Zeitschrift: Schweizerische Polytechnische Zeitschrift

Band: 14 (1869)

Heft: 5

Rubrik: Mechanisch-technische Mittheilungen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mechanisch-technische Mittheilungen.

Vorrichtung zur künstlichen Erhöhung der Gefälle bei Wasserrädern und Turbinen.

Von Nagel & Kaemp, Civil-Ingenieure in Hamburg.

Es ist bekannt, dass die mit niedrigen Gefällen arbeitenden Wassermühlen, namentlich in den Niederungen Norddeutschlands, viel zu leiden haben durch den schädlichen Einfluss, welchen der in wasserreicher Jahreszeit auftretende Wasserüberfluss und die dadurch erzeugte Gefälleverminderung ausüben.

Die im Herbst und im Frühjahr ankommenden Wassermengen sind an sehr vielen Orten so gross und die zu ihrer Abführung dienenden Bäche und Flüsse so eng und vielfach gekrümmt, dass der Wasserabfluss sehr bald hinter dem Wasserzufluss zurückbleibt und dass demgemäss das Unterwasser rascher ansteigt, als der Oberwasserstand, d. h. dass eine Verkürzung des nützlichen Gefälles der Wasserräder resp. Turbinen resultirt.

Es ist diese Gefällereduction an vielen Orten thatsächlich so gross, dass eine grosse Anzahl von Wassermühlen, welche bei mittlerer und trockener Jahreszeit reichliche Wasserkraft besitzen, ihren Betrieb sehr geschwächt sehen oder gar ganz einstellen müssen, sobald die nasse Jahreszeit eintritt. Wasserräder leiden in dieser Beziehung doppelt, da sie das Waten im Unterstau gar nicht vertragen können, aber auch Turbinen, welche bekanntlich vom Unterstau nicht beeinflusst werden, verlieren an Betriebskraft, da das nutzbare Gefälle vermindert wird.

In einer 1867 von Mühlenbesitzern der Provinz Hannover abgehaltenen Versammlung wurde die Frage über die Mittel zur Beseitigung des vorerwähnten schädlichen Unterstaues bei Wassermühlen auf die Tagesordnung gesetzt und eingehend erörtert. Es wurde bei dieser Gelegenheit in geeigneter Correction unserer Flüsse und in der Anlage von Hülfswasserrädern, Hülfsturbinen und Hülfsdampfmaschinen das zur Zeit einzige und wirksamste Mittel zur Vermeidung von Betriebsstörungen gefunden.

Schon in erwähnter Versammlung machten wir einen anderweitigen Vorschlag, welcher damals allerdings nur flüchtige Idee war, den wir indessen seitdem immer weiter verfolgt und nunmehr soweit durchgearbeitet haben, dass es uns im allgemeinen Interesse geeignet scheint, damit an die Oeffentlichkeit zu treten.

Wenn man bedenkt, dass der vorerwähnte kraftverringernde Unterstau stets mit einem effektiven Kraftüberfluss des Betriebswassers zusammenfällt, so liegt die Idee sehr nahe: das in Uebermass vorhandene Betriebswasser mit dem ihm verbleibenden Gefälle ganz direkt zu benutzen zur Krafterhöhung der Wasserräder und Turbinen.

Das Wasserquantum, welches ein Wasserrad oder eine Turbine unter dem Einflusse eines bestimmten Gefälles zu verwerthen vermag, ist nur ein begrenztes; ist man bei dieser Grenze angelangt, so würde man zur Verwerthung noch grösserer Wasserquantitäten die Dimensionen oder die Zahl der Wasserräder resp. Turbinen vergrössern müssen, das verursacht aber neben grossen Kosten auch viele Misslichkeiten im regulären Betriebe.

Wir haben nun die Idee gefasst, jenes im Uebermass vorhandene und sonst durch die Freischleusen nutzlos abfliessende Wasser ganz oder zum Theil zu benutzen, um durch geeignete Vorrichtungen mit diesem Wasser das Unterwasser in den Kammern der Wasserräder aufzusaugen, das Gefälle mithin künstlich zu erhöhen.

Es mag diess beim ersten Lesen sehr gewagt, schwierig oder komplizirt erscheinen, in Wahrheit ist die Methode wie ihre praktische Anwendung recht sehr einfach, sodass wir uns überzeugt halten, es werde unser Vorschlag bald Verbreitung finden.

In welcher Weise herabfallendes Wasser zum Aufsaugen grosser Wassermengen sich unmittelbar verwerthen lässt, lehrt am Anschaulichsten die Nagel'sche Wasserstrahlpumpe zum Entleeren von Baugruben (Bd. X, S. 149 dieser Zeitschrift). Wir begnügen uns hier daran zu erinnern, dass bei derselben das herabfallende Wasser durch ein Rohr geleitet wird, an dessen engster Stelle in Folge der dort erzeugten Wassergeschwindigkeit der hydraulische Druck kleiner wird, als der äussere Atmosphärendruck, dass mithin an dieser engsten Stelle unter unmittelbarem und alleinigem Einflusse des durchströmenden Betriebswassers eine saugende Wirkung erzeugt wird, durch welche das Wasser aus der Baugrube aufgeholt und dem Betriebswasser zugeführt wird. Wir erinnern auch kurz daran, dass schon bei der ersten Nagel'schen Wasserstrahlpumpe die Saughöhe grösser ausfallen konnte, als die Gefällshöhe des Druckwassers, und dass dieser Apparat in ziemlich grossen Dimensionen (das Saugerohr hatte 9 Zoll (235 Mm.) lichten Durchmesser) ausgeführt war. Die Wirkung des Nagel'schen Wassersaugeapparates, obgleich in Folge mannigfacher, mit mangelnder Sachkenntniss versuchter Nachbildungen verkannt und unterschätzt, ist eine vorzügliche, wie wir aus den vielfachen eigenen Anwendungen erfahren haben.

Bietet nun die Wasserstrahlpumpe ein bequemes Mittel, um die mechanische Arbeit herabfallenden Wassers unmittelbar zum Aufsaugen grosser Wassermengen zu verwenden,

so ist einleuchtend, dass derselbe Apparat in geeignet veränderter Form sich auch verwerthen lassen muss, um die motorische Kraft des sogenannten Freiwassers der Mühlen ohne Weiteres zu benutzen zum Aufsaugen des in den Wasserrad- und Turbinenkammern aufgestauten Unterwassers, d. h. also einfach zum Vergrössern des nutzbaren Gefälles der Wasserräder und Turbinen.

Denken wir uns beispielsweise eine unserer üblichen Freischleusen dahin abgeändert, dass wir ihr die Form einer grossen Wasserstrahlpumpe geben, und lassen wir das Freiwasser durch diese Pumpe hindurchfliessen, verbinden wir ausserdem die untere Radkammer der Wasserräder resp. Turbinen durch ein genügend weites Rohr oder einen Kanal mit der engsten Stelle der Pumpe, so wird die Wirkung des Freiwassers im Saugeapparate die sein, dass das Wasser aus den Radkammern aufgesaugt und dem Saugeapparate zugeführt wird.

Sind die Radkammern gegen das Unterwasser hin abgeschlossen und wird von dem Wasserrade resp. den Turbinen kein neues Wasser zugeführt, so wird die Strahlpumpe einfach die Radkammern trocken legen, wie es die von uns mehrfach ausgeführten kleinen, zum raschen Entleeren der Turbinenkammern bestimmten Saugeapparate thun.

Sind die Wasserräder resp. Turbinen in Betrieb, so wird, bei abermals gegen das Unterwasser geschlossen zu denkenden Radkammern, der Saugeapparat das aus den Rädern tretende Wasser fort und fort wegschaffen, und wird es leicht sein, den Saugeapparat so anzustellen, dass er mehr Wasser fördert, als die Turbinen ohne Aenderung des Gefälles verbrauchen können. Die Wirkung ist alsdann die, dass der Unterwasserstand in der Radkammer sinkt, sodass die Turbinen effektiv mit einem künstlich erhöhten Gefälle arbeiten.

Sind wir in vorstehender Beschreibung aus Gründen der leichtern Verständlichkeit von der Annahme ausgegangen, dass der zur Gefälleerhöhung anzuwendende Saugeapparat an Stelle der Freischleusen liegen solle, so ist diese Lage keineswegs nothwendig. In den meisten Fällen wird es sogar zweckmässiger sein, die ganze Saugevorrichtung unmittelbar mit den Turbinen zu kombiniren, also in die Turbinenkammer zu legen und das Freiwasser über oder unter dem Turbinenrade strahlenförmig so austreten zu lassen, dass die saugende Wirkung direkt an den Austrittsöffnungen der Turbinen erfolgt. Eine derartige Anordnung hat u. A. den grossen Vortheil, dass sie sich bei bestehenden Anlagen anbringen lässt und nur geringe Veränderungen der vorhandenen Baulichkeiten veranlasst.

Mag die Saugevorrichtung an der Freischleuse oder in der Radkammer liegen, immer wird es dem Sachkundigen leicht sein, den Saugeapparat stellbar zu machen, sodass derselbe auch kleine Quantitäten disponiblen Freiwassers benutzen kann, um mit gutem Wirkungsgrade das nützliche Gefälle der Turbinen oder Wasserräder zu erhöhen.

Zur klareren Veranschaulichung unserer Vorrichtung und deren Wirkungsweise geben wir hier ein kleines Zahlenbeispiel über eine uns im Augenblicke beschäftigende Anlage.

Eine vorhandene Turbine ist für eine Zuflussmenge von 60 Kubikfuss rhld. (1,9 Kubikmeter) pro Secunde und für ein nutzbares Gefälle von 6 Fuss rhld. (1,88 Met.) gebaut, und gibt diese Turbine bei 75 % Nutzeffekt eine Nettoleistung von rund 35 Pferdest.

Steigt in Folge übermässigen Wasserzuflusses das Unterwasser um 3 Fuss (0,94 M.) und gleichzeitig das Oberwasser nur um 1 Fuss (0,31 M.), so verbleibt für die Turbine ein nutzbares Gefälle von nur $6 - 3 + 1 = 4$ Fuss (1,25 M.), und es ist für dieses Gefälle, wofern der Wirkungsgrad der Turbine nicht fällt, nach bekannten hydraulischen Gesetzen die effektive Leistung nur noch

$$35\sqrt{\frac{4^3}{6^3}} = \text{rund } 19 \text{ Pfrdst.}$$

Die Betriebskraft der Mühle ist also von 35 auf 19 Pfrdst. heruntergegangen, während doch die disponible rohe Wasserkraft im Verhältnisse zum regulären Wasserzulaufe ganz bedeutend gestiegen ist.

Dieser lästigen Reduktion der Turbinenkraft lässt sich aber vorbeugen durch geschickte Benutzung des überreichlich vorhandenen Freiwassers, und wird in den meisten Fällen das Freiwasser sogar gestatten, dass die effektive Turbinenkraft im Vergleiche zu den normalen Wasserverhältnissen erhöht werde.

Wird nämlich der Unterwasserstand in der Turbinenkammer durch unsere Saugevorrichtung um beispielsweise 4 Fuss (1,25 M.) verringert, das nutzbare Gefälle also auf $4 + 4 = 8$ Fuss (2,5 M.) gebracht, so wird die effective Turbinenleistung, wenn, wie vorher angenommen, der Nutzeffekt konstant bleibt, sein:

$$35\sqrt{\frac{8^3}{6^3}} = \text{rund } 54\tfrac{1}{2} \text{ Pfrdst.}$$

Die Betriebskraft wird also gegen den normalen Zustand um $54\frac{1}{2} - 35 = 19\frac{1}{2}$ Pfrdst. gegen den Zustand mit nicht beseitigtem Unterstau um $54\frac{1}{2} - 19 = 35\frac{1}{2}$ Pfrdst. vergrössert.

Der Wasserverbrauch der Turbine, welcher bei normalem Gefälle wie erwähnt 60 Kubikfuss (1,9 Kubikmeter) pro Secunde beträgt, vermindert sich bei dem auf 4 Fuss (1,25 M.) reduzirten Gefälle auf ca. 49 Kubikfuss (1,67 Kubikmeter) und wächst für 8 Fuss (2,5 M.) Gefälle auf ca. 71 Kubikfuss (2,13 Kubikmeter).

Diese 71 Kubikfuss (2,13 Kubikmeter) Wasser müssen durch die beschriebene Vorrichtung auf das Niveau des wahren Aussenwasserstandes, also auf 4 Fuss (1,25 M.) gehoben werden.

Die von uns in neuerer Zeit gebauten Nagel'schen Wasserstrahlpumpen, welche allerdings in wesentlich anderer Form konstruirt sind, als der Versuchsapparat in Fuhlsbüttel, haben zwar einen Wirkungsgrad bis zu 50 % ergeben, aber wir ziehen vor, in Rücksicht darauf, dass die hier zu verwendende Saugevorrichtung durch ganz besondere Einfachheit sich auszeichnen muss, für obiges Beispiel einen sehr ungünstigen Nutzeffekt, 25 %, anzunehmen. Dann wird, da das im Saugeapparate wirksame Gefälle 4 Fuss (1,25 M.) beträgt, eine Freiwassermenge von $3 \times 71 = 213$ Kubikfuss (6,39 Kubikmeter) pro Sekunde aufgewendet werden müssen, um das Turbinengefälle auf 8 Fuss (2,5 M.) effektiv zu erhöhen. Bekanntlich ist es gar nichts Ungewöhnliches, dass in wasserreicher Zeit der Wasserzufluss vielmehr noch als das Vierfache des gewöhnlichen Zuflusses beträgt.

Je grösser die disponible Freiwassermenge ist, um so grösser wird auch die damit zu erzielende Gefälleerhöhung der Turbine ausfallen, und da die Kraft der Turbine nicht nur im direkten Verhältnisse der Gefällshöhen, sondern sogar im Verhältnisse

$$\sqrt{\frac{H^3}{H_1^3}}$$

steigt, so wird die Turbinenkraft oftmals auf ganz bedeutende Höhe gebracht werden können.

Diese übermässige Krafterhöhung ist für die Praxis meist bedeutungslos, wichtig aber ist, dass die normale Kraft der Turbinen sowohl wie der Wasserräder unter Anwendung der beschriebenen Saugevorrichtung nicht mehr zu leiden haben wird unter dem Einflusse des durch Wasserüberfluss erzeugten Unterstaues. Welcher Vortheil hieraus für eine grosse Anzahl unserer in den Niederungen befindlichen Wassermühlen erwächst, das werden am besten diejenigen würdigen, welche zur Zeit noch unter dem im Eingange dieses Berichtes geschilderten Uebelstande leiden müssen, nämlich diejenigen, bei welchen zur Zeit noch ein absoluter Mangel an Betriebskraft gerade dann eintritt, wenn der natürliche Wasserzufluss und mit ihm die rohe Wasserkraft ihr Maximum erreicht.

