu_1$  einen aus den Beobachtungen von Poncelet und Lebros für Ueberfälle von 0,2 m. Breite abgeleiteten Coefficienten.

Im vorliegenden Falle ist für je eine Mündung:

$$b = 1,4 \text{ m.}, B = 2,6 \text{ m.}, H = 0,148 \text{ m.}, T = 0,3 \text{ m.}, \mu_1 = 0,393 \text{ m.}$$

Die Grösse  $T$  konnte der Natur der Sache nach nur angenähert bestimmt werden, und auch die Annahme, dass für jeden Ueberfall die Hälfte der Breite des ganzen Ueberfallbrettes als Breite des Zuflusscanals für je einen Ueberfall in Rechnung geführt wurde, ist anfechtbar. Nichts destoweniger weicht der gefundene Werth von demjenigen, der sich für den idealen Fall der vollkommenen Contraction ergeben würde, nur um 1,4 sl. ab, ein Unterschied, der in Anbetracht des Umstandes, dass der Kesselbach bei Weitem nicht den Gesamtbedarf liefert, zu vernachlässigen ist.

Die Temperatur des Wassers betrug am 27. October 8,5<sup>0</sup> C., die Härte 28,1 anfänglich, 14,0<sup>0</sup> bleibend; am 23. November dagegen nach stattgefundenem Schneefall und darauf gefolger Schmelze 6,0<sup>0</sup> C., und bezw. 21,3<sup>0</sup> und 10,9<sup>0</sup> Härte nach franz. Scala. — Es liegt also die begründete Vermuthung nahe, dass im obigen Quantum noch ziemliche Mengen geschmolzenen Schnees enthalten sind, und dass ohne die eingetretenen metereologischen Ereignisse das Messungsergebniss für die Quantität noch ungünstiger ausgefallen wäre. Zu bemerken ist hierbei, dass das gemessene Wasser nur in Form von Quellwasser auftrat.

Die barometrisch, im Anschluss an einen trigonometrisch bestimmten Punkt in Lenggries, ermittelte Cote der Kesselbachquellen bei ihrer Vereinigung ist 720,0, die auf gleichem Wege bestimmte Kochelseecote ist 590,0 m. In Folge ungeeigneten Wetters während der Beobachtungen können in diesen Zahlen Fehler bis zu 5 m. liegen.

Bei einer Ableitung des Kesselbachwassers hat die Rohrleitung, da eine Entwicklung an den Berglehnen hin unmöglich ist, einem Druck von 13 Atmosphären zu widerstehen.

Die Vereinigung dieser Leitung mit derjenigen, die Wasser aus der Jachenau oder dem Isarthale herbeiführt, könnte erst in der Gegend von Rimselrain erfolgen.

Wenn, wie wohl nicht zu bezweifeln, das Wasser des Kesselbaches vorwiegend aus dem Walchensee stammt, so wird es bei seinem Durchfluss durch das, dort mit Gypslagern durchsetzte, Gebirge keines Falls besser werden, und es ist wohl einfacher das Wasser direct dem Walchensee zu entnehmen und es dem Laufe der Jachen folgend zunächst in das Isarthal zu leiten.

Das Wasser des Walchensees enthält Spuren von Schwefelsäure und salpetriger Säure, keine Salpetersäure und sehr wenig Salzsäure, kein Ammoniak und 5,4 Theile organische Substanz auf 100000 Theile. Der Gesammtrückstand ist 245 Milligr. per Liter. Die Anfangshärte ist 15,6<sup>0</sup>, die bleibende 7,0<sup>0</sup> nach französischer Scala. Die am 5. August gemessene Temperatur betrug in einer Tiefe von

5	10	15	20	25	30	35 m.
18,55	11,27	7,00	5,72	5,16	4,82	4,77 <sup>0</sup> C.

Der Uebersicht wegen sind diese Werthe auf Blatt 12 als Diagramm aufgetragen. — Was die organische Substanz betrifft, so darf wohl von ihr dasselbe, wie für diejenige des Wassers aus dem Würmsee gelten. — Durch entsprechend tiefe Fassung des Wassers kann es ermöglicht werden, dass es im Sommer noch mit einer Temperatur von weniger als 11 bis 12° C. am Bestimmungsorte ankommt. — Der Ausfluss des Sees wurde am 4. August gemessen und ergab die Messung (siehe Blatt 15) eine Ausflussmenge von 2,23 Cbm. per Sekunde. Einen Pegel für den Stand des Seespiegels gibt es nicht, und ebenso fehlen die Beobachtungen über die Schwankungen desselben. Einen Anhaltspunkt für den mittlern Wasserstand giebt die Vegetationsgrenze des Ufers; am Tage der Messung befand sich der Seespiegel etwa 0,28 m. unter der Vegetationsgrenze. Am 29. October war der See um weitere 0,12 m. gefallen und betrug die aus der ersten Messung abgeleitete Ausflussmenge unter der Voraussetzung, dass das Gefälle im Messungsprofil dasselbe geblieben sei, 1,70 Cbm. per Sekunde. — Ein weiteres bedeutendes Fallen des Sees ist wohl kaum zu erwarten, und ist die Annahme, dass 1,4 Cbm. per Sekunde die minimale Abflussmenge des Sees ist, wohl gerechtfertigt. Es würde mithin etwa  $\frac{1}{3}$  des Minimalergusses für die städtische Versorgung beansprucht und dieses Quantum den unterhalb liegenden 2 Mühlen entzogen werden.

Eine Versorgung aus dem Walchensee ist nur dann gerechtfertigt, wenn weiter unterhalb in der Jachenau und im Isarthale in noch genügender Höhe keine sonstigen Bezugsquellen existiren.

Die weitaus ergiebigste Quelle der Jachenau ist die des Brunnwassers unterhalb Höfen am linken Jachenufer. Die Messung des Ergusses geschah am 23. November durch Ueberfälle in dünner Wand, davon 3 von je 1,1 m. Breite in derselben verticalen Brettebene sich befanden. Die Druckhöhe betrug 0,115 m., woraus sich unter Anwendung der für den Kesselbach benützten Formel eine Ergiebigkeit von 225 sl. berechnet. — Die Temperatur betrug 9,50 C., die Härte 23,0° anfänglich und 8,3° dauernd nach französischer Scala. — Die barometrisch bestimmte Cote des Brunnwasserspiegels ist nicht kleiner als 714,5 m. — Ein vom Brunnwasser betriebenes Mühlrad zeigte keine Sinterung. — Bei den „Nickeln“ tritt am rechten Thalhang eine Quelle auf mit ca. 30 sl. geschätzt, und vom Bärenhaupt kamen ca. 15 sl. herunter. Beim „Bäck“ zeigen sich Grundwasserströme am linken Ufer, die jedoch im Inundationsgebiet des Jachen liegen. — Da nun nicht wohl vorauszusetzen ist, dass obige Quantitäten absolute Minima sind, so resultirt, dass in der Jachenau höchstens die Hälfte des Bedarfes jetzt sichtbar zu Tage tritt. — Ob die Ergiebigkeit des Brunnwassers durch entsprechende Arbeiten vermehrt werden kann, ist nach der örtlichen Beschaffenheit und der Natur des Auftretens der Quelle wohl möglich, lässt sich jedoch ohne Vornahme von Bohrungen von vorneherein nicht behaupten.

Im Isarthale von der Jachenmündung bis Tölz treten am Fuss der untersten Terrasse am linken Ufer unterhalb Lenggries Quellen in Form von Grundwasser auf, die jedoch zum Theil im Inundationsgebiet liegen. — Dem Flusse folgend sind einige Quellenläufe zwischen Arzberg und Tölz zu verzeichnen, deren gesammte Ergiebigkeit kaum 50 sl. erreichen dürfte. — Am rechten Ufer zwischen Hochreit und Lenggries sind 3 Quellbäche, der Moosbach, Mühlbach und Bach bei Hohenburg, die zur Zeit der Besichtigung bezw. 20, 25 und 10 sl. schätzungsweise abführten. Da die Schätzung nicht weit von der Mündung dieser Läufe in die Isar erfolgte, so sind diese Quantitäten die Summe der Ergiebigkeit der einzelnen Quellenfäden, aus denen sich nach und nach die Bäche zusammensetzen. — Zwischen Steinbach und Schalchen ist die unterste Flussterrasse stark entwickelt, und an ihrem Fusse bildet sich, durch seitliche Zuflüsse gespeist, sehr bald ein Quellenbach, der zur Beaufschlagung verschiedener Mühlwerke mit verwendet wird, und welcher hier der bedeutendste Quellenbach rechts der Isar ist. Da die Terrasse stark bebaut ist, ist eine ungünstige Beeinflussung des Wassers jedoch nicht ausgeschlossen.

Als Resultat ergibt sich, dass selbst auf Grund einer ganz detaillirten Untersuchung des vorliegenden Terrains, die sich bis tief in die Seitenthäler hinein zu erstrecken hätte, das geforderte Wasserquantum zwischen Walchensee und Tölz in Form von sichtbarem Quellwasser kaum nachzuweisen ist, und dass die Erwartung, durch Aufschlussarbeiten dasselbe zu gewinnen, auf schwachen Füßen steht. — Das sicherste Vorgehen würde in der Verwendung der leicht erhältlichen Quellen der Jachenau unter gleichzeitiger Verwendung des Wassers des Walchensee's bestehen, letzterer hätte dann nur das Fehlquantum von etwa der Hälfte des Bedarfes zu liefern. — Unter dieser Voraussetzung ist ein Kostenanschlag aufgestellt.

Unterhalb Tölz liegt die Thalsole so tief, dass die Leitung bei ihrer nördlichen Entwicklung die Höhen nicht mehr erreicht, und da sie den Thalhängen, aus schon angeführten Gründen, nicht folgen kann, eine Hebung des Wassers nothwendig wird.

Weitere Untersuchungen fanden statt im Leitzachthale zwischen Bayrisch-Zell und Hammer, auf dem Höhenzug zwischen Ammer und Lech südlich Bayerdiessen, und im Loisachthale zwischen Eschenlohe und Farchant. — Im letzt genannten Thale befinden sich am Fusse der rechten Thalwand Quellbäche, welche das Vielfache des geforderten Quantum liefern. Hier wie dort war jedoch theils Höhenlage, theils Entfernung, theils Schwierigkeit des Erwerbs oder ungenügendes Quantum einzeln oder im Zusammenwirken derart, dass mit Recht von einem weitem Aufwand an Zeit und Arbeit abgesehen werden konnte.

## V.

### Vergleich der Projecte.

Soweit die vorstehend besprochenen Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Folgerungen reichen, sowie auf Grund der nachstehenden Kostenanschläge, treten nur 2 Projecte in die engere Concurrenz: Die Versorgung von der Hochebene und diejenige aus dem Mangfallthale. Vergleicht man die zusammengehörenden Varianten zunächst unter sich, so ist ohne Weiters der Variante „Deisenhofen“ vor der „Trudering“ der Vorzug zu geben. — Die Vortheile der ersteren bestehen zunächst in einer viel grössern Mächtigkeit des überlagernden Terrains im Betrage von mindestens 20 m., gegenüber 3 m. bis 6 m. bei Trudering. Die Wasserfassung ist auf weite Strecken durch den Staatswald gegen künftiges Eindringen von Verunreinigung geschützt, was bei Trudering nur bedingungsweise der Fall ist.

Nach dem principiellen Unterschiede, den die Gesetzgebung zwischen geschlossenem und offenem Wasser macht, ist, soweit Verfasser im Stande ist zu interpretiren, eine Ablösung der am Hachinger Bach liegenden Mühlenwerke nicht erforderlich, und vom Staate wird wohl die Genehmigung, in seinem Terrain Wasser zu sammeln, ohne erhebliche Opfer zu erhalten sein. Ob überhaupt der seitliche Zufluss zum Hachinger Bach, wenigstens in seinen tiefern Lagen, durch die neue Fassung wesentlich beeinträchtigt werden wird, ist ohne Weiteres nicht zu behaupten.

Qualitativ sind, abgesehen von den Schwankungen, denen jedes Wasser in seiner chemischen Beschaffenheit ausgesetzt ist, wohl beide Wässer, das oberhalb und unterhalb fliessende einander gleich zu stellen. Der von der Mächtigkeit der Ueberlagerung abhängende Vortheil gleichmässiger und niedriger Temperatur ist entschieden auf Seite der Variante Deisenhofen. Schliesslich ist diese in der Anlage um ca. 1,5 Millionen Mark billiger als jene, und im Betriebscapital stellt sich ein zweiter Vortheil von ca. 600000 Mark zu ihren Gunsten heraus, so dass bei ihrer Durchführung die Minder Ausgabe sich auf über 2 Millionen Mark gegenüber den Kosten der Anlage bei Trudering beziffert.

Schwieriger ist die Entscheidung, welcher Variante des Mangfallthal-Projectes der Vorzug zu geben ist. — Hier ist nur die Sicherheit des Bezuges, geringe Temperaturänderung während des Transportes und der finanzielle Aufwand in Vergleich zu ziehen. Alle andern Momente sind beiden Varianten gemeinschaftlich. — Was die Bezugssicherheit anlangt, so glaubt der Verfasser sie entschieden mehr auf Seiten der Hebungsvariante, als der des natürlichen Gefälles zu finden. — Wie sicher hydraulische Motoren arbeiten, dafür liefert die langjährige, bisherige Versorgung Münchens ein naheliegendes Beispiel. — Da weiter die Transportzeit vom Kasperlbach zum Reservoir beim natürlichen Gefälle 9 St. 25 M. diejenige bei Hebung dagegen nur 5 St. 25 M. beträgt, das Wasser also auf diesem Wege um 3 St. 50 M. weniger der Einwirkung der Bodenwärme ausgesetzt ist, so ist der Vortheil der grössern Erhaltung der Temperatur auf Seiten der Hebungsvariante. Der finanzielle Unterschied zwischen beiden Varianten ist im Vergleich zu den Gesamtkosten und in Anbetracht des Schätzungswerthes einzelner Posten des Anschlages zu vernachlässigen. In der Anlage ist das natürliche Gefälle um 370000 Mark theurer als die Hebung, dagegen wird dieser Nachtheil durch die höheren Betriebskosten der Hebung wieder ausgeglichen. Die Hebungsvariante ist somit die bessere Lösung der Aufgabe: Die Versorgung aus dem Mangfallthale zu ermöglichen.

Vergleicht man nun weiter die besten Varianten der in Betracht gezogenen Projecte, so ist zunächst auf Seiten des Mangfallthalprojectes der Vorzug des sichtbaren Vorhandenseins des geforderten Quantum, während für das Project der Hochebene der Beweis dafür bis jetzt nur inductiv geführt ist. Allein viele Städte und darunter solche von hoher Einwohnerzahl wie Köln, Dresden, Düsseldorf haben auf dieser Basis ihre Wasserversorgung mit Erfolg durchgeführt oder sind es zu thun im Begriff, wie Berlin, Strassburg, Augsburg. Da die Versuchsbrunnen, welche abgeteuft wurden, nie das ganze geforderte Quantum lieferten, so hatten sie in ihren Resultaten ebenfalls nur inductiven Werth, und der Versuchsbrunnen, der im vorliegenden Fall Beweiskraft hat, ist der seit Jahrhunderten im Betriebe befindliche Hachinger Bach. — Die Sicherheit des Transportes vom Bezugsort zur Stadt ist für die Variante Deisenhofen grösser, als für die Hebungsvariante des Mangfallthal-Projectes.

Da das Grundwasser der Hochebene bis jetzt noch nicht dieselbe eingehende, namentlich mikroskopische Untersuchung erfahren hat, wie das der Quellen im Mangfallthal, so ist in dieser Richtung, wenn es auch den Bedingungen des Programms genügt, ein umfassender Vergleich nicht zu ziehen. — Im Allgemeinen werden sich Kasperl- und Grundwasser gleichstellen, in Bezug auf feste Rückstände dagegen verdient der Haidebach den Vorzug. Die Eigenschaft des Sinterns besitzt jedoch das Grundwasser nicht.

Für Temperaturbeständigkeit ist der Vorzug dem Grundwasser einzuräumen; bei einer Ueberdeckung von mehr als 20 m., welche nach Süden hin noch wächst, ist eine constante Temperatur von 7° R. gewährleistet, während beim Kasperl- und Haidebach der Wärmegrad 7,8° R. erreicht. Zu diesen Ursprungsdifferenzen kommt noch der Einfluss des Unterschiedes in der Entfernung der Bezugsorte. —

Finanziell ist die Variante Deisenhofen um ca. 2,7 Millionen Mark Anlage- und Betriebscapital billiger als das Mangfallthalproject.

Regensburg, November 1876.

**A. Thiem.**

Tabelle A.

# Boden- und mittlere Luft-Temperaturen,

beobachtet an der kgl. Sternwarte zu München

von Dr. J. von Lamont.

(VI. Supplementband zu den Annalen der Münchner Sternwarte.)

Datum	Bodentemperaturen. R <sup>o</sup>					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage
	4'	8'	12'	16'	20'	
1860. October 31	8,36	9,03	9,06	8,69	8,27	+ 3,07 R.
November 7	7,56	8,88	9,00	8,66	8,28	1,44
„ 14	6,61	8,57	8,91	8,66	8,28	2,21
„ 21	6,14	8,17	8,76	8,64	8,31	1,10
„ 28	5,46	7,76	8,55	8,58	8,33	0,40
Dezember 5	5,37	7,43	8,34	8,47	8,29	2,00
„ 12	5,12	7,13	8,09	8,31	8,25	+ 1,80
„ 19	4,93	6,94	7,90	8,17	8,18	— 1,70
„ 26	4,46	6,65	7,64	8,04	8,12	— 3,74
1861. Januar 2	3,98	6,31	7,47	7,90	8,05	— 2,97
„ 9	3,64	5,98	7,25	7,73	7,97	— 10,44
„ 16	3,49	5,70	7,04	7,58	7,86	— 7,94
„ 23	3,29	5,50	6,81	7,40	7,79	— 4,49
„ 30	2,97	5,19	6,59	7,25	7,67	+ 1,20
Februar 6	2,91	4,97	6,35	7,06	7,57	+ 0,33
„ 13	2,85	4,68	6,16	6,88	7,43	— 0,33
„ 20	2,83	4,69	6,01	6,73	7,33	+ 1,27
„ 27	3,04	4,58	5,87	6,60	7,22	+ 4,25
März 6	3,50	4,60	5,76	6,48	7,11	+ 2,72
„ 13	3,45	4,60	5,67	6,35	7,00	+ 2,79
„ 20	3,43	4,65	5,65	6,29	6,91	+ 0,85
„ 27	3,38	4,56	5,57	6,20	6,83	+ 4,14
April 3	4,17	4,55	5,46	6,11	6,73	+ 6,57
„ 10	4,71	4,76	5,43	6,04	6,67	4,78
„ 17	4,86	4,94	5,46	6,00	6,60	5,61
„ 24	5,31	5,14	5,51	5,96	6,54	4,66
Mai 1	5,39	5,30	5,58	5,92	6,50	4,68
„ 8	5,23	5,41	5,65	5,98	6,47	3,49
„ 15	5,63	5,46	5,73	6,02	6,46	11,81

Datum	Bodentemperaturen. R°.					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage	
	Mittel der Thermometerstände NW. u. SO bei Tiefen von						
	4'	8'	12'	16'	20,		
1861. Mai	22	6,44	5,70	5,82	6,05	6,45	7,66 R.
„	29	7,04	5,99	5,92	6,07	6,45	12,86
Juni	5	8,17	6,34	6,05	6,12	6,48	13,18
„	12	8,88	6,87	6,23	6,19	6,46	12,68
„	19	9,42	7,33	6,51	6,32	6,51	15,37
„	26	10,24	7,79	6,84	6,53	6,59	18,04
Juli	3	10,31	8,14	6,98	6,59	6,62	11,12
„	10	10,32	8,49	7,30	6,75	6,68	12,51
„	17	10,54	8,64	7,55	6,92	6,80	14,38
„	24	10,95	8,93	7,76	7,11	6,91	16,78
„	31	11,27	9,14	7,94	7,26	6,99	15,81
August	7	11,48	9,40	8,15	7,43	7,09	15,89
„	14	11,74	9,65	8,36	7,59	7,23	17,39
„	21	12,01	9,85	8,52	7,72	7,29	15,85
„	28	11,75	10,01	8,70	7,86	7,38	11,63
September	4	11,59	10,13	8,90	8,01	7,49	15,06
„	11	11,48	10,13	9,01	8,13	7,60	11,71
„	18	11,01	10,09	9,05	8,22	7,68	9,28
„	25	10,52	10,02	9,14	8,36	7,78	10,70
October	2	10,33	9,87	9,15	8,44	7,85	9,32
„	9	10,25	9,78	9,16	8,51	7,94	10,71
„	16	10,16	9,72	9,16	8,56	8,01	9,30
„	23	9,57	9,60	9,12	8,58	8,06	5,68
„	30	8,86	9,36	9,05	8,56	8,07	3,01
November	6	8,23	9,08	8,99	8,57	8,10	2,99
„	13	7,69	8,76	8,87	8,55	8,13	5,22
„	20	7,32	8,45	8,70	8,48	8,11	0,90
„	27	6,52	8,14	8,55	8,44	8,12	3,26
Dezember	4	6,27	7,77	8,38	8,35	8,08	+ 1,15
„	11	5,59	7,46	8,16	8,24	8,05	— 0,54
„	18	5,36	7,21	7,96	8,11	8,01	+ 1,61
„	25	4,90	6,82	7,74	7,99	7,95	— 4,70
1862. Januar	1	4,30	6,43	7,52	7,86	7,87	— 5,20
„	8	3,84	6,09	7,31	7,74	7,82	— 3,52
„	15	3,41	5,76	7,04	7,57	7,72	+ 1,55
„	22	3,43	5,60	6,90	7,53	7,67	— 7,63
„	29	3,16	5,26	6,60	7,22	7,54	+ 1,05
Februar	5	2,94	4,95	6,30	7,01	7,42	+ 5,42
„	12	3,03	4,69	6,02	6,76	7,26	— 3,56
„	19	2,81	4,58	5,84	6,59	7,15	— 1,54
„	26	2,64	4,43	5,65	6,43	7,01	+ 0,66
März	5	2,51	4,28	5,51	6,31	6,90	— 0,39
„	12	2,53	4,16	5,41	6,20	6,81	+ 4,30
„	19	3,09	4,10	5,26	6,06	6,69	+ 5,45
„	26	3,80	4,14	5,13	5,93	6,59	6,55
April	2	4,61	4,40	5,12	5,85	6,50	9,17

Datum		Bodentemperaturen. R°.					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage	
		Mittel der Thermometerstände NW. u. SO. bei Tiefen von						
		4'	8'	12'	16'	20'		
1862.	April	9	5,23	4,67	5,12	5,77	6,41	10,24 R.
	"	16	5,82	4,99	5,21	5,71	6,31	4,03
	"	23	5,52	5,24	5,35	5,73	6,28	8,89
	"	30	6,23	5,39	5,46	5,78	6,25	10,89
	Mai	7	6,82	5,69	5,56	5,79	6,21	11,32
	"	14	7,39	5,98	5,71	5,84	6,20	11,31
	"	21	7,72	6,27	5,84	5,88	6,20	11,70
	"	28	8,13	6,56	6,02	5,96	6,21	12,55
	Juni	4	8,84	6,94	6,23	6,10	6,28	14,43
	"	11	9,56	7,21	6,43	6,18	6,29	16,32
	"	18	9,95	7,60	6,60	6,28	6,32	11,43
	"	25	9,77	7,94	6,84	6,42	6,38	9,44
	Juli	2	9,65	8,10	7,06	6,56	6,46	12,07
	"	9	9,99	8,26	7,28	6,73	6,55	15,62
	"	16	10,35	8,46	7,43	6,87	6,64	14,43
	"	23	10,70	8,64	7,57	6,99	6,72	14,55
	"	30	11,01	8,92	7,76	7,14	6,82	17,44
	August	6	11,50	9,20	7,94	7,26	6,89	14,16
	"	13	11,42	9,36	8,09	7,40	7,02	12,33
	"	20	11,33	9,52	8,29	7,54	7,07	13,32
	"	27	11,30	9,65	8,44	7,66	7,15	12,65
	Septbr.	3	11,19	9,69	8,56	7,78	7,25	12,50
	"	10	11,06	9,69	8,64	7,89	7,35	11,62
	"	17	10,97	9,78	8,75	8,01	7,41	11,71
	"	24	10,74	9,71	8,80	8,08	7,51	9,68
	October	1	10,50	9,68	8,85	8,16	7,59	11,60
	"	8	10,33	9,64	8,89	8,23	7,65	9,01
	"	15	10,07	9,54	8,89	8,30	7,73	10,13
	"	22	9,88	9,39	8,83	8,29	7,75	7,58
	"	29	9,36	9,33	8,84	8,33	7,81	6,42
	November	5	8,82	9,14	8,82	8,34	7,84	6,39
	"	12	8,47	8,90	8,74	8,34	7,86	4,60
	"	19	8,00	8,67	8,61	8,31	7,87	+ 3,11
	"	26	7,12	8,40	8,50	8,27	7,88	— 1,60
	Dezember	3	6,32	8,04	8,36	8,23	7,88	— 0,52
	"	10	5,68	7,63	8,18	8,15	7,87	+ 0,47
	"	17	5,17	7,20	7,95	8,05	7,85	— 0,66
	"	24	4,67	6,78	7,69	7,90	7,79	— 1,72
	"	31	4,24	6,35	7,43	7,79	7,74	+ 1,70
1863.	Januar	7	4,06	6,07	7,18	7,61	7,67	+ 0,81
	"	14	3,81	5,80	6,94	7,46	7,59	+ 0,46
	"	21	3,83	5,72	6,79	7,31	7,50	— 0,43
	"	28	3,49	5,30	6,51	7,14	7,39	+ 1,79
	Februar	4	3,43	5,07	6,28	6,96	7,28	+ 2,83
	"	11	3,51	4,98	6,14	6,79	7,17	+ 1,95
	"	18	3,34	4,88	5,98	6,66	7,05	— 0,85

