

Experten nicht für erforderlich und erstatteten am 27. April 1871 ihr Gutachten, welchem sie bald darauf einen Motivenbericht folgen ließen.

Bericht der Experten und Kritik desselben.

In dem von den Experten abgegebenen Gutachten wird eine Reihe von Behauptungen aufgestellt, mit welchen sie die von der Wasserverforgungs-Commission an sie gerichteten Fragen beantworten. Hören wir, wie sich die Herren aussprechen und wie sie ihre Ansichten zu begründen suchen; wir werden jeden einzelnen Punkt sofort besprechen und ihre Behauptungen widerlegen.

Die Wanddicke der Röhren.

Die Wanddicken der Wiener Wasserleitungsröhren von 9 Zoll aufwärts erklären die Herren für zu schwach, und beantragen eine beträchtliche Verstärkung derselben, die sie für die einzelnen Durchmesser wie folgt angeben:

Für den Durchmesser von Zoll	9	10	12	14	15	16	20	24	25	26	30	33	36
Anstatt der projectirten Wandstärke von Linien	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5
Die folgende Wandstärke von Linien	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,5	10,5	10,5	11,0	11,0	11,5	11,0

wobei sie ihren Vorschlag für die relativ geringere Wandstärke der 36“ Röhren mit der vorzüglichen Qualität des Mariazeller Eisens entschuldigen. Zur Begründung ihres Vorschlages verwenden die Herren 33 Seiten ihres gedruckten Motivenberichtes, und besprechen zuerst die Röhrenbrüche, dann die Berechnung nach Formeln und die Erfahrungen der Praxis.

Zuerst werden die Proben der einzelnen Röhren am Depotplatz besprochen, über welche wir Seite 64 berichtet haben. Obgleich alle dort berichteten Daten den Herren vorlagen, so ignoriren sie vollständig die günstigen Ergebnisse bei allen übrigen Durchmessern, und suchen sich nur die 33 zölligen belgischen Röhren aus, um ein ungünstiges Resultat der Proben überhaupt zu constatiren. Aber selbst die Ergebnisse bei diesem einen Durchmesser werden so dargelegt, daß der sonst nicht unter-

richtete Leser glauben muß, bei diesen Röhren hätten sich immer nur ungünstige Probereultate ergeben, was, wie bereits oben mitgetheilt (Seite 50), durchaus nicht der Fall ist. Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt, daß der Ausschuß im Februar und März nur 2 Procent war.

Resultate der Erprobung der 33zölligen Röhren

Angekommen in den Monaten	Probirt im Monate	Anzahl der Röhren	Davon sind bei der Probe gesprungen oder haben geschweißt	Davon haben sich bei der Probe als brauchbar erwiesen	Somit Ausschuß in Procenten der probirten Röhren
Mai bis September 1870	September	319	82	237	25,7
Februar und März 1871	März	296	6	290	2,0
April 1871	April	321	42	279	13,0
Mai 1871	Mai	518	47	471	9,0

Weiter sprechen sich die Experten über die Proben der Röhrenstränge wörtlich folgendermaßen aus: „Ebenso auffällig sind die Wahrnehmungen, welche bei den Erprobungen der gelegten Röhrenstränge bis zu 15 Atmosphären Druck beobachtet wurden. Nach einem den Experten vorgelegten Berichte sind von den bis März 1871 im III. Bezirke gelegten 660 Stück Röhren nicht weniger als 57 gesprungen.“ Durch diese Darstellung muß jeder Leser glauben, daß diese 57 Sprünge eine Folge der angestellten Proben waren, was keineswegs der Fall ist. Herr Obergeringieur Mihatsch, auf dessen Bericht vom 3. April sich die Experten berufen, sagt wörtlich: „Bei der Rohrlegung im III. Bezirke haben sich jedoch sehr ungünstige Resultate ergeben; es sind nämlich bei der Legung von circa 660 Stück Röhren von 3, 5 und 15 Zoll Durchmesser schon 57 Stück, worunter vornämlich die 15zölligen, bei dem Verstemmen an den Muffen aufgesprungen — — —“, und giebt also ausdrücklich zu, was die Experten verschweigen, daß diese Sprünge schon während des Legens, bevor noch von irgend einer Probe die Rede war, entstanden sind und nur die Muffen betreffen, mithin für die Wandstärke der Röhren selbst von gar keinem Belange sind.

Aber nicht allein der Vorwurf muß gegen die Experten erhoben

werden, daß sie Angaben eines andern Berichtes hier entstellend wiedergeben, sondern noch der weitere, daß sie sich auf Berichte berufen, ohne sich die Ueberzeugung verschafft zu haben, ob dieselben auch richtig sind. Hätten sie die Controljournale der Bauleitung zu Rathe gezogen, oder überhaupt bei derselben Informationen über den vorliegenden Fall eingezogen, so würden sie gefunden haben, daß die Angaben des Herrn Mihatsch sehr correcturbedürftig seien. Nach den amtlichen, von den Assistenten der Bauleitung und der Unternehmung ausgestellten Anzeigen, sind im 2. Baujahr, vom Beginne der Röhrenlegung bis zum 31. März 1871, folgende Röhren von 3, 5 und 15 Zoll Durchmesser im 3. Bezirke beschädigt worden.