Wir haben unserm vorstehenden Berichte keine Zeichnungen beigegeben und zwar mit Rücksicht auf die Patentnahme, da uns erst in Preussen das erbetene Patent ertheilt ist, in andern Ländern aber die Entscheidung noch schwebt. Vielleicht ist es uns, wie wir wünschen, gelungen, auch ohne Zeichnung die Idee unserer Vorrichtung klar auszusprechen, und werden wir nicht verfehlen, seiner Zeit die nähere Beschreibung und Erläuterung einer praktisch bewährten Anlage durch die Vereinszeitschrift zu veröffentlichen.

An Einfachheit der Einrichtung dürfte die beschriebene Saugevorrichtung wenig zu wünschen übrig lassen und zwar sowohl dann, wenn diese Vorrichtung an die Stelle der Freischleuse, also getrennt von der Radkammer angebracht ist, als auch dann, wenn sie mit der Turbine unmittelbar kombinirt wird.

Hamburg, Oktober 1869. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.)

Wasserversorgung der Stadt Zürich.

Mitgetheilt von Hrn. **A. Bürkli-Ziegler**, städt. Ingenieur.

(Fortsetzung.)

Taf. 11—16.

Trinkwasserversorgung.

Allgemeine Disposition.

Die Quellen, welche das Trinkwasser liefern, sind die gleichen, welche die bisherigen laufenden Brunnen versorgten; dieselben liegen nach fünf verschiedenen Richtungen, daher denn auch fünf besondere Leitungen unterschieden werden, nämlich die Leitung der Quelle beim Wylhof neben Zumikon, die Hirslander-, Hottinger- und Flunterner-Leitung auf der Seite der grossen Stadt, die Albisrieder-Leitung auf der Seite der kleinen Stadt. Das Wasser der Hirslander-, Hottinger- und Flunterner-Leitung wird bei starken Regengüssen durch Auflösung des feinen Sandes in den wasserführenden Schichten ziemlich stark getrübt, welche Trübung an sich zwar unschädlich ist, dagegen einen übeln Eindruck auf die Wasserkonsumenten macht, sodass nöthig erachtet wurde, dieses Wasser zu solchen Zeiten einer Filtration zu unterwerfen. Die Quelle beim Wylhof und diejenigen der Albisrieder-Leitung sind einer Trübung viel weniger unterworfen und wird für solche keine Filtration vorgesehen.

Filtrir-Bassin.

Behufs dieser Filtration wird alles Wasser der zwei ersteren Leitungen mit dem vom Vorderberg kommenden Wasser der Flunterner-Leitung, statt der bisherigen getrennten Zuleitungen, in einer einzigen Röhre in der Plattenstrasse gesammelt und dem Bassin ***D*** (Taf. 12, Fig. 5, 6) zugeführt, um hier filtrirt zu werden und von dem Reinwasserschacht ***G*** aus zur Vertheilung in der grossen Stadt zu gelangen. Dieses Filtrirbassin ***D*** liegt zwar unmittelbar neben dem untern Brauchwasser-Reservoir zwischen Rämistrasse und Plattenstrasse, ist aber von letzterm ganz unabhängig.

Die Konstruktion des Bassins entspricht den später näher zu erläuternden Brauchwasser-Reservoirs. Das Filtrirmaterial besteht aus Kies und Sand, von unten nach oben in der Grösse abnehmend, ganz wie bei dem später ausführlicher zu beschreibenden, grössern Brauchwasserfilter, in einer Dicke bis auf 1,35 Meter. Auf dem Backsteinboden liegen in der untersten, gröbsten Kiesschicht durchlöcherte Betonröhren, die das Wasser ansammeln und nach dem Schacht ***G*** leiten. Die Ableitung gegen die Stadt hin ist im Maximum auf etwas mehr als 1000 Litres pro Minute berechnet, sodass bei einer Oberfläche des Filters von 185 Quadratmeter, per Tag und Quadratmeter ca. 7,7 Kubikmeter filtrirt werden müssten. Es ist dies eine sehr hohe Annahme, da bei vielen Filtern die Wasserlieferung bloss 3 Kubikmeter beträgt. Es wurde indessen so hoch gegriffen, theils weil das Wasser gewöhnlich ganz rein, also leicht zu filtriren ist, theils weil der Ansatz von 1000 Litern pro Minute an sich sehr hoch ist, und die zufliessende Wassermenge gewöhnlich niedriger sein wird, so dass ohne Schaden für kurze Zeit durch verstärkten Druck auf dem Filter nachgeholfen werden kann.

Die Zuleitung und Ableitung des Wassers geschieht von der Hahnenkammer ***H*** (Taf. 12, Fig. 9) aus, welche sämmtliche Regulirhähne dieses Trinkwasserfilters und des untern Brauchwasserreservoirs enthält. Das Wasser der in der Plattenstrasse vereinigten Hirslander-, Hottinger- und Flunterner-Vorderberg-Leitung fliesst durch die Röhre ***o***, dasjenige der Flunterner-Hinterberg-Leitung durch jene ***p*** zu. Es kann dasselbe von hier aus entweder in den Abzugskanal nach der Rämistrasse abgeleitet werden, durch die in der Verlängerung von ***o*** und ***p*** angebrachten Hähne, oder für gewöhnlich nach dem Filter durch die Röhren ***q***, ***r***, oder endlich ohne Filtration direkt nach der in die Stadt führenden Leitung durch die Verbindungsröhre ***s***. Bei stattfindender Filtration fliesst das Wasser aus dem Filter in den Reinigungsschacht und von diesem in die Ableitungsröhre ***t***.

In dieser Hahnenkammer kann zugleich durch die Röhren *u* und *v* eine Verbindung mit dem Leitungsnetz der Brauchwasserversorgung, und zwar mit der unter hohem Druck stehenden Leitung *ef* hergestellt werden. Die Röhre *u* führt das Wasser in den Reinwasserschacht, von wo es bei geschlossenem Abschlusshahn der Leitung *t* nach dem Filter gelangt, um hier die Filtrirmaterialien von unten nach oben zu durchströmen und schliesslich durch den Ueberlauf in den Abzugskanal abzufliessen. Es soll dadurch eine selbstwirkende Reinigung des Filters bewerkstelligt werden.

Durch die Röhre *v* kann das Brauchwasser direkt in das Filtrirbassin geleitet werden, um im Nothfall als Ergänzung des Quellwassers zu dienen. Es wird in einem solchen Fall doppelt filtrirt, zuerst in dem Brauchwasserfilter in der Limmat und nachher hier in dem Trinkwasserfilter.

Leitungen ohne Filtration.

Die Quelle beim Wylhof, sowie diejenigen der Albisrieder-Leitung sind viel weniger Trübungen unterworfen und wird daher deren Wasser direkt in die Stadt geleitet. Die Albisrieder-Leitung dient zur ausschliesslichen Trinkwasserversorgung der kleinen Stadt.

Das Wasser vom Wylhof wird bei der Rehalp in einer Brunnstube zu $^2/_3$ der Stadt und zu $^1/_3$ der Gemeinde Riesbach zugetheilt. Die Leitung der Gemeinde Riesbach zweigt sofort links ab, während die städtische Leitung grösstentheils den Weg der frühern Hirslander-Leitung verfolgt und, nachdem deren Wasser dem Bergabhang nach in die Hottinger-Leitung und durch diese nach dem Trinkwasserfilter abgeleitet ist, in erster Linie zur Speisung der zahlreichen alten Privatberechtigungen auf jene Leitung dienen muss. Es bedarf dafür soviel Wasser, dass beim kleinsten Wasserstand nur noch wenige Liter per Minute in die Stadt gelangen.

Neben diesen fünf grossen Leitungen liefern noch einige kleine, namentlich die Seefeld-Leitung, ein etwelches Wasserquantum, das jedoch zu unbedeutend ist, um bei der Disposition des Leitungsnetzes in Betracht zu fallen.

Berechnung des Leitungsnetzes.

Die Wasserlieferung der Quellen ist äusserst wechselnd. Während schon Wasserstände beobachtet wurden mit ca. 5000 Liter per Minute, beträgt der niedrigste Quellenstand bloss 633 Liter. Sämmtliche Leitungen fallen selbstverständlich in ihrer Weite sehr verschieden aus, je nachdem auf einen höheren oder niedrigeren Wasserstand gerechnet wird. Für die Benutzung in der Stadt ist der höchste Stand ziemlich werthlos, da er kurze Zeit andauert und eine reichliche Versorgung während dieser kurzen Zeit bei spärlicher Versorgung in der übrigen Zeit nichts nützt. Von Bedeutung kann nur ein mittlerer Wasserstand sein, der längere Zeit anhält und auf den man sich daher auch zur Speisung der Brunnen während längerer Zeit verlassen kann. Fortgesetzte Messungen zeigen leider, dass kein solcher mittlerer Stand besteht, sondern dass eben die meisten Quellen mit starken Schwankungen zwischen hohen und niedern Ständen wechseln. Bei der Annahme eines mittlern Standes gleich dem arithmetischen Mittel aus fortgesetzten Beobachtungen würde ungefähr während der Hälfte des Jahres Wasser unbenutzt von den Quellen abfliessen. Es würde diess theils an sich einen ungünstigen Eindruck machen, theils in rechtlicher Hinsicht möglicherweise von schlimmen Folgen sein, indem dadurch die Meinung entstehen dürfte, als ob die Stadt einen Ueberfluss an Wasser (Fülle des Wassers) besitze, was nach dem Gesetze eine Abgrabung der Quellen durch Privaten statthaft machen würde.

Die Leitungen sind daher sämmtlich auf einen höhern Stand berechnet und zwar einen solchen, der jährlich zwei bis vier Monate anhält und schon als mittlerer Hochstand bezeichnet werden muss. Nachstehende Zusammenstellung gibt die Wassermengen bei diesem Wasserstande, verglichen mit dem niedrigsten Stande.

	Hoher Wasserstand.			Niedrigster Stand.		
	Wasserertrag der Quellen.	Abgabe v. Wasser ausserhalb d. Stadt.	Disponibler Rest in der Stadt.	Wasserertrag der Quellen.	Abgabe v. Wasser ausserhalb d. Stadt.	Disponibler Rest in der Stadt.
	Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.
Hirslander-Leitung . .	495	53	442	120	15	105
Hottinger-Leitung . .	525	60	465	120	18	102
Flunterner-Leitung . .	360	90	270	72	27	45
Quelle beim Wylhof .	300	105	195	53	41	12
Seefeld-Quelle	90	45	45	30	15	15
Total f. d. grosse Stadt			1417			279
Albisrieder-Leitung für die kleine Stadt . .	525	45	480	240	38	202
Total f. d. ganze Stadt	2295	398	1897	635	154	481

Wenn demnach die grösste Wassermenge für die grosse Stadt mit 1417 Liter auf 13,000 Einwohner verhältnissmässig viel grösser ist, als diejenige für die kleine Stadt mit 480 Liter auf 10,500 Einwohner, so ist das Verhältniss bei dem niedrigsten Stande mit 279 Liter gegenüber 202 Liter annähernd richtig und wurde deshalb an der von früher bestehenden Vertheilung, bei der die kleine Stadt ausschliesslich durch die Albisrieder-Leitung versorgt wird, festgehalten.

Für die Abgabe des Wassers wurde folgende Anzahl von Brunnen vorausgesetzt:

		Anzahl der Brunnen.	Hoher Wasserstand.		Niedrigster Stand.	
			Wasserlieferung eines Brunnens.	Betrag.	Wasserlieferung eines Brunnens.	Betrag.
			Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.	Liter p.Min.
Grosse Stadt:	Oeffentl. Brunnen	59	17	1000	3,7	220
	Privat-Brunnen	35	12	417	1,6	59
Kleine Stadt:	Oeffentl. Brunnen	40	10,5	420	4,5	180
	Privat-Brunnen	9	7,0	60	3	22
Total:	Oeffentl. Brunnen	99		1420		400
	Privat-Brunnen	44		477		81

Der durchschnittliche Abstand dieser Brunnen ist zu ca. 100 Meter angenommen, und werden sie in dichter bevölkerten Stadttheilen enger zu stehen kommen als in den weniger dicht bewohnten. Ihre Aufstellung wird nur eine successive sein. Von der Konstruktion, soweit solche irgend etwas Bemerkenswerthes darbietet, wird später zu sprechen Gelegenheit sein. An allen diesen Brunnen fliesst das Wasser ununterbrochen in einem mehr oder weniger starken Strahle aus.

Die Leitungen sind für die beiden Stadttheile so disponirt, dass eine Hauptleitung den Strassen folgt, in denen sie eine möglichst grosse Anzahl von Brunnen trifft, während die seitwärts liegenden durch grössere und kleinere Nebenleitungen gespeist werden. Dabei verfolgt jene Hauptleitung keineswegs den kürzesten Weg, sondern ist so angelegt, dass die Seitenleitungen, welche nahezu so theuer sind, wie die Hauptleitung, möglichst vermindert und verkürzt werden.

Nachdem einerseits die zufliessende Wassermenge, anderseits deren Vertheilung berechnet ist, erhält man durch einfache Summation die an jeder Stelle des nach obigen Grundsätzen entworfenen Leitungsnetzes durchfliessende Wassermenge.

Zur Berechnung des erforderlichen Röhrenkalibers wurde bei Ueberfluss an Druckhöhe für die Geschwindigkeit des Wassers ein Maximum von 1—1,2 Meter pro Sekunde angenommen, was eine Weite von

5	Centimeter	bei	125	Liter,	
7	»	»	250	»	
10	»	»	500	»	
15	»	»	1000	»	ergibt.

Im Uebrigen wurde für die hier vorkommenden engern Röhrenkaliber nach der Formel

$$M = 0{,}29 \sqrt{d^5 g}$$

gerechnet, wobei M die Wassermenge in Litern pro Minute, d der Röhrenkaliber in Centimetern, g das Gefäll pro mille ist und nach dieser Formel eine Tabelle für verschiedene Werthe von g und die obigen ausschliesslich angewendeten Röhrenkaliber aufgestellt.