Datum	Bodentemperaturen. R <sup>o</sup> .					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage
	4'	8'	12'	16'	20'	
1863. Februar 25	3,04	4,71	5,83	6,51	6,92	— 1,03 R.
März 4	2,89	4,57	5,71	6,44	6,87	— 0,15
" 11	3,04	4,43	5,58	6,31	6,78	+ 3,03
" 18	3,21	4,38	5,46	6,18	6,68	+ 2,40
" 25	3,33	4,32	5,40	6,06	6,59	+ 2,76
April 1	3,71	4,37	5,25	5,97	6,49	+ 3,52
" 8	4,00	4,45	5,22	5,90	6,43	+ 6,81
" 15	4,65	4,58	5,19	5,85	6,37	+ 6,39
" 22	5,33	4,81	5,23	5,80	6,29	+ 8,33
" 29	5,57	5,06	5,26	5,75	6,23	+ 6,54
Mai 6	5,87	5,28	5,37	5,76	6,17	8,61
" 13	6,67	5,50	5,47	5,77	6,16	11,47
" 20	7,61	5,89	5,61	5,82	6,14	13,94
" 27	8,37	6,38	5,80	5,89	6,14	9,81
Juni 3	8,67	6,71	6,01	5,97	6,16	11,42
" 10	8,95	7,07	6,28	6,12	6,22	12,90
" 17	9,35	7,37	6,47	6,24	6,25	11,61
" 24	9,76	7,73	6,77	6,45	6,37	13,35
Juli 1	10,31	8,00	6,94	6,53	6,41	18,00
" 8	10,82	8,33	7,15	6,66	6,47	14,51
" 15	10,93	8,66	7,40	6,83	6,68	13,95
" 22	11,16	8,98	7,65	7,01	6,79	13,51
" 29	11,14	9,09	7,82	7,15	6,76	12,97
August 5	11,25	9,29	8,03	7,32	6,87	14,56
" 12	11,67	9,45	8,20	7,47	6,99	18,55
" 19	12,09	9,62	8,32	7,57	7,05	16,69
" 26	11,79	9,89	8,50	7,72	7,15	11,76
Septbr. 2	11,77	9,94	8,68	7,85	7,27	15,24
" 9	11,79	10,03	8,80	7,97	7,36	12,51
" 16	11,30	10,03	8,89	8,09	7,45	9,29
" 23	10,97	9,97	8,97	8,18	7,53	10,90
" 29	10,57	9,87	9,00	8,27	7,62	9,14
October 7	10,16	9,71	9,00	8,32	7,69	8,41
" 14	10,00	9,60	9,03	8,42	7,79	9,50
" 21	9,87	9,43	8,95	8,42	7,83	8,71
" 28	9,45	9,31	8,89	8,39	7,86	3,85
Novbr. 4	8,72	9,08	8,83	8,39	7,89	6,00
" 11	8,23	9,81	8,71	8,35	7,90	4,30
" 18	7,60	8,54	8,62	8,36	7,91	2,40
" 25	6,96	8,23	8,41	8,32	7,95	3,10
Decbr. 2	6,81	7,96	8,21	8,20	7,91	+ 0,38
" 9	5,93	7,60	8,15	8,17	7,91	+ 0,83
" 16	5,56	7,26	7,94	8,04	7,86	?
" 23	5,28	6,97	7,73	7,91	7,81	+ 0,05
" 30	4,93	6,70	7,54	7,79	7,75	+ 0,83
1864. Januar 6	4,41	6,32	7,29	7,65	7,68	— 7,59

Datum	Bodentemperaturen. R°.					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage.	
	Mittel der Thermometerstände NW. u. SO. bei Tiefen von						
	4'	8'	12'	16'	20'		
1864. Januar	13	3,87	5,98	7,07	7,50	7,60	— 9,30 R.
„	20	3,24	5,62	6,83	7,36	7,52	— 8,71
„	27	2,87	5,31	6,63	7,24	7,45	+ 1,00
Februar	3	2,63	5,00	6,40	7,06	7,36	— 3,22
„	10	2,44	4,70	6,14	6,87	7,23	— 4,27
„	17	2,26	4,46	5,92	6,68	7,14	+ 1,00
„	24	2,12	4,24	5,70	6,55	6,98	— 2,57
März	2	2,08	4,08	5,52	6,40	6,93	+ 1,33
„	9	2,02	3,90	5,34	6,26	6,82	+ 6,19
„	16	2,43	3,76	5,13	6,07	6,68	+ 2,52
„	23	2,70	3,75	4,96	5,90	6,53	1,64
„	30	3,16	3,85	4,91	5,80	6,44	3,03
April	6	3,27	3,94	4,87	5,69	6,21	1,27
„	13	3,27	3,97	4,80	5,60	6,25	1,66
„	20	3,65	4,05	4,80	5,55	6,15	3,67
„	27	4,16	4,17	4,80	5,54	6,10	7,56
Mai	4	4,92	4,37	4,81	5,45	6,00	3,69
„	11	5,30	4,63	4,89	5,44	5,96	8,50
„	18	6,42	4,96	5,00	5,44	5,92	12,11
„	25	7,36	5,39	5,15	5,46	5,86	11,23
Juni	1	7,52	5,90	5,38	5,56	5,91	10,35
„	8	8,05	6,16	5,58	5,61	5,89	13,23
„	15	8,74	6,59	5,85	5,71	5,93	12,75
„	22	9,14	6,96	6,08	5,84	5,96	11,21
„	29	9,56	7,27	6,30	5,96	6,01	12,36
Juli	6	9,59	7,57	6,49	6,16	6,10	12,15
„	13	9,59	7,81	6,77	6,30	6,20	11,99
„	20	10,14	8,07	6,96	6,44	6,26	14,27
„	27	10,37	8,29	7,18	6,62	6,38	14,33
August	3	10,75	8,51	7,38	6,76	6,48	15,24
„	10	10,92	8,76	7,54	6,90	6,57	15,78
„	17	10,75	8,96	7,72	7,03	6,67	10,08
„	24	10,58	9,02	7,86	7,18	6,67	12,95
„	31	10,44	9,05	8,02	7,30	6,85	9,52
September	7	10,35	9,05	8,14	7,45	6,95	12,61
„	14	10,51	9,04	8,19	7,51	7,03	11,47
„	21	10,31	9,11	8,24	7,61	7,12	10,15
„	28	9,98	9,06	8,26	7,67	7,19	8,18
October	5	9,48	8,95	8,27	7,71	7,24	4,39
„	12	8,59	8,78	8,30	7,76	7,31	5,01
„	19	8,03	8,48	8,24	7,80	7,37	5,06
„	26	7,85	8,22	8,15	7,83	7,40	8,77
November	2	7,80	8,99	8,01	7,76	7,41	4,67
„	9	7,29	7,84	7,88	7,71	7,42	1,04
„	16	6,29	7,55	7,83	7,67	7,41	1,13
„	23	5,86	7,21	7,66	7,63	7,41	2,45

Datum	Bodentemperaturen. R <sup>o</sup> .					Mittlere Temperatur der Luft d. vorausgegangenen 7 Tage
	Mittel der Thermometerstände NW. u. SO. bei Tiefen von	4'	8'	12'	16'	
1864. November 30	5,56	6,91	7,47	7,54	7,39	+ 1,18 R.
Dezember 7	5,15	6,66	7,30	7,42	7,37	— 2,44
„ 14	4,55	6,34	7,11	7,29	7,31	— 3,01
„ 21	4,01	5,99	6,91	7,21	7,29	— 2,00
„ 28	3,63	5,62	6,69	7,07	7,18	— 8,74
1865. Januar 4	3,37	5,36	6,46	6,95	7,13	— 6,13
„ 11	3,09	5,10	6,27	6,84	7,06	+ 0,33
„ 18	2,87	4,85	6,05	6,68	6,97	+ 0,39
„ 25	2,78	4,69	5,90	6,56	6,90	+ 0,47
Februar 1	2,59	4,48	5,70	6,39	6,79	+ 1,11
„ 8	2,52	4,27	5,50	6,24	6,68	— 1,20
„ 15	2,39	4,08	5,30	6,09	6,58	— 7,07
„ 22	2,31	3,90	5,14	5,93	6,46	— 1,82
März 1	2,18	3,80	5,02	5,82	6,37	— 1,36
„ 8	2,06	3,66	4,87	5,69	6,30	— 0,03
„ 15	1,96	3,54	4,73	5,58	6,19	+ 0,14
„ 22	1,95	3,46	4,59	5,45	6,06	— 3,08
„ 29	1,97	3,38	4,55	5,35	5,97	— 2,16
April 5	1,81	3,26	4,40	5,25	5,90	+ 0,95
„ 12	2,04	3,19	4,32	5,15	5,83	+ 8,10

Anmerkung. — Diese und die folgenden den gleichen Gegenstand behandelnden Tabellen sollten grössten Theils die Unterlagen für Beantwortung der gestellten Frage bilden: Wie gross ist die Temperaturveränderung des Wassers in Rohrleitungen. — Verfasser hofft diese Frage in einer wenigstens annähernd befriedigenden Weise unter Bezugnahme auf die Tabellen nächstens beantworten zu können.

Tabelle B.

## Epochen des Maximums und Minimums der Bodentemperaturen.

(VI. Supplementband zu den Annalen der Münchener Sternwarte.)

### Minima.

Jahr	bei 4' Datum mit Graden	bei 8' Datum mit Graden	bei 12' Datum mit Graden	bei 16' Datum mit Graden	bei 20' Datum mit Graden	Luft- temperatur
1861	Febr. 20 : 2,83	April 3 : 4,55	April 10 : 5,43	Mai 1 : 5,92	Mai 22 : 6,45	Jan. 9 : 10,44
1862	März 5 : 2,51	März 19 : 4,10	April 2 : 5,12	April 16 : 5,71	Mai 14 : 6,20	Jan. 22 : 7,63
1863	März 4 : 2,89	März 25 : 4,32	April 15 : 5,19	April 29 : 5,75	Mai 20 : 6,14	Febr. 25 : 1,03
1864	März 9 : 2,02	März 23 : 3,75	April 13 : 4,80	Mai 11 : 5,44	Mai 25 : 5,86	Jan. 13 : 9,30
1865	April 5 : 1,81	April 12 : 3,19	April 26 : 4,24	Mai 10 : 4,94	Mai 24 : 5,45	Febr. 15 : 7,07
1866	Jan. 24 : 3,09	April 4 : 4,38	April 11 : 5,01	April 25 : 5,52	Mai 16 : 5,89	Jan. 3 : 2,49

### Maxima.

Jahr	bei 4' Datum mit Graden	bei 8' Datum mit Graden	bei 12' Datum mit Graden	bei 16' Datum mit Graden	bei 20' Datum mit Graden	Luft- temperatur
1861	Aug. 21 : 12,01	Septbr. 4 : 10,13	Oct. 9 : 9,16	Oct. 23 : 8,58	Nov. 13 : 8,13	Juni 26 : 18,04
1862	Aug. 6 : 11,50	Septbr. 17 : 9,78	Oct. 8 : 8,89	Nov. 5 : 8,34	Nov. 26 : 7,88	Aug. 6 : 17,44
1863	Aug. 19 : 12,09	Septbr. 9 : 10,03	Oct. 14 : 9,03	Oct. 14 : 8,42	Nov. 25 : 7,95	Aug. 12 : 18,55
1864	Aug. 10 : 10,92	Septbr. 28 : 9,06	Oct. 12 : 8,30	Oct. 26 : 7,83	Nov. 9 : 7,42	Aug. 3 : 15,78
1865	Sptbr. 6 : 11,42	Septbr. 20 : 9,33	Oct. 11 : 8,25	Nov. 8 : 7,70	Nov. 29 : 7,29	Juli 19 : 17,21
1866	Juli 25 : 11,97	Septbr. 26 : 10,10	Oct. 17 : 9,13	Nov. 7 : 8,50	Nov. 14. 28 : 8,00	Juli 18 : 17,64

Tabelle C.

## Temperatur der Quellen bei Bogenhausen.

(IX. Band der Annalen der Münchner Sternwarte.)

Bemerkungen. Quelle I und II sind in Bogenhausen, erstere fließt aus dem Kappenberg, letztere mit noch einer zweiten aus dem Pfarrberg. Quelle II liegt neben dem Brunnenhause, welches das Wasser nach Neuberghausen liefert.

Quelle III ist oberhalb der Bogenhauser Brücke in der Verlängerung des Isardammes, nicht weit von der Stelle, wo der Weg vom Damme auf die Höhe führt (daneben ist noch eine zweite).

Quelle IV am rechten Isarufer ungefähr der 4. Theil des Weges von Haidhausen nach Bogenhausen. (Die Thermometercorrectur ist unberücksichtigt).

Datum		Temperatur der Quellen				Datum		Temperatur der Quellen			
		I	II	III	IV			I	II	III	IV
1852. Mai	1	7,5 R.	7,55	—	—	1852. Oct.	23	7,4 R.	7,2	7,5	8,3
„	8	7,5	7,5	6,8	6,55	„	30	7,4	7,2	7,8	8,3
„	15	7,5	7,6	6,6	6,5	Novbr.	6	7,45	7,3	8,0	8,4
„	22	7,5	7,5	6,55	6,5	„	13	7,4	7,3	7,8	8,4
„	29	7,5	7,5	6,85	6,5	„	20	7,45	7,4	8,05	8,5
Juni	5	7,5	7,5	6,6	6,5	„	27	7,4	7,2	7,8	8,4
„	12	7,5	7,5	6,55	6,5	Decbr.	4	7,4	7,35	7,8	8,4
„	19	7,55	7,5	6,6	6,55	„	11	7,35	7,4	8,0	8,4
„	26	7,6	7,5	6,7	6,6	„	18	7,35	7,35	7,85	8,25
Juli	3	7,5	7,5	6,6	6,6	„	25	7,35	7,35	7,85	8,2
„	10	7,6	7,5	6,7	6,65	„	31	7,3	7,4	7,85	8,3
„	17	7,55	7,5	6,7	6,8	1853. Jan.	8	7,2	7,4	7,8	8,15
„	24	7,6	7,5	7,4	7,2	„	15	7,2	7,4	7,7	8,0
„	31	7,5	7,2	7,0	6,8	„	22	7,2	7,4	7,6	7,9
August	7	7,5	7,2	6,7	7,1	„	29	7,2	7,45	7,6	7,85
„	14	7,5	7,1	7,0	7,2	Febr.	5	7,2	7,45	7,5	7,65
„	21	7,5	7,2	7,0	7,4	„	12	7,1	7,45	7,6	7,6
„	28	7,5	7,2	7,1	7,5	„	19	7,05	7,45	7,5	7,5
Septbr.	4	7,5	7,1	7,2	7,5	„	26	7,15	7,5	7,5	7,5
„	11	7,5	7,2	7,4	7,6	März	5	7,1	7,5	7,55	7,5
„	18	7,5	7,1	7,4	7,6	„	12	6,65	7,5	7,55	7,5
„	25	7,5	7,2	7,5	7,9	„	19	6,8	7,45	7,45	7,4
October	2	7,45	7,2	7,5	8,1	„	26	7,0	7,5	7,45	7,4
„	9	7,5	7,0	7,5	8,0	April	2	7,0	7,45	7,45	7,3
„	16	7,3	7,0	7,6	8,0	„	9	7,0	7,45	7,2	7,1

Datum	Temperatur der Quellen				Datum	Temperatur der Quellen			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1853. Apr. 16	7,1 R.	7,5	7,0	7,0	1854. März 4	7,10 R	7,5	7,50	7,4
„ 23	7,3	7,5	7,1	6,9	„ 11	6,9	7,5	7,50	7,45
„ 30	7,4	7,5	7,0	6,8	„ 18	7,0	7,45	7,3	7,15
Mai 7	7,4	7,45	6,7	6,6	„ 25	6,9	7,45	7,2	7,05
„ 14	7,45	7,5	7,0	6,55	April 1	7,05	7,5	7,1	7,0
„ 21	7,45	7,5	7,0	6,55	„ 8	7,1	7,5	7,2	7,0
„ 28	7,5	7,5	7,3	6,5	„ 15	7,2	7,5	7,15	6,75
Juni 4	7,45	7,45	—	6,5	„ 22	7,3	7,45	7,05	6,70
„ 11	7,5	7,5	—	6,5	„ 29	7,25	7,35	6,75	6,55
„ 18	7,5	7,4	6,75	6,5	Mai 6	7,3	7,35	6,7	6,6
„ 25	7,5	7,4	6,75	6,5	„ 13	7,3	7,4	6,5	6,6
Juli 2	7,5	7,35	6,55	6,5	„ 20	7,5	7,4	6,75	6,55
„ 9	7,5	7,45	7,3	6,55	„ 27	7,5	7,45	6,8	6,55
„ 16	7,5	7,4	6,7	6,6	Juni 3	7,55	7,4	6,7	6,55
„ 23	7,5	7,3	7,4	6,8	„ 10	7,55	7,4	6,6	6,5
„ 30	7,6	7,5	7,0	7,0	„ 17	7,55	7,4	6,6	6,55
August 6	7,5	7,2	7,0	7,1	„ 24	7,6	7,3	6,6	6,55
„ 13	7,5	7,2	7,4	7,4	Juli 1	7,85 <sup>1)</sup>	7,3	6,6	6,6
„ 20	7,5	7,2	7,5	7,5	„ 8	7,8	7,3	6,85	6,6
„ 27	7,5	7,10	7,4	7,5	„ 15	7,65	7,3	7,80	6,65
Septbr. 3	7,55	7,15	7,45	7,55	„ 22	7,60	7,3	7,0	6,85
„ 10	7,5	7,2	7,6	7,6	„ 29	7,8	7,35	7,0	6,95
„ 17	7,5	7,25	7,7	7,6	August 5	7,8	7,2 <sup>3)</sup>	7,45	7,0
„ 24	7,5	7,15	7,55	7,9	„ 12	7,8	7,2	—	7,05
October 1	7,5	7,3	7,6	8,0	„ 19	8,0	7,2	—	7,15
„ 8	7,5	7,2	7,9	8,0	„ 26	8,0	7,2	7,4	7,25
„ 15	7,5	7,2	8,0	8,1	Septbr. 2	8,0	7,2	7,4	7,40
„ 22	7,5	7,3	7,8	8,3	„ 9	8,0	7,15	7,35	7,40
„ 29	7,4	7,2	7,9	8,2	„ 16	7,9	7,35	7,5	7,5
Novbr. 5	7,4	7,2	8,0	8,3	„ 23	8,0	7,05	7,45	7,5
„ 12	7,4	7,3	8,0	8,4	„ 30	7,5	7,1	7,5	7,5
„ 19	7,5	7,2	8,0	8,35	October 7	7,7	7,2	7,55	7,55
„ 26	7,5	7,4	8,0	8,3	„ 14	7,65	7,15	7,5	7,55
Dezbr. 3	7,4	7,4	8,0	8,3	„ 21	7,55	7,10	7,55	7,6
„ 10	7,2	7,25	8,0	8,1	„ 28	7,50	7,16	7,60	7,65
„ 17	7,15	7,35	8,0	8,2	Novbr. 4	7,0	7,10	7,6	7,65
„ 24	7,1	7,35	8,0	8,0	„ 11	—	7,10	—	7,7
„ 31	7,1	7,4	7,9	8,0	„ 18	—	7,15	—	7,7
1854. Jan. 7	7,1	7,45	7,95	8,0	„ 25	—	7,25	—	7,75
„ 14	7,1	7,45	7,85	7,8	Dezbr. 2	—	7,10	—	7,7
„ 21	7,1	7,5	7,80	7,8	„ 9	—	7,20	—	7,8
„ 28	7,1	7,4	7,55	7,6	„ 16	6,45 <sup>2)</sup>	7,30	—	7,7
Februar 4	7,05	7,5	7,50	7,55	„ 23	6,5	7,35	—	7,75
„ 11	7,0	7,45	7,55	7,55	„ 30	6,45	7,35	—	7,75
„ 18	7,05	7,45	7,55	7,55	1855. Jan. 6	6,5	7,3	—	7,7
„ 25	7,05	7,45	7,50	7,45	„ 13	6,3	7,2	—	7,7

1) neue Fassung; 2) neu ausgegraben; 3) veränderter langsamer Abfluss.

Datum	Temperatur der Quellen. R°.				Datum	Temperatur der Quellen. R°.			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1855. Jan. 20	6,3	7,3	—	7,7	1855. Sept. 15	7,6	7,05	—	7,4
„ 27	6,45	7,45	—	7,65	„ 22	7,55	7,2	—	7,5
Februar 3	6,4	7,4	—	7,55	„ 29	7,6	7,1	—	7,5
„ 10	6,3	7,4	—	7,5	Octbr. 6	7,5	7,1	—	7,55
„ 17	6,3	7,4	—	7,45	„ 13	7,5	7,15	—	7,5
„ 24	6,3	7,45	—	7,5	„ 20	7,5	7,10	—	7,55
März 3	5,45	7,4	—	7,45	„ 27	7,7	7,35	—	8,0
„ 10	6,25	7,3	—	7,4	Novbr. 3	7,6	7,40	—	8,0
„ 17	6,55	7,45	—	7,4	„ 10	7,6	7,45	—	8,2
„ 24	6,80	7,5	—	7,3	„ 17	7,5	7,45	—	8,3
„ 31	6,85	7,4	—	7,15	„ 24	7,35	7,45	—	8,2
April 7	7,07	7,5	—	7,1	Dezbr. 1	7,25	7,45	—	8,2
„ 14	7,0	7,45	—	7,0	„ 8	7,20	7,5	—	8,25
„ 21	7,15	7,45	—	6,9	„ 15	7,0	7,5	—	8,2
„ 28	7,10	7,4	—	6,85	„ 22	6,75	7,5	—	8,35
Mai 5	7,15	7,45	—	6,8	„ 29	6,55	7,5	—	8,1
„ 12	7,20	7,4	—	6,6	1856. Jan. 5	6,50	7,5	—	8,15
„ 19	7,25	7,4	—	6,6	„ 12	6,45	7,5	—	7,8
„ 26	7,45	7,45	—	6,6	„ 19	6,30	7,5	—	7,8
Juni 2	7,50	7,45	—	6,7	„ 26	6,55	7,5	—	7,8
„ 9	7,70	7,4	—	6,75	Februar 2	—	7,5	—	7,7
„ 16	8,10	7,4	—	6,55	„ 9	6,20	7,5	—	7,8
„ 23	7,60	7,3	—	6,60	„ 16	6,50	7,55	—	7,95
„ 30	7,60	7,4	—	6,60	„ 23	6,50	7,55	—	7,7
Juli 7	7,80	7,3	—	6,7	März 1	6,55	7,5	—	7,7
„ 14	8,0	7,4	—	6,8	„ 8	6,60	7,55	—	7,65
„ 21	8,0	7,3	—	6,8	„ 15	6,60	7,55	—	7,5
„ 28	8,0	7,1	—	7,0	„ 22	6,60	7,6	—	7,5
August 4	8,2	7,1	—	7,0	„ 29	6,60	7,55	—	7,5
„ 11	8,2	7,15	—	7,2	April 5	6,60	7,65	—	7,5
„ 18	8,0	7,20	—	7,2	„ 12	6,90	7,70	—	7,5
„ 25	8,0	7,20	—	7,4	„ 19	7,0	7,65	—	7,5
Septbr. 1	7,9	7,0	—	7,3	„ 25	7,4	7,65	—	7,5
„ 8	7,8	7,0	—	7,3					

Tabelle D.

# Wassertemperatur

des Brunnens der kgl. Sternwarte zu München

beobachtet von Dr. J. von Lamont.

(IV. Supplementband zu den Annalen pag. 113.)

(Erläuterung: pag. 96 und 113 a. a. O.)

Die aufgezeichnete Temperatur des Brunnens der Sternwarte wurde jeden 1. und 15. d. Mts. genommen. Die Sohle des Brunnens befindet sich 63' (≈ 18,4 m.) unter Terrain. Die mittlere Jahrestemperatur des Brunnenwassers ist für

1858 = 7,01 ° R.

1859 = 7,09 ° R.

## Temperatur des Brunnens der Sternwarte

Datum	Temper.	Datum	Temper.	Datum	Temper.
	0		0		0
? October 30	7,0	1858. April 1	7,0	1859. März 15	7,1
1857. Mai 1	7,0	„ 15	7,1	April 2	7,2
„ 15	7,05	Mai 1	7,05	„ 15	7,0
Juni 1	7,10	„ 15	7,1	Mai 2	7,1
„ 15	7,10	Juni 1	7,05	„ 16	7,1
Juli 1	7,15	„ 15	7,1	Juni 1	7,15
„ 15	7,15	Juli 1	7,1	„ 15	7,15
August 1	7,15	„ 15	7,1	Juli 1	7,2
„ 15	7,20	August 1	7,1	„ 15	7,2
September 1	7,20	„ 15	7,1	August 1	7,2
„ 15	7,10	September 1	7,1	„ 16	7,15
October 1	7,20	„ 15	7,1	September 1	7,15
„ 15	7,10	October 1	7,15	„ 15	7,15
November 5	7,25	„ 15	7,15	October 1	7,2
„ 14	7,20	November 2	7,0	„ 15	7,15
Dezember 1	7,20	„ 15	6,9	November 1	7,15
„ 15	7,20	Dezember 1	7,0	„ 15	7,15
1858. Januar 4	6,00*)	„ 15	6,9	Dezember 1	7,03
„ 15	7,20	1859. Januar 1	6,95	„ 15	6,98
Februar 1	7,15	„ 15	6,85	1860. Januar 1	7,23
„ 15	7,20	Februar 1	7,0	„ 15	6,98
März 1	7,15	„ 15	6,9	September 12	7,28
„ 15	6,90	März 1	6,9		

\*) Ist wohl Druckfehler und soll heißen 6,90.

Tabelle E.

# Niederschlagsmengen

beobachtet an der Kgl. Sternwarte zu München

von Dr. J. von Lamont.

(VI. Supplementband zu den Annalen der kgl. Sternwarte)  
(pag. XLII und folgende.)

Die Menge der meteorischen Niederschläge hat eine regelmässige jährliche Periode, jedoch mit zufälligen Störungen, von deren Betrag folgende Tabelle, worin man die Resultate der Periode 1857—1866 neben den Resultaten der sämtlichen bisherigen Beobachtungen 1843—1866 findet, eine Vorstellung geben kann.

Monat	1857—1866	1843—1866
Januar	18,78 paris. L.	17,57 paris. L.
Februar	12,40	16,20
März	21,86	18,00
April	22,49	26,55
Mai	39,68	39,36
Juni	52,04	54,85
Juli	50,72	49,39
August	42,69	45,16
September	35,49	30,02
October	17,64	25,58
November	21,13	22,65
Dezember	14,99	13,26

Die jährliche Regenmenge betrug von 1848 angefangen:			
1848	305,46'''	1862	384,31'''
1849	379,35	1863	344,72
1850	436,12	1864	343,49
1851	309,15	1865	248,45
1852	356,71	1866	399,10
1853	392,56	1867	444,24
1854	348,28	1868	300,57
1855	362,41	1869	330,21
1856	302,54	1870	278,45
1857	283,70	1871	333,68
1858	351,27	1872	360,48
1859	381,46	1873	354,93
1860	411,59	1874	310,88
1861	351,57		

Ueber die Schwankungen der Regenmenge findet man nähere Nachweisungen in den Wochenberichten der Münchner Sternwarte Nr. 58—61.

Folgende Tabelle Ea giebt die monatlichen Niederschlagsmengen für die Jahre 1867 bis mit 1874 in pariser Linien.

Tabelle Ea.

J a h r	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874
Januar	24,40	20,24	12,72	14,01	23,86	12,31	2,98	6,45
Februar	23,21	6,22	7,39	2,66	18,36	13,11	22,58	9,96
März	48,98	22,91	28,39	24,23	22,29	6,32	14,43	12,66
April	34,48	26,43	27,03	15,34	41,68	25,48	23,82	31,79
Mai	39,79	28,88	31,06	7,26	26,82	65,38	54,21	64,39
Juni	67,85	39,34	40,78	27,08	40,64	64,06	58,52	36,75
Juli	37,58	45,24	44,31	17,01	64,67	35,16	33,14	28,81
August	50,66	32,56	50,14	75,59	27,75	58,36	76,08	37,65
September	22,54	16,36	14,06	24,94	6,36	16,06	29,22	19,93
October	52,92	11,17	18,34	37,61	32,98	16,95	20,33	11,52
November	13,89	12,56	32,70	19,75	20,57	26,27	14,37	26,07
Dezember	27,94	38,86	23,29	12,97	7,70	21,02	5,25	24,90

Tabelle F.

# Beobachtungen

über die Temperatur des Starnberger Sees angestellt in Seeshaupt

durch Herrn

Professor Dr. Ebermayer.

Zehntägige Mittel aus den täglichen Beobachtungen Abends 6 Uhr in 4 Fuss Tiefe  
(Grade Réaumur.)

Monate	Dekade	Mittel ° R.	Monate	Dekade	Mittel ° R.
Juni 1867	1—10	15,20	März 1868	1—10	2,45
	11—20	13,18		11—20	4,73
	21—30	16,71		21—31	4,72
Juli „	1—10	15,66	April „	1—10	8,40
	11—20	15,94		11—20	7,43
	21—31	16,31		21—30	7,35
August „	1—10	15,67	Mai „	1—10	12,45
	11—20	17,42		11—20	15,98
	21—31	16,49		21—31	18,83
Septbr. „	1—10	18,67	Juni „	1—10	16,08
	11—20	16,42		11—20	17,76
	21—30	13,23		21—30	19,08
Octbr. „	1—10	8,36	Juli „	1—10	15,50
	11—20	8,17		11—20	19,36
	21—31	8,48		21—31	19,61
Novbr. „ (2' Tiefe)	1—10	5,01	August „	1—10	20,0
	11—20	4,89		11—20	19,2
	21—30	2,04		21—31	16,4
Dezbr. „ (2' Tiefe)	1—10	0,54	Sept., Schluss der Beobachtungen durch Messung der Temperatur von der Oberfl. bis 70' Tiefe. Oberfläche . . . . . 14,0 <sup>o</sup> 10' Tiefe . . . . . 13,75 20' „ . . . . . 13,50 30' „ . . . . . 13,50 40' „ . . . . . 10,75 50' „ . . . . . 6,50 60' „ . . . . . 6,00 70' „ . . . . . 4,25		
	11—20	0,60			
	21—31	1,33			
Jan. 1868 (2' Tiefe)	1—10	0,36			
	11—20	0,96			
	21—31	1,15			
Febr. „	1—10	1,63			
	11—20	1,88			
	21—29	2,73			

Tabelle G.

## Zusammenstellung

der monatlichen und jährlichen mittlern Wasserhöhen am Pegel des Würmflusses  
bei der Brücke zu Starnberg am Würmsee, in Metern.

Beobachtet vom kgl. Strassen- und Fluss-Bauamt zu München.

(Aufgetragen auf Blatt 11.)

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Dezember	Jahresmittel.	Niedrigster Wasserstand	Höchster Wasserstand
1851	0,55	0,46	0,38	0,43	0,56	0,70	0,76	0,97	0,93	0,70	0,83	0,51	0,65	0,37	1,04
1852	0,43	0,47	0,41	0,34	0,33	0,36	0,37	0,45	0,70	0,77	0,64	0,53	0,46	0,32	0,83
1853	0,42	0,32	0,29	0,50	0,81	0,90	1,11	0,94	0,80	0,65	0,43	0,26	0,62	0,27	1,19
1854	0,19	0,16	0,18	0,19	0,22	0,29	0,37	0,47	0,42	0,33	0,25	0,21	0,27	0,12	0,56
1855	0,27	0,22	0,37	0,47	0,42	0,48	0,52	0,72	0,88	0,72	0,53	0,39	0,50	0,12	0,90
1856	0,30	0,31	0,26	0,18	0,22	0,38	0,56	0,58	0,53	0,41	0,34	0,44	0,37	0,15	0,66
1857	0,39	0,29	0,27	0,39	0,38	0,53	0,52	0,47	0,34	0,25	0,15	0,09	0,34	0,07	0,56
1858	0,07	0,07	0,10	0,22	0,36	0,39	0,44	0,56	0,63	0,61	0,59	0,59	0,39	0,07	0,66
1859	0,53	0,51	0,57	0,62	0,76	0,86	0,76	0,67	0,63	0,58	0,54	0,53	0,63	0,44	0,88
1860	0,51	0,47	0,52	0,46	0,49	0,64	0,81	0,99	0,98	0,90	0,76	0,68	0,68	0,44	1,00
1861	0,71	0,69	0,64	0,57	0,55	0,64	0,72	0,69	0,53	0,46	0,34	0,32	0,57	0,29	0,75
1862	0,31	0,40	0,39	0,40	0,44	0,58	0,63	0,65	0,65	0,62	0,55	0,47	0,51	0,22	0,73
1863	0,44	0,44	0,38	0,35	0,41	0,40	0,52	0,53	0,48	0,48	0,45	0,40	0,44	0,34	0,58
1864	0,36	0,34	0,38	0,43	0,59	0,72	0,78	0,89	0,76	0,72	0,62	0,52	0,59	0,32	0,95
1865	0,46	0,45	0,45	0,43	0,43	0,41	0,33	0,37	0,36	0,22	0,13	0,07	0,34	0,05	0,51
1866	0,04	0,09	0,20	0,36	0,43	0,50	0,56	0,68	0,77	0,67	0,51	0,50	0,44	0,03	0,80
1867	0,55	0,68	0,69	0,82	0,84	0,90	0,83	0,72	0,69	0,76	0,72	0,67	0,74	0,53	0,95
1868	0,67	0,66	0,63	0,64	0,68	0,66	0,59	0,50	0,33	0,25	0,18	0,19	0,50	0,15	0,70
1869	0,27	0,24	0,25	0,26	0,53	0,44	0,52	0,58	0,53	0,42	0,41	0,45	0,41	0,22	0,63
1870	0,41	0,36	0,40	0,43	0,37	0,37	0,30	0,39	0,50	0,50	0,50	0,59	0,43	0,29	0,63
1871	0,57	0,62	0,58	0,66	0,74	0,69	0,79	0,72	0,56	0,47	0,37	0,29	0,58	0,29	0,83
1872	0,23	0,24	0,29	0,32	0,42	0,70	0,74	0,75	0,65	0,51	0,45	0,41	0,48	0,22	0,79
1873	0,35	0,27	0,36	0,36	0,47	0,65	0,68	0,64	0,58	0,48	0,36	0,31	0,46	0,25	0,72
1874	0,27	0,26	0,21	0,28	0,41	0,51	0,62	0,60	0,53	0,44	0,36	0,38	0,41	0,19	0,65
1875	0,41	0,46	0,47	0,53	0,51	0,54	0,66	0,66	0,58	0,59	0,61	0,60	0,55	0,35	0,73
Monatl. Mittel	0,3884	0,3792	0,3868	0,4256	0,4948	0,5696	0,6196	0,6476	0,6136	0,5404	0,4648	0,4160	0,494		

Tabelle H.

## Zusammenstellung

der Elemente des Querprofils für verschiedene Pegelstände der Würrn.

Aufgetragen auf Blatt 12.

$\pi$	$f$	$p$	$r$	$v$	$q$
— 0,1	2,113	11,714	0,1804	0,3826	0,8084
0,0	3,375	13,676	0,2468	0,3685	1,244
+ 0,1	4,885	16,987	0,2876	0,3618	1,767
0,2	6,706	19,532	0,3433	0,3541	2,375
0,3	8,739	21,179	0,4126	0,3464	3,027
0,4	10,913	22,282	0,4898	0,3394	3,703
0,5	13,161	22,924	0,5741	0,3330	4,382
0,6	15,469	23,586	0,6559	0,3277	5,069
0,7	17,841	24,121	0,7396	0,3230	5,762
0,8	20,246	24,546	0,8249	1,3188	6,454
0,9	22,684	24,961	0,9088	0,3151	7,148
1,0	25,134	25,116	1,001	0,3115	7,828
1,1	27,584	25,316	1,089	0,3083	8,505
1,2	30,034	25,516	1,177	0,3055	9,174

Tabelle J.

## Zusammenstellung

der mittlern monatlichen Abflussmengen bei den in den letzten 25 Jahren beobachteten Pegelständen der Würm an der Brücke bei Starnberg am Würmsee, in Sec.-Cbm.

Aufgetragen auf Blatt 11.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Dezember	Jährliches Mittel	dem niedrigsten Pegelstände entsprechend	dem höchsten Pegelstände entsprechend
1851	4,73	4,11	3,57	3,91	4,80	5,76	6,18	7,62	7,34	5,76	6,65	4,45	5,41	3,50	8,10
1852	3,91	4,18	3,77	3,30	3,24	3,44	3,50	4,05	5,76	6,24	5,35	4,59	4,28	3,17	6,65
1853	3,84	3,17	2,96	4,38	6,52	7,14	8,57	7,41	6,45	5,42	3,91	2,76	5,21	2,83	9,11
1854	2,31	2,12	2,25	2,31	2,50	2,96	3,50	4,18	3,84	3,24	2,70	2,44	2,86	1,88	4,80
1855	2,83	2,50	3,50	4,18	3,84	4,25	4,52	5,90	7,00	5,90	4,59	3,64	4,39	1,88	7,14
1856	3,03	3,10	2,76	2,25	2,50	3,57	4,80	4,94	4,59	3,77	3,30	3,98	3,55	2,06	5,49
1857	3,64	2,96	2,83	3,64	3,57	4,59	4,52	4,18	3,30	2,70	2,06	1,72	3,31	1,61	4,80
1858	1,61	1,61	1,77	2,50	3,44	3,64	3,98	4,80	5,28	5,14	5,01	5,01	3,65	1,61	5,49
1859	4,59	4,45	4,87	5,21	6,18	6,86	6,18	5,56	5,28	4,94	4,66	4,59	5,28	3,98	7,00
1860	4,45	4,18	4,52	4,11	4,32	5,35	6,52	7,76	7,69	7,14	6,18	5,63	5,65	3,98	7,83
1861	5,83	5,70	5,35	4,87	4,73	5,35	5,90	5,70	4,59	4,11	3,30	3,17	4,88	2,96	6,11
1862	3,10	3,70	3,64	3,70	3,98	4,94	5,28	5,42	5,42	5,21	4,73	4,18	4,47	2,50	5,97
1863	3,98	3,98	3,57	3,37	3,77	3,70	4,52	4,59	4,25	4,25	4,05	3,70	3,98	3,30	4,94
1864	3,44	3,30	3,57	3,91	5,01	5,90	6,31	7,07	6,18	5,90	5,21	4,52	5,03	3,17	7,48
1865	4,11	4,05	4,05	3,91	3,91	3,77	3,24	3,50	3,44	2,50	1,94	1,61	3,34	1,50	4,45
1866	1,45	1,72	2,37	3,44	3,91	4,38	4,80	5,63	6,24	5,56	4,45	4,38	4,03	1,40	6,45
1867	4,73	5,63	5,70	6,59	6,72	7,14	6,65	5,90	5,70	6,18	5,90	5,56	6,03	4,59	7,48
1868	5,56	5,49	5,28	5,35	5,63	5,49	5,01	4,38	3,24	2,70	2,25	2,31	4,39	2,06	5,76
1869	2,83	2,63	2,70	2,76	4,59	3,98	4,52	4,94	4,59	3,84	3,77	4,05	3,77	2,50	5,28
1870	3,77	3,44	3,70	3,91	3,50	3,50	3,03	3,64	4,38	4,38	4,38	5,01	3,89	2,96	5,28
1871	4,87	5,21	4,94	5,49	6,04	5,70	6,38	5,90	4,80	4,18	3,50	2,96	5,00	2,96	6,65
1872	2,56	2,63	2,96	3,17	3,84	5,76	6,04	6,11	5,42	4,45	4,05	3,77	4,23	2,50	6,38
1873	3,37	2,83	3,44	3,44	4,18	5,42	5,63	5,35	4,94	4,25	3,44	3,10	4,12	2,70	5,90
1874	2,83	2,76	2,44	2,90	3,77	4,45	5,21	5,07	4,59	3,98	3,44	3,57	3,75	2,31	5,42
1875	3,77	4,11	4,18	4,59	4,45	4,66	5,49	5,49	4,94	5,01	5,14	5,07	4,74	3,37	5,97
Monatl. Mittel	3,64	3,58	3,63	3,89	4,36	4,87	5,21	5,40	5,17	4,67	4,16	3,83	4,37		

K.

## Bericht über die Untersuchung eines Wassers.

Das zur Untersuchung übersandte Wasser, geschöpft den 21. April c. aus Bohrloch I, zeigte sich vollkommen klar und farblos, war ohne Geruch und von erfrischendem Geschmacke.

Die Prüfung auf freie Kohlensäure konnte kein entscheidendes Resultat liefern, da das Wasser schon vor längerer Zeit geschöpft worden war, dagegen wurde ein sehr beträchtlicher Gehalt an gebundener Kohlensäure darin gefunden; klares Kalkwasser im Ueberschusse zugesetzt, erzeugte sofort eine starke Trübung und nach einigem Stehen hatte sich ein reichlicher crystallinischer Niederschlag von Calciumcarbonat abgesetzt. —

Die Prüfung auf Schwefelsäure und Salzsäure ergab, dass das Wasser von diesen Säuren nur Spuren enthält, denn Baryumchlorid und Silbernitrat ergaben in dem mit Salzsäure resp. Salpetersäure angesäuerten Wasser erst nach einigem Stehen kaum merkbare Trübungen.

Auf einen Gehalt an salpetriger Säure wurde das Wasser mittelst Zinkjodidstärke und Schwefelsäure geprüft. Die Probe zeigte sich jedoch farblos und bewies dadurch, dass salpetrige Säure in dem Wasser nicht vorhanden ist.

Es wurde nun in die gleiche Probe ein Zinkstäbchen gelegt, um die Entwicklung von Wasserstoff zu erzeugen, welches etwa vorhandene Salpetersäure reduciren und so eine bläuliche Färbung hervorrufen sollte; nach längerem Stehen war wirklich eine äusserst geringe, aber doch deutlich wahrnehmbare Blaufärbung der Flüssigkeit zu entdecken und hiermit die Anwesenheit von Salpetersäure in geringer Menge nachgewiesen.

Um sich annähernd von der Quantität dieser Säure, deren Anwesenheit in grösserer Menge ein Trinkwasser stets verdächtig macht, zu überzeugen, wurde weiter darauf geprüft und zwar mit sehr verdünnter Indigolösung; 5 c. c. reine Schwefelsäure wurden mit einem Tropfen Indigolösung schwachbläulich gefärbt und hierauf 4 c. c. Wasser zugesetzt.

Nach Hoffmann tritt unter den angegebenen Verhältnissen bei 3 bis 4 Milligr. im Liter sofortiges Verschwinden der blauen Farbe ein; dies war hier nicht der Fall, erst nach halbstündigem Stehen war die Probe entfärbt, und somit der Beweis geliefert, dass das Wasser nur Spuren von Salpetersäure enthält, welche dessen Güte nicht beeinträchtigen.

Die Prüfung auf Kalk wurde in 100 c. c. Wasser, welches mit Salzsäure angesäuert worden war, ausgeführt, indem man mit Ammoniak übersättigte und hierauf Ammoniumoxalat zufügte; eine beträchtliche weisse Fällung liess die Anwesenheit von Kalk in reichlicher Menge erkennen, welcher, da Schwefelsäure und Salzsäure in sehr unbedeutender Menge vorhanden sind, hauptsächlich als Bicarbonat in dem Wasser enthalten sein muss.

Desgleichen enthält das Wasser Bittererde, welche als Ammonium-Magnesium-Phosphat aus der von dem Kalke abfiltrirten Probe durch Zusatz von Ammonium und Natriumphosphat ausgefällt wurde.

Auf einen Gehalt an Ammonium wurde mit dem Nessler'schen Reagens geprüft; die in einem kleinen Proberöhrchen vorgenommene Prüfung liess keine deutliche Gelbfärbung erkennen, und wurde deshalb mit einer grösseren Menge (100 c. c.) operirt.

Das Wasser wurde in einen auf weissem Papiere stehenden Cylinder von farblosem Glase gebracht, hierzu etwas Natronlauge und hierauf 30 Tropfen von dem Nessler'schen Reagens gegeben;

es entstand nun eine sehr geringe Gelbfärbung, welche das Vorhandensein unbedeutender Spuren von Ammoniak bekundete, welche sich der quantitativen Bestimmung entzogen und ohne Einfluss auf den Werth des Wassers als Trinkwasser sind.

Zur Erkennung etwa vorhandener organischer Stoffe, mit welcher qualitativen Probe eine quantitative Ermittlung des Gesammttrockenrückstandes des Wassers verbunden wurde, verdampfte man 300 c. c. in einer silbernen Schale allmählig vorsichtig zur Trockne.

Die Schale war vorher genau tarirt; nach dem Erkalten wurde gewogen und gefunden, dass die 300 c. c. Wasser einen Rückstand von 0,095 hinterliessen:

$$300 : 0,095 = 100000 : x,$$

was einem Gehalte von 31,66 festem Rückstand in 100000 Theilen des Wassers entspricht. Dieser Rückstand wurde nun vorsichtig weiter erwärmt, es trat aber eine kaum merkliche, vorübergehende Dunkelfärbung ein, und ergab sich somit, dass organische Stoffe nur in verschwindend geringer Menge in dem Wasser enthalten sind.

In dem Gesammtstückstande wurde auf Kieselsäure, Phosphorsäure, Eisenoxyd und Thonerde geprüft. Bei der Prüfung auf die beiden ersteren Stoffe erhielt man ein negatives Resultat, Thonerde und Eisenoxyd jedoch konnten deutlich, letzteres in nicht ganz unbedeutender Menge nachgewiesen werden. — Zu diesem Zwecke wurde der Abdampfückstand in Salzsäure gelöst, mit etwas chloresurem Kali oxydirt, mit Ammoniumchlorid und Ammoniak gekocht und filtrirt; es blieb ein Niederschlag, der in Salzsäure gelöst, und mit überschüssiger Natronlauge versetzt wurde; die aufs Neue entstehende Fällung wurde abfiltrirt, in dem Filtrat durch Salmiak die Thonerde als weisser, gelatinöser Niederschlag gefällt; die obige Fällung wurde in Salzsäure gelöst und nach Zusatz von Blutlaugensalzlösung an der Dunkelblaufärbung das Eisen erkannt.

Bei der Bedeutung, welche der Gehalt an leicht zersetzbaeren organischen Stoffen für die Beurtheilung eines Wassers hat, wurde nicht unterlassen, eine quantitative Bestimmung folgen zu lassen. Es wurde hiezu das Verfahren von Kubel benützt, welches sich auf die Zersetzung von Kaliumpermanganat in saurer Lösung durch leicht oxydirbare Stoffe gründet.

100 c. c. Wasser wurden auf  $\frac{2}{3}$  eingedampft, mit 10 c. c. verdünnter Schwefelsäure versetzt und dann mit einer titrirten Chamäleonlösung bis zur starken Röthung vermischt.

(Die Manganlösung hatte einen solchen Gehalt, dass 3,4 c. c. genau 2 Milligr. Permanganat entsprachen; ihr Gehalt war durch eine Oxalsäurelösung ermittelt worden, welche so gestellt war, dass 10 c. c. gerade 2 Milligr. Permanganat zur Zersetzung bedurften). Die Probe wurde nun gekocht, mit 10 c. c. Oxalsäure vermischt und aus einer in  $\frac{1}{10}$  c. c. getheilten Bürette mit Chamäleonlösung zurück titirt, d. h. so lange zutröpfeln gelassen, bis eine, auch nach längerem Kochen nicht mehr verschwindende Röthung eintrat.

Es wurden im Ganzen verbraucht 3,8 c. c. Chamäleon oder 3,8

— 3,4

0,4 c. c. zur Zersetzung der in

100 c. c. Wasser befindlichen leicht oxydirbaren organischen Substanz:

$$3,4 : 2 = 0,4 : x$$

$$3,4 : 0,800 = 0,235 \text{ Milligr. Permanganat.}$$

68

120

102

180

170

Nach den Angaben von Wood und Kubel entspricht ein Theil übermangansaures Kali = 5 Thl. leicht zersetzbarer, organischer Substanz, mithin enthält das Wasser in 100 Gramms =  $0,235 \times 5 = 1,175$  Milligramms, was in 100000 Theilen 1,175 Theilen gleich kommt; und giebt dieser geringe Gehalt an organischen Stoffen ebenfalls ein günstiges Zeugniß für die Güte des Wassers.

Als Resultat der Untersuchung des fraglichen Wassers ergibt sich nun, dass man es mit einem Wasser zu thun hat, welches unbedingt als ein sehr gutes zu bezeichnen ist; die Hauptbestandtheile desselben sind:

Kohlensäure,  
Kalkerde,  
Bittererde, etwas  
Thonerde und  
Eisenoxyd; dabei nur Spuren von:  
Schwefelsäure,  
Chlor,  
Salpetersäure,  
Ammoniak und  
Organische Stoffe.

Es wird sich dieses Wasser bei seinem reichlichen Gehalte an Bicarbonaten als Genusswasser vorzüglich eignen, während es auch zu gewerblichen Zwecken dienlich ist, indem es durch das Kochen seine Härte vollständig verliert und sich in ein sehr weiches Wasser verwandelt.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass dieses Wasser höchst wahrscheinlich eine reichliche Menge freier Kohlensäure enthält, was aber nur durch eine Untersuchung an der Quelle selbst, oder unmittelbar nach dem Schöpfen bestimmt ermittelt werden kann.

Regensburg, Juni 1876.

gez. **F. W. Schmid.**

# Kosten-Anschlag

## für Anlage des Wasserwerkes der Stadt München.

### A. Versorgung von der Hochebene rechts der Isar.

#### 1. Variante Trudering mit Anlage der Pumpstation unterhalb der Hirschau und gleichzeitiger Verwendung des Pettenkoferwerkes.

##### a) Anlagecapital.

1. Für Grundentschädigung und capitalisirten Zinsverlust bei dauernder Besitznahme des Terrains zur Brunnenanlage, sowie für Auferlegung des Servitutes für das Verlegen der Leitungen . . . . .		<i>M.</i>		100000. —
2. 10 Stück complete Schachtbrunnen mit Zubehör . . . . .	<i>M.</i> 9500. —		,,	95000. —
3. 2250 lfd. m. Verbindungsleitung der Brunnen von Gusseisen . . . . .	,, 73. —		,,	164250. —
4. Für Anlage eines kleinen Motors nebst Reserve zur Entlüftung der Culmination . . . . .			,,	10000. —
5. 2700 lfd. m. Eisenrohrleitung von 1,00 m. Durchmesser, von der Quellfassung bis Dening . . . . .	,, 146. —		,,	394200. —
6. 1 kleines Uebergangsreservoir bei Dening . . . . .			,,	2000. —
7. 3000 lfd. m. Zuleitung in Cementröhren 1,00 m. Durchmesser, von Dening bis Oberföhring . . . . .	,, 73. —		,,	219000. —
8. 1 kleines Uebergangsreservoir bei Oberföhring inclusive Ueberlaufrohr bis in die Isar . . . . .			,,	8000. —
9. 600 lfd. m. Gussrohr 0,90 m. Durchmesser, theils Muffen-, theils Flanschröhren nach dem linken Ufer der Isar . . . . .	,, 160. —		,,	96000. —
10. 1 Isarkreuzung, sowohl im Bett, als im Grundwasser mittelst Bagger und Taucher . . . . .			,,	55000. —
11. 800 lfd. m. Gussrohr 0,90 m. Durchmesser, Zuleitung zu den Pumpstationen . . . . .	,, 123. —		,,	98400. —
12. 155000 Cbm. Erdaushub zur Herstellung des Werkcanals nebst Einlassschleusen, inclus. Erwerb des Terrains etc. . . . .	,, 1. 80		,,	279000. —
13. Für die hydraulisch-motorische Anlage von 437 effectiven Pferdekraften einschliesslich 50% Reserve durch Dampfmotoren, ferner Betriebs- und Verwaltungsgebäuden, Schornstein, Leerlauf, Schützen etc. incl. Erwerb des benöthigten Terrains etc. etc. per Pferdekraft . . . . .	,, 2660. —		,,	1162420. —
14. 9000 lfd. m. Druckrohr 0,90 m. Durchmesser, von der Pumpstation bis zum Reservoir bei Grosshesselohe, nach Abzug des in der Stadt liegenden, zum Röhrensystem gehörigen Theiles . . . . .	,, 123. —		,,	1107000. —
			Transport <i>M.</i>	3790270. —

	Transport	<i>M.</i>	3790270. —
15.	1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt incl. Erwerb des benötigten Terrains, per Cbm. nutzbarer Raum . . .	<i>M.</i>	23. — „ 1035000. —
16.	1000 lfd. m. Entleerungsleitung in Cement 0,80 m. Durchmesser vom Reservoir bis zur Isar . . . . .	„	50. — „ 50000. —
17.	2 Isarkreuzungen mittelst Bagger und Taucher . . . . .	„	90000. —
18.	114000 lfd. m. Gussrohr, Röhrensystem in der Stadt von 0,90 m. bis 0,10 m. Durchmesser, incl. der Verbindungsleitung mit dem Pettenkoferwerk mit Ausnahme von Schwabing, Neuhausen und Sendling complet . . . . .	„	2459700. —
19.	1 Wasserthurm für die hohe Zone . . . . .	„	50000. —
20.	Für Anpassung des Pettenkoferwerkes zur Hebung des Wassers in die hohe Zone etc. . . . .	„	60000. —
21.	Insgemein für Bauleitung, sowie zur Abrundung und für Unvorhergesehenes ca. 8% . . . . .	„	595030. —
	Summa	<i>M.</i>	<u>8130000. —</u>

Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffatwerkes können verwendet werden 34650 lfd. m. Rohre von 0,550 m. bis 0,073 m. Durchmesser . . . . . „ 640000. —

bleibt Anlagecapital . . . . . *M.* 7490000. —

b) Betriebscapital.

1.	Gehalte und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	„	21400. —
2.	Für Bureau, Material etc. . . . .	„	3000. —
3.	Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Röhrensystem und Zuleitung, $\frac{1}{4}\%$ vom Anlagecapital . . . . .	„	14920. —
4.	Unterhaltung der Maschinen, Turbinen, Kessel, sowie des Pettenkoferwerkes und Wasserthurms, $1\frac{1}{2}\%$ vom Anlagecapital . . . . .	„	19540. —
5.	Für Unterhaltung der Canalanlage und Schleusen, $1\%$ vom Anlagecapital . . . . .	„	2790. —
6.	Nimmt man an, dass die Dampfmaschinen 10 volle Tage im Jahre wegen Reparatur der hydraulischen Motoren oder sonstiger Umstände halber arbeiten, und rechnet man per Stunde und Pferd 2,5 Klogr. Kohle, so sind		
	$\frac{437}{2} \cdot 24 \cdot 10 \cdot 2,5 = 131400$ Kilo Kohle nothwendig,		
	pro 100 Kilo . . . . .	<i>M.</i>	3. — „ 3942. —
	Mithin Betriebsausgabe . . . . .	<i>M.</i>	<u>65592. —</u>
	Oder zu $5\%$ capitalisirt . . . . .	„	1311840. —
		<i>S</i>	„ 1312000. —

2. Variante Deisenhofen, Versorgung der niedern Zone durch natürlichen Druck, der hohen Zone durch künstliche Hebung unter Benützung des Pettenkoferwerkes.

a) Anlagecapital.