Aus dem Netze wurden nun die nach den höchsten Brunnen führenden und desshalb ungünstigsten Leitungsstränge herausgegriffen und bei ihnen, von der Brunnstube bei der Rehalp, dem Trinkwasserfilter und den tiefsten Quellen im Albisriederberg ausgehend, die verschiedenen Kaliber so gewählt, dass der bei der grössten Wassermenge stattfindende Druckverlust am Ende noch einen Ueberdruck über den Boden von ca. 6 Meter ergab. Die Endpunkte dieser ungünstigsten Leitungen sind in der grossen Stadt der Brunnen in der Winkelwies, in der kleinen Stadt der Brunnen auf dem Lindenhof. An diese ungünstigsten Linien schliessen sich die übrigen, günstiger gestellten an und kommt bei diesen mehr die vorausgesetzte Maximalgeschwindigkeit in Betracht, als die disponible Druckhöhe. Das Resultat der ganzen Rechnung wurde in einer Tabelle von nachstehender Form zusammengetragen:

Ortsbezeichnung.	Zahl der Brunnen		Wassermenge. Liter p. Min.			Länge.	Durchmesser.	Gefäll.	Druckverlust.	Steighöhe.	Terrainhöhe.	Ueberdruck.	Bemerkungen.
	Oeffentl.	Privat.	Oeffentl.	Privat.	Total.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						Met.	Cm.	‰	Met.	Met.	Met.	Met.	
Bezeichnung der einzelnen Leitungsstrecken durch d. Strassennamen.													

In dieser Tabelle berechneten sich die Rubriken 1, 2, 3, 4, 5 oder die Wassermenge durch Addition vom untern Ende her, während sich umgekehrt die Rubriken 9 und 10 vom Zuflusspunkt des Wassers an berechnen.

Absperrhahnen wurden an den Anfängen der Hauptabzweigungen eingesetzt, um Abstellungen auf nicht allzugrosse Gebiete zu beschränken. Die Regulirung der Brunnen geschieht je durch Hähne neben denselben.

Das nach diesen Berechnungen aufgestellte, im Uebersichtsplan mit punktirten Linien angegebene Leitungsnetz umfasst im Innern der Stadt nachstehende Röhren und ist zu den beigesetzten Kosten veranschlagt.

15	Centimeter	1250	Meter	Fr.	13. 70	Fr.	17,125
10	»	3000	»	»	9. 70	»	29,100
7	»	2850	»	»	7. 30	»	20,805
5	»	2970	»	»	6. —	»	17,820
4	»	950	»	»	5. —	»	4,750
Verschiedenes						»	10,400
	Total	11020	Meter			Fr.	100,000.

Zuleitungen.

Die Zuleitungen ausserhalb der Stadt bestehen in ihren äussersten Zweigen von den Quellen an theilweise aus ältern Leitungen, welche im Laufe der Zeit theils aus eisernen, theils thönernen Röhren erstellt wurden und nur soweit umgelegt werden sollen, als unbedingt nöthig, um den häufigen Reparaturen zu entgehen. Die Hauptzuleitungen werden ausschliesslich aus Gusseisen-Röhren neu erstellt, da sie fast durchgehends im Druck liegen und die thönernen Röhren nur für die kleineren Zuleitungen ohne Druck fortbestehen dürfen.

Der definitive Voranschlag für die schon erstellten oder sofort zu erstellenden neuen Zuleitungen ist nachstehender:

	15 Centimeter.		10 Centimeter.		7 Centimeter.		5 Centimeter.		Kostenbetrag.
	Meter.	Fr.	Meter.	Fr.	Meter.	Fr.	Meter.	Fr.	Fr.
Vereinigte Hirslander-, Hottinger- und Flunterner-Vorderberg-Leitung	690	12. 50	1500	8. 30	3900	7. —	2250	5. 30	60,300
Flunterner-Hinterberg-Leitung	—	—	—	—	870	7. —	—	—	6,090
Quelle vom Wylhof	—	—	3040	8. 30	310	7. —	—	—	27,402
Seefeld-Leitung	12 Centimeter.		360	8. 30	—	—	—	—	2,988
Albisrieder-Leitung	3540	10. —	200	8. 30	960	7. —	150	5. 30	44,575
Verschiedenes	—	—	—	—	—	—	—	—	8,645
Total	—	—	—	—	—	—	—	—	150,000

Der Kostenanschlag für das gesammte Trinkwassernetz ergibt eine Summe von Fr. 380,000 oder per Kopf der Bevölkerung ca. Fr. 16. 20 und per Liter zugeleiteten Wassers beim niedrigsten Stande Fr. 79.

Der Voranschlag vertheilt sich auf die einzelnen Posten wie folgt:

Quellenankäufe und Wasserrechtsauslösungen		Fr. 45,000
Quellenfassungen		» 15,000
Quellwasserzuleitungen		» 150,000
Trinkwasserfilter		» 30,000
Vertheilung in der Stadt:		
Leitungsnetz . . .	Fr. 100,000	
Brunnen	» 30,000	
Verschiedenes . .	» 10,000	» 140,000
		Fr. 380,000.

Die jährlichen Ausgaben für die Trinkwasserversorgung betragen:

Verzinsung der Anlagekosten $4\frac{1}{2}$ % . .	Fr. 17,100
Amortisation in 50 Jahren 0,6 % . . .	» 2,280
Unterhaltungsarbeiten der Leitungen . .	» 4,000
» » Brunnen . . .	» 1,000
Allgemeiner Unterhalt, Aufsicht	» 2,500
Verschiedenes	» 1,120
Total	Fr. 28,000.

Brauchwasser-Versorgung.

Allgemeine Disposition.

Das Wasser wird, wie schon früher angegeben, in einem Filter im Limmatbett oberhalb der Münsterbrücke gewonnen, durch eine im Flussbett liegende Röhre dem Saugschachte im Pumpwerk am obern Mühlesteg zugeführt und von hier aus in die beiden, unter verschiedenem Druck stehenden Versorgungsgebiete gepumpt. Dabei wird das Wasser nicht durch eine besondere Röhre in die Reservoirs gepumpt, um von solchen aus durch eigene Ableitungen in die Stadt zu fliessen, sondern es kommt aus den Windkesseln der Pumpen direkt in das Vertheilungsnetz, wo es mehr oder weniger vollständig aufgebraucht wird, sodass nur der Ueberschuss in die Reservoirs gelangt. Ist in einem Augenblicke der Konsum in einem der Leitungsnetze grösser als die Lieferungsmenge der Pumpen, so ergänzt sich solche durch aus dem Reservoir zurückfliessendes Wasser. Beide Reservoirs liegen sonach an den dem Pumpwerk entgegengesetzten, äussern Enden zweier Hauptleitungen, in denen das Wasser abwechselnd hin und her fliesst.

Das Pumpwerk am Mühlesteg wird aus zwei durch die dortige Wasserkraft und zwei durch Dampfkraft betriebenen Pumpen bestehen. Für die Zeit, wo diese Kräfte nicht mehr ausreichen und der Verbrauch an Brennmaterial die Kosten der erforderlichen Bauten lohnt, ist eine Versetzung des Pumpwerkes nach dem Kräuel in Aussicht genommen, wo eine effektive Wasserkraft von ca. 200 Pferden gewonnen werden könnte. Vom jetzigen Pumpwerk aus wäre alsdann eine besondere Leitung nach dem neuen grossen Pumpwerk zu erstellen, da letzteres sein Wasser ebenfalls aus dem Filter oberhalb der Münsterbrücke erhalten muss, und würde das Wasser theils durch die in der Kräuelstrasse liegende Hauptleitung in das Vertheilungsnetz mit niedrigem Druck, theils durch eine die Limmat beim Letten kreuzende Leitung in das Vertheilungsnetz mit hohem Druck gepumpt. Die Wirkung der Reservoirs bei diesem grössern Pumpwerk ist ganz dieselbe, wie bei der jetzigen Anlage.

Filter für das Brauchwasser.

Von Anfang war angenommen, dass dieser Filter seinen Platz im Flussbett der Limmat finden und hier eine Vermittlung der künstlichen mit den natürlichen Filtern bilden solle.

Die künstlichen Filter bestehen in wasserdichten Bassins, in welche das erforderliche Quantum unreinen Flusswassers gepumpt wird, um allmälig in die Unterlage zu versickern und dort gereinigt zu werden. Da sich erfahrungsgemäss die Unreinigkeiten alle an der Oberfläche absetzen und hier allmälig eine wasserdichte Schicht bilden, muss das Wasser von Zeit zu Zeit abgelassen, die oberste Sandschicht abgehoben und seitwärts durch Abspühlen mit Wasser gereinigt werden. Nachher wird das gleiche Material wiederum benutzt; es ist sonach eine Erneuerung des Materiales nicht erforderlich, wohl aber eine periodische Auswaschung der Oberfläche. Das Filtrirmaterial kann im Trocknen sorgfältig eingeschüttet werden, erlaubt daher eine ganz genaue Sortirung der verschiedenen Schichten. Anderseits verursacht die Reinigung des Sandes nicht unbedeutende Kosten und während des Winters in kalten Gegenden sehr grosse Schwierigkeiten, da die Oberfläche bei starkem Frost sofort nach dem Ablassen des Wassers gefriert, desshalb gar nicht abgehoben und daher auch nicht gereinigt werden kann. Es ist Thatsache, dass an manchen Orten während einigermassen langdauernder Kälte die Filtration ganz aufhört und unfiltrirtes Wasser geliefert werden muss.

Bei der natürlichen Filtration wird der Boden, wie er sich vorfindet, als Filtrirmaterial benutzt. Das in den künstlichen Filtern nach der verschiedenen Feinheit sorgfältig in verschiedene Schichten getrennte Material kommt hier gemischt auf unbegrenzte Ausdehnung vor. Die grössere Dicke der Filtrirmaterialien bildet einen vollen Ersatz für deren unregelmässige Lagerung und gewährt zudem den Vortheil, dass das Wasser auf seinem längern Wege der Bodentemperatur näher gebracht wird. Aber auch hier müssen sich die im Wasser schwebenden Unreinigkeiten irgendwo absetzen, und zwar wird dieser Niederschlag ebenfalls an der Oberfläche stattfinden, welche dadurch mit der Zeit wasserdicht wird und den Fortgang der Filtration hemmt, sofern die oberflächliche Strömung nicht der Art ist, um die Oberfläche beständig auszuwaschen und doch den eigentlich filtrirenden, feinen Sand nicht fortzuschwemmen. Ist die Strömung in der einen oder andern Richtung nicht ganz entsprechend, so wird die Filtration mit der Zeit abnehmen und der Filter seinen Dienst versagen. So geschieht es nicht allzuselten, dass man beim Ausheben eines Schachtes neben einem mehr oder weniger trüben Flusse im Anfang einen so reichlichen Wasserzudrang antrifft, dass ein Tiefergraben fast unmöglich ist, während sich nach fortgesetztem Pumpen der Zufluss immer mehr verliert. Im ursprünglichen Zustand war der Boden vom Flusswasser durchdrungen, ohne dass eine eigentliche Strömung vom Fluss in den Boden hinein, damit die

Filtration eines bedeutenderen Wasserquantums und die Zurückhaltung der in solchem enthaltenen Unreinigkeiten stattgefunden hätte. Die Durchdringung mit Wasser war daher eine ununterbrochene. Sobald aber mit Pumpen begonnen wird, bildet sich von allen Seiten eine Strömung gegen den Schacht, es wird unreines Wasser angezogen, dessen Unreinigkeiten allmälig die Zuflusswege verstopfen. Da die Zuflussstellen unbekannt sind, ist eine künstliche Reinigung hier selbstverständlich unmöglich, dieselbe kann bloss durch die Strömung des Flusses selbst erfolgen. Ist letztere so stark, dass sie nicht bloss die zurückgehaltenen Unreinigkeiten, sondern auch den filtrirenden Sand wegschwemmt, wie diess bei Flussbetten aus gröberem Kies der Fall ist, so wird die Filtration mehr in's Innere des Bodens verlegt, dadurch jede selbstwirkende Reinigung unmöglich gemacht und wiederum die Verschlammung der Poren herbeigeführt. Da die Strömung in Flüssen an sich schon sehr schwankend ist, wird selten ein Ort zu finden sein, wo sie den obigen Anforderungen entspricht und ist dies der Grund, warum sich die natürliche Filtration bei grössern Wasserbezügen so selten bewährt hat.

Bei dem hier in Ausführung begriffenen Filter sind die Verhältnisse dieser beiden Filtrationsarten kombinirt. Wie bei einem künstlichen Filter geschieht die Filtration auf einer ganz bestimmt begrenzten Fläche durch eine Reihenfolge regelmässig gelagerter Schichten. Die Verunreinigung, welche ein allmäliges Aufhören der Filtration herbeiführt, findet in dieser begrenzten Fläche statt.

Wie bei der natürlichen Filtration kann diese Fläche behufs der Reinigung nicht trocken gelegt werden, sondern es geht beständig die Strömung des Flusses darüber weg. Diese ist es gerade, welche, unterstützt durch ein zeitweiliges Auflockern der Oberfläche, die zurückgehaltenen Unreinigkeiten wegschwemmen soll, die aber doch nicht so stark sein darf, um den feinen Sand der Oberfläche fortzuführen. Bei der definitiven Festsetzung des Projectes handelte es sich vor allem aus, die Geschwindigkeit zu bestimmen, bei der jene Sandfläche noch unbeschädigt bleibt und sodann die Stelle des Flussbettes auszuwählen, wo jene Geschwindigkeit stattfindet. Anfänglich glaubte man, dies von der Strecke zwischen Münsterbrücke und Gemüsebrücke erwarten zu dürfen, angestellte Versuche zeigten aber, dass hier die Geschwindigkeit zu gross sei, man daher weiter nach oben gehen müsse, wo die Breite und Tiefe des Flusses wachsen, somit die Wassergeschwindigkeit abnimmt.

Als zulässige Geschwindigkeit, bei welcher die Sohle eines Kanals nicht angegriffen wird, nimmt man gewöhnlich nach Telford an:

für aufgelöste Erde	0,076	Meter,
» fetten Thon .	0,152	»
» Sand . . .	0,305	»
» Kies	0,609	»

Eine Untersuchung des Zustandes des Flussbettes unterhalb und oberhalb der Münsterbrücke, sowie direkte Versuche mit in die Limmat geschütteten Sandhaufen und versenkten Sandkasten führten zu der Ueberzeugung, dass die obige Geschwindigkeit, soweit die unregelmässigen Strömungsverhältnisse in einem Flusse überhaupt die Aufstellung ganz bestimmter Zahlen gestatten, für Sand die richtige sei, und dass die Geschwindigkeit an der Sohle womöglich nicht über 0,3 Meter steigen dürfe. Bei einer beobachteten Geschwindigkeit von 0,24 Meter blieb genügend feiner Sand für eine wirksame Filtration liegen, bei 0,45 M. wurden die feineren Theile weggespühlt und blieben nur gröbere zurück, welche keine Filtration an der Oberfläche mehr bewirkt hätten, bei 0,6 M. und mehr Geschwindigkeit wurde selbst grober Sand fortgespühlt.