1.	Für Grundentschädigung und Auferlegung des Servituts für das Verlegen der Leitungen . . . . .	<i>M.</i>	95000. —
2.	500 lfd. m. Tagebau, sowie auf ca. 300 lfd. m. Herstellen eines ausgemauerten Stollens nebst Einsteigschächten etc. . . . .	<i>M.</i>	100. — „ 50000. —
	Transport	<i>M.</i>	<u>145000. —</u>

	Transport	<i>M.</i>	145000. —
3.	3250 lfd. m. gangbaren Stollen inclusive Auffahrtsstrecke, als Quellfassung zu treiben, sowie Ausmauerung desselben in Backstein und Cement . . . . .	<i>M.</i>	150. — „ 488500. —
4.	7700 lfd. m. Zuleitung in Cementröhren von $\varnothing$ 1,1 m. Durchmesser, von der Quellfassung bis 800 m. vor das Reservoir „	76. — „	575200. —
5.	800 lfd. m. Gussrohr 1,00 m. Durchmesser, Leitung vor dem Reservoir „	146. — „	116800. —
6.	1 kleines Uebergangsreservoir . . . . .	„	3000. —
7.	1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt, incl. Erwerb des benötigten Terrains, per Cbm. benutzbarer Raum . . . . .	„	23. — „ 1035000. —
8.	1600 lfd. m. Entleerungsleitung von Cement 0,80 m. Durchmesser, vom Reservoir bis zur Isar . . . . .	„	50. — „ 80000. —
9.	3800 lfd. m. Druckrohr 0,90 m. Durchmesser, gerechnet vom Reservoir bis Obergiesing, doppelte Leitung . . . . .	„	246. — „ 934800. —
10.	2 Isarkreuzungen mittelst Bagger und Taucher . . . . .	„	95000. —
11.	116500 lfd. m. Gussrohr, Röhrensystem in der Stadt von 0,90 m. bis 0,10 m. Durchmesser, einschliesslich Verbindungsleitung mit dem Pettenkoferwerk und mit Ausnahme von Schwabing, Neuhausen, Sendling, complet . . . . .	„	2534700. —
12.	1 Wasserthurm für die hohe Zone . . . . .	„	50000. —
13.	Für Anpassung des Pettenkoferwerkes zur Hebung des Wassers in die hohe Zone etc. . . . .	„	60000. —
14.	Insgemein, für Bauleitung sowie zur Abrundung und für Unvorhergesehenes ca. 8 0/0 . . . . .	„	490000. —
		<i>M.</i>	<u>6617000. —</u>

Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffatwerkes können verwendet werden 34650 lfd. m. Rohr von 0,55 m. bis 0,073 m. Durchmesser . . . . .

„ 640000. —

Bleibt Anlagecapital . . . . . *M.* 5977000. —

b) Betriebscapital.

1.	Gehalte und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	<i>M.</i>	14600. —
2.	Für Bureau, Material etc. . . . .	„	3000. —
3.	Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Röhrensystem und Zuleitung, $\frac{1}{4}$ 0/0 . . . . .	„	15028. —
4.	Für Unterhaltung des Pettenkoferwerkes, sowie des Wasserthurms, $1\frac{1}{2}$ 0/0 . . . . .	„	1950. —
		<i>M.</i>	<u>34578. —</u>
	Mithin Betriebsausgabe . . . . .	„	691560. —
	Oder zu 5 0/0 capitalisirt . . . . .	„	692000. —
		<i>S</i>	„

**B. Versorgung durch die Quellen des Mangfallthales, Haide- und Kasperlbach.**

1. Variante Kasperlbach mit natürlichem Gefälle, Haidebach gehoben.

1.	Ankauf der Haidebach- und Kasperlbachquellen . . . . .	<i>M.</i>	125000. —
2.	Für Fassung dieser Quellen . . . . .	„	85000. —
3.	Für die hydraulisch-motorische Anlage von 40 effectiven Pferdekraften einschliesslich 50 0/0 Reserve durch Dampfmaschinen, incl. Gebäude, sowie Erwerb des benötigten Terrains etc. . . . .	„	106400. —
		<i>M.</i>	<u>316400. —</u>
	Transport	<i>M.</i>	316400. —

	Transport	<i>M.</i>	316400. —
4. Canalanlage mit Schleusen incl. Terrainerwerb . . . . .		„	70000. —
5. 3200 lfd. m. Gussrohr 0,60 m. Durchmesser, theils Flansch- röhren, nebst Compensationsvorrichtungen, vom Heidebach bis Kasperlbach . . . . .	<i>M.</i>	81. —	„ 259200. —
6. 3200 lfd. m. für Mehraufwand beim Verlegen der Leitung, Terrainschwierigkeiten, Verlegen in Grundwasser, Felsen, Aufführen von Stützmauern etc. . . . .	„	40. —	„ 128000. —
7. 7000 lfd. m. Gussrohr 0,90 m. Durchmesser, vom Kasperlbach bis Strassenkreuz östlich Grub, theils Flanschrohren . . . . .	„	140. —	„ 980000. —
8. 7000 lfd. m. für Mehraufwand beim Verlegen der Leitung, Terrainschwierigkeiten, Felsen, Grundwasser, Aufführen von Stützmauern, Mangfallkreuzungen etc. . . . .	„	40. —	„ 280000. —
9. Anlage eines Hebers mit Strahlapparat zur Entlüftung der Culmination . . . . .		„	4000. —
10. 2000 lfd. m. Gussrohr 0,90 m. Durchmesser von der Culmination bis zum Einschneiden in die natürliche Drucklinie . . . . .	„	123. —	„ 246000. —
11. 19500 lfd. m. Cementrohr 0,85 m. Durchmesser, von Strassen- kreuz bei Grub bis vor das Reservoir . . . . .	„	60. —	„ 1170000. —
12. Für Kreuzung des Hachingerbachthales in Eisenrohr statt Cement		„	76800. —
13. 1 kleines Uebergangsreservoir . . . . .		„	2000. —
14. 900 lfd. m. Gussrohr 0,85 m. Durchmesser vor dem Reservoir	„	112. —	„ 100800. —
15. 1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt, inclusive Erwerb des benöthigten Terrains, p. Cbm. benutzbarer Raum	„	23. —	„ 1035000. —
16. 3500 lfd. m. Entleerungsleitung von Cement 0,80 m. Durch- messer, vom Reservoir bis zur Isar . . . . .	„	50. —	„ 175000. —
17. 4900 lfd. m. Druckrohr 0,85 m. Durchmesser, gerechnet vom Reservoir bis Obergiesing, doppelte Leitung . . . . .	„	224. —	„ 1097600. —
18. Für Grundentschädigung bei der Verlegung der Zu- und Ab- leitung, Auferlegung des Servitutes, sowie für Anlage von Wegen im Mangfallthale etc. . . . .		„	95000. —
19. 2 Isarkreuzungen . . . . .		„	90000. —
20. 112500 lfd. m. Gussrohr, Röhrensystem in der Stadt von 0,85 m. bis 0,10 m. Durchmesser, mit Ausnahme von Schwabing, Neuhausen und Sendling, complet . . . . .		„	2250000. —
21. Insgemein für Bauleitung, für dauernde Herstellung von Material- depots nebst Werkzeugen, Unvorhergesehenes und zur Ab- rundung, ca. 8 0/0 . . . . .		„	664200. —
	Summa	<i>M.</i>	9040000. —
Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffat- Werkes können verwendet werden 32650 lfd. m. von 0,55 m. bis 0,073 m. . . . .		<i>M.</i>	540000. —
Bleibt Anlagecapital . . . . .		<i>M.</i>	8500000. —

b) Betriebscapital.

1. Gehalte und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	<i>M.</i>	16900. —	
2. Für Bureau, Material etc. . . . .	„	3000. —	
3. Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Röhrensystem und Zuleitung, 1/4 0/0 . . . . .	„	19948. —	
4. Unterhaltung der Maschinen, Turbinen, Kessel etc., 1 1/2 0/0 . . . . .	„	1596. —	
	Transport	<i>M.</i>	41444. —

	Transport	<i>M.</i>	41444. —
5. Unterhaltung der Canalanlagen und Schleusen, 1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .		„	700. —
6. Kohlenverbrauch für 10 Tage bei $\frac{40}{2}$ Pferdekräften, pro Stunde und Pferd 2,5 Kilo Kohle:			
$\frac{40}{2} \cdot 24 \cdot 10 \cdot 2,5 = 12000$ Kilo, pro 100 Kilo . . . . .	<i>M.</i>	3. —	„ 360. —
	Mithin Betriebsausgabe . . . . .	<i>M.</i>	42504. —
	Oder zu 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> capitalisirt . . . . .	„	850080. —
		∞	„ 850000. —

**2. Variante Haidebach- und Kasperlbachquellen gehoben.**

1. Ankauf der Haidebach- und Kasperlbachquellen . . . . .		<i>M.</i>	125000. —
2. Für Fassung dieser Quellen . . . . .		„	85000. —
3. Für die hydraulisch-motorische Anlage von 106 effectiven Pferde- stärken am Haidebach einschliesslich 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Reserve durch Dampfmotoren, Gebäude, sowie für Erwerb des benöthigten Terrains etc. . . . .		„	282000. —
4. Canalanlage mit Schleusen inclus. Terrainerwerb . . . . .		„	100000. —
5. 3200 lfd. m. Gussrohr 0,60 m. Durchmesser, theils Flanschrohr, nebst Compensations-Vorrichtungen, vom Haidebach bis Kasperlbach . . . . .	<i>M.</i>	81. —	„ 259200. —
6. 3200 lfd. m. für Mehraufwand beim Verlegen der Leitung, Terrainschwierigkeiten, Felsen, Verlegen im Grundwasser, Aufführen von Stützmauern etc. . . . .		„ 40. —	„ 128000. —
7. Für die hydraulisch-motorische Anlage von 330 effectiven Pferde- stärken am Kasperlbach einschliesslich 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Reserve durch Dampfmotoren, Gebäude, sowie Terrainerwerb etc. . . . .		„	877800. —
8. Canalanlage mit Schleusen und Terrainerwerb . . . . .		„	190000. —
9. 400 lfd. m. Gussrohr 0,80 m. Durchmesser, von der Pumpstation bis zur Höhe des Plateaus . . . . .		„ 100. 50	„ 40200. —
10. 1 Ausgleichsreservoir mit Ueberlaufrohr . . . . .		„	4000. —
11. 25000 lfd. m. Cementrohr 0,70 m. Durchmesser, vom Plateau bei der Pumpstation bis vor das Reservoir . . . . .		„ 42. —	„ 1050000. —
12. Für Kreuzung des Teufelsgraben in Eisen statt Cement . . . . .		„	21000. —
13. Für Kreuzung des Hachinger Bachthales in Eisen statt Cement . . . . .		„	53760. —
14. 1 Uebergangsreservoir . . . . .		„	2000. —
15. 900 lfd. m. Gussrohr 0,70 m. Durchmesser vor dem Reservoir . . . . .		„ 81. —	„ 72900. —
16. 1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt, incl. Terrainerwerb, pr. Cbm. benutzbaren Raumes . . . . .		„ 23. —	„ 1035000. —
17. Entleerungsleitung wie pos. 16 der Variante B 1 . . . . .		„	175000. —
18. Druckrohr, wie pos. 17 der Variante B 1 . . . . .		„	1097600. —
19. Für Grundentschädigung bei der Verlegung der Zu- und Ab- leitung, Auferlegung des Servitutes etc. . . . .		„	85000. —
20. Isarkreuzungen wie pos. 19, Variante B 1 . . . . .		„	90000. —
21. Röhrensystem wie pos. 20, Variante B 1 . . . . .		„	2250000. —
22. Insgemein, für Bauleitung, für dauernde Herstellung von Material- depots nebst Werkzeugen, Unvorhergesehenes und zur Ab- rundung ca. 8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .		„	646540. —
	Summa	<i>M.</i>	8670000. —
	Transport	<i>M.</i>	8670000. —

Transport *M.* 8670000. —

Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffatwerkes können verwendet werden 32650 lfd. m. Rohr von 0,55 m. bis 0,073 m. Durchmesser . . . . .

,, 540000. —

Bleibt Anlagecapital . . . . . *M.* 8130000. —

b) Betriebscapital.

1. Gehalt und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	<i>M.</i>	19400. —
2. Für Bureau, Materialien, etc. . . . .	„	3000. —
3. Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Röhrensystem und Zuleitung, $\frac{1}{4}\%$ . . . . .	„	15904. —
4. Für Unterhaltung der Maschinen, Turbinen und Kessel, $1\frac{1}{2}\%$ . . . . .	„	17397. —
5. Unterhaltung der Canalanlagen und Schleusen, $1\%$ . . . . .	„	2900. —
6. Kohlenverbrauch für 10 Tage bei $\frac{436}{2}$ Pferdekraften, pro Stunde und Pferd 2,5 Kilogr.		
$\frac{436}{2} \cdot 24 \cdot 10 \cdot 2,5 = 130800$ Kilo, pro 100 Kilo . . . . .	<i>M.</i> 3. —	„ 3924. —
Summa <i>M.</i>		62525. —
Oder zu $5\%$ capitalisirt . . . . .		„ 1250500. —
		<i>S</i> „ 1250000. —

**C. Versorgung von der Pupplinger Au.**

1. Für Grundentschädigung, Ankauf, resp. Entschädigung der Aumühle, Auferlegung des Servitutes für Verlegen der Zu- und Ableitung, sowie für Ankauf des Terrains zur Anlage der Quellfassung . . . . .	<i>M.</i>	90000. —
2. 3000 lfd. m. Quellfassung . . . . .	<i>M.</i> 80. —	„ 240000. —
3. 3500 lfd. m. Zuleitungsrohr von Gusseisen 0,90 m. Durchmesser, von der Aumühle bis zur Pumpstation . . . . .	„ 123. —	„ 430500. —
4. 1 Isarkreuzung oberhalb des anzulegenden Wehres . . . . .	„	„ 40000. —
5. Für die hydraulisch-motorische Anlage von 537 effectiven Pferdestärken einschliesslich $50\%$ Reserve durch Dampfmaschinen, ferner Betriebs- und Verwaltungsgebäude, Schornstein, Leerlauf, Schützen etc. . . . .	„	„ 1428420. —
6. Für Herstellung des Werkcanales, Anlage eines Wehres mit Durchlass, Einlassschleuse, Erwerb des benötigten Terrains etc. . . . .	„	„ 300000. —
7. 4500 lfd. m. Druckrohr von Gusseisen 0,90 m. Durchmesser, von der Pumpstation bis auf das Plateau . . . . .	„ 123. —	„ 553500. —
8. 1 Isarkreuzung . . . . .	„	„ 40000. —
9. 7300 lfd. m. für Mehraufwand beim Verlegen der Zuleitung und des Druckrohres, Terrainschwierigkeiten und Felsenarbeit . . . . .	„ 10. —	„ 73000. —
10. 1 kleines Ausgleichsreservoir mit Ueberlaufrohr . . . . .	„	„ 4000. —
11. 8500 lfd. m. Cementrohr 0,70 m. Durchmesser, vom Plateau bei Mühlthal bis vor das Reservoir . . . . .	„ 42. —	„ 357000. —
12. 1 kleines Ausgleichsreservoir . . . . .	„	„ 2000. —
13. 900 lfd. m. Gussrohr 0,70 m. Durchmesser vor dem Reservoir . . . . .	„ 81. —	„ 72900. —
14. 1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt incl. Terrain-erwerb, pro Cbm. benutzbaren Raumes . . . . .	„ 23. —	„ 1035000. —
Transport <i>M.</i>		4666320. —

	Transport	<i>M.</i>	4666320. —
15. 3500 lfd. m. Entleerungsrohr von Cement 0,80 Durchmesser, vom Reservoir bis zur Isar . . . . .	<i>M.</i>	50. —	175000. —
16. 4900 lfd. m. Druckrohr 0,85 m. Durchmesser, doppelte Leitung vom Reservoir bis Obergiesing . . . . .	„	224. —	1097600. —
17. 2 Isarkreuzungen . . . . .	„		90000. —
18. 112500 lfd. m. Gussrohr, Röhrensystem in der Stadt von 0,85 m. bis 0,10 m. Durchmesser, mit Ausnahme von Schwabing, Neuhausen und Sendling, complet . . . . .	„		2250000. —
19. Insgemein, für Bauleitung, sowie zur Abrundung und für Unvorhergesehenes, ca. 8 0/0 . . . . .	„		661080. —
		<i>M.</i>	<u>8940000. —</u>
Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffatwerkes können verwendet werden 32650 lfd. m. von 0,55 m. bis 0,073 m. . . . .	„		540000. —
Bleibt Anlagecapital . . . . .	<i>M.</i>		<u>8400000. —</u>

b) Betriebscapital.

1. Gehalt und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	<i>M.</i>		16000. —
2. Für Bureau, Material etc. . . . .	„		3000. —
3. Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Zuleitung und Röhrensystem, 1/4 0/0. . . . .	„		16150. —
4. Für Unterhaltung der Maschinen, Turbinen und Kessel etc., 1 1/2 0/0 . . . . .	„		21425. —
5. Für Unterhaltung der Canalanlage, Schleusen etc., 1 0/0 . . . . .	„		3000. —
6. Kohlenverbrauch für 10 Tage bei $\frac{537}{2}$ Pferdestärken, pr. Stunde und Pferd 2,5 Kilo Kohle, $\frac{537}{2} \cdot 24 \cdot 10 \cdot 2,5 = 161100$ Kilo, pro 100 Kilo . . . . .	„	3. —	4833. —
Mithin Betriebsausgabe . . . . .	<i>M.</i>		64408. —
Oder zu 5 0/0 capitalisirt . . . . .	„		1288160. —
	<i>S.</i>	„	<u>1288000. —</u>

**D. Versorgung vom Walchensee und Jachenau.**

1. Für Grundentschädigung, Ablösung der Wasserkraft am Brunnenwasser, Auferlegung des Servituts für Verlegung der Zu- und Ableitung, sowie Ankauf des Terrains zur Quellfassung . . . . .	<i>M.</i>		135000. —
2. Für Fassung des Wassers im Walchensee incl. Rohr, compl. . . . .	„		56000. —
3. 2000 lfd. m. Quellfassung incl. Sammelbrunnen etc. bei Höfen . . . . .	<i>M.</i>	80. —	160000. —
4. 4300 lfd. m. Gussrohr 0,50 m. Durchmesser, vom Walchensee bis Jachenau . . . . .	„	50. —	215000. —
5. 4300 lfd. m. Mehraufwand beim Verlegen der Leitung, Felsen, Grundwasser, Stützmauern etc. . . . .	„	40. —	172000. —
6. 5700 lfd. m. Zuleitung 0,45 m. Durchmesser von Cement, von Jachenau bis Höfen . . . . .	„	24. —	136800. —
7. 10400 lfd. m. Zuleitungsrohr 0,80 m. Durchmesser von Guss-eisen, als Theil der Strecke Höfen-Gleisenthal . . . . .	„	100. 50	1045200. —
8. 35600 lfd. m. Zuleitungsrohr 0,80 m. Durchmesser von Cement, als Theil der Strecke Höfen-Gleisenthal . . . . .	„	50. —	1780000. —
	Transport	<i>M.</i>	<u>3700000. —</u>

	Transport	<i>M.</i>	3700000.	—
9.	1 kleines Ausgleichreservoir . . . . .	„	3000.	—
10.	10600 lfd. m. Zuleitungsrohr 0,70 m. Durchmesser von Cement, vom Gleisenthal bis vor das Reservoir . . . . .	<i>M.</i>	42. —	„ 445200. —
11.	1 kleines Uebergangreservoir . . . . .	„	3000.	—
12.	900 lfd. m. Gussrohr 0,70 m. Durchmesser vor dem Reservoir	„	81. —	„ 72900. —
13.	1 Hochreservoir im Terrain von 45000 Cbm. Inhalt, incl. Terrainerwerb, pro Cbm. benutzbaren Raumes . . . . .	„	23. —	„ 1035000. —
14.	3500 lfd. m. Entleerungsrohr 0,80 m. Durchmesser in Cement	„	50. —	„ 175000. —
15.	4900 lfd. m. Druckrohr 0,85 m. Durchmesser von Gusseisen, doppelte Leitung . . . . .	„	224. —	„ 1097600. —
16.	2 Isarkreuzungen . . . . .	„		„ 90000. —
17.	112500 lfd. m. Gussrohr, Röhrensystem in der Stadt von 0,85 bis 0,10 m. Durchmesser, wie vorherige Variante . . . . .	„		„ 2250000. —
18.	Anlage von Materialdepots . . . . .	„		„ 20000. —
19.	Insgemein, für Bauleitung, sowie für Unvorhergesehenes und zur Abrundung, ca. 8% . . . . .	„		„ 708300. —
		Summa	<i>M.</i>	9600000. —

Von den bestehenden Leitungen des Pettenkofer- und Muffatwerkes können verwendet werden:

32650 lfd m. Rohr von 0,55 m. bis 0,073 m. . . . .	„	540000. —
Bleibt Anlagecapital . . . . .	<i>M.</i>	9060000. —

b) Betriebscapital.

1. Gehalte und Betriebsarbeitslöhne . . . . .	„	15000. —
2. Für Bureau-Ausgaben . . . . .	„	3000. —
3. Für Unterhaltung von Quellfassung, Reservoir, Zuleitung und Röhrensystem, 1/4% . . . . .	„	21891. —
	<i>M.</i>	39891. —
Oder zu 5% capitalisirt . . . . .	„	797820. —
	<i>S</i>	798000. —

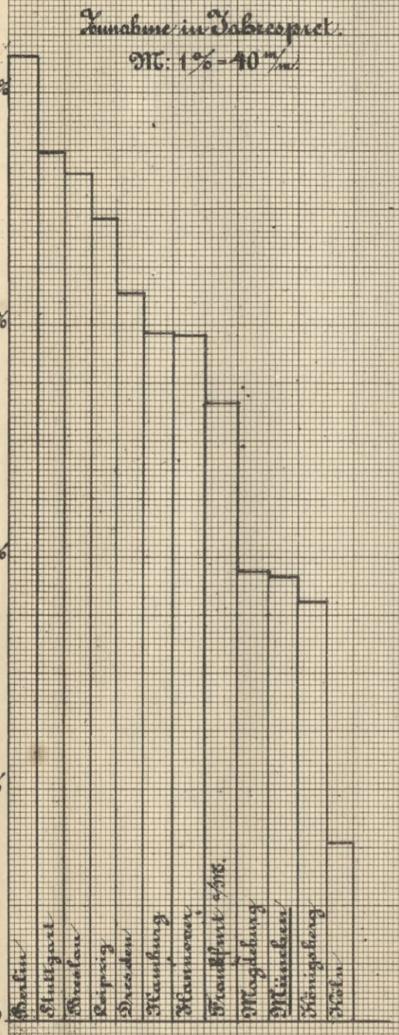
### Zusammenstellung der einzelnen Varianten.

	Anlage- capital	Betriebs- capital	totaler Capital- Aufwand
	<i>M.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>
A. Versorgung von der Hochebene rechts der Isar:			
1. Variante Trudering . . . . .	7490000	1312000	8802000
2. Variante Deisenhofen . . . . .	5977000	692000	6669000
B. Versorgung aus dem Mangfallthale:			
1. Variante, natürliches Gefälle vom Kasperlbach ab . . . . .	8500000	850000	9350000
2. Variante, künstliche Hebung . . . . .	8130000	1250000	9380000
C. Versorgung von der Pupplinger Au . . . . .	8400000	1288000	9688400
D. Versorgung vom Walchensee und Jachenau . . . . .	9060000	798000	9858000



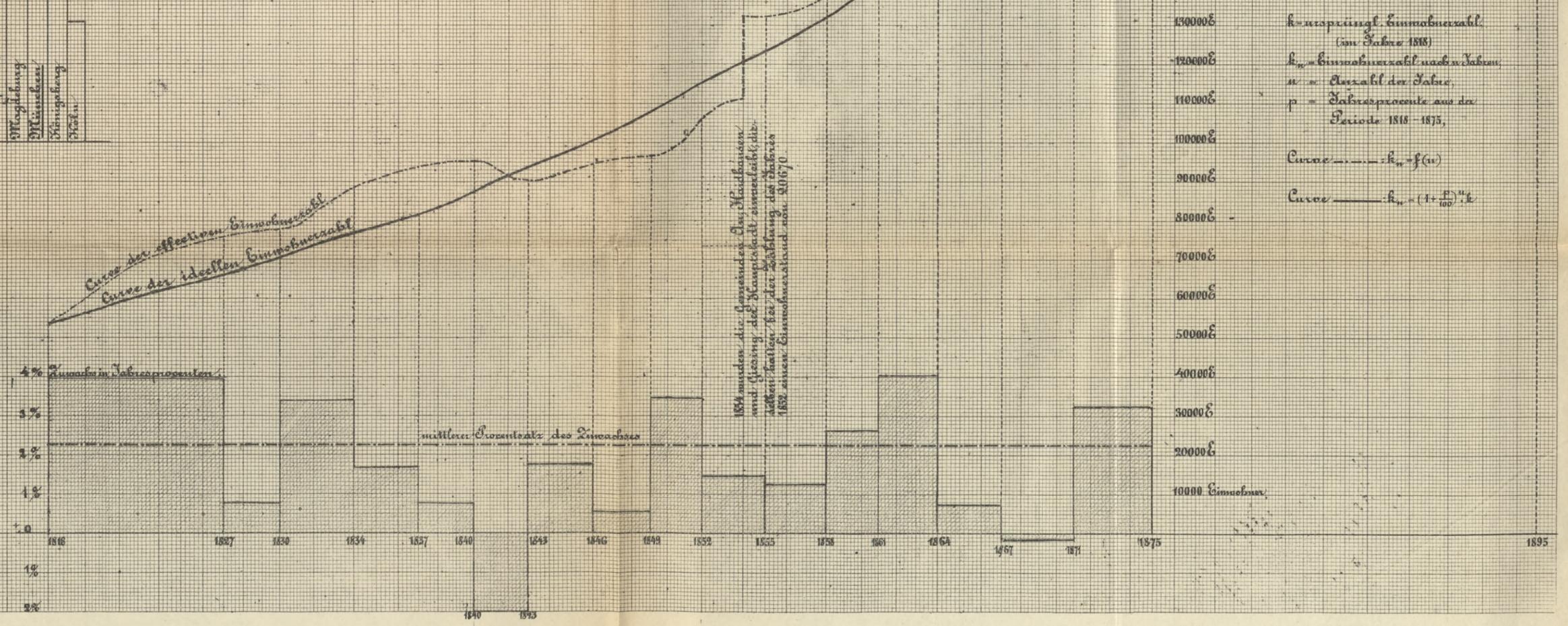


**Bevölkerungs-Zunahme**  
deutscher Großstädte  
(1861-1875)



**Diagramm**  
zur Bevölkerungstatistik  
der  
Stadt München.  
(1818-1875)

Maßstab der Abscissen: 1 Jahr = 5 mm.  
Ordinaten: 1000 Einwohner = 1 mm.  
1 Procent = 10 mm.