Die Geschwindigkeit des Flusses an der Oberfläche des Filters musste durch Rechnung ermittelt werden, da eine solche Anlage wesentliche Profilveränderungen voraussetzt. Es ist jedoch die bei verschiedenen Pegelständen abfliessende Wassermenge aus einer Reihe von direkten Messungen bekannt und konnte aus diesen Messungen und den bekannten Profilflächen die mittlere Geschwindigkeit für alle Pegelstände ermittelt werden. Aus jenen Messungen hatte sich überdiess ziemlich übereinstimmend die Geschwindigkeit an der Sohle im Stromstrich zu 0,7 der mittlern Geschwindigkeit des Profiles ergeben, sodass sich nach diesem Verhältniss für jede Stelle auch die Sohlengeschwindigkeit ermitteln liess.

Die durchgeführten Rechnungen zeigten:

1) dass unterhalb der Münsterbrücke die Sohlengeschwindigkeit zwischen 0,2 und 0,7 wechselt, beim Mittelwasser 0,46 beträgt, dass also hier schon beim Mittelwasser die feineren Bestandtheile, beim Hochwasser sogar auch die gröberen Körner weggespühlt würden:
2) dass oberhalb der Brücke die Sohlengeschwindigkeit oben und unten am Filter zwischen 0,1 — 0,13 und 0,38 — 0,54 wechselt, beim Mittelwasser 0,24 — 0,3 beträgt, also weitaus den grössten Theil des Jahres kleiner als die zur Bewegung des Sandes erforderliche ist, und solche nur bei den Hochwasserständen während kurzer Zeit etwas übersteigt.

Diese Betrachtungen führten unbedingt zur Annahme der Stellung des Filters oberhalb der Münsterbrücke.

Zum Schutz der Oberfläche gegen die Strömung war auch vorgeschlagen worden, die feineren Sandschichten durch eine gröbere zu decken. Offenbar hätte aber dann die Zurückhaltung der Unreinigkeiten wenigstens theilweise unter dieser Decke an der Oberfläche des feinen Sandes stattgefunden, wo ein Auswaschen ohne Beseitigung der schützenden Decke nicht möglich gewesen wäre.

Anderseits fragte es sich, ob die Geschwindigkeit nicht zu klein sei, um trotz einer künstlichen Unterstützung durch Auflockern der Oberfläche die Auswaschung der Unreinigkeiten aus der Filterfläche zu gestatten. Diese Unreinigkeiten sind im vorliegenden Fall solche, welche lange im Wasser schwebend bleiben und bloss durch die Feinheit der Poren im Sande und die langsame Bewegung des Wassers in solchen ausgeschieden und zurückgehalten werden. Bei einem Aufrühren der Oberfläche werden sich diese Unreinigkeiten wieder auflösen und es genügt zu ihrer Beseitigung und zum Auswaschen des Filters jede Geschwindigkeit, welche das getrübte Wasser schneller über die Länge des Filters wegführt, als die Unreinigkeiten gebrauchen, um sich wieder niederzuschlagen. Bei der Länge des Filters von 63 Metern

und der oben angegebenen kleinsten Geschwindigkeit von 0,1 Meter bedarf es zur Beseitigung höchstens 10 Minuten, eine Zeit, während der ein Niederschlag unbedingt nicht stattfindet.

Diese Betrachtung zeigt aber zugleich, dass eine Anlage des Filters in ganz ruhendem Wasser, also in der Tiefe des See's, der unmöglichen Reinigung wegen unstatthaft wäre, obgleich man dort den Vortheil einer gleichmässigeren Temperatur hätte.

Die Oberfläche des Filters wird 2,4 Meter unter dem niedrigsten Wasserstande liegen, welche Tiefe ein Aufwühlen durch die darüberfahrenden Dampfschiffe nicht mehr befürchten lässt. Die Schrauben derselben werden zwar stellenweise den Sand etwas herumwerfen, ohne jedoch Schaden zu verursachen.

Auf Tafel 12, Fig. 10 und 11, ist die Konstruktion des Filters ersichtlich. In seiner Vollendung wird derselbe aus vier Abtheilungen von 63 M. Länge und je zwei à 9 M. Breite, zwei à 13,5 M. Breite bestehen. Einstweilen werden nur die beiden ersten, eine Oberfläche von 1134 □M. darstellend, ausgeführt. Bei einer pro Tag filtrirten Wassermenge von wenigstens 3,5 Kubikmeter pro Quadratmeter liefern diese beiden Abtheilungen zusammen täglich ca. 4000 Kubikmeter, die ganze Fläche aber die für die vollständige Versorgung verlangten 10000 Kubikmeter. Die Wasserlieferung dürfte sich bis gegen 7,5 M. steigern lassen, sodass bei etwas häufiger Reinigung schon die zwei ersten Abtheilungen für lange Zeit genügen werden. Der ganze Filter liegt in einer im Flussbett ausgebaggerten Vertiefung, sodass seine Oberfläche der ausgeebneten Flusssohle entspricht. Die einzelnen Abtheilungen werden unter sich und gegen die äussere Anschüttung durch Pfahlreihen mit zwischengestellten Bohlenwänden begrenzt. Diese Wände bilden nach aussen eine genaue Abschliessung des eigentlichen Filters und gestatten durch die Trennung der Abtheilungen, während der Reinigung einzelne vorübergehend ausser Betrieb zu setzen, sodass ein fortwährendes Einziehen der aufgerührten Unreinigkeiten verhütet wird. Ein wasserdichter Verschluss ist nach keiner Richtung nothwendig.

Bei der Einschüttung der Materialien kommen auf den Boden zwei Schichten feinen Kieses zu liegen, um ein Auftreiben des Sandes aus dem Untergrund zu verhüten. Das filtrirte Wasser sammelt sich in einer Schicht grober Steine (*f*), in deren Mitte die zur Ableitungsröhre führende, durchlöcherte Betonröhre liegt; darauf folgen fünf Schichten Kies und Sand in beständig abnehmender Grösse. Die Dicke des eigentlichen Filtrirmaterials über der Steinschicht beträgt 1,65 M. Die ziemlich bedeutende Dicke begründet sich durch die Schwierigkeit der Einschüttung der Materialien unter Wasser.

Zur Bestimmung der Grösse der verschiedenen Materialien ist nachstehende Maschenweite der bei der Sortirung angewendeten Siebe angenommen:

a.	Feiner Sand . .	1,7	Millimeter.
b.	Grober Sand . .	3,5	»
c. h.	Fusswegkies . .	7,0	»
d. g.	Gartenkies . . .	14,0	»
e.	Strassenkies . .	40,0	»

Die Saugröhren vereinigen sich unterhalb in wasserdichten Schächten und können dort mittelst eines Ventils abgeschlossen werden, um einzelne Abtheilungen ausser Gebrauch zu setzen. Am Anfang der Saugröhren befinden sich ebenfalls Schächte, mit der Bestimmung, mittelst Abhebens des Deckels unter Umständen eine Ausspühlung der Saugröhren zu ermöglichen.

Die Legung der Röhren, sowie die Abebnung der verschiedenen Schichten wird mit Hülfe von Taucherapparaten ausgeführt.

Die Reinigung des Filters soll, wie schon mehrfach erwähnt, durch einfaches Aufrühren der Oberfläche bewirkt werden, sei es, dass dieses mittelst Rechen oder durch eine mit Bürsten versehene, drehende Welle, entsprechend den Kehrmaschinen für Strassen, geschieht.

Ableitung aus dem Filter zum Pumpwerk.

Der Abstand vom Filter zum Pumpwerk beträgt 560 M. und wird durch 0,6 M. weite Betonröhren hergestellt, welche in einem ausgebaggerten Graben mittelst Taucherapparat unter Wasser gelegt werden sollen. Die Druckhöhe auf dem Filter soll nicht mehr als 0,2 bis 0,3 M. betragen, es wird daher der von aussen auf diese Röhre wirkende Wasserdruck nur sehr gering sein, sodass die Verwendung der billigen Betonröhren gegenüber den theuern Eisenröhren sowohl hinsichtlich der Festigkeit der Röhren selbst, als der Dichtigkeit der Fugen wohl zulässig erschien. Die Röhren werden in Stücken von 1,32 M. Länge mit 0,06 M. Wandstärke auf dem Werkplatze des Unternehmers gegossen, um nach ihrem Erhärten auf die Baustelle transportirt, nach Ausebnung des Grabens unter Wasser versenkt und in den Fugen mittelst der Taucherapparate gedichtet zu werden.

Die Zuleitungsröhre mündet unterhalb in den 1,4 M. weiten Saugschacht der Pumpen.

Kostenberechnung des Filters mit Ableitung.

	Ursprüngliche Anlage 1134 □M. Fr.	Spätere Erweiterung 1700 □M. Fr.
Ausbaggerung	3,400	5,200
Umschliessungswand	5,000	4,000
Filtrirmaterialien	13,000	19,500
Saugröhren im Filter . . .	2,800	2,900
Auffüllung um die Wände herum	900	700
Sammelschachte	3,200	2,200
Verschiedenes	3,700	4,500
Total, Filter .	32,000	39,000
oder pro □ Meter	28. 22	22. 94.

Ausbaggerung für die Ableitung .	Fr.	9,400
Leitungsröhren	»	15,000
Verschiedenes	»	2,600
Total, Ableitung .	Fr.	27,000

oder pro laufenden Meter Fr. 48. 21.

Die Gesammtkosten für den vollendeten Filter mit Ableitung werden betragen Fr. 98,000. Die auf die Quadratfläche nutzbaren Filters reduzirten Kosten zeigen, dass die ganze Anlage des Filters kaum theurer zu stehen kommt, als der blosse Landankauf bei einem künstlichen Filter, da

nirgends Land für weniger als 30 Fr. pro □Meter in irgend angemessenem Abstand vom Pumpwerk zu erhalten gewesen wäre.

Auf die Pumpwerkanlage wird später näher eingetreten.

Reservoire.

Als erforderlicher Reservoir-Raum bei vollständiger Anlage wurde von vorneherein der voraussichtliche Tagesbedarf, also 10,000 Kubikmeter, angenommen. Davon sind 3—4000 Kubikmeter, d. h. ca. $^1/_3$ zur Ausgleichung der Schwankungen im Verbrauch bestimmt, während der Rest als allgemeine Reserve für Feuersbrünste, Abstellungen der Pumpen, Wasserverluste bei Röhrenbrüchen und ähnliche Vorfälle dient. Die Eintheilung der ganzen Versorgung in zwei Zonen verschiedener Höhe verlangt auch die Anlage von zwei Reservoiren, und entstund daher die Frage, wie der ganze Raum auf die zwei Zonen zu vertheilen sei. Der Wasserverbrauch in der untern Zone wird ca. 70 % des Ganzen, also 7000 Kubikmeter betragen, sodass zur Ausgleichung der Schwankungen unten ca. 2300 Kubikmeter, oben 1000 Kubikmeter erforderlich sind. Da aus dem untern Reservoir auch noch die Fontainen zu speisen sind, kommt deren Bedarf mit 1600 Kubikmeter hinzu, was zusammen ca. 4000 Kubikmeter ergibt. Das im Bau begriffene Reservoir beim Polytechnikum wird dem entsprechend 4050 Kubikmeter erhalten und zwar in zwei Abtheilungen, eine à 2400 Kubikmeter, welche einstweilen allein ausgeführt wird, die zweite, nachträglich zu erstellende, à 1650 Kubikmeter.

Die ganze allgemeine Reserve wird in das obere Reservoir verlegt, um hier für alle Theile des ganzen Wasserversorgungsgebietes disponibel zu sein und es soll daher das obere Reservoir bei seiner gänzlichen Vollendung enthalten

	1000	Kubikmeter	für die Verbrauchsschwankung,
	1300	»	» Brandfälle,
	3700	»	allgemeine Reserve.
Total	6000	Kubikmeter.	

Nach Tafel 12, Fig. 1 und 2 wird dasselbe aus drei Abtheilungen bestehen, die erste à 1930, die zweite à 2020, die dritte à 2120 Kubikmeter, zusammen 6070 Kubikmeter. In erster Linie wird hier bloss eine Abtheilung gebaut.

Bei dieser Eintheilung muss die Reserve bei einem jedesmaligen Verbrauch auf die ganze Höhe gehoben werden, doch ist ein solcher Fall zu selten, um wesentlich in's Gewicht zu fallen und um den Vortheil, den grossen Wasservorrath überall hin zur Disposition zu haben, aufzuwiegen.

Die Grundform der beiden Reservoire richtet sich ganz nach der Form des disponiblen Platzes. Das untere musste in den dreieckigen Platz zwischen Rämistrasse und Plattenstrasse eingekeilt werden, der sich aus andern Rücksichten am besten eignete. Es erklärt sich dadurch dessen eigenthümliche Form. Dabei fand sich an der vorderen Spitze eine passende Stelle für das Trinkwasserfilter.

Die ziemlich steile regelmässige Berglehne an der Stelle des obern Reservoirs nöthigte zu einer möglichst langgestreckten Form, welche zugleich der Eintheilung der Grundstücke am besten entsprach und die Expropriation erleichterte.

Abgesehen von der Grundform ist die Anordnung bei beiden Reservoiren ganz die gleiche.

Die Wassertiefe beträgt 4,5 Meter und dürfte eine zweckmässige Beschränkung der Sohle und der Deckgewölbe ohne übermässigen Druck auf die Wände gewähren. Sohle und Umfassungswände sollen bloss eine möglichst wasserdichte Bekleidung des umgebenden Erdreiches bilden, würden daher ganz die gleiche Dicke verlangen, wenn nicht die Wände bei tiefem Wasserstande den Erddruck aufzuheben hätten. Nach dieser Anschauung bildet jede Verstärkung der Wände gegenüber dem Boden eine bloss durch den Erddruck veranlasste Mehrausgabe, und wurde gesucht, die diesem letztern widerstehenden Mauern auf die kleinste zulässige Dicke zu beschränken. So sind die Umschliessungswände im Allgemeinen als vertikale Gewölbe behandelt mit einem Halbmesser von 4,5 Meter und einer Dicke von 0,36 Meter. Als Widerlager oder Pfeiler dieser Gewölbe dienen die Tragpfeiler der Deckengewölbe. Während die Gewölbform dem Erddruck von Aussen vollkommen Widerstand leistet, wird dieser letztere an sich hinreichen, den Wasserdruck von Innen bei gefülltem Reservoir aufzuheben, da die Aushebung nur in der nothwendigen Ausdehnung hergestellt und der zu 0,6 M. im Minimum angenommene Raum zwischen Mauerwerk und gewachsenem Boden ganz mit Lehmschlag ausgefüllt wird. Eine Abweichung hievon findet bloss an den zwei schmalen Endmauern und der Thalseite des obern Reservoirs statt, wo die Umfassungsmauer theilweise in aufgefüllte Erde trifft. Hier konnte der Erddruck nicht mehr als hinreichend angesehen werden, um den Wasserdruck aufzuheben, daher statt der vertikalen Gewölbe hier eine gerade bis auf 1,2 Meter verstärkte Mauer ausgeführt wurde.

Die in solcher Weise auf die möglichst geringe Dimension von 0,36 Meter reduzirten Umfassungswände, aus dem besten disponiblen Material, d. h. aus guten Backsteinen mit Mörtel aus Portland-Cement erstellt, werden in Folge der Porosität der Backsteine allerdings keine theoretisch wasserdichte Umschliessung bilden, und es wird auch durch die weitere Umhüllung mit dem 0,6 bis 1,0 Meter dicken Lehmschlag ein schwaches Durchsickern des Wassers nicht verhindert werden; solches ist aber zu gering, um in Betracht zu fallen und die Kosten einer Verstärkung der Mauern zu rechtfertigen. Uebrigens müsste behufs vollständiger Dichtheit auch die Sohle in gleichem Verhältniss verstärkt werden, was nirgends geschieht.

Das gleiche Bestreben möglichster Materialersparniss herrschte bei der Anordnung der Deckengewölbe und deren Tragpfeiler. Der Zweck der Ueberdeckung ist bloss der, eine das Wasser vor Erwärmung schützende Erddecke zu tragen; es kann daher auf eine ganz gleichmässige Belastung gerechnet werden. Die Ueberdeckung beider Reservoirs besteht in Tonnengewölben von 3,9 Meter Spannweite, 3 Meter Radius, 0,72 Meter Pfeilhöhe und 0,15 Meter Stärke. Die Erdauffüllung hat über den Gewölben eine Dicke von 1,4 M. Ueber den Gewölben wird behufs Ableitung des Tagwassers eine Betonschüttung angebracht, von der sich dieses Wasser in Drainirröhren sammelt, um dem Abzugskanal zuzufliessen.

Zur Unterstützung dieser Tonnengewölbe sind durchlaufende Mauern am einfachsten, und wäre durch Anbringung von Oeffnungen in solchen nur äusserst wenig Mauerwerk erspart worden. Die Dicke dieser Mauern, welche nach dem

oben gesagten gleichzeitig als Pfeiler für die vertikalen Gewölbe der Umfassungsmauern dienen, beträgt 0,50 Meter.

Die durchlaufenden Pfeilermauern unterstützen überdiess noch die beabsichtigte Zirkulation des Wassers. Die beiden Reservoire befinden sich am Ende einer Hauptleitung, aus der ihnen bald Wasser zufliesst, bald wieder entzogen wird. Durch den Wechsel des Wasserstandes findet allerdings schon bei einer solchen einfachen Wirkung eine Zirkulation des Wassers im ganzen Reservoir statt, es wird aber doch zu den Zeiten, wo Wasserlieferung und Verbrauch einander annähernd entsprechen, ein ziemlicher Stillstand stattfinden. Es soll nun trotz der Lage des Reservoirs dadurch eine vollkommene Zirkulation bewirkt werden, dass das Wasser am einen Ende einströmt, am andern ausfliesst, dass also von einer eigentlichen Ruhe des Wassers keine Rede sein kann. Diess wird mittelst der zusammenhängenden Scheidewände eher bewirkt, als bei getrennten Pfeilern, indem durch Versetzen der Oeffnungen in den Wänden das Wasser genöthigt wird, alle einzelnen Abtheilungen ihrer ganzen Länge nach zu durchströmen.

Bei dem Vorhandensein einer einzigen Zu- und Abflussröhre wird diese Wirkung in der Weise erzielt, dass sich jene Röhre in zwei Arme theilt, von denen der eine den Zufluss bildet und eine von Aussen nach Innen öffnende Klappe enthält, während der andere den Abfluss bildet und eine Klappe enthält, welche von Innen nach Aussen öffnet. So ist die Richtung der Strömung genau bestimmt. Jenes erstere Rohr braucht in seinem Durchmesser bloss der durchschnittlichen Lieferung der Pumpen zu entsprechen, während das letztere dem augenblicklichen, ca. $2\frac{1}{2}$ Mal grösseren Verbrauch genügen muss.

Im untern Reservoir wird die ganze Wasserabtheilung von der Hahnenkammer *H* (Taf. 12, Fig. 6, 7 und 8) aus bewerkstelligt. *a* ist das allgemeine Zu- und Abflussrohr. Der Einlauf in's Reservoir geschieht durch die Röhre *d* von 35 Cm. Durchmesser, der Auslauf durch jene *b* von 45 Cm. *c* ist das von Aussen nach Innen schliessende, umgekehrt öffnende Ventil. So lange nur die erste Abtheilung *E* erstellt ist, bleibt letzteres Ventil weg und dient die Röhre *b* gleichzeitig als Zu- und Abfluss.

Jede Reservoirabtheilung hat ihren eigenen Grundablass, welcher in der Hahnenkammer durch einen Schieberhahn geschlossen ist. So ist *x* der Grundablass des Reinwasserschachtes *G* der Trinkwasserversorgung und dadurch des Filters *D*, *k* jener der ersten Brauchwasserabtheilung *E*, *l* jener der zweiten Brauchwasserabtheilung *F*. Alle drei Abtheilungen haben Ueberläufe, welche sich sämmtlich in *i* vereinigen.

Eine wichtige Anordnung in der Hahnenkammer ist im Ferneren die Verbindung der Hochdruckzone mit der Niederdruckzone. Für Brandfälle soll das ganze Leitungsnetz mit dem obern Reservoir in Verbindung gesetzt, dagegen vom untern abgeschlossen werden können. Es geschieht diess, indem die Zuleitungsröhre *a* mit der Hochdruckleitung *e* durch Oeffnen des Hahnes *g* in Verbindung gesetzt wird, nachdem der Hahn in der Zuleitung *d* geschlossen wurde. Das Wasser fliesst alsdann aus *e* durch *f g* nach *a* hinüber, ohne in's Reservoir *EF* gelangen zu können, da das Ventil *c* gegen diesen äusseren Druck abschliesst. Bei diesem Verfahren müsste jedoch bei der ununterbrochenen Arbeit der Pumpen sofort nach dem in erster Linie nöthigen Schliessen des Hahnes der Zuleitung *d* ein übermässiger Druck in der Hauptleitung *a* entstehen, daher zwischen *a* und *f* eine zweite Verbindung mit einer von *a* gegen *f* öffnenden Klappe angeordnet ist. Es wird das Wasser hier hindurch seinen Weg ins obere Reservoir finden, sobald der Druck in *a* grösser wird, als jener von letzterem Reservoir her, also grösser als der beabsichtigte Druck, und bildet sonach diese Vorrichtung eine Art Sicherheitsventil.

In dieser Weise sind alle zur Besorgung der verschiedenen Reservoirabtheilungen erforderlichen Hähne in der einen Hahnenkammer vereinigt, welche durch die Wendeltreppe *J* leicht zugänglich ist. Einzig der Schieber zum Abschluss der beiden Abtheilungen *E F*, für den Fall, dass die eine dieser Abtheilungen ausser Gebrauch gesetzt werden soll, liegt seitwärts und müssen für einen solchen Fall auch die Klappen bei *c* und am Ende von *d* geöffnet werden, um das Hin- und Herfliessen des Wassers zu gestatten.

Beim obern Reservoir erlaubte dessen grosse Länge die Vereinigung aller Hähne in einer Hahnenkammer nicht, sondern es sind solche auf drei Stellen vertheilt: in die kleine Hahnenkammer *G* (Tafel 12, Figur 2), neben den Schieber *g* an der Verbindung zwischen den Abtheilungen *B* und *C*, und neben denjenigen *f* an der Verbindung zwischen *A* und *B*. Bei diesem Reservoir ist *i* das Zu- und Abflussrohr. Dasselbe theilt sich in *G* in das eigentliche Einlaufrohr *a*, das in der hintersten Ecke von *A* mit einer von Aussen nach Innen öffnenden Klappe endigt, das Rohr *b*, welches als Abflussrohr dient für die Zeit, wo nur die beiden Abtheilungen *A* und *B* in Betrieb sind, und das Rohr *c*, welches das Abflussrohr des vollständigen Reservoirs ist, mit einer von Innen nach Aussen öffnenden Klappe an seinem Anfang. Alle drei Abtheilungen haben je einen Ueberlauf *ddd* und einen Grundablass *eee*. Die Schieber für die Grundablässe von *A* und *B* liegen neben *f* und *g*, jener für die Abtheilung *C* in der Hahnenkammer *G*. Ueberläufe sowohl als Grundablässe vereinigen sich in den Schächten *EF* und der Hahnenkammer G in einen gemeinschaftlichen Abzugskanal *h* aus Betonröhren von 0,45 Meter Weite, welcher das Abwasser bis in das städtische Kanalnetz in der Rämistrasse ableitet.

So lange nur die erste Abtheilung *A* erstellt ist, wird auch hier das Rohr *a* gleichzeitig als Zu- und Abflussrohr dienen.

Die Sohle des Reservoirs besteht aus einem Backsteinboden von 0,09 Meter, einer Betonunterlage von 0,21 Meter und bei ungünstigem Boden noch einem Lehmschlag von 0,3 Meter Dicke. Dieser Lehmschlag fällt bei dem nahezu ganz wasserdichten Grunde des untern Reservoirs weg.

Die zu den Reservoiren verwendeten Materialien sollen bester Qualität sein.

Jedes einzelne Tonnengewölbe hat zum Zwecke der Reinigung und Lüftung am einen Ende einen Einsteigschacht von 0,6 M. Weite, am andern einen Luftschacht von 0,3 M. Beide sind oben mit durchlöcherten, aber gegen ein Hineinwerfen fremder Gegenstände geschützten eisernen Deckeln überdeckt.

Beim untern Reservoir wird später ein Wärterhaus

erstellt werden. Beide Reservoire haben Wasserstandszeiger, die telegraphisch mit dem Pumpwerk in Verbindung stehen und dort beschrieben werden sollen.

Die Backsteine werden durch die mechanische Backsteinfabrik in Wiedikon geliefert und sind Handsteine in drei Grössen:

	Länge.	Breite.	Dicke.	Preis per 1000 St.	Kubikinhalt von 1000 St.	Preis p. Kubikmeter Steinmaterial.	
	Centimeter.	Centimeter.	Centimeter.	Fr.	Kubikmeter.	Fr.	Fr.
1. Steine für die Wände und Pfeiler	24,5	11,6	6,2	47—52	1. 76	26. 70 —	29. 50
2. Steine für die Gewölbe und starken Zwischenmauern	28,6	13,8	6,0	62—67	2. 37	26. 20 —	28. 30
3. Keilförmige Gewölbsteine	23,9	14,8	5,9	85—90	2. 09	40. 70 —	43. 10

Die keilförmigen Gewölbsteine wurden nur anfänglich verwendet, indem sich bald zeigte, dass die Unregelmässigkeiten die Verjüngung ziemlich überwiegen, sodass trotz des höhern Preises durch diese Steine kein Vortheil erreicht wird.

Der Kubikmeter Backsteinmaterial ergibt bei den Steinen Nr. 1 für Wände und Pfeiler 1,17—1,20 Kubikmeter, bei den Gewölbsteinen Nr. 3 1,18 Kubikmeter.

Im Gesicht sollen die Fugen sauber ausgestrichen, dagegen kein Verputz angebracht werden.

Der Mörtel zu dem Backsteinmauerwerk besteht aus 2 Theilen feinen Sandes und 1 Theil Portland-Cement, dessen Zugfestigkeit nach 14 Tagen nicht weniger als 15 Kilogramm pro Quadratcentimeter betragen und der schnellstens in einer Stunde abbinden darf. Derselbe wird gegenwärtig zum Preise von Fr. 7. 50 pro 100 Kilogramm bezogen.

Zu dem Beton in den Fundamenten darf etwas geringerer Cement mit einer Zugfestigkeit von 7—8 Kilogramm, zu der Betonlage in der Sohle solcher mit 5 Kilogramm Zugfestigkeit verwendet werden. Das vorgeschriebene Mischungsverhältniss für den Beton ist im Allgemeinen 1 Volumtheil Cement auf 2 Theile Sand und 2 Theile Kies. Bloss bei der Ausgleichung auf den Gewölbrücken dürfen 3 Theile Kies verwendet werden. Der Cement zu diesem Beton wird zu Fr. 5—7 pro 100 Kilogramm bezogen.

Die Lehmschläge bestehen aus fettem Lehm mit eingestampften, faustgrossen Steinen, welche solchen in eine Art Lehmbeton verwandeln. Der Lehm wird theils auf der Baustelle gewonnen, theils zu Fr. 3. 50 bis Fr. 4. 80 pro Kubikmeter bezogen.

Die dem Uebernehmer Hrn. Joseph Casanova zu bezahlenden hauptsächlichsten Einheitspreise betragen:

Lehmschläge Fr. 5. 60 pro Kubikmeter.
Beton der Fundamente Fr. 25. 80 pro Kubikmeter.
Gewöhnlicher Beton Fr. 24. — pro Kubikmeter.
Gewöhnliches Backsteinmauerwerk Fr. 42. 60 bis Fr. 44. 44 pro Kubikmeter.
Gewölbmauerwerk Fr. 51. 85 bis Fr. 55. 55 pro Kubikmeter.
Fugenverstrich Fr. 11. 10 pro □ Meter.

Nachstehendes ist der nach den Vertragspreisen abgeänderte Voranschlag für die Baukosten der Reservoire in ihren verschiedenen Abtheilungen, woraus sich als Einheitspreis pro Kubikmeter Wassergehalt Fr. 30. 60 ergeben, gegenüber dem in einem früheren Berichte angegebenen Betrage von Fr. 26. — (70 Rappen pro Kubikfuss).