$k$  = ursprüngl. Einwohnerzahl (im Jahre 1818)  
 $k_n$  = Einwohnerzahl nach  $n$  Jahren  
 $n$  = Anzahl der Jahre  
 $p$  = Jahresprocent aus der Periode 1818-1875

Curve .....  $k_n = f(n)$   
Curve .....  $k_n = (1 + \frac{p}{100})^n \cdot k$



# Plan

der

## Köhenschichten des Grundwassers

(und der Flinnschicht)

### in der Umgebung von München

Maafsstab 1:100,000

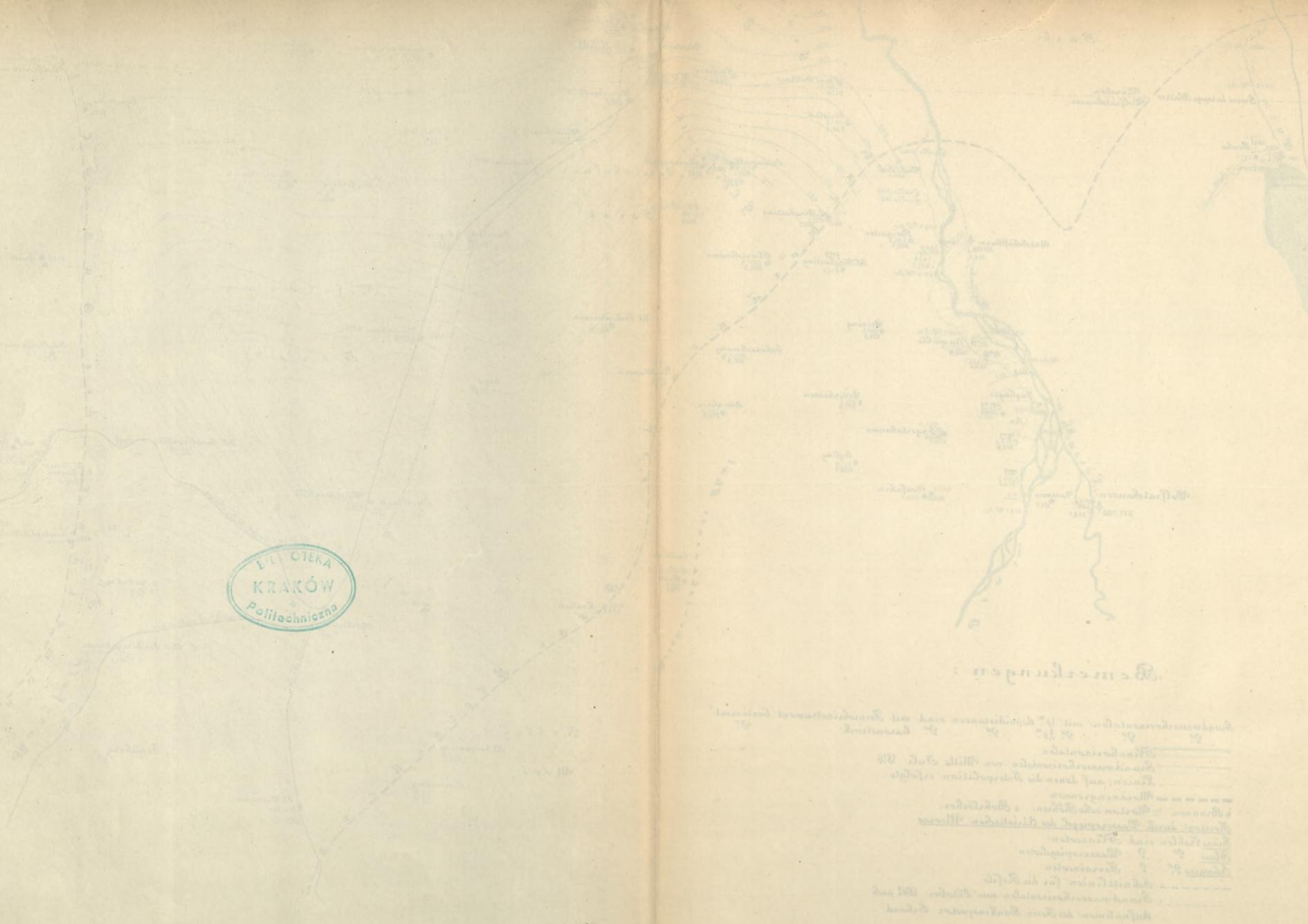
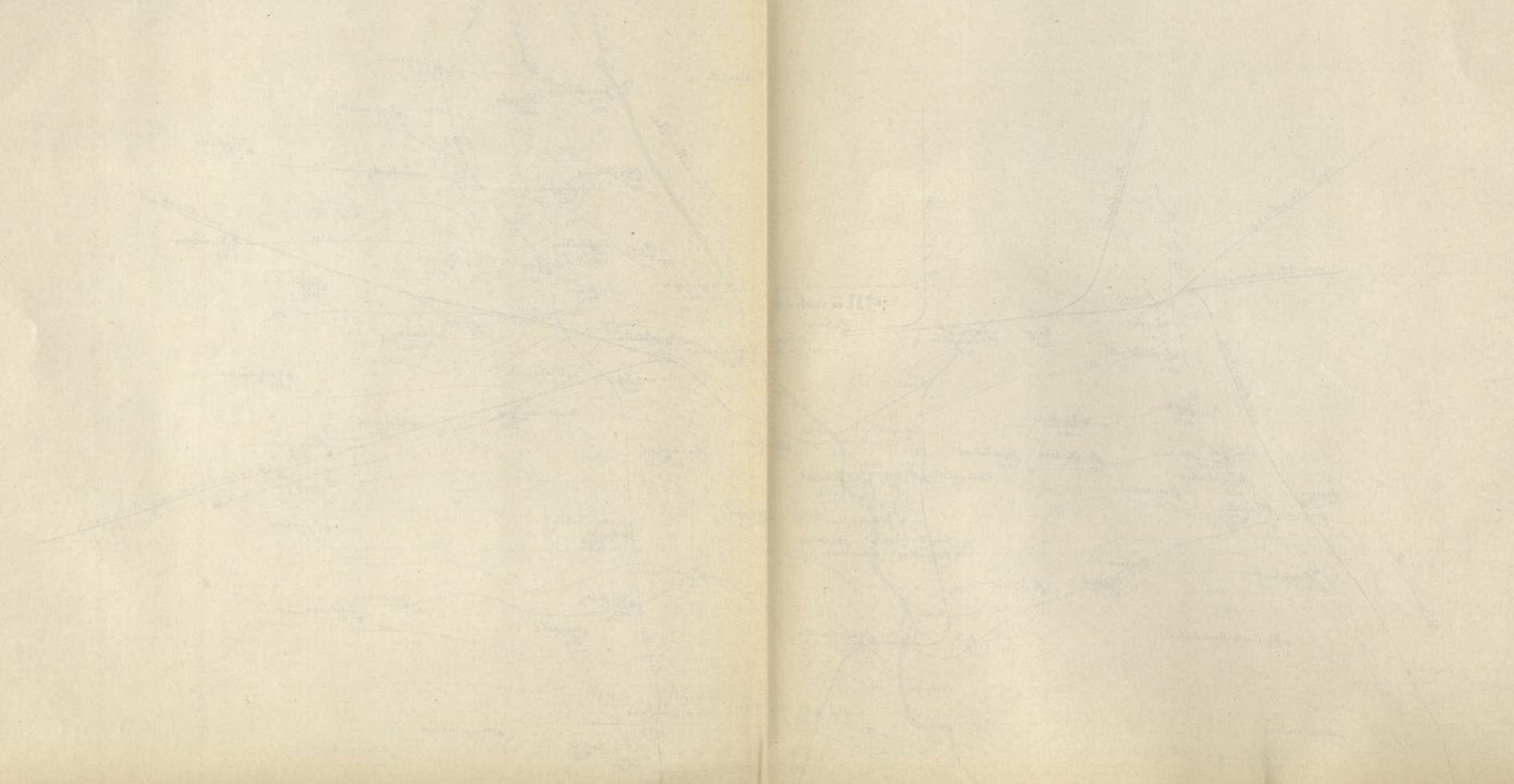


### Bemerkungen:

- Grundwasserhorizontalen mit 10<sup>m</sup> Depuidistanzen sind mit Fernrohrinstrument bestimmt
- Flinshorizontalen
- Grundwasserhorizontalen von Mitte Juli 1876
- Linien, auf denen die Interpolation erfolgte.
- Moränengrenzen
- Brunnen; Norton'sche Röhren; Bohrlöcher.
- Horizont durch Wasserpiegel des Adriatischen Meeres
- Grüne Zahlen sind Flinssoten
- Blaue " " Wasserpiegelnoten
- Schwarze " " Terrainnoten
- Schnittlinien für die Profile
- Grundwasserhorizontalen vom Oktober 1862 nach
- Aufnahmen des Kern Bankinspector Ehrhard

Süd

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header, which is mostly illegible due to fading and bleed-through.

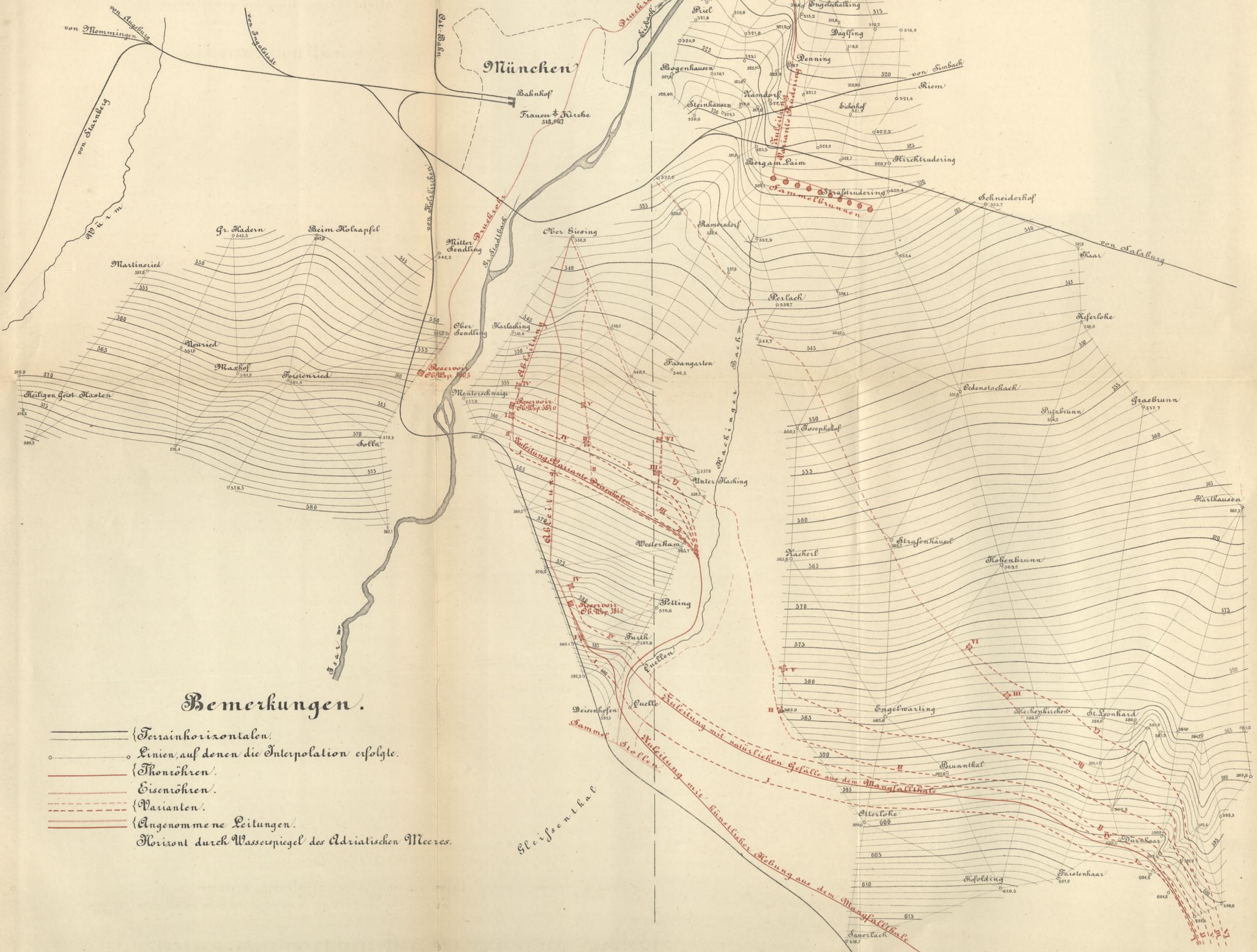


Vertical text on the right side of the lower map, likely a legend or descriptive notes, oriented vertically.

# Schichtenplan des Terrains und allgemeine Disposition für verschiedene Projecte.

Wasserversorgung von der Hochebene Variante Trudering und Deisenhofen  
I: I: aus dem Mangfallthale: Variante natürl Gefälle u. künstl. Hebung.

Maassstab: 1:50 000.



## Bemerkungen.

- Terrainhorizontalen.
- Linien, auf denen die Interpolation erfolgte.
- Thonröhren.
- Eisenröhren.
- - - Varianten.
- Angenommene Leitungen.
- Horizont durch Wasserspiegel des Adriatischen Meeres.

Gleisenenthal

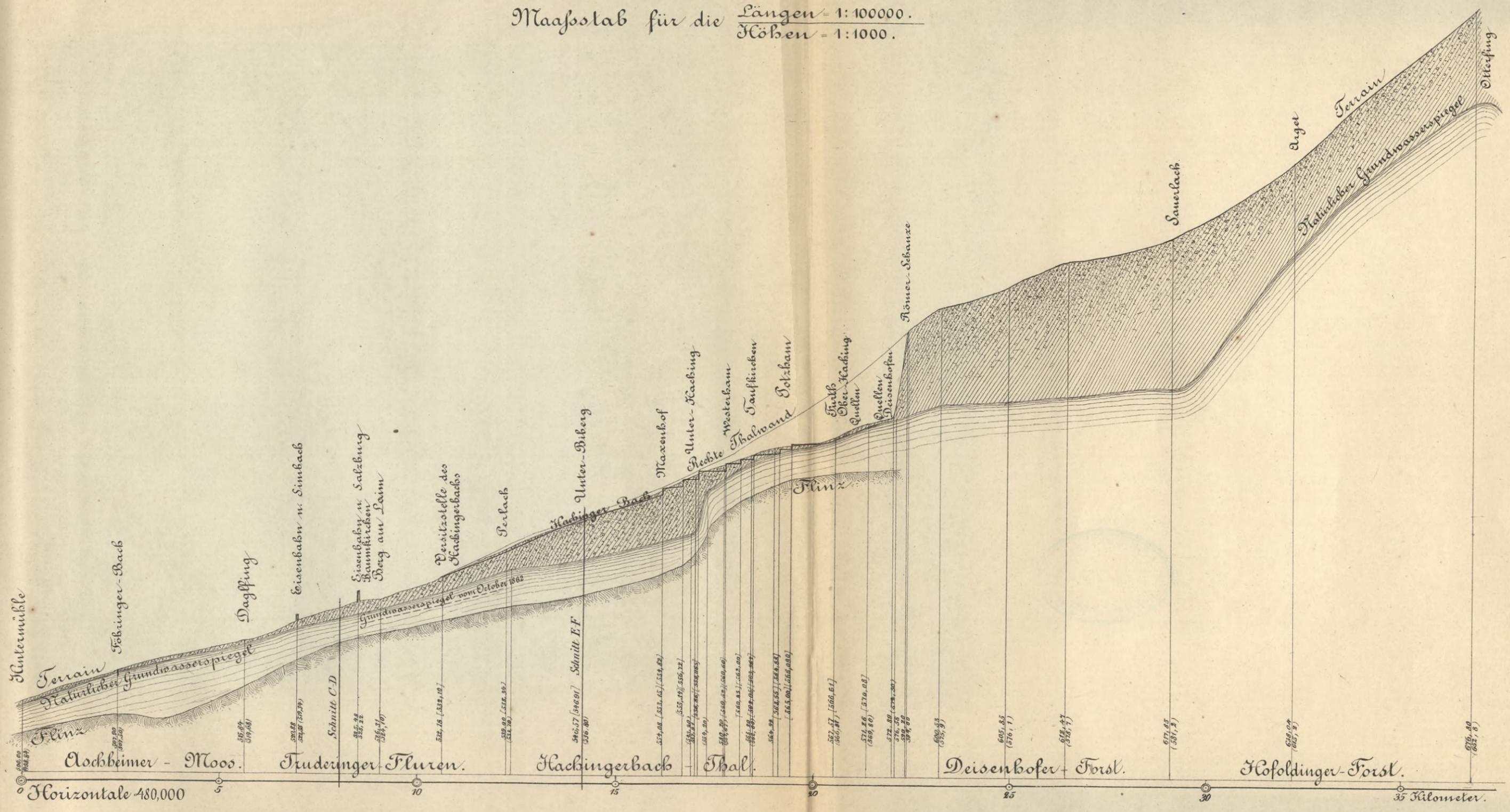
Ableitung mit künstlicher Hebung aus dem Mangfallthale  
Ableitung mit natürlichem Gefälle aus dem Mangfallthale



# Längenprofil von der Hintermühle bei Aschheim durch das Kachingerbach-Thal bis Otterfing.

(Schnitt A B.)  
s. Blatt 5 & 6.

Maassstab für die Längen = 1:100000.  
Höhen = 1:1000.



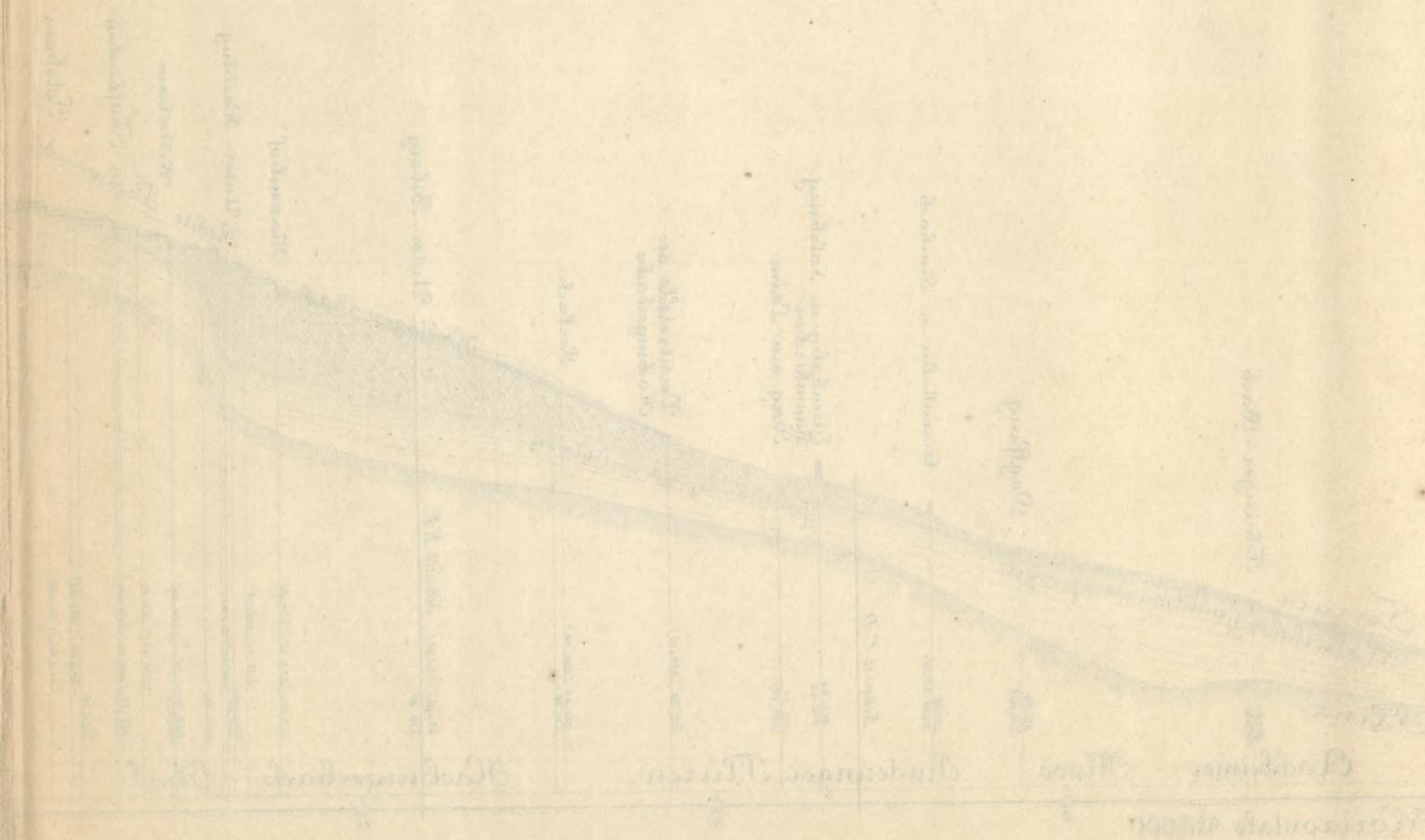
### Erklärungen:

- Die nicht geklammerten Zahlen sind Terraincoten.
- „ rund „ (...) „ „ Grundwasserspiegelcoten.
- „ eckig „ [...] „ „ Bachspiegelcoten.

Bemerkung: Die Wasserstände beziehen sich auf die Messungen vom Juli 1876.



Handwritten text at the top of the page, likely a title or header, written in a cursive script. The text is mirrored across the gutter.



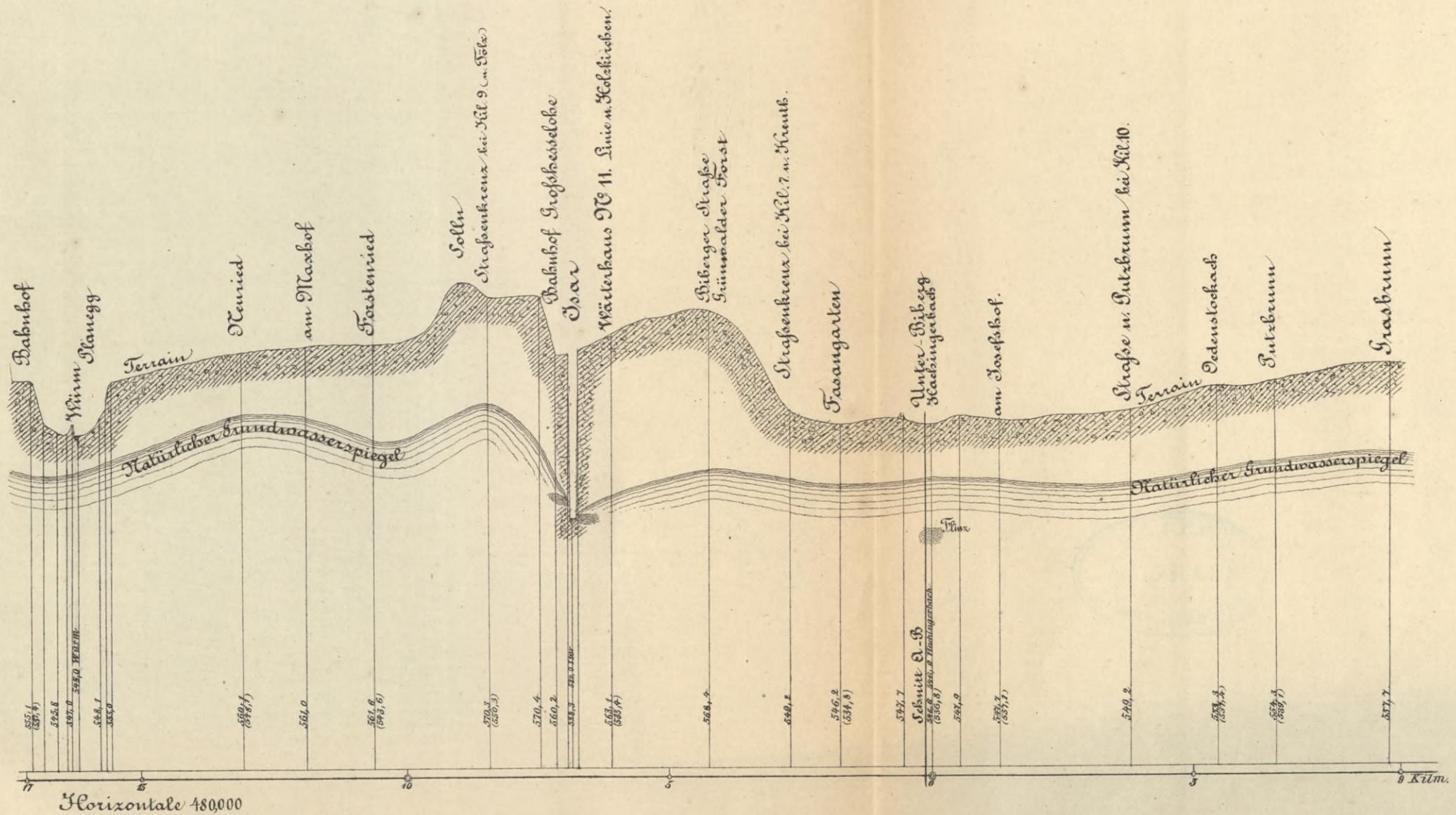
Additional handwritten text at the bottom of the page, located on the right side. The text is mirrored across the gutter.

Profil von Planegg (Würmtal) über Großhesselohe (Isarthal) und Unterbiberg (Kackingerbach-Thal) bis Grasbrunn.

(Schnitt E-F)

s. Blatt 4.