	Fr.	Fr.	Fr.
I. Trinkwasserfilter.			
Grabarbeit	2,500		
Lehmschläge	1,250		
Betonarbeit	3,350		
Mauerwerk	11,300		
Uebertrag .	18,400		
Sammelröhren im Boden . .	650		
Filtrirmaterial	1,500		
Zu- u. Ableitungsröhren, Hähne, Schieber etc.	5,450	26,000	
II. Erste Abtheilung des untern Brauchwasserreservoirs.			
Grabarbeit	4,100		
Lehmschläge	2,000		
Betonarbeit	8,000		
Mauerwerk	40,200		
Zu- und Ableitungsröhren und Verschiedenes	6,700	61,000	
III. Zweite Abtheilung des untern Brauchwasserreservoirs.			
Grabarbeit	7,000		
Lehmschläge	2,800		
Betonarbeit	6,000		
Maurerarbeit	19,000		
Zu- und Ableitungsröhren und Verschiedenes	3,700	38,500	
IV. Hahnenkammer (ohne d. Hähne, welche bei den betr. Abtheilungen verrechnet sind).			
Grabarbeit	700		
Betonfundament	850		
Mauerwerk	3,900		
Verschiedenes	2,050	7,500	
V. Verschiedene Zubehör.			
Wärterhaus	7,000		
Einfriedigung	6,500		
Wasserstandszeiger	3,500	17,000	150,000
Oberes Reservoir:			
I. Erste Abtheilung.			
Grabarbeit	2,700		
Lehmschläge	2,600		
Betonarbeit	7,600		
Mauerwerk	35,000		
Verschiedenes	8,100	56,000	
II. Zweite Abtheilung.			
Grabarbeit	3,500		
Lehmschläge	3,000		
Betonarbeit	8,000		
Mauerwerk	35,000		
Verschiedenes	3,500	53,000	
III. Dritte Abtheilung.			
Grabarbeit	10,000		
Lehmschläge	3,500		
Betonarbeit	7,800		
Mauerwerk	33,000		
Verschiedenes	5,700	60,000	
IV. Hahnenschacht, Einfriedigung, Ableitung.			
Ableitung	7,000		
Hahnenschacht	1,500		
Einfriedigung	5,500		
Wasserstandszeiger	3,500		
Verschiedenes	3,500	21,000	190,000

Vertheilt man die Hahnenkammer und die Zubehör auf die verschiedenen Abtheilungen, so erhält man als Einheitspreis pro Kubikmeter Wassergehalt:

		Grösse. Kubikmeter.	Kostenbetrag. Fr.	Kosten pro Kubikmeter Inhalt. Fr. Rp.
I. Trinkwasserfilter:	Wasserlieferung per 24 Stunden, durchschnittlich 5,5 Meter pro □ Meter . .	**1000**	**30,000**	**30. 00**
II. Unteres Brauchwasserreservoir:	1. Abtheilung: Wassergehalt	2400	72,500	30. 20
	2. » »	1650	47,500	28. 80
III. Oberes »	1. » »	1930	63,000	32. 60
	2. » »	2025	60,000	29. 60
	3. » »	2120	67,000	31. 60
Durchschnittspreis für die Brauchwasserreservoire			pro Kubikmeter	30. 60.

Die Expropriationskosten betrugen für das obere Reservoir bei einer Totalfläche von 3517 Quadratmetern Fr. 19,900, für das untere bei 2464 Quadratmetern Fr. 4,000 an Baar, nebst Abtretung verschiedener Wasserberechtigungen im Grundeigenthum des Spitales, welche solches früher auf bedeutende Ausdehnung zu baulichen Zwecken unbenutzbar gemacht hatten und deren Ablösung daher für den Spital von grossem Werth war.

(Fortsetzung folgt.)

Dr. von Mayer's calorischer Kraftmesser.

Von Prof. K. Teichmann in Stuttgart.

Wenn ich mir erlaube, aus der Fülle des Interessanten, das die Heilbronner Ausstellung bietet, einen einzelnen Gegenstand heraus zu greifen und eingehender zu besprechen, so wird sich dies wohl dadurch rechtfertigen lassen, dass derselbe an Originalität des Gedankens und wissenschaftlicher, ich möchte fast sagen historischer Bedeutung alles Andere überragt und deshalb wohl werth ist, in weiteren Kreisen bekannt zu werden, als nur unter den Besuchern einer Bezirksausstellung, von denen selbst wieder viele an dem unscheinbaren Apparat vorbeigehen und anderen Gegenständen ihre Aufmerksamkeit zuwenden, deren glänzende Schaustellung die Augen, und deren unmittelbare Verwendbarkeit das Interesse aller Besucher fesselt. Die Wichtigkeit der neuen Anschauungen, welche wir dem Erfinder des Apparates verdanken und von denen der Apparat selbst ein prägnanter Ausdruck ist, der bedeutende Einfluss, welchen diese Anschauungen auf die gesammte neuere Naturforschung gehabt haben, und der Wunsch, dieselben mehr und mehr zum Gemeingut Aller zu machen, mag es entschuldigen, wenn ich dabei etwas weit aushole.

Es ist längst bekannt, dass überall, wo durch Reibung, Stoss, Compression von Gasen etc. mechanischer Effect verschwindet, Wärme entsteht, dass umgekehrt unsere Dampfmaschinen Wärme verbrauchen und mechanische Arbeit liefern, dass ferner die Sonnenwärme das Wasser der Flüsse und Seen verdunstet, dass der erwärmte Dunst in die Höhe steigt und sich zu Wolken verdichtet, um als Regen wieder nieder zu fallen und, von den Bergen herab fliessend, unsere Mühlen und Fabriken zu treiben. Auch hier wird Wärme aufgewendet und mechanische Arbeit geleistet; und zwischen den Mühlsteinen, wo diese Arbeit verbraucht wird, erwärmt sich wieder das Mehl. Diese Thatsachen weisen auf einen innigen Zusammenhang zwischen Wärme und mechanischen Effect, welcher von Dr. v. Mayer in Heilbronn zuerst klar erkannt wurde, indem derselbe im Jahre 1842 den Satz aufstellte, dass beides nur verschiedene Erscheinungsformen einer und derselben Kraft sind, dass diese Kraft unzerstörbar, weder einer Vermehrung noch einer Verminderung fähig, dagegen in ihrer Form beständigen Wandlungen unterworfen ist, in ähnlicher Weise, wie dies für die wägbaren Stoffe längst erkannt und nachgewiesen wurde.

Verbrennen wir Kohle, so brauchen wir dazu einen Bestandtheil der Luft, Sauerstoff. Kohle und Sauerstoff sind aber nach der Verbrennung nicht aus der Welt verschwunden, sie finden sich, zu Kohlensäure verbunden, in der Luft wieder. Die Pflanze athmet die Kohlensäure ein, zerlegt sie in ihre Bestandtheile und liefert wieder einerseits Lebensluft, Sauerstoff, andererseits verwendet sie zu ihrem Aufbau die Kohle, welche wir im Holze wiederfinden. Der in der Natur vorhandene Vorrath von Kohlenstoff und Sauerstoff ist seiner Grösse nach unveränderlich, erleidet aber in seiner Form die mannigfaltigsten Umwandlungen.

Ganz ebenso verhält es sich mit den Kräften; Wir kennen den mechanischen Effect seit Galiläi und Newton in zwei verschiedenen Formen: Gewichtserhebung und Bewegung (lebendige Kraft), und verwandeln mittels unserer Maschinen täglich auf die mannigfaltigste Weise die eine Form in die andere. Das Wasser sinkt im Wasserrad nieder und hebt dafür den Hammer, der gehobene Hammer fällt, seine Erhebung verwandelt sich in Geschwindigkeit, in lebendige Kraft; das schwingende Pendel verwandelt in beständigem Wechsel seine Bewegung in Erhebung. Wir wissen ebenfalls längst, dass diese beiden Formen von mechanischem Effect äquivalent sind, und die Mechanik bestimmt die Menge von Bewegung, die Grösse der lebendigen Kraft, in welche sich eine bestimmte Menge von Arbeit oder Gewichtserhebung verwandeln lässt, und weist nach, dass die umgekehrte Verwandlung in demselben Verhältniss vor sich geht, abgesehen von den durch Reibung, unelastischen Stoss etc. herbeigeführten »Verlusten«, wie die Lehrbücher der Mechanik hinzusetzen. Der bei der Reibung als solcher verschwindende Effect ist aber nicht verloren, nicht aus der Welt verschwunden, so wenig als bei der Verbrennung Kohle und Sauerstoff: er ist in Wärme verwandelt. Die bei jeder Reibung entstehende Wärme ist proportional der verbrauchten Arbeit. Der Engländer Joule fand im Jahr 1843, indem er die verschiedensten Körper gegen einander reiben liess, dass, welches auch die Natur der reibenden Körper sei, aus einer Arbeit von 1480 Fusspfund (der Gewichtserhebung

von 1 Pfd. auf die Höhe von 1480 Fuss oder 424 Meter) eine Wärmeeinheit entsteht, d. h. die Wärmemenge, welche die Temperatur von 1 Pfd. Wasser um 1°C. erhöht. Schon ein Jahr vorher hatte Mayer die Arbeit bestimmt, welche aus einer gegebenen Wärmemenge entsteht, wenn ein Gas unter einem Druck sich ausdehnt (eine Quecksilbersäule hebt) und dabei sich abkühlt. Dieselbe Zahl, das mechanische Aequivalent der Wärme, wurde von beiden Forschern also fast gleichzeitig, aber vollkommen unabhängig von einander, auf ganz verschiedenen Wegen mit merkwürdiger Uebereinstimmung gefunden.

In der Regel verschaffen wir uns die Wärme nicht durch Aufwendung von mechanischem Effect, sondern durch Verbrennung. Die Ursache derselben ist chemische Anziehungskraft der Kohlenstoff- und Sauerstoffatome, die Wirkung Wärme; die Anziehungskraft wird befriedigt, verbraucht, Wärme wird producirt. Chemische Anziehung ist ebenfalls ein Aequivalent der Wärme; getrennte Elemente gleichen gehobenen Gewichten, chemische Verbindungen auf der Erde liegenden Gewichten *). Wie ein auf der Erde liegendes Gewicht durch eine andere Kraft gehoben und dadurch zu neuer Arbeitsleistung befähigt werden kann, so können auch chemische Verbindungen getrennt, ihre Anziehungskraft wieder hergestellt werden. Die Verwandlung von mechanischem Effect in Wärme, von chemischer Differenz in Wärme, können wir leicht und vollständig bewirken; häufig geschieht dieselbe gegen unseren Wunsch und Willen, nicht ebenso in unserer Gewalt haben wir die entgegengesetzte Verwandlung.

Die Pflanzen nehmen unter dem Einfluss des Sonnenlichtes Kohlensäure auf und zerlegen dieselbe in ihre Bestandtheile; sie scheiden Sauerstoff aus und verwenden den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Körpers; sie verwandeln Wärme in chemische Differenz. »Die Pflanzenwelt bildet ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixirt und zur Nutzniessung geschickt niedergelegt werden; eine ökonomische Fürsorge, an welche die physische Existenz des Menschengeschlechts unzertrennlich geknüpft ist und die bei der Anschauung einer reichen Vegetation in jedem Auge ein instinktartiges Wohlgefallen erregt.« Bei der Verbrennung der Pflanze erscheint wieder die Wärme, welche sie bei ihrer Bildung dem Sonnenstrahl entzogen. Unsere Steinkohlenlager, aus untergegangenen Wäldern entstanden, repräsentiren einen Vorrath von Sonnenwärme, welchen die Natur seit Jahrtausenden für uns aufgespeichert hat.

Durch Watt haben wir Wärme in mechanischen Effect zu verwandeln gelernt und üben diese Kunst in ausgedehntem Masse, wiewohl nicht in ökonomischer Weise. Von der auf den Herden unserer Dampfkessel erzeugten Wärme gehen ungefähr 95 Proc. durch das Kamin und Abdampfrohr in die Luft und heizen die Atmosphäre, und nur 5 Proc., im allergünstigsten Falle 7 bis 8 Proc., häufig aber nur 2 bis 3 Proc., werden in mechanische Arbeit verwandelt. Oekonomischer wird derselbe Zweck erreicht durch den menschlichen und thierischen Organismus. Der lebende Körper nimmt Kohlen- und Wasserstoffverbindungen aus dem Pflanzenreiche (oder von pflanzenfressenden Thieren) auf und verbrennt dieselben im Blute zu Kohlensäure und Wasser, indem sie sich mit dem Sauerstoff der eingeathmeten Luft verbinden. Er erzeugt dadurch die zum Leben nöthige Körperwärme und den zur Verrichtung der verschiedensten Arbeiten, zur Fortbewegung etc. nöthigen mechanischen Effect. Die bei der Verbrennung einer bestimmten Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff entstehende Wärmemenge ist dieselbe, ob die Verbrennung schnell oder langsam, direct oder indirect, und unter welchen Umständen sie erfolge. Im ruhenden Körper entsteht durch die Verbindung der eingenommenen Nahrungsmittel mit dem eingeathmeten Sauerstoff genau so viel Wärme, wie wenn wir dieselbe direct verbrennen. Der arbeitende Körper verbraucht mehr Nahrungsmittel, producirt aber nicht in demselben Verhältniss mehr Wärme, indem ein Theil der verwendeten chemischen Anziehungskraft, ungefähr 16 bis 18 Proc. des Gesammtverbrauchs, statt in Wärme in Arbeit verwandelt wird; gerade wie die aus der Dampfmaschine in die Luft ausströmende Wärmemenge kleiner ist, wenn die Maschine arbeitet, als wenn wir den Dampf ausströmen lassen, ohne zu arbeiten. Verwenden wir aber die Arbeit unseres Körpers oder der Dampfmaschine zur Erzeugung von Wärme, etwa mittels Reibung, so finden wir den Rest vollständig wieder. Ein Motor ist um so vollkommener, je mehr von der consumirten Wärme er in Arbeit umsetzt und je weniger er unverändert wieder ausgiebt; denn die Erwärmung der Umgebung ist dabei in der Regel nicht beabsichtigt.

Den von einem Motor gelieferten Effect zu bestimmen, bezweckt Mayer's Kraftmesser, welcher von dem Director der Maschinenfabrik Heilbronn den Studien des Dr. v. Mayer entsprechend in sinniger Weise ausgeführt worden ist. Der den bekannten Prony'schen Zaum benutzende Apparat verwendet die ganze Kraft des Motors zur Erzeugung von Wärme durch Reibung, misst die producirte Wärmemenge und berechnet daraus die Grösse des Effects. In den Wänden eines hölzernen, mit Wasser gefüllten Kastens ist eine Welle gelagert, welche ausserhalb des Kastens eine Riemenrolle, innerhalb eine Bremsrolle trägt. Gegen die letztere pressen sich zwei Bremsbacken, die mit einem Hebel verbunden sind, welchem die Wände des Kastens nur kleine Drehungen gestatten. Verbindet man die Riemenrolle durch einen Riemen mit dem zu untersuchenden Motor, presst die Bremsbacken mittels Schrauben so zusammen, dass der Gang des Motors ein normaler wird, so wird durch die Reibung am Umfang der Rolle die ganze Arbeit aufgezehrt und in Wärme verwandelt, deren Betrag durch die Temperaturzunahme des Wassers gemessen wird.

*) Die chemischen Anziehungskräfte, obgleich nur auf kleine Entfernungen wirkend, sind sehr bedeutend im Vergleich zur Anziehungskraft der Erde. Ein Pfund Kohle, welches sich mit Sauerstoff verbindet, erzeugt 7000 Mal so viel Wärme, als wenn es 1480 Fuss hoch herab fällt. Lassen wir aber Gewichte aus kosmischen Höhen (Sternschnuppen) auf die Erde fallen, so repräsentiren diese Effecte Wärmemengen, welche wir durch keine chemische Verbindung erzeugen können. Und weiter ist die Anziehungskraft der 350000 Mal schwereren Sonne so bedeutend, dass dagegen jede chemische Verwandtschaft verschwindend klein ist. Die Schlüsse, welche Mayer in dieser Richtung auf die „Dynamik des Himmels", auf die Entstehung und Unterhaltung der Sonnenwärme etc. gemacht hat, „können wir hier nur berühren und müssen im Uebrigen auf sein Werk, „Die Mechanik der Wärme", Stuttgart bei Cotta, sowie auf das elegant und im besten Sinne des Wortes populär geschriebene Buch von Tyndall: „Die Wärme, eine Art der Bewegung", deutsch von Wiedemann und Helmholtz", verweisen.

Eine Controle dieser Messung erhält man, wenn man die Wagschale so lange belastet, bis der Hebel in horizontaler Lage im Gleichgewicht ist. Aus der Belastung der Schale lässt sich dann die Grösse des Reibungswiderstandes am Rollenumfang berechnen und durch Multiplication desselben mit dem vom Umfang zurückgelegten Wege ergiebt sich die Leistung direct wie beim Dynamometer von Prony; sie entspricht der gleichzeitigen Hebung des dem Reibungswiderstande das Gleichgewicht haltenden Gewichtes auf einer jenem Wege entsprechenden Höhe.

Vom gewöhnlichen, in allen Lehrbüchern abgebildeten Prony'schen Zaum unterscheidet sich der Apparat nur durch den Wasserkasten, welchen das neue Princip nöthig macht, und die indirecte Anhängung der Wagschale.

Beide Messungen in Verbindung mit einander geben die einer bestimmten Arbeitsleistung entsprechende Wärmemenge oder das mechanische Aequivalent der Wärme, welches sich demnach mit Hilfe des Apparates einem grösseren Publicum vormessen lässt; in dieser Richtung möchten wir denselben ganz besonders der Aufmerksamkeit der Lehranstalten empfehlen.

Ordnet man den Versuch schliesslich so an, dass vor demselben die Temperatur des Wassers so weit unter der des Apparates und der Luft ist, als nach demselben darüber, so wird sich die störende Wärmeabgabe und Aufnahme durch die Kastenwände etc. ziemlich compensiren. Bei Anwendung eines Thermometers, welches Zehntelsgrade genau abzulesen gestattet, und bei einer Temperaturdifferenz von 10 bis 20° werden sich für die technische Praxis Fehler, welche $^1/_{100}$ des Resultates übersteigen, vermeiden lassen. Die bisherigen Dynamometer werden schwerlich genauere Resultate geben. Ein solches Thermometer und etwa noch ein Hubzähler würden eine nützliche Zugabe für den Gebrauch bilden. Da die Dimensionen des Apparates viel bedeutender sind, als bei den berühmten Joule'schen Versuchen, und ungleich grössere Arbeitsmengen zur Wirkung kommen (der ausgestellte Apparat kann nach ungefährer Schätzung bis 10 Pferdestärken absorbiren), so muss der relative Betrag der störenden Einflüsse viel kleiner sein, und man sollte hoffen dürfen, mit einem nach demselben Princip mit äusserster Sorgfalt ausgeführten Instrument das mechanische Wärmeäquivalent noch genauer bestimmen zu können, als es bisher bekannt ist. (Gewerbeblatt aus Württemberg.)

Lyall's neuer amerikanischer Webstuhl.

(Positive motion loom.)

Nach einer Mittheilung von A. Daul im prakt. Masch. Constructeur.

Taf. 17, Fig. 1—4.

Wenn ich, der Berichterstatter, diese Erfindung des Amerikaners Lyall, womit dieser die Gewerbe Europa's vom amerikanischen Markte zu verdrängen gedenkt und deshalb auch in allen grössern Staaten Europa's Patente genommen hat, — ausführlich mittheile, so geschieht es, um die Aufmerksamkeit der Fachleute auf diesen Webstuhl zu lenken, damit er in Deutschland und der Schweiz nachgebaut werde.

Unter den vielen Verbesserungen, welche in neuerer Zeit am Webstuhle gemacht worden sind, war auch nicht eine einzige gründliche, welche sich auf die Bewegung des Schiffchens bezogen hätte, bis auf die vorliegende »positive Bewegung«, wie sie der Erfinder nennt.

Im Weben starker oder schwerer Stoffe, z. B. von Segeltuch, ist das Reissen der Fäden und die beständigen Unterbrechungen der Arbeit gerade der bisherigen mangelhaften Bewegung des Schiffchens zuzuschreiben. Für manche Webestoffe vermochte man aus denselben Gründen den Kraftstuhl nur in geringem Masse zu verwenden, z. B. beim Weben von Stoffen von besonderer Breite, wie Bodenteppiche, Drogets und besonders von Seidenzeugen.

Durch die hier zu beschreibende Erfindung sollen die Missstände, welche mit dem Hin- und Herstossen des Webeschiffchens in den mechanischen Webstühlen verbunden sind, beseitigt und die Stühle zum Weben aller möglichen Stoffe tauglich gemacht werden unter Ersparung von Handarbeit, Zeit und Material.

Aus der Längenansicht, Fig. 1, des Schiffchens mit dem Treiber und dem Querschnitte, Fig. 2, worin *q* die Spuhle, *x* die Laufbahn, *p* das Schiffchen und *o* den Schlitten bezeichnet — ersieht man, dass das Schiffchen *p* mit zwei Rollen 4 versehen ist, welche — so lange nicht das Unterfach *n* des Zettels dazwischen kommt — auf den Rollen 3 des Schlitten *o* ruhen. Die beiden untern Rollen 2 tragen den Schlitten mit dem Schiffchen auf der Schiene der untern Ladenbahn, welche rinnenförmig in dem Ladenklotze *l* ausgespannt ist, während das Schiffchen selbst mit den Rollen 5 an der obern Bahn des Ladendeckels *w* unter dem Oberfach *m* weg geführt und dadurch verhindert wird, seine Stellung zum Schlitten zu verlassen. *s* ist das zwischen Ladenklotz und Ladendeckel eingeschlossene Rietblatt und *kk*, Fig. 2—3, bezeichnen die Arme der Lade.

Die beiden Enden des Schlittens *o* sind durch zwei über die Leitrollen *b* und *c* nach unten gezogenen Schnüre *u* mit der grossen horizontalen Scheibe *d* verbunden, welche sich mitten im untern Theile des Webstuhls befindet und durch einen besondern Mechanismus eine schwingende Bewegung erhält, in Folge welcher sich die Schnüre wechselseitig auf- und abwickeln und somit den Schlitten *o* mit der Schütze in der Lade hin und her ziehen. Diese alternirende Bewegung wird hervorgerufen durch die Axe *r*, welche mit Hülfe der Winkelgetriebe *i*, *j* die Kurbelscheibe *h* dreht, von welcher aus die Kurbelstange *f* eine Zahnstange *e* hin und her schiebt; die letztere endlich greift in ein auf der Axe der Scheibe *d* befestigtes Getriebe und ertheilt somit letzterer die Schwingung. Ein besonderer Vortheil dieser Vorrichtung besteht in der Anwendung der Kurbelscheibe *h*, welche bewirkt, dass das Schiffchen sich an den Enden seines Laufes etwas langsamer bewegt, als in der Mitte. Die Reibung des Schiffchens auf den Zettelfäden soll wesentlich geringer sein, und es sollen viel weniger Fadenbrüche vorkommen, als bei den bisherigen gestossenen oder geworfenen Schiffchen; es veranschaulicht dieses die Fig. 4, in welcher die Linie *yy* die Zettelfäden des Unterfaches darstellen. Es lässt sich daraus erkennen, dass die untern Rollen 2 des Schlittens, wenn sich derselbe nach rechts bewegt, sich nach links drehen müssen, die damit

in Berührung stehenden Rollen 3 nach rechts und endlich diejenigen 4 des Schiffchens wieder nach links. Die beiden letztern wälzen nun gewissermassen die Zettelfäden *yy* zwischen sich durch und die dabei entstehen wollende Reibung ist natürlich weit geringer als die gleitende bei einem gewöhnlichen Schiffchen.

Aus dem Obigen geht hervor, dass die Bewegung und Controle des Schiffchens direkt und beständig in Verbindung mit der bewegenden Kraft steht, wesshalb dieselbe eine absolut »positive« (sichere) ist, mit geringer Kraft zu Stande gebracht wird, keine Stösse verursacht, in jedem Momente angehalten und von der Haltstelle an ohne Weiteres wieder fortgeführt werden kann. Ein weiterer Vortheil dürfte in dem Umstande zu suchen sein, dass das Schiffchen an den Enden seines Laufes nicht abprallt und somit ein festes und glattes Sahlband erzeugt werden kann. Endlich muss noch besonders die Möglichkeit betont werden, dass man mit eben der Leichtigkeit, mit welcher sich schmale Zettel verweben lassen, auch Gewebe von beliebiger Breite hergestellt werden können.

In New-York, Paterson und Hartford sind schon 60 solche Webstühle für feine Gewebe und Seidenstoffe in Thätigkeit und 50 Exemplare werden gegenwärtig für die Planet Mills in Brooklyn gebaut für die Herstellung 18 Fuss breiter Droget-Teppiche.

Der durch die Herausgabe des Buches über »Frauenarbeit« in der industriellen Welt vortheilhaft bekannte Berichterstatter, Herr Daul, gibt namentlich auch den schweizerischen Fabrikanten den Rath, mit der Einführung solcher Webstühle nicht zu zögern, da dieselben unzweifelhaft einen Umschwung in der Weberei hervorbringen werden.

Arzberger's Voreilungszirkel.

Taf. 17, Fig. 5 und 6.

Wenn auf der Welle einer Dampfmaschine Kurbel und Excentric festgekeilt sind, so kann es wünschenswerth sein, den Neigungswinkel zu messen, welchen der Radius der Kurbel mit jenem des Excentrics einschliesst.

Denkt man sich eine Ebene senkrecht auf der Wellenaxe situirt, und auf diese die beiden oben genannten Radien orthogonal projicirt, so schneiden sich die beiden Projectionen in einem Puncte, welcher zugleich der Durchschnittspunkt der geometrischen Axe der Welle mit der angenommenen Projectionsebene ist. Die relative Lage der Projectionen jener oben genannten Radien giebt sofort den gesuchten Neigungswinkel.

Sehr einfach ist es, sich diese Projection vorzustellen, nicht ganz so einfach ist es aber, diese Projection wirklich auszuführen, da sich die wichtigsten Punkte und Linien im Innern der Welle befinden und daher unzugänglich sind.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, mit Hilfe eines Senkels oder der Wasserwage, den Kurbelradius vertical oder horizontal zu stellen, wenn die Welle horizontal gelegt ist. Ist dies geschehen, so ist nun die zweite Aufgabe, die Neigung des Excentricradius gegen den Horizont zu suchen, und dies gelingt auf folgende Art: Ein Brett *abcdef* (Fig. 5) wird auf die Welle *W* aufgesetzt, so dass die Kanten *cd* und *de* des Brettes an der Welle anliegen. Die Kante *ab* wird mit der Wasserwage horizontal und die Ebenen des Brettes senkrecht auf die geometrische Axe von *W* gestellt. Nun zieht man mit Hilfe des Excentricumfanges einen Kreis $\alpha\gamma\beta$, so, als ob er vom Excentricmittelpunkt aus gezogen wäre, sodann mit Hilfe des äusseren Umfanges der Welle *W* einen Kreis $\alpha\delta\beta$ so, als ob er vom Wellenmittel gezogen wäre, und zieht die Verbindungslinie $\alpha\beta$, welche, wie leicht einzusehen ist, auf der Richtung des Excentricradius senkrecht steht. Die Neigung von $\alpha\beta$ gegen die horizontale Kante *ab* giebt das Anhalten zur Bestimmung der Lage des Excentricradius.

Es wurden früher folgende Bedingungen gestellt:

1) *ab* soll horizontal sein;
2) die Ebene *abcdef* soll senkrecht auf der geometrischen Wellenaxe von *W* stehen;
3) der Kreis $\alpha\gamma\beta$ soll vom Excentricumfange aus so gezogen werden, als ob ein Zirkel im Excentricmittel eingesetzt wäre, und endlich
4) der Kreis $\alpha\delta\beta$ soll in Bezug auf *W* eben so gezogen sein, wie jener $\alpha\gamma\beta$ in Bezug auf das Excentric.

Der Bedingung ad 1) wird durch Aufsetzen einer Libelle sofort entsprochen, die übrigen drei Bedingungen werden leicht durch Anwendung meines in Fig. 6 dargestellten Voreilungszirkels erfüllt. Dieser Zirkel besteht aus zwei Schenkeln *m* und *n*; das Scharnier ist in jedem Schenkel zur Hälfte eingelassen, so dass die beiden Schenkel in einer und derselben Ebene liegen. An jedem Schenkel sieht man nach innen zu zwei Vorsprünge (Warzen); einen näher, den andern weiter vom gemeinschaftlichen Drehungspunkt. Das Scharnier bildet, wie man sieht, auch einen Vorsprung, und man kann den Zirkel so an ein Excentric anlegen, wie dies der punktirte Kreis deutlich macht. Bei grösserem Excentricdurchmesser wird der Zirkel mit dem Scharnier und den beiden äusseren Warzen aufsitzen. Auf diese Art ist es möglich, dass ein und derselbe Zirkel bei sehr verschiedenen Excentrics angewendet werden kann und jedes Mal an drei Punkten geführt ist. Da aber an jedem Excentric entweder in der Mitte ein ringförmiger Ansatz vorspringt, oder eine ringförmige Nuth eingedreht ist, so lässt sich durch Anlegen des Zirkels an den gegebenen Vorsprung derselbe stets so bewegen, dass dessen sämmtliche Theile Kreise beschreiben, deren Mittelpunkte in der geometrischen Axe des Excentricumfanges liegen, und dass fernerhin diese Kreise auch sämmtlich in Ebenen liegen, welche senkrecht auf der geometrischen Axe des Exentricumfanges stehen. Da nun bei jedem Excentric die geometrische Axe der Bohrung parallel zur geometrischen Axe des Excentricumfanges läuft, so bewegt sich irgend ein bestimmter Punkt des Zirkels, wenn der letztere am Excentricumfang herum geschoben wird, in einem Kreise, welcher den Mittelpunkt des Excentricumfanges zum Centrum hat, und der in einer auf der Wellenaxe senkrechten Ebene liegt.