Maassstab für die  $\frac{\text{Längen} = 1:100\,000}{\text{Höhen} = 1:1000}$



Erklärungen:  
 Die nicht geklammerten Zahlen sind Terraincoten.  
 " und " (...) " " Grundwasserspiegelcoten

Bemerkung: Die Wasserstände beziehen sich auf die Messungen vom Juli 1876

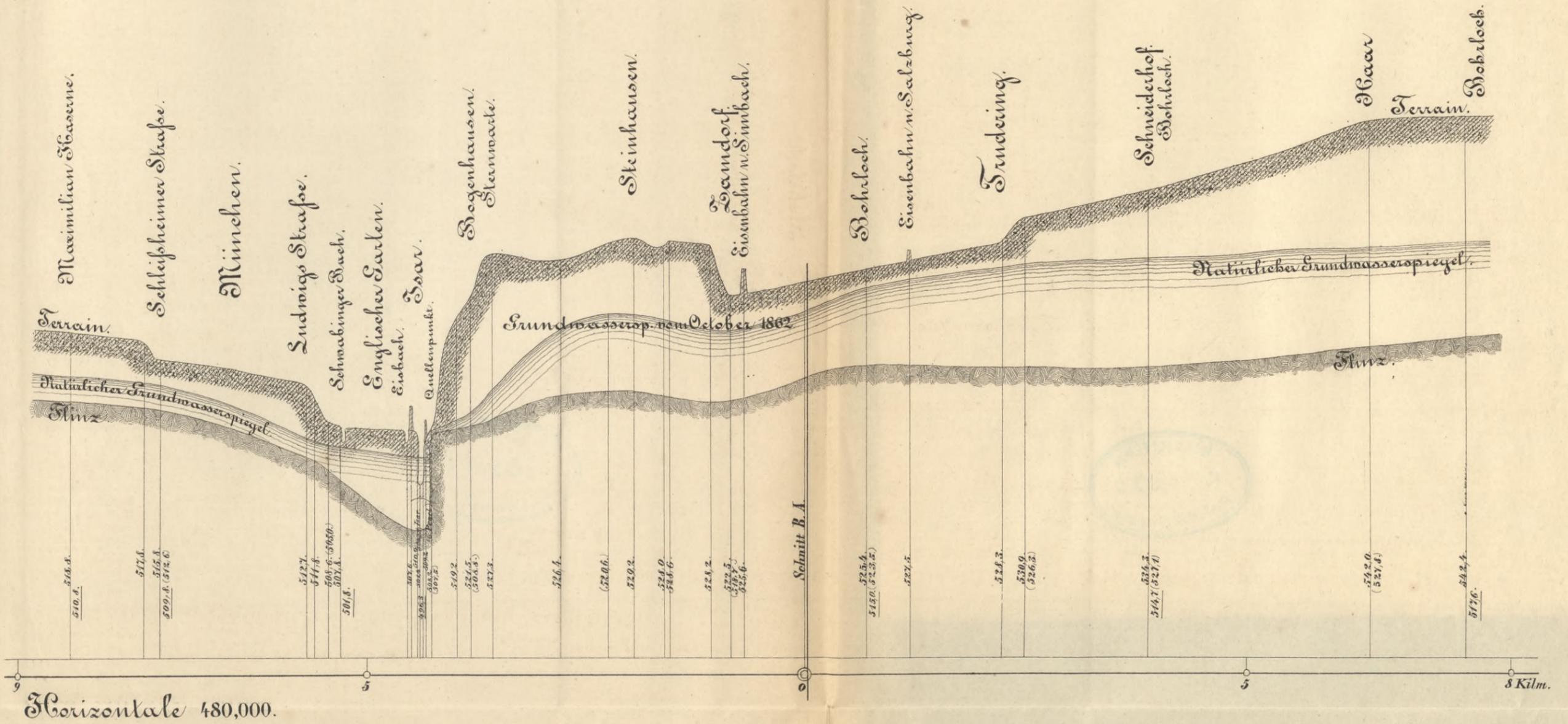


# Profil von München (untere Stadt und Isarthal) über die Sternwarte bis Haar.

(Schnitt C D.)

s. Blatt 4.

Maassstab für die  $\frac{\text{Längen} - 1:50000}{\text{Höhen} - 1:500}$



Horizontale 480,000.

## Erklärungen:

- Die nicht geklammerten Zahlen sind Terrainoten.
- „ rund „ (---) „ „ Grundwasserspiegeloten.
- „ unterstrichenen ----- „ „ Isaroten.

## Bemerkung:

Die Wasserstände beziehen sich auf die Messungen vom Juli 1876.

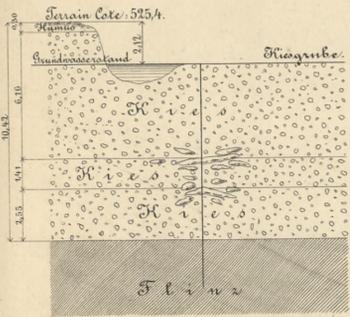


# Schichtenfolge der Bohrlöcher

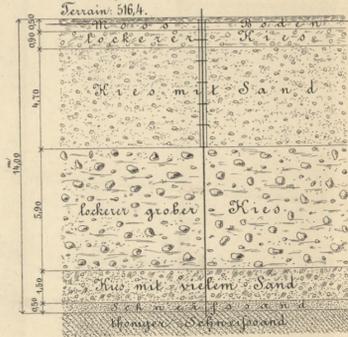
abgetäuft auf der Hochebene rechts der Isar.

Maafstab 1:200.

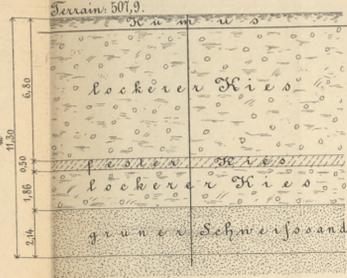
I. Landorf-Strafstudenring.



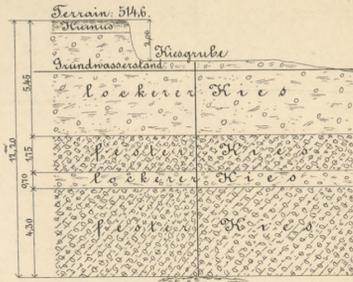
II. Daglfing Dornach.



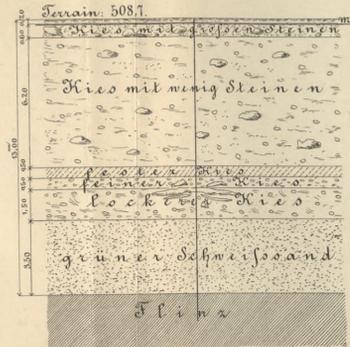
III. bei Johanneskirchen.



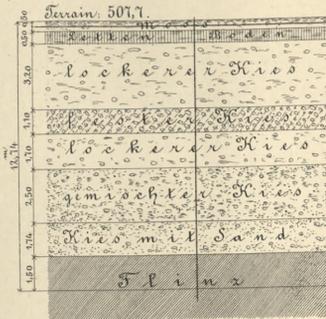
IV. bei Engelschalking.



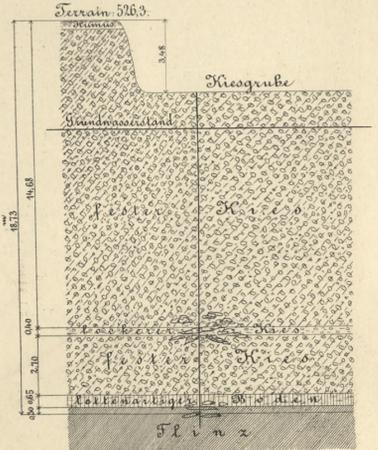
V. südlich von Johanneskirchen.



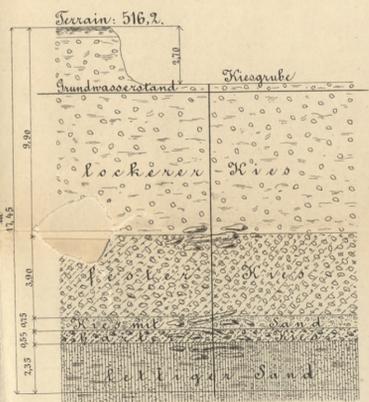
VI. am Schringerbach.



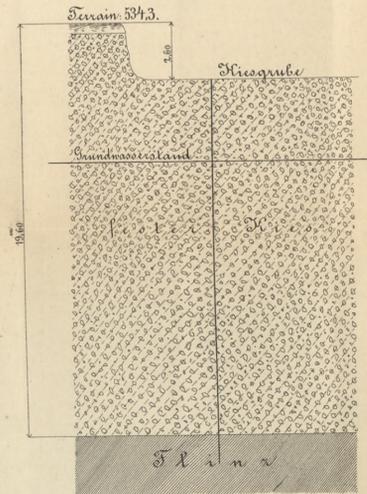
VII. bei Neuhaus.



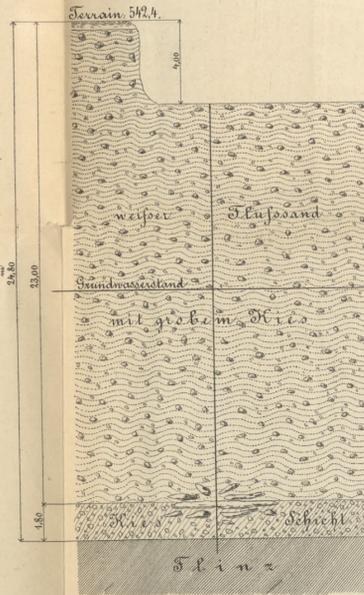
VIII. bei Aochheim.



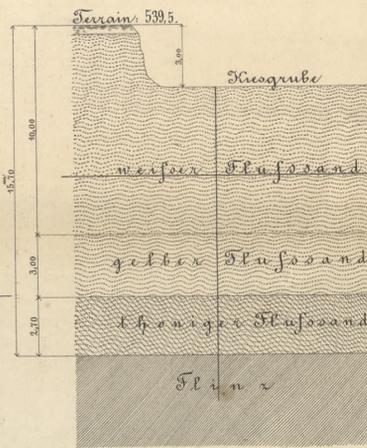
IX. beim Schneiderhof.



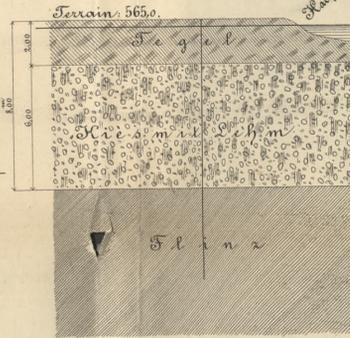
X. bei Haar.



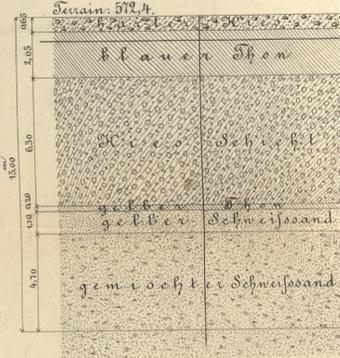
XI. bei Perlach.



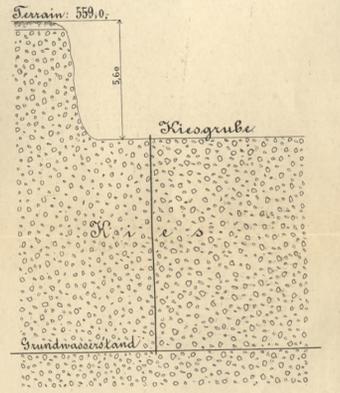
XII. bei Sottham.



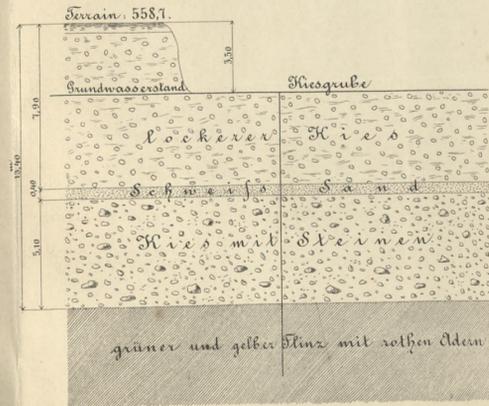
XIII. bei Weisenhofen im Hachingerbach Thal.



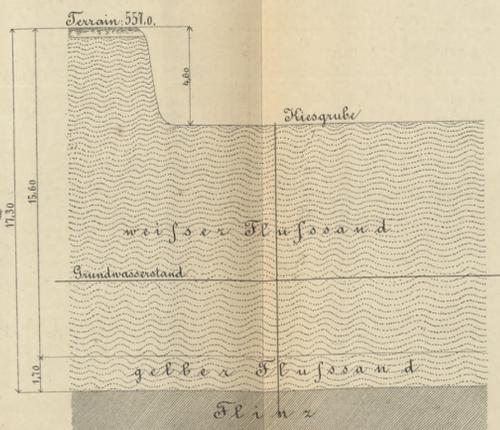
XIV. bei Unterhaching.



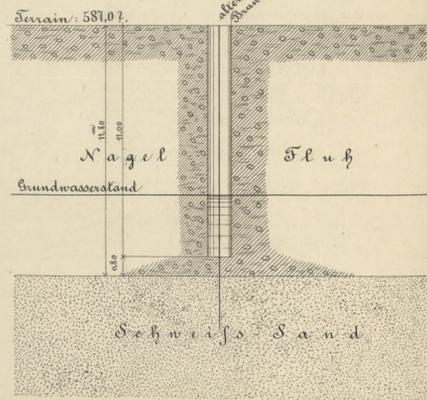
XV. bei Unterhaching.



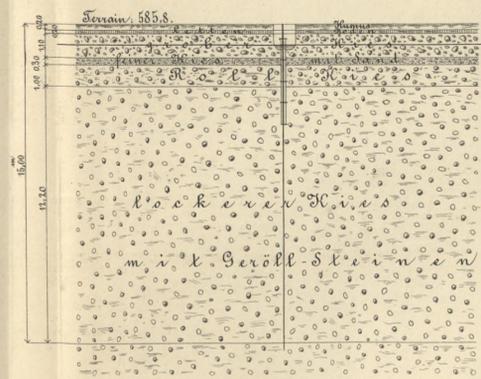
XVI. bei Unterhaching.



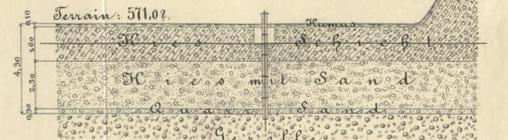
XVII. bei Weisenhofen im Gleißer Thal.



bei Percha.



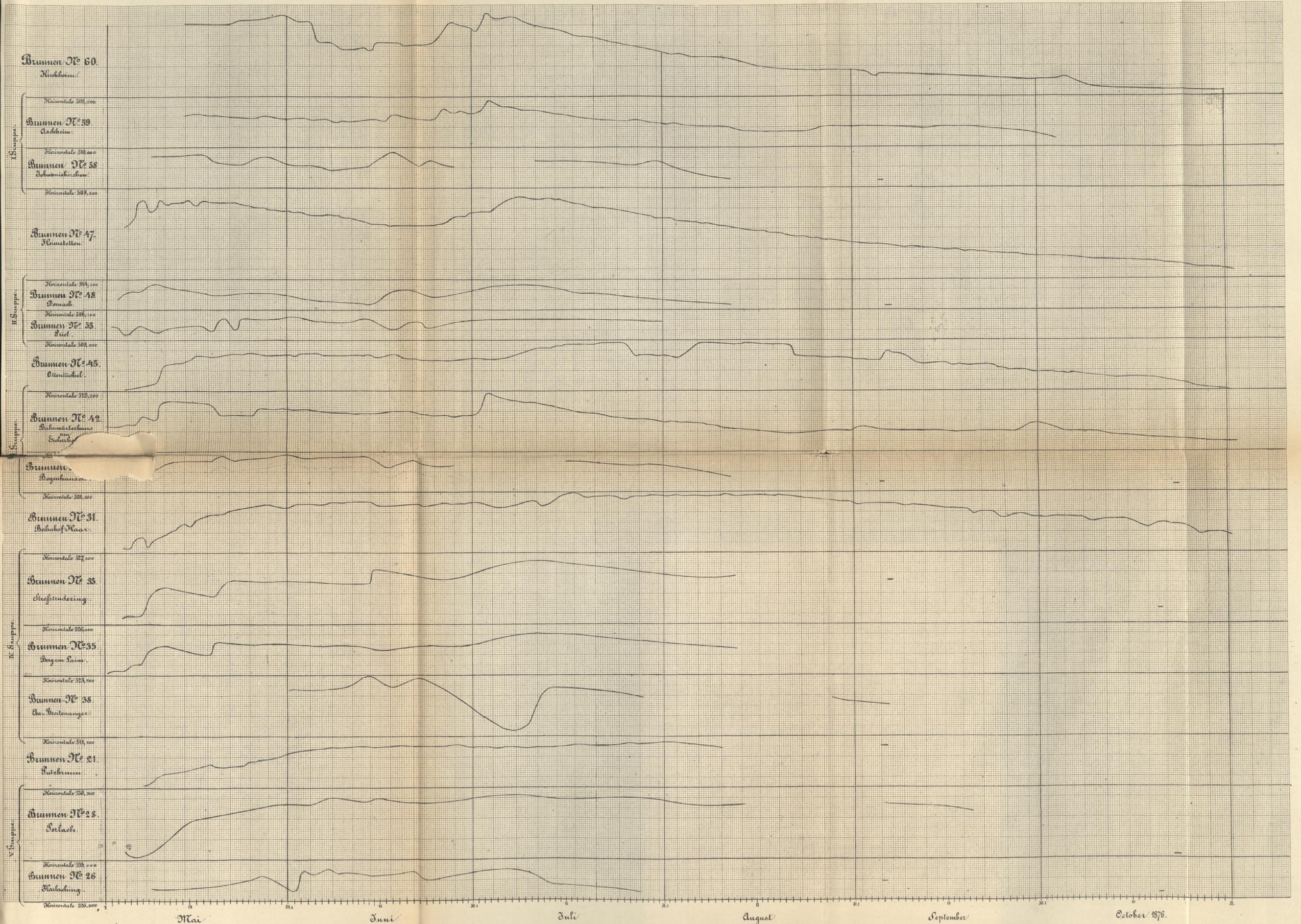
in der Pupplinger Au.





# Diagramme der Grundwasserstände.

Maßstab für die Abscissen: 3<sup>mm</sup> = 1 Tag  
20. 20. Ordinate: 1:20.

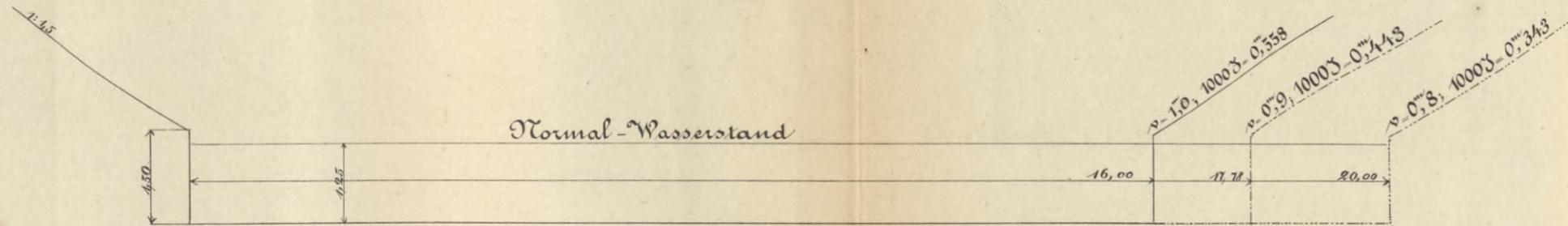




# Canal-Anlage in der Hirsch-Au.

## Normal Profile.

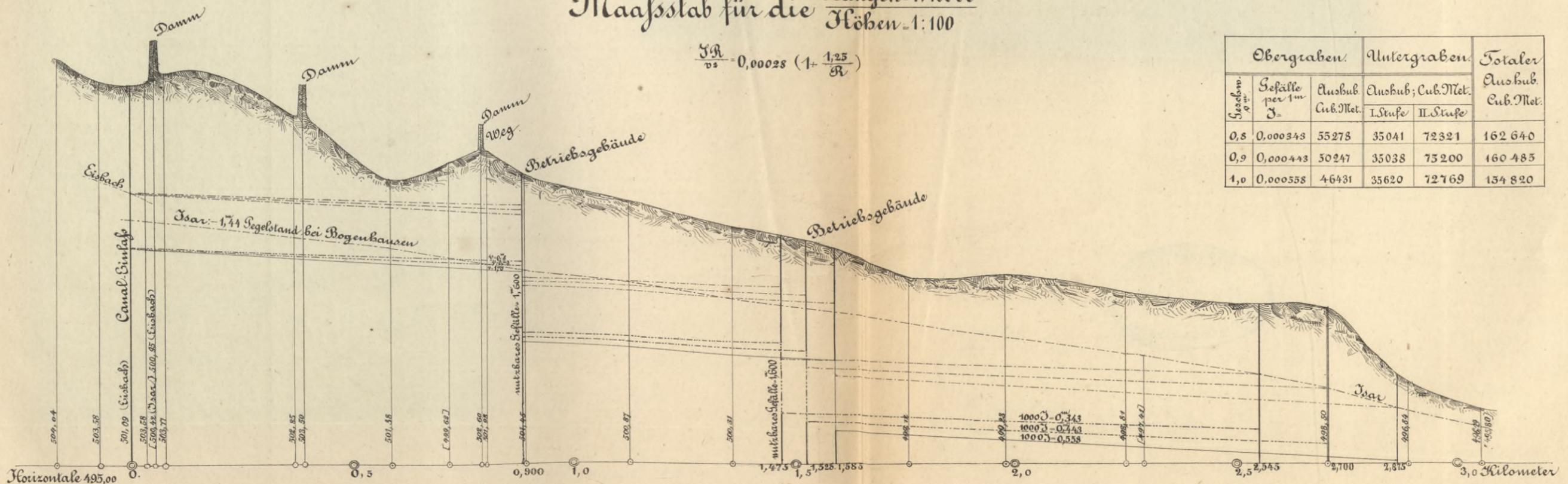
Maafstab 1:100.  
Q = 20 Cub. Meter.



Maafstab für die Längen 1:10000  
Höhen 1:100

$$\frac{I \cdot R}{v^2} = 0,00028 \left( 1 + \frac{1,25}{R} \right)$$

Seebm. p <sub>0</sub>	Gefälle per 1 <sup>m</sup> I	Ausub. Cub. Met.	Untergraben.		Totaler Ausub. Cub. Met.
			I. Stufe	II. Stufe	
0,8	0,000343	55278	35041	72321	162640
0,9	0,000443	50247	35038	75200	160485
1,0	0,000558	46431	35620	72769	154820



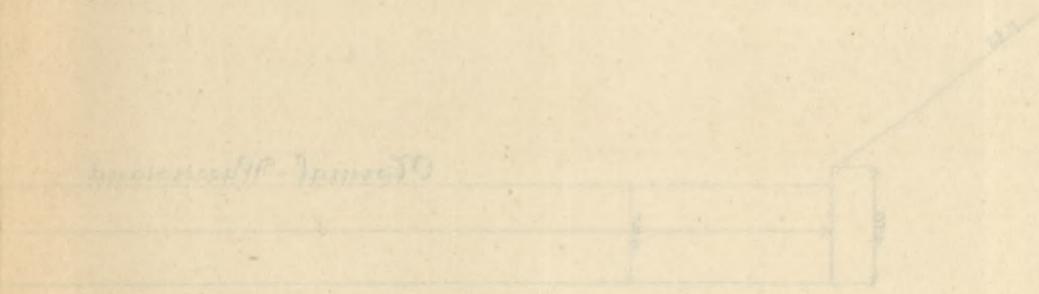
### Erklärungen:

Nicht geklammerte Zahlen auf das Terrain.  
Geklammerte " " die Isar

Canal-Entwurf in der Ebene

Strom-Plan

1870



Strom-Plan für die

1870

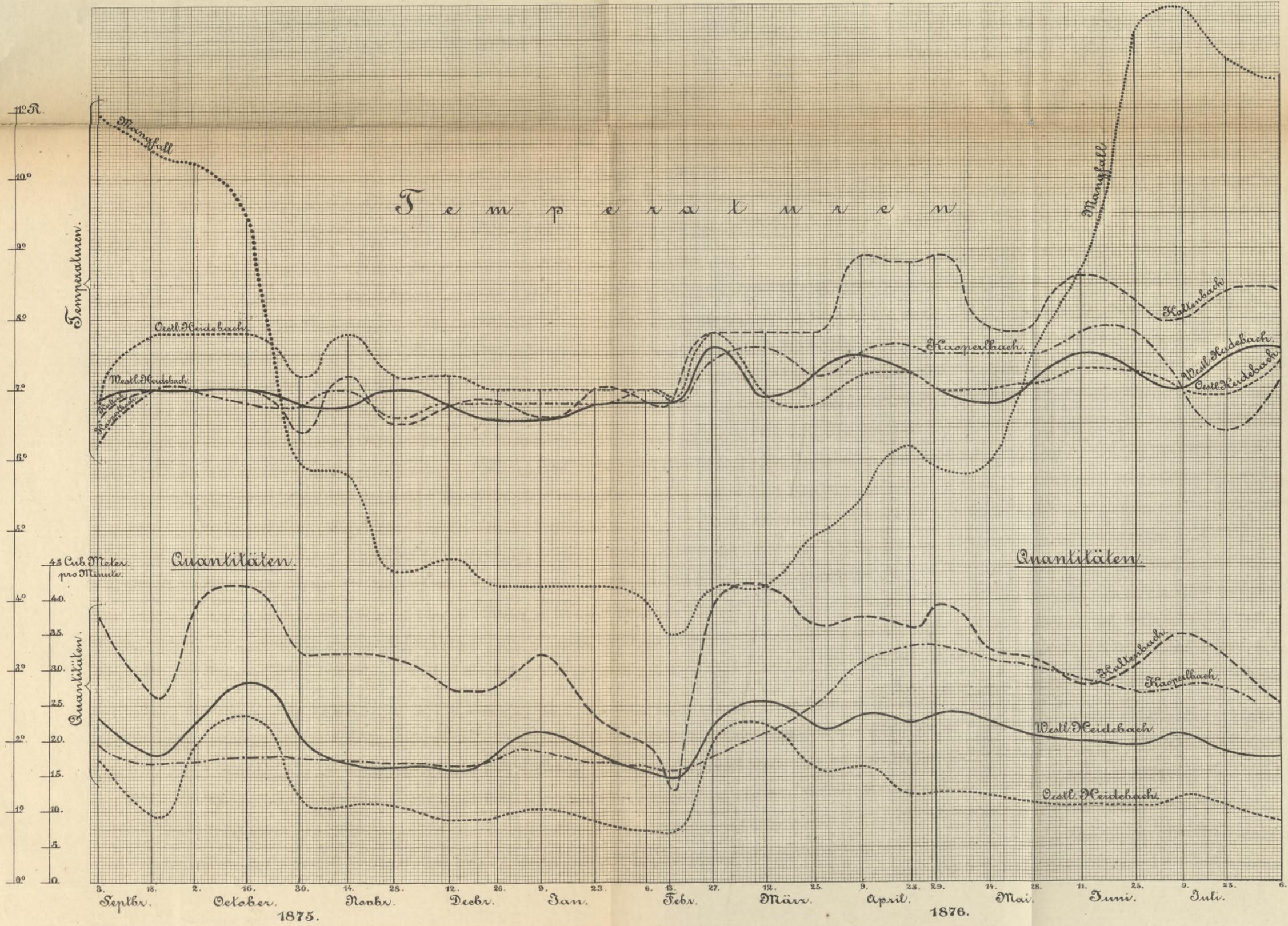


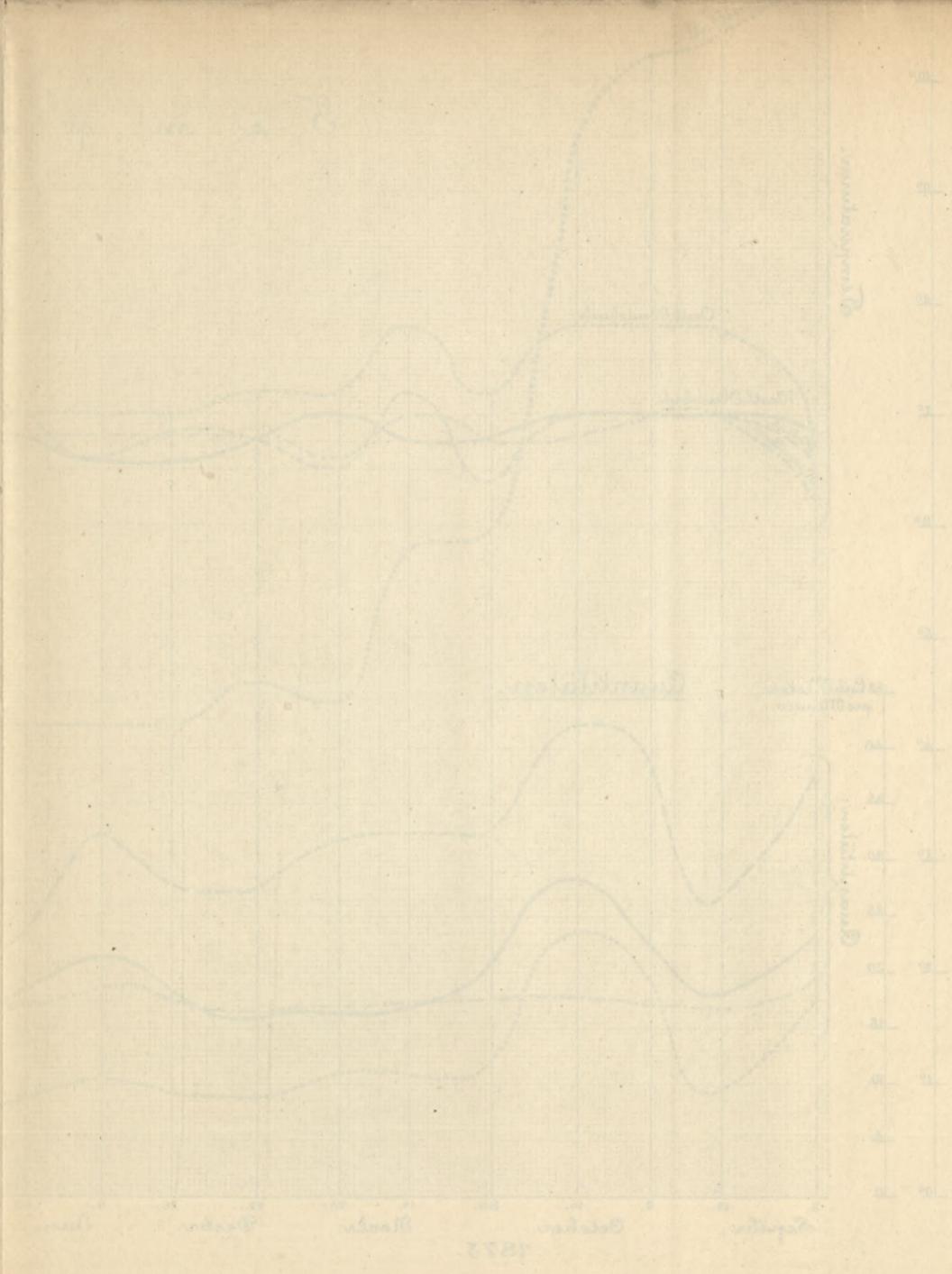
Strom-Plan für die  
1870



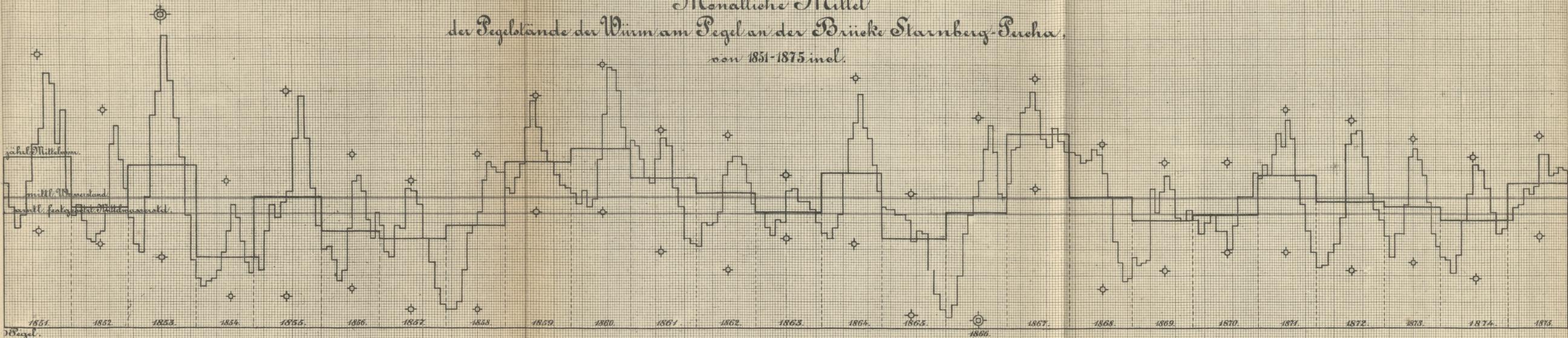
# Diagramme der Temperaturen & Quantitäten der Quellen des Mangfallthales.

Maßstab für die  
Temperaturen : 1° R. = 20<sup>mm</sup>.  
Quantitäten : 1 Cub. Met. = 2<sup>mm</sup>.  
Zeit : 1 Tag = 1<sup>mm</sup>.



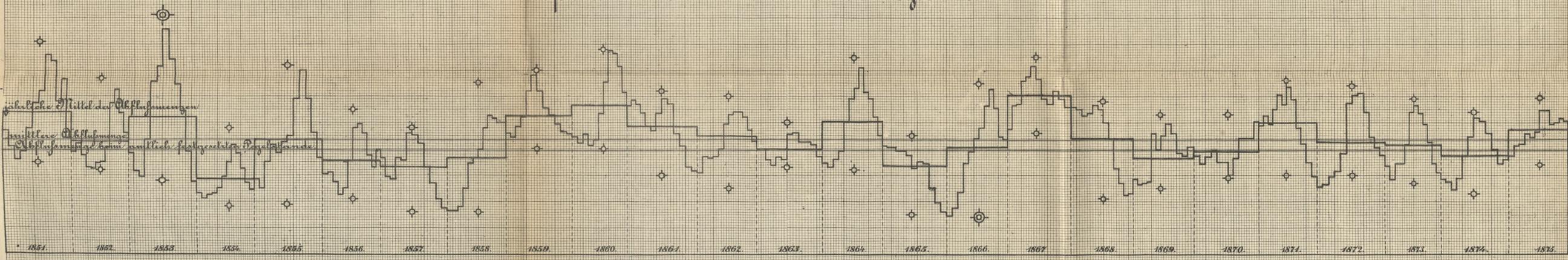


Monatliche Mittel  
der Pegelstände der Wurm am Pegel an der Brücke Starnberg-Sucha,  
von 1851-1875 incl.



Bemerkung:  $\diamond$  Minima und Maxima in den einzelnen Jahren,  
 $\odot$  Minimum und Maximum während der 25 jährigen Beobachtungsperiode

Mittlere monatliche Abflussmengen der Wurm,  
entsprechend den von 1851-1875 beobachteten Pegelständen.



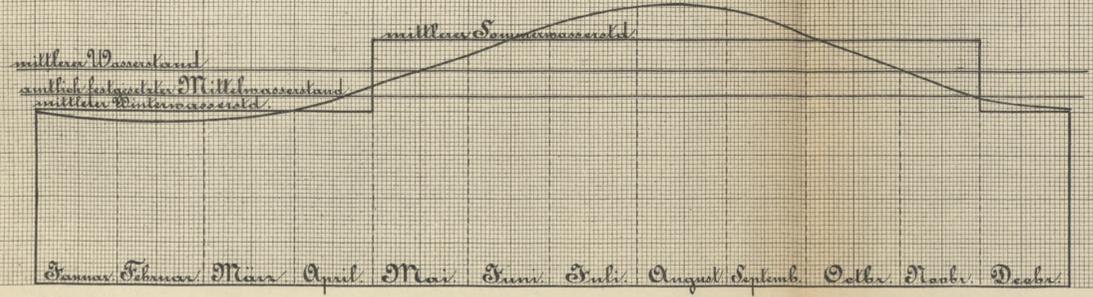
Bemerkung:  $\diamond$  Minima und Maxima in den einzelnen Jahren,  
 $\odot$  Minimum und Maximum während der 25 jährigen Beobachtungsperiode

Diagramme.

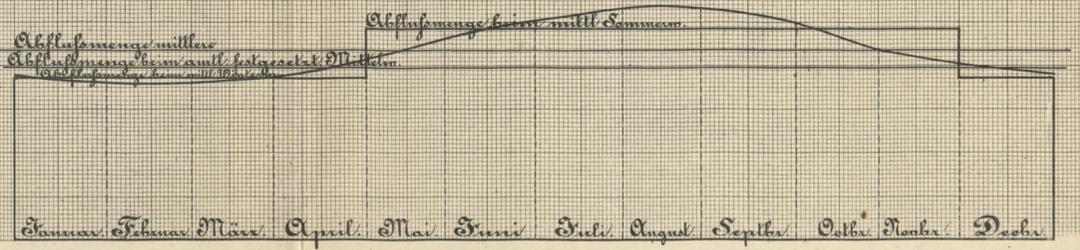
Pegelstände.

Abflussmengen.

(Monatsmittel aus der 25 jährigen Beobachtungsperiode)



Maassstab:  
Pegelstände 1 mm = 100 mm  
Quantitäten 1 mm = 10 mm  
Zeit 1 Jahr = 24 mm  
11 Monat = 20 mm



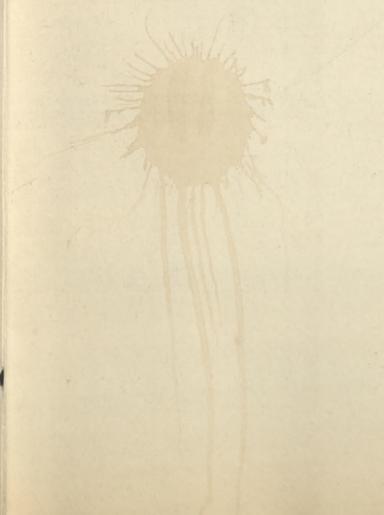
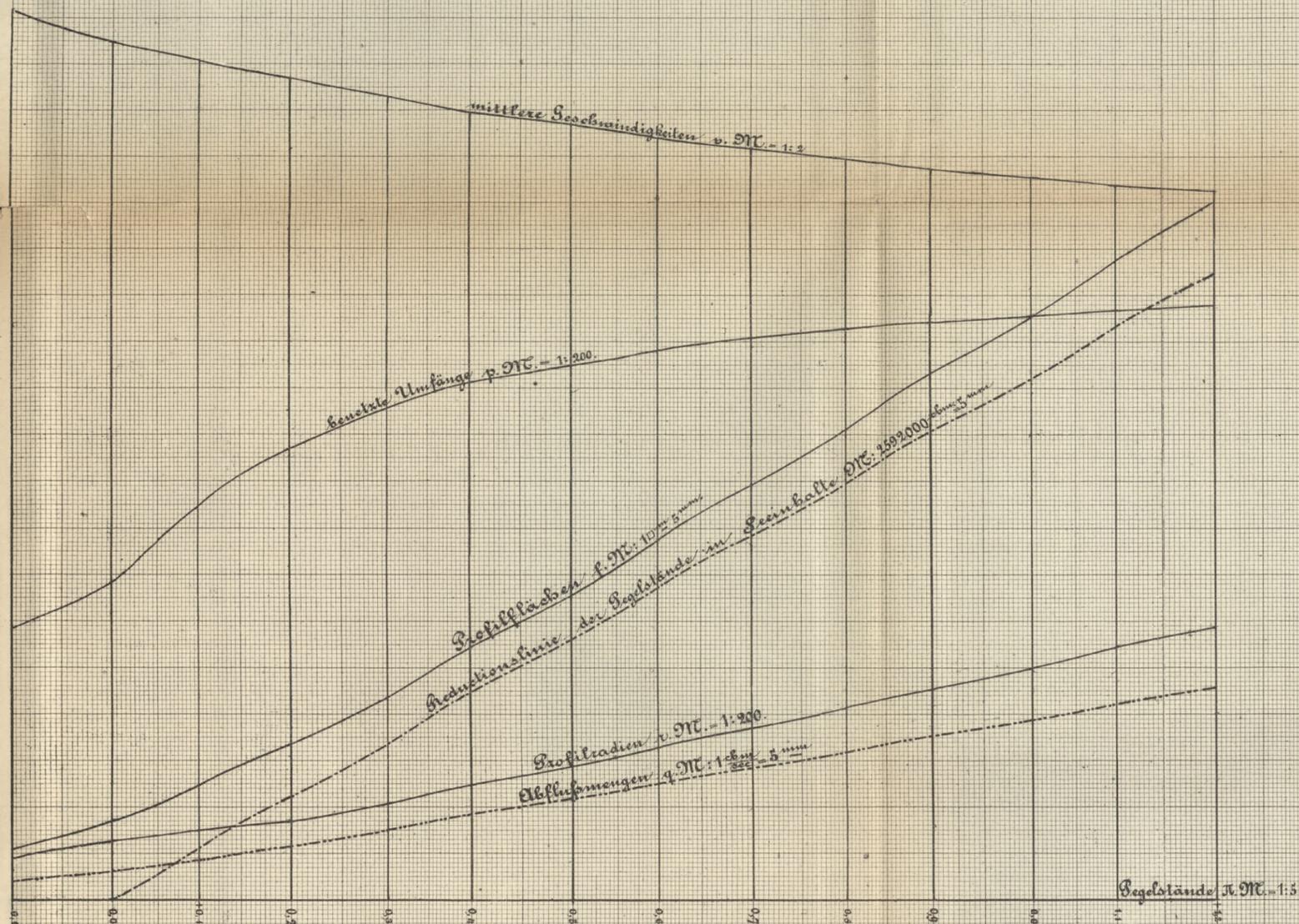


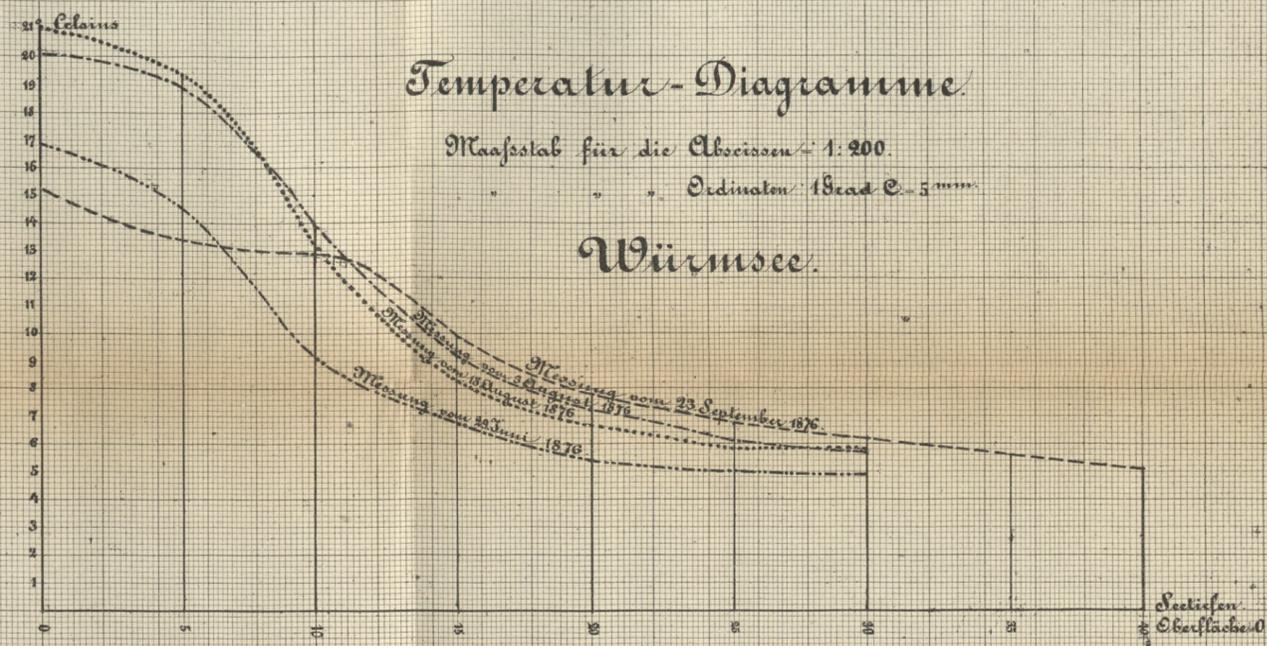
Diagramm der Elemente des Pegelprofils der Würm an der Brücke bei Starnberg-Percha.



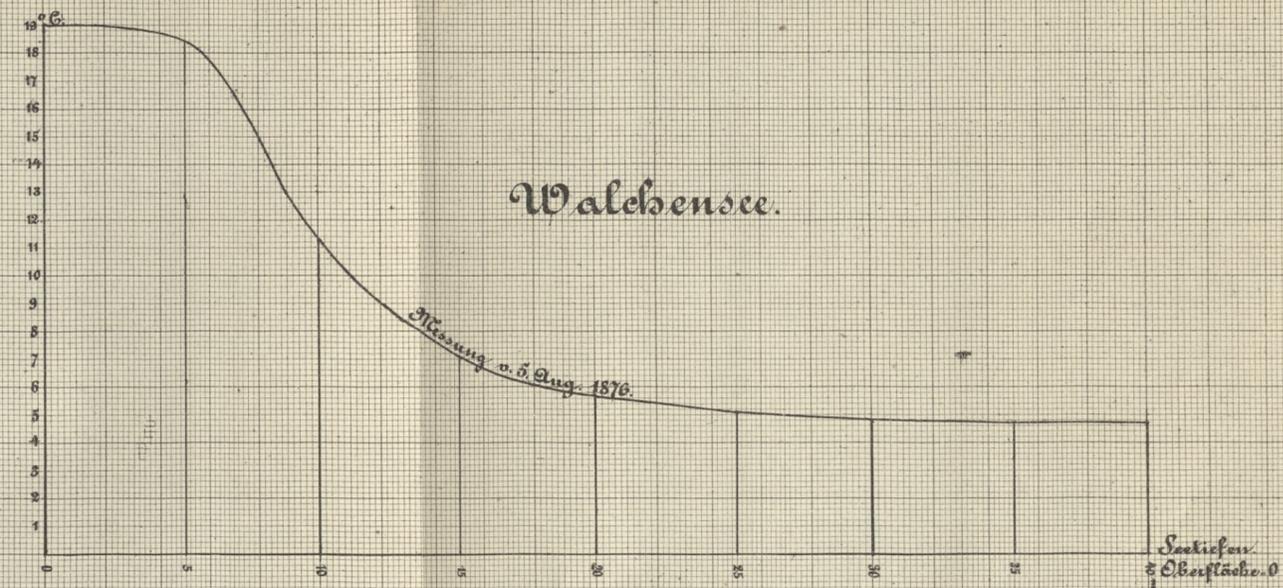
Temperatur-Diagramme

Maafstab für die Abscissen = 1:200.  
Ordinaten 1 Grad C = 5 mm

Würmsees.

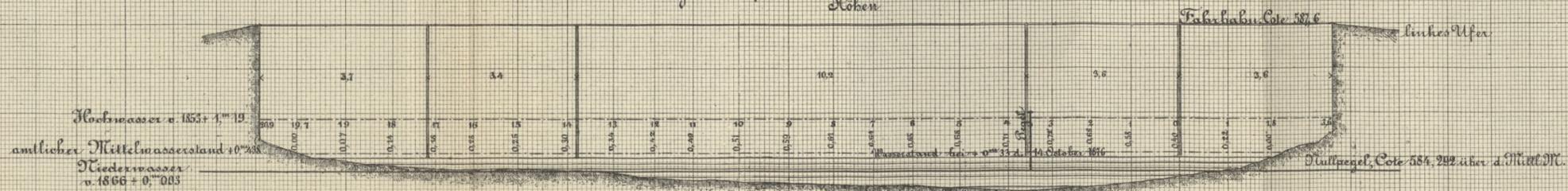


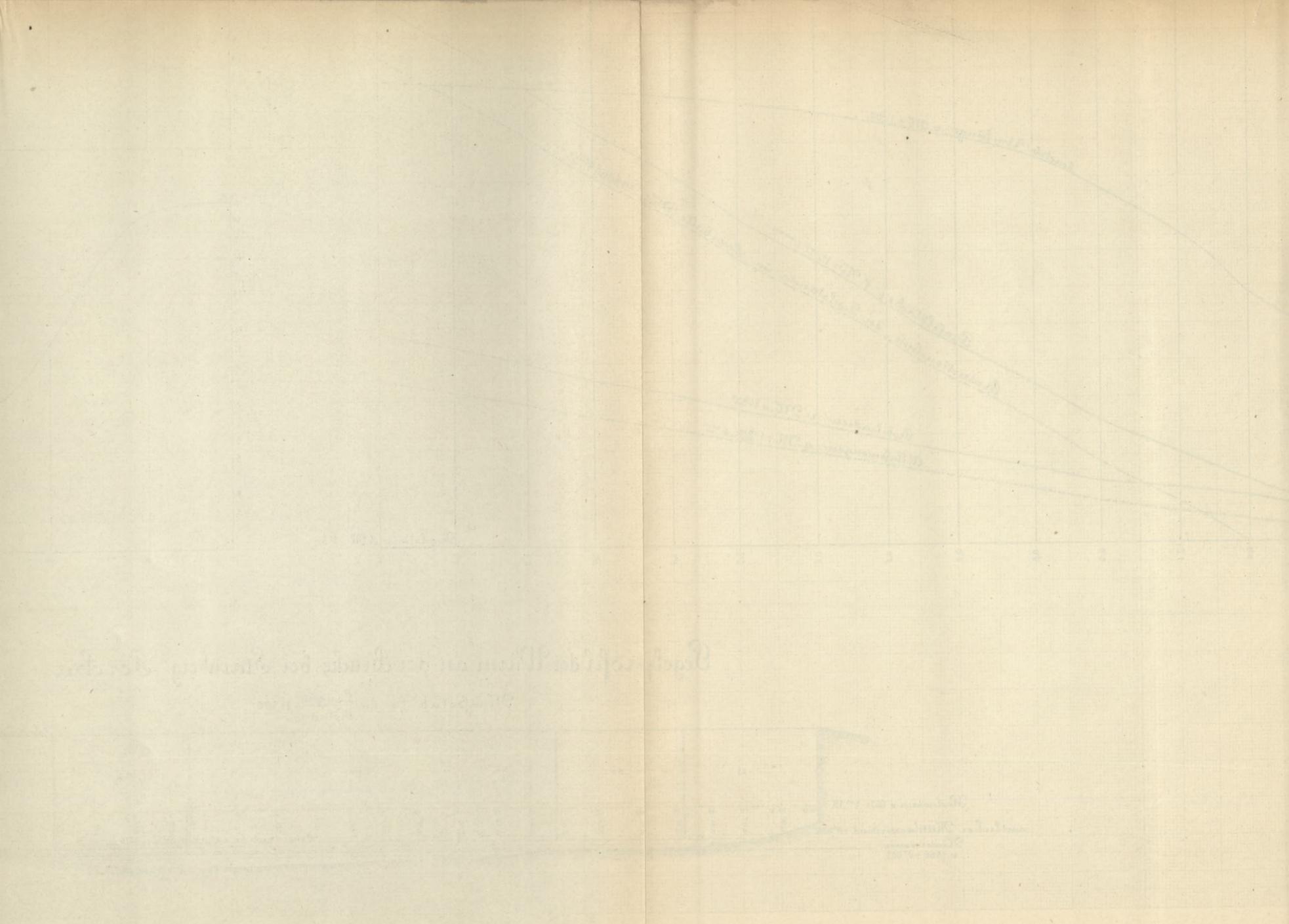
Walchensees.



Pegelprofil der Würm an der Brücke bei Starnberg-Percha

Maafstab für die Längen  
Höhen = 1:100

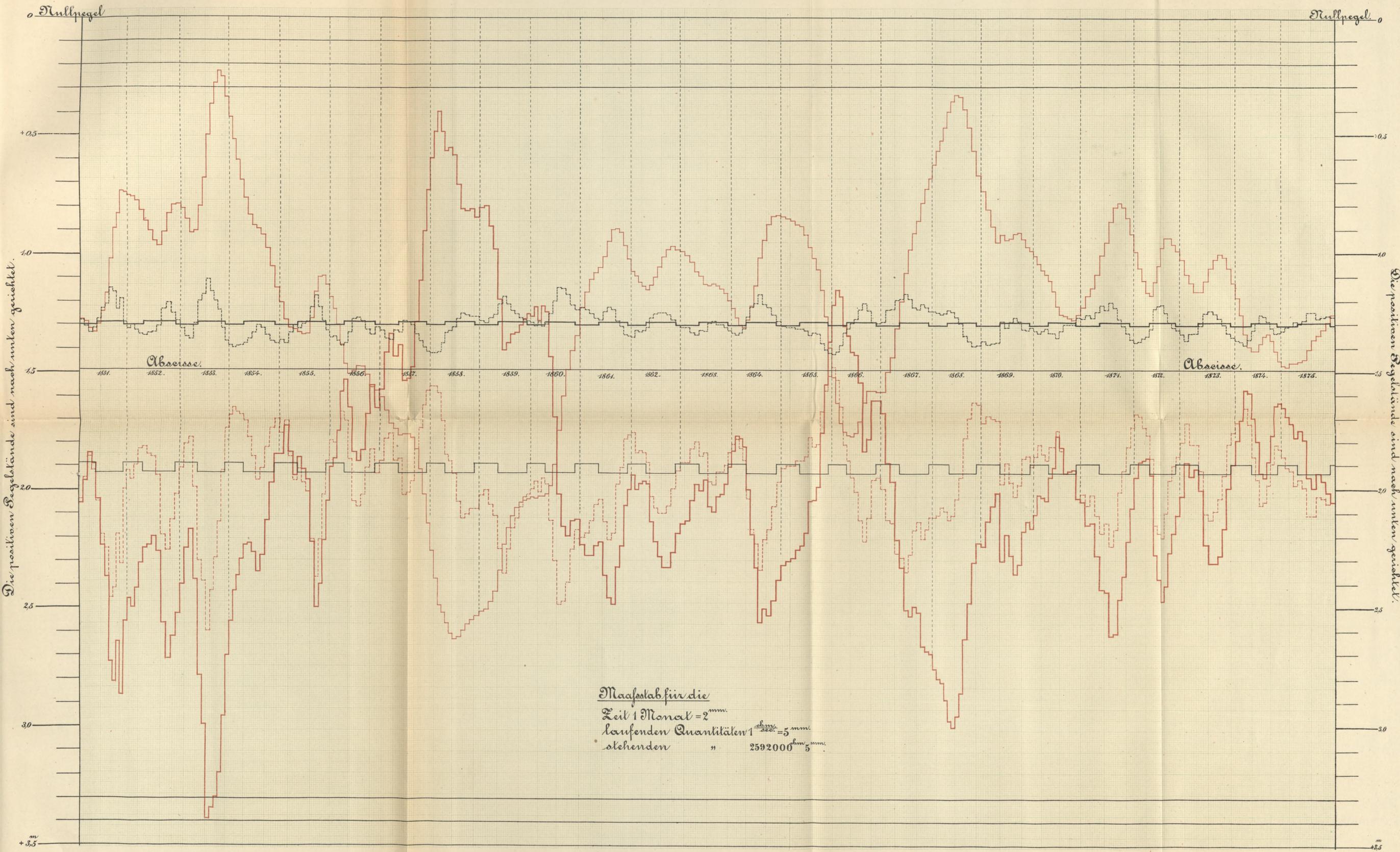




# Diagramm

zur

## Bestimmung der künstlichen Pegelstände des Wiirmsee's.



Maafstab für die  
 Zeit 1 Monat = 2<sup>mm</sup>  
 laufenden Quantitäten 1  $\frac{cm^3}{sec}$  = 5<sup>mm</sup>  
 stehenden " 2592000  $\frac{cm^3}{mm}$

**Erklärung:**

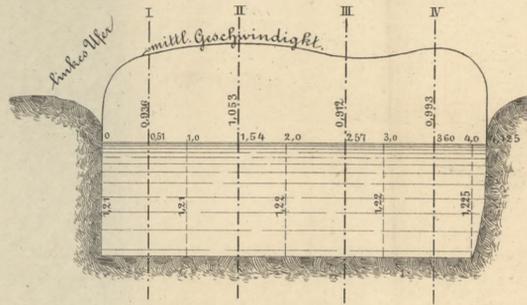
- Seinhalle bei den mittleren monatlichen Pegelständen.
- " " " minimalen Abflüssen
- - - mittlere monatliche Abflussmengen.
- monatliche Bezugmengen.
- Differenzen zwischen natürlicher und künstlicher Abflussmenge.
- Seinhalle bei den künstlichen Pegelständen.