Aus den beiden Ansichten, in welchen der Voreilungszirkel dargestellt ist, ersieht man ohne weitere Erklärung, wie sich vermittelst zweier Klemmschrauben und eines Mittelstückes ein Messingstift oder Bleistift *s* einklemmen lässt, welcher sich mit dem Zirkel um das Excentric herum be-

wegen lässt. Dieser Stift schreibt auf einem Papier, welches auf dem schon eingangs erwähnten Brettchen *abcdef* aufgeheftet und bei *cde* mit dem entsprechenden Ausschnitte versehen ist.

Das Brettchen wird nnn auf der Welle nahe am Excentric aufgesetzt und mit der Zeichenfläche an die Nabe des Excentrics oder sonst an einen die Welle umgebenden Ring angelehnt, sodann stellt man dessen obere Kante *ab* horizontal, und versucht durch verschiedenes Verrücken des Stiftes *s* im Zirkel parallel zur Richtung der Wellenaxe jene Stellung zu finden, bei welcher der Stift ohne Bewegung des Brettes an allen Punkten schreibt, während der Zirkel am Excentricumfang herum geschoben wird. Nun ist der Bedingung ad 2) Genüge geleistet, d. h. das Brettchen steht senkrecht auf der Wellenaxe. Zieht man den Kreis nun aus, so ist der Bedingung ad 3) Genüge geleistet, d. h. der Kreis ist so gezogen, als ob man mit einem gewöhnlichen Zirkel im Excentricmittel eingesetzt hätte. Nun nimmt man die Wasserwage von der Kante *ab* des Brettchens ab, hält den Voreilungszirkel an einer passenden Stelle des Excentricumfanges fest und bewegt das Brettchen, während es mit dem Ausschnitte *cde* auf der Welle aufreitet, so herum, dass der Stift abermals einen Kreis beschreibt. Dieser Kreis entspricht der Bedingung ad 4), denn er ist aus dem Wellenmittel als Centrum gezogen.

Auf diese Weise sind nun die beiden Kreise $\alpha\gamma\beta$ und $\alpha\delta\beta$ gezogen und es ergiebt sich der gesuchte Durchschnittspunkt α einerseits, sowie β andererseits.

Es ist nun zweckmässig mit einem richtigen Anschlagwinkel eine auf *ab* senkrechte Linie zu ziehen, und man hat auf dem Papier entweder den gewünschten Winkel selbst oder dessen Complement, je nachdem die Kurbel horizontal oder vertical gestellt war, bevor man den Voreilungszirkel zur Anwendung brachte.

Es gehört sehr wenig Uebung dazu, um in kurzer Zeit die vorgenannte Operation mit grosser Genauigkeit durchzuführen. Die Verstellbarkeit des Stiftes macht es möglich, mehrere Kreise von verschiedenen Durchmessern zu ziehen, um sich auf diese Art von der Genauigkeit der Bestimmung überzeugen zu können.

Die Arbeit wird wesentlich erleichtert, wenn man das Scharnier des Zirkels festklemmen kann, deshalb ist dem Zirkel ein kleiner Schlüssel zu diesem Zwecke beigegeben.

Bezüglich der Genauigkeit des Resultates zeigt die analytische Untersuchung der Fehler, dass diese ein Minimum werden, wenn der Bogen $\alpha\gamma\delta$ 180° misst; dies ist aber des Ausschnittes bei *d* wegen nicht zu erreichen, und man wird daher suchen, die Durchschnittspunkte α und β so weit aus einander zu bringen, als es möglich ist.

Wenn man das Papier von dem Brette losheftet, nachdem die früher besprochenen Linien darauf gezogen sind, und sodann über einen aufgespannten Bogen auf einem Reissbrette wieder anheftet, so dass man auch innerhalb des Ausschnittes *cde* zeichnen kann, so lässt sich durch Aufsuchen der Mittelpunkte auch die Excentricität ermitteln, allein hierfür giebt es bessere und genauere Mittel, während die Bestimmung eines gegebenen Voreilungswinkels, selbst mit dem relativen Kolben-Schieber-Diagramm nicht so genau vorgenommen werden kann, wie mit dem Voreilungszirkel, weil dort die Constructionselemente ungünstigere sind.

Der Voreilungszirkel kann übrigens auch zum Aufkeilen eines Excentrics benutzt werden. Das Verfahren ist folgendes: Man steckt zuerst das Excentric beiläufig richtig auf und ermittelt wie früher die Stellung desselben gegen die Kurbel.

Beim Ziehen des zweiten Kreises $\alpha\delta\beta$, welcher sein Centrum im Wellenmittel hat, befestigt man den Zirkel etwa mit einer Tischler-Leimzwinge am Excentric, nimmt das Brettchen ab, legt es auf eine Tafel und legt in den Ausschnitt *cde* ein Brettchen, so dass man volle Zeichenfläche bekommt. Nun ermittelt man die Lage des Mittelpunktes von $\alpha\delta\beta$.

Nachdem man früher ermittelt hat, um wie viel die beiläufige provisorische von der richtigen Stellung differirt, kann man nun diesen Fehlerwinkel von β auf dem Kreise $\alpha\delta\beta$ gehörig auftragen, wozu die Aufsuchung des Wellenmittels nothwendig war. Dieser neue Punkt mag nun β' heissen. Setzt man jetzt das Brett mit der Wasserwage auf seinen alten Ort auf der Welle wieder zurecht und dreht das Excentric bei fest stehender Welle so lange, bis der Stift des auf dem Excentric fest geschraubten Zirkels über β' fällt, so steht das Excentric richtig.

Schliesslich soll bemerkt werden, dass das Horizontalstellen der Kurbel sehr leicht ist, wenn man folgendermassen zu Werke geht: Man misst den Durchmesser der Welle — welche horizontal gelegt ist — an einer beliebigen Stelle, sodann den Durchmesser der Kurbelwarze, und bestimmt genau die halbe Differenz der gefundenen Dimensionen. Nun lässt man sich zwei Holzklötzchen mit parallel gelegenen Flächen hobeln, von welchen das eine — es heisse *A* — um jene halbe Differenz niedriger ist als jenes *B*. Nun wird *A* auf die verher gemessene Stelle der Welle, *B* auf die Kurbelwarze gesetzt, über beide Klötze schräg gegen die Welle eine Latte gelegt, und nun die Kurbel so lange gedreht, bis eine aufgesetzte Wasserwage die Horizontalität der Latte und zugleich jene der Kurbel anzeigt.

(Pol. Cent.-Bl.)

Vorrichtung zum Ausziehen von Befestigungskeilen.

Taf. 17, Fig. 7—9.

Wie schwierig es oft ist, beim Demontiren von Maschinen oder einzelnen Maschinentheilen die Keile, welche zur Befestigung von Rädern etc. dienen, herauszuziehen, wissen die Monteurs nur zu gut. Während man hiezu allerlei und mitunter sehr beschwerliche Hülfsmittel anwendet, ist vorliegendes Werkzeug in seiner Anwendung so einfach und erfordert bei seiner Anwendung so wenig Raum, dass es in manchen Fällen den Vorzug vor manchen andern Vorrichtungen verdienen dürfte. — Es besteht dasselbe aus der schmiedeisernen Gabel *a*, welche mit den beiden Klauen *b* gegen die Nabe des loszumachenden Rades *c* etc. gestemmt wird. Mit dieser Gabel ist durch den Bolzen *d* der Hebel *e* verbunden, der ebenfalls in eine Klaue *f* ausläuft und dessen anderes Ende mit dem entsprechenden der Gabel *a* durch einen Schraubenbolzen *g* verbunden ist. Setzt

man nun das Werkzeug in der Weise zwischen die Nabe und die Nase des Keils *h*, wie Fig. 7 zeigt, und zieht die Mutter des Bolzens *g* mit Hülfe eines Schraubenschlüssels an, so wird in der Längenrichtung des Keils ein so bedeutender Druck auf dessen Nase ausgeübt, dass derselbe aus der Keilbahn heraustreten oder wenigstens lose werden muss. (Nach dem prakt. Masch.-Constr.)

Die neue Gespinnstpflanze Ramié.

In dem südlichen Theile der Vereinigten Staaten ist in der jüngsten Zeit eine neue Gespinnstpflanze vielfach in Cultur genommen worden. Diese Gespinnstpflanze ist ursprünglich auf der Insel Java zu Hause und gelangte schon im Jahre 1844 nach Europa; der botanische Name derselben ist *Boehmeria tenacissima*. Die Pflanze zeichnet sich durch Schönheit und Stärke ihrer Faser aus und erregte daher in Europa in gewerblichen Kreisen mehrfach Aufsehen. Seit ungefähr 20 Jahren hob sich ihre Cultur in Ostindien ganz ausserordentlich, so dass jährlich ein bedeutendes Quantum nach Europa gelangte, wo es häufig zu Stoffen verarbeitet wurde, welche sich durch feine Qualität, besondere Stärke, Schönheit, Vollendung, eine dem feinsten Leinen ähnliche Textur und einen schönen Seidenglanz auszeichneten.

Die Einführung der Ramié in Nordamerika geschah im Frühjahr 1867 auf Veranlassung verschiedener europäischer Fabriken. Gegenwärtig betrachtet man dort die Faser der *Boehmeria tenacissima* in vieler Hinsicht als besser wie die der meisten anderen Gespinnstpflanzen, jedenfalls aber als ausserordentlich werthvoll für die Manufactur. Schon jetzt kann die Nachfrage aus der alten Welt kaum befriedigt werden. Als Vorzüge dieser Pflanze gegenüber der Baumwolle und anderen Nutzgewächsen wird nach amerikanischen Berichten Folgendes geltend gemacht. Es eignen sich Boden und Witterung der Südstaaten ganz vorzüglich für ihren Anbau, welcher einen lockeren Sandboden und ein gemässigtes Klima verlangt. Ueberall, wo Baumwolle wächst, ist auch die Cultur der Ramié vollständig gesichert; es ist aber kein Zweifel daran, dass sie auch überhaupt in Gegenden gemässigter Himmelsstriche ganz gut gedeiht, wie dieses ja die Versuche in Deutschland zur Genüge bewiesen haben. Da sich gegenwärtig die Mehrzahl der Landwirthe und Pflanzer in den Südstaaten Nordamerika's in Verhältnissen befindet, welche sie die grossen Ausgaben für die Baumwoll- und Zuckercultur scheuen lassen, so haben sie sich gerade mit Vorliebe auf diejenige der Ramié geworfen, welche weder durch die Witterung leidet, noch, so viel bis jetzt bekannt ist, durch irgend ein Insekt. Eine Ramié-Pflanzung verlangt nur geringes Anlagecapital und wenige Bearbeitungskosten; da die Pflanze mehrjährig ist, so bedarf sie auch nicht jedes Jahr erneuerter Bestellung. Ueberall in den Südstaaten kann die Ramié drei Mal im Jahre geerntet werden, und es beträgt der Schnitt vom Acker ungefähr 900 bis 1200 Pfd., was einen jährlichen Durchschnittsertrag von beinahe 3000 Pfd. Rohfaser ausmacht, von der gegenwärtig in Europa das Pfund 10 Cents werth ist. Bei der Zubereitung der Faser findet ein Verlust von ungefähr der Hälfte statt, während der Werth sich dann auf 65 Cents per 100 Pfd. erhöht. Schon hiernach müsste die Ramié, welche nur geringe Bearbeitung verlangt, eine der vortheilhaftesten Nutzpflanzen sein. Die spinnreif zubereitete Faser ist sehr schön weiss, sanft und glänzend, so dass sie im Aussehen der besten Rohseide nichts nachgiebt; nebenbei ist sie stärker als der festeste Flachs und nimmt die schwierigsten Färbungen an, ohne etwas von ihrer Stärke oder ihrem Glanze zu verlieren.

Für den Anbau ist ein reicher, tiefer Sandboden der geeignetste, und zwar thut man am besten, die erste Anlage in Pflanzenbeeten vorzunehmen, worin die Stecklinge sich bis zu einer gewissen Höhe entwickeln. Im Felde gedeiht sodann die Pflanze in jedem einigermassen guten, leichten Boden. Sobald die Stengel eine Höhe von 6 bis 8 Fuss erreicht haben, sind sie zur Ernte reif; im Nothfall kann aber die Pflanze noch eine Woche oder länger ohne Schaden im Felde bleiben. Zum Abschneiden der Stengel bedient man sich eines gewöhnlichen Messers und hat nur darauf zu sehen, dass sie nicht ganz dicht am Boden abgeschnitten werden. Statt dessen kann man auch die ganzen Stengel ausziehen wie beim Hanf, wenn sie noch nicht zu trocken sind, eine Arbeit, welche fast noch leichter zu vollziehen ist und auch eine bessere und längere Faser liefert. Zur weiteren Verarbeitung dient jede gewöhnliche Flachsbreche oder eine der neueren besseren Flachsbrechmaschinen. Für den Verkauf wird die Faser in Bündel und diese in Säcke oder Ballen gepackt wie Baumwolle. Die Ramié kann zu jeder Bestellungszeit im Jahr angebaut werden, jedoch hält man die Frühjahrsaussaat für die geeignetste und beste. Kälte thut ihr nichts, sobald nicht der Boden bis über 6 Zoll Tiefe ausfriert und dieser Frost nicht mehrere Tage hinter einander anhält.

Zu bemerken ist noch, dass die Ramié nicht, wie irrthümlich häufig angenommen wird, identisch ist mit dem bekannten Chinagrase; sie gehört zwar zu derselben Pflanzenfamilie, steht aber in einer anderen Ordnung. Das Chinagras wird durch Samen fortgepflanzt, verlangt eine schwierigere Behandlung und die Faser ist weit geringer, als diejenige der Ramié. Letztere lässt sich blos durch Wurzelschösslinge fortpflanzen und liefert das feinste Gespinnst von allen Urticeen. Wegen Bezugs von Wurzelschösslingen oder wegen näherer Auskunft kann man sich an das k. k. österreichische Consulat, Hrn. A. Bader in New-Orleans, oder die Firma J. Bruckner, 104 Gravier Street daselbst, wenden. (Durch Polyt. Centr.-Bl.)