# Obergraben des Pettenkofer-Wasserwerkes.

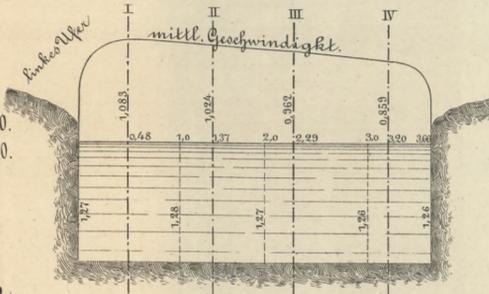
## linker Graben

$v=0,952$ ;  $F=5,01$   $\square^m$ ;  $Q=4,77$   $\square^m$



## rechter Graben

$v=0,950$ ;  $F=4,56$   $\square^m$ ;  $Q=4,33$   $\square^m$

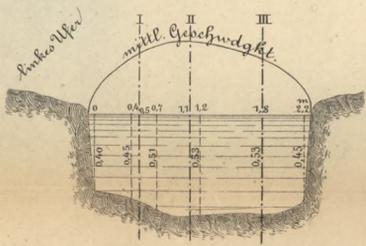


Maassstab für die Längen - 1:50.  
" " " Tiefen - 1:50.  
gemessen den 22. Aug. 1876.

## Hachingerbach.

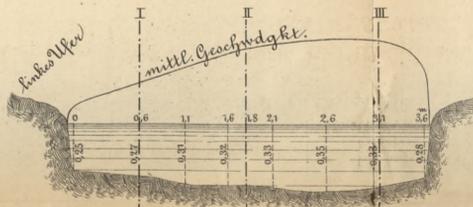
### in Turtz

$v=0,300$ ;  $F=1,14$   $\square^m$ ;  $Q=0,34$   $\square^m$



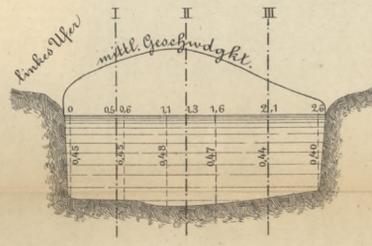
### in Taufkirchen

$v=0,347$ ;  $F=1,14$   $\square^m$ ;  $Q=0,40$   $\square^m$



### in Unterhaching

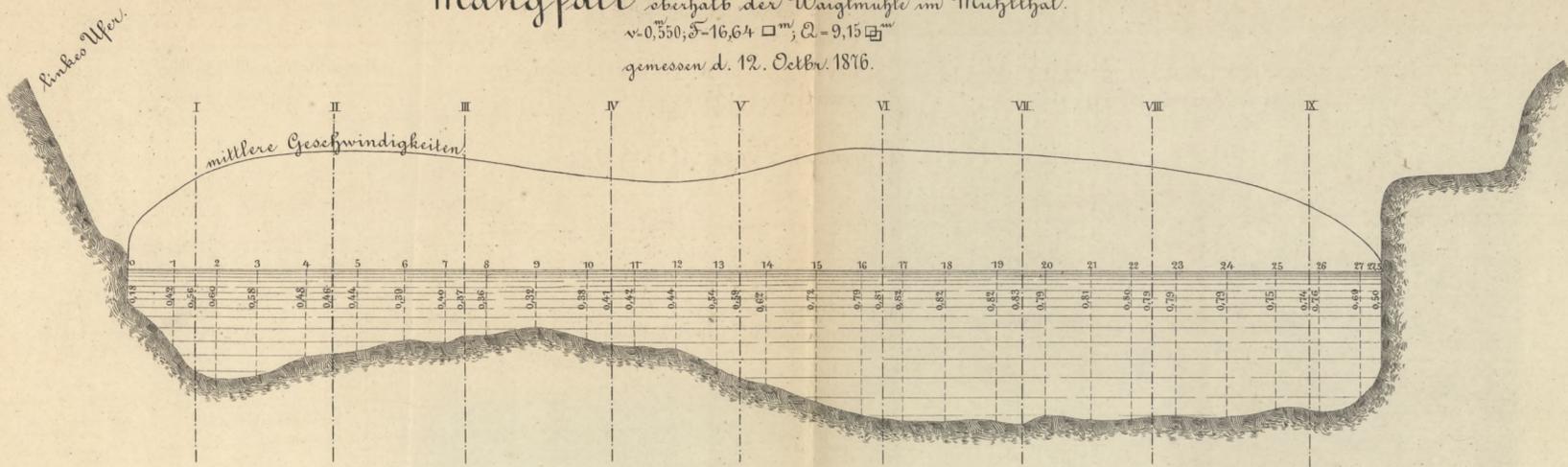
$v=0,252$ ;  $F=1,22$   $\square^m$ ;  $Q=0,31$   $\square^m$



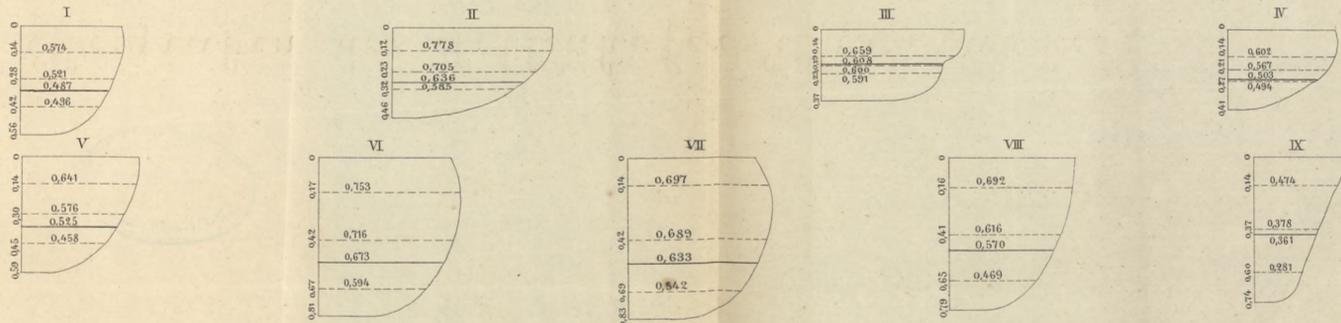
Maassstab für die Profile (Längen - 1:50.  
" " " Tiefen - 1:25.  
" " " Geschwindigkeiten - 1:25.  
gemessen d. 17. Aug. 1876.

## Mangfall oberhalb der Waigmühle im Mühlthal.

$v=0,550$ ;  $F=16,64$   $\square^m$ ;  $Q=9,15$   $\square^m$   
gemessen d. 12. Octbr. 1876.



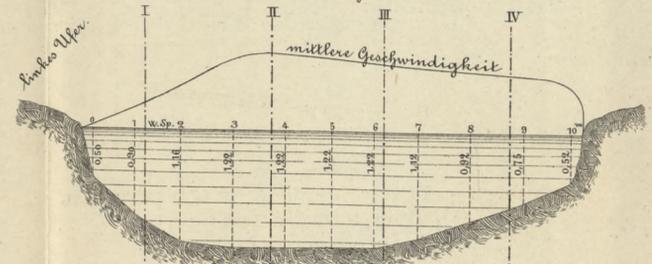
Geschwindigkeiten in den Ordinaten.



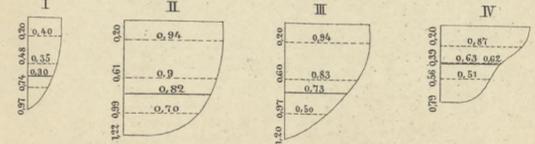
Maassstab für das Profil (Längen - 1:100.  
" " " die Geschwindigkeit - 1:25.

## Würm bei Starnberg.

$F=10,46$   $\square^m$ ;  $Q=6,62$   $\square^m$ ;  $v=0,633$   
Wasserstand + 0,81 gem. d. 29. Juli 1876.



Geschwindigkeiten in den Ordinaten.



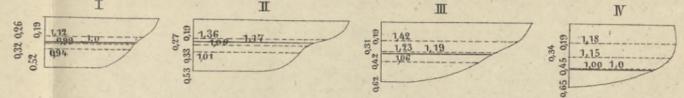
## Würm bei Pasing.

$F=5,48$   $\square^m$ ;  $Q=5,90$   $\square^m$ ;  $v=1,076$

Wasserstand + 0,84, am Pegel zu Starnberg gem. d. 6. Juli 1876.



Geschwindigkeiten in den Ordinaten.

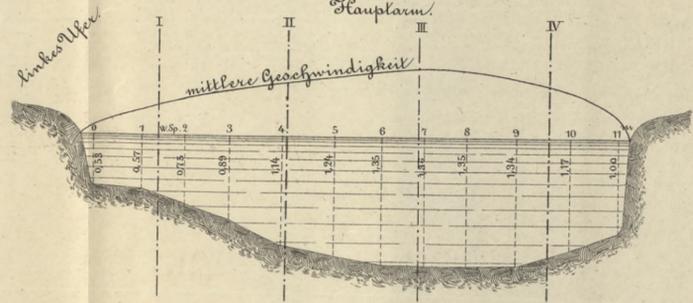


## Würm bei Gauting.

$F=12,22$   $\square^m$ ;  $Q=6,70$   $\square^m$ ;  $v=0,548$

$F=1,00$   $\square^m$ ;  $Q=0,641$   $\square^m$ ;  $v=0,641$   $\Sigma Q=7,341$   $\square^m$

Wasserstand + 0,84 am Pegel zu Starnberg gem. d. 6. Juli 1876.  
Hauptarm.



Nebenarm.

(Längen) 1:50  
(Tiefen)



Maassstab für die Profile (Längen - 1:100.  
" " " Tiefen - 1:50.  
" " " Geschwindigkeiten - 1:50.



Faint handwritten text at the top left of the page.

Faint handwritten text in the middle left section.

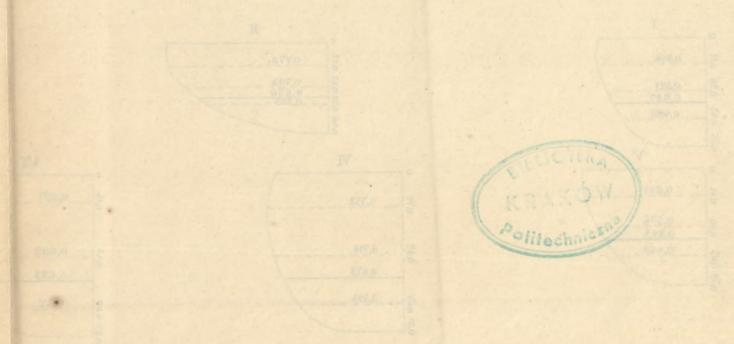
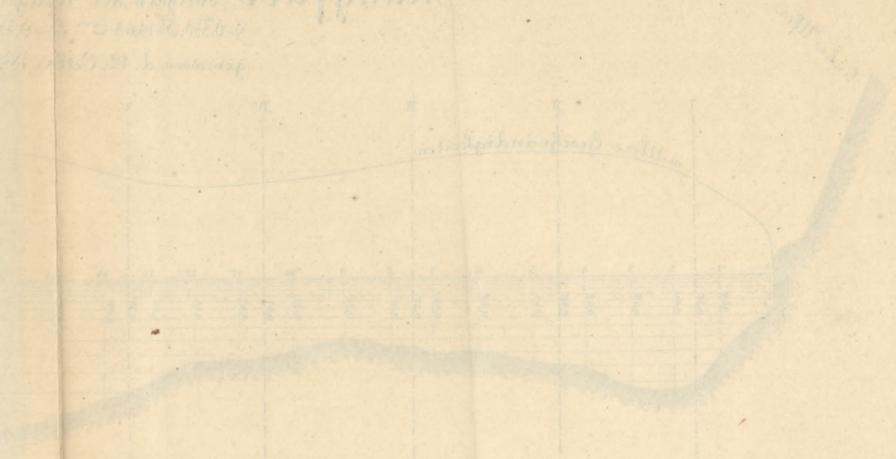
Faint handwritten text at the top center of the page.

Faint handwritten text in the middle center section.

Faint handwritten text at the top right of the page.

Faint handwritten text in the middle right section.

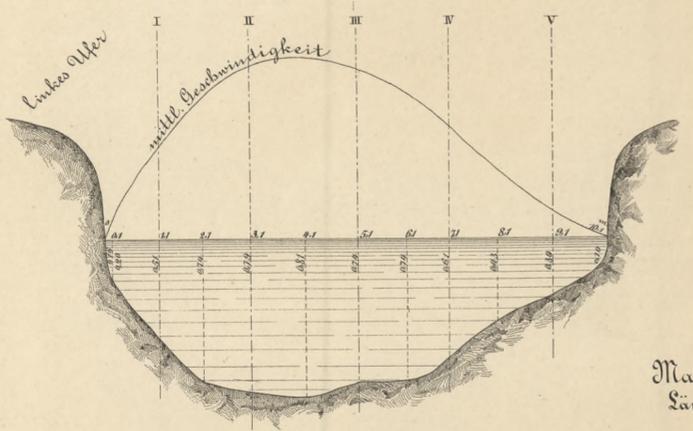
Faint handwritten text above the diagram, possibly a title.



Faint handwritten text at the bottom right of the page.

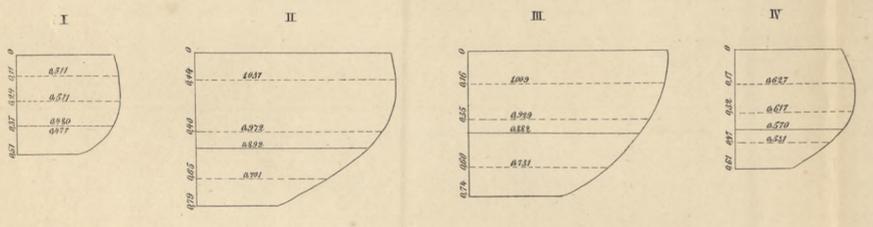
Würm bei Starnberg.

Wasserstand + 0<sup>m</sup>42  
 v = 0,660; F = 5,92 □<sup>m</sup>; Q = 3,91 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 23 Septbr. 1876



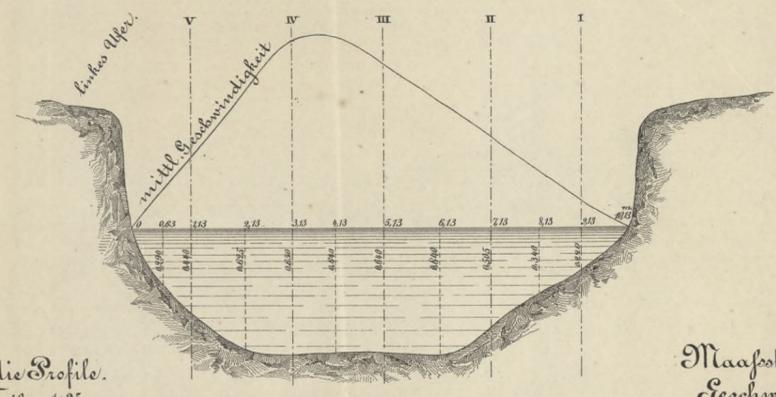
Maafstab für die Profile.  
 Längen 1:100. Tiefen 1:25.

Geschwindigkeiten in den Ordinaten.



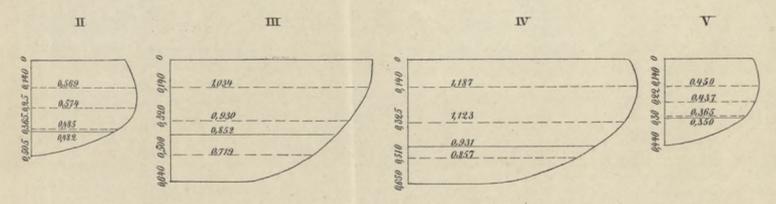
Würm bei Starnberg.

Wasserstand + 0<sup>m</sup>315  
 v = 0,741; F = 4,80 □<sup>m</sup>; Q = 3,14 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 17 Octobr. 1876.



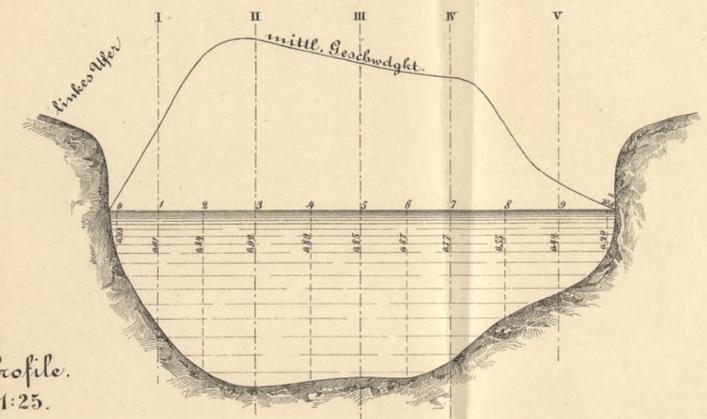
Maafstab für die Profile.  
 Geschwindigkeit 1:25.

Geschwindigkeiten in den Ordinaten.

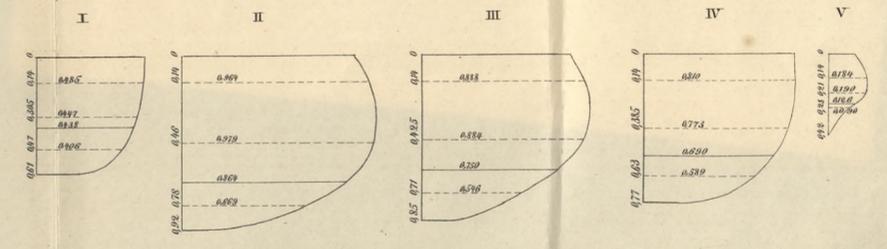


Würm bei Starnberg

Wasserstand + 0<sup>m</sup>54  
 v = 0,63; F = 7,14 □<sup>m</sup>; Q = 4,50 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 18 Aug. 1876



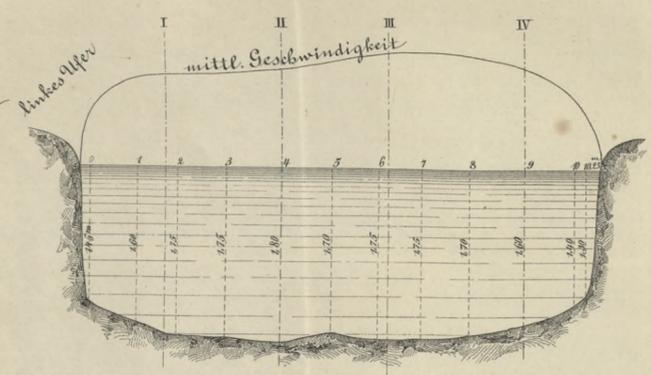
Geschwindigkeiten in den Ordinaten.



Eisbach

bei d. Ludwigs Walzmühle  
 Längen = 1:100  
 Tiefen = 1:50  
 gem. d. 12 Juni 1876

Hauptarm  
 v = 1,010; F = 17,58 □<sup>m</sup>; Q = 17,76 □<sup>m</sup>



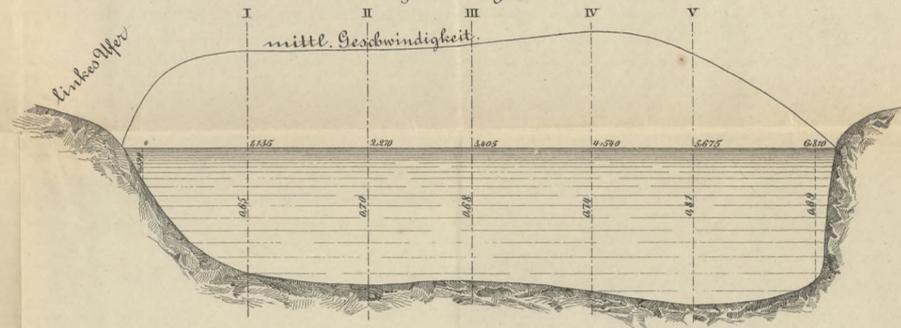
Nebenarm

v = 0,333; F = 6,62 □<sup>m</sup>; Q = 2,21 □<sup>m</sup>

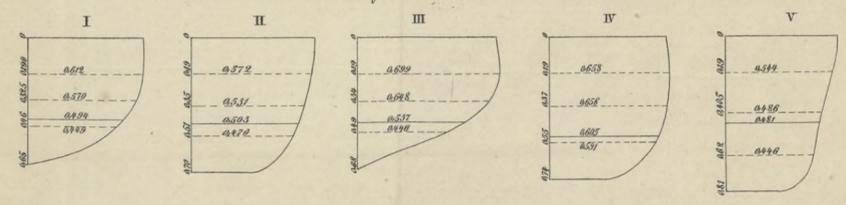


Jachen Ausfluss d. Waldbenssee.

Längen = 1:50  
 Tiefen = 1:25  
 v = 0<sup>m</sup>470  
 F = 4,75 □<sup>m</sup>  
 Q = 2,23 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 4. Aug. 1876.

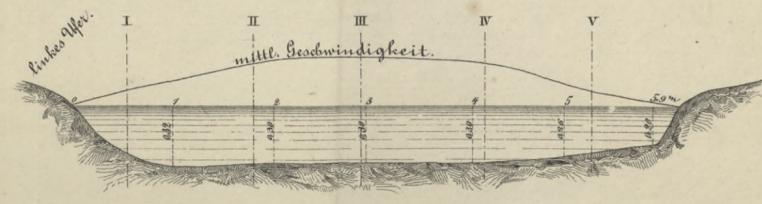


Geschwindigkeiten in den Ordinaten 1:25.



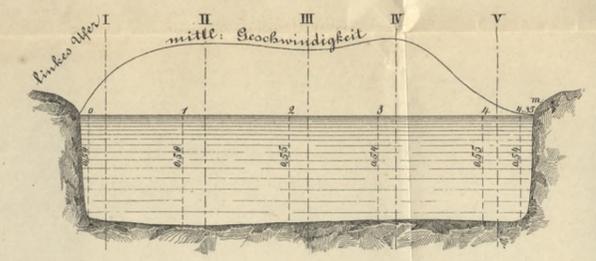
Brunnbach & Oberföhring.

Längen = 1:50;  
 Tiefen = 1:25  
 v = 0,775;  
 F = 1,63 □<sup>m</sup>  
 Q = 0,29 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 18 Juli 1876.



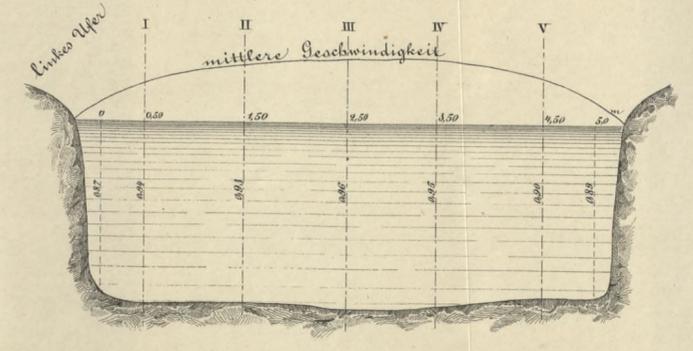
Seebach & Aachbeim (Vordermühle)

Längen = 1:50;  
 Tiefen = 1:25  
 v = 0,284;  
 F = 2,48 □<sup>m</sup>  
 Q = 0,70 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 23 Juni 1876.

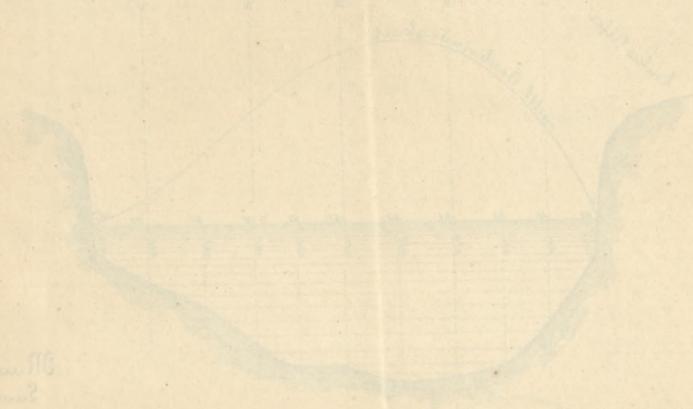


Seebach & Aachbeim (Hintermühle)

Längen = 1:50;  
 Tiefen = 1:25  
 v = 0,254;  
 F = 4,99 □<sup>m</sup>  
 Q = 1,27 □<sup>m</sup>  
 gem. d. 23 Juni 1876.



Handwritten text at the top right, possibly a title or header, including the word "Projekt".



BIBLIOTEKA  
KRAKÓW  
Politechniczne

Handwritten text below the main drawing, possibly a description or reference.



Handwritten text at the bottom right, possibly a signature or date.

5'61







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw. ....

16 335

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300276