Bezeichnung der Röhrensorten		Röhren-Durchmesser	Beim Verstemmen der Muffendichtungen	Bei den Röhrenstrangproben	Durch hinabgefallene Pflastersteine	Ohne bekannte Veranlassung
A	Gerade Muffenröhren	3	4	—	—	—
		5	7	—	1	—
		15	4	4	—	2
B	ditto mit 2" Aufsatz	5	9	—	—	—
		15	—	1	—	—
		3	2	—	—	—
O	Doppelmuffen	5	1	—	—	—
		15	6	—	—	—
		Zusammen		33	5	1

41 Stücke.

Nicht aber 57 Stück, wie Herr Mihatsch in seinem Berichte angegeben hat.¹⁾

1) Es dürfte nicht uninteressant sein, bei dieser Gelegenheit des Umstandes Erwähnung zu thun, daß die Muffenbrüche während des Verstemmens, zur Zeit vor und während der Experten-Berathungen, auffallend häufiger eintreten, als im weiteren Verlaufe des Jahres. Ich entnehme einem Berichte des Sectionsingenieurs Nahtschheim ddo. 22. August 1871 N. 1448 $\frac{WV}{II}$, daß vom Beginne der Röhrenlegung im Jahre 1871, bis zum 15. Juni im IV. Bauloos im Ganzen 8176 Klafter Röhren, mit circa 7400 Muffenverbindungen, der verschiedenen Durchmesser gelegt wurden, und daß sich bei denselben zusammen 128 Muffenbrüche während des Verstemmens ergeben haben,

das ist: 156 auf je 10000 Klafter Röhren,

oder: 173 auf je 10000 Verbindungen.

In der Zeit vom 15. Juni bis zum 15. August wurden 7648 Klafter Röhren

Nun kommen die Formeln an die Reihe, und zuerst werden die theoretischen Formeln, „denen sich beim Gebrauche mannigfache Anstände entgegenstellen“, verworfen, „allein“ sagen die Herren (S. 20) weiter: „auch die „durch diese Additional-Constante (C) ergänzte theoretische Formel

$$d = \frac{pD}{2f} + C$$

„ist erfahrungsmäßig noch immer nicht geeignet, namentlich für größere „Rohrdurchmesser, als eine für die Praxis verlässliche bezeichnet zu werden, „indem man hierdurch, trotz aller Vorsicht, leicht zu Annahmen von unzureichenden Wandstärken verleitet werden kann.“ Diese Bemerkung, die nicht gegen irgend eine bestimmte Formel, sondern gegen den Typus derselben gerichtet ist, ist charakteristisch für die Tendenz, von welcher die Herren geleitet werden; denn wenn man für f und C den jetzigen Erfahrungen und dem jetzigen Zustand der Gießereien entsprechende Suppositionen macht, so giebt allerdings jede empirische Formel Wandstärken, die den Herren Experten zu klein sind. Nach dieser die Anwendung von Formeln im Allgemeinen betreffenden Bemerkung werden die einzelnen empirischen Formeln besprochen und über diejenigen derselben, die schwache Röhrenwände ergeben ebenso, und mit Berufung auf dieselben Gründe, der Stab gebrochen, wie wir dies in der Einleitung bezüglich aller älteren Formeln, gleichviel was für Resultate dieselben ergeben, gethan haben. Aber dabei ignoriren die Herren vollständig Alles, was ihnen 2 mal (am 6. und am 8. Mai) über die Art und Weise gesagt und in den Tabellen gezeigt wurde, nach der die Röhrenwände für Wien bestimmt wurden, und stellen den Sachverhalt

mit circa 7300 Muffenverbindungen gelegt; hierbei haben sich aber nur 45 Muffensprünge während des Verstemmens der Röhren ergeben,

das ist: 59 auf je 10000 Klafter Röhren,
oder: 62 auf je 10000 Verbindungen.

Wie man sieht, ist die Anzahl der Muffensprünge in der ersten Periode fast 3 Mal so groß, als in der zweiten.

Man würde aber sehr irre gehen, wenn man hierbei etwa den verschiedenen Rohrdurchmessern einen wesentlichen Einfluß zuerkennen wollte, auch bei einem und demselben Rohrdurchmesser ist das Verhältniß ein ähnliches. Von den 530-ligen Röhren z. B. wurden in beiden Epochen nahezu gleich viel Röhren gelegt, in jeder circa 420 Stück,

vom März bis 15. Juni aber gab es. . . 22 Muffensprünge,
vom 15. Juni bis 15. August nur . . . 5 „

dabei ist zu bemerken, daß die verwendeten Röhren von einer und derselben Beschaffenheit, mit den gleichen Wandstärken und Muffen, gewesen sind.

Wert heim, Wiener Wasserleitung.

so dar, wie wenn die Wandstärken der Wiener Röhren einfach nach einer dieser Formeln berechnet worden wären.

Nicht genug daran, erlauben sich die Experten aus dem ersten der beiden auf S. 37 erwähnten Copirfehler im Kopfe der Zusammenstellung der Wandstärke der Röhren, welche in die für die Ausstellung bestimmten „Hülfsstabellen,“ aufgenommen wurde, die Schlussfolgerung, daß diese Berechnung noch überdies unrichtig vorgenommen worden sei, und verleihen dieser, in ihr Gutachten aufgenommenen Beschuldigung noch dadurch Nachdruck, daß sie in ihrem Motivenberichte vor mechanischem Abschreiben u. s. w. warnen.

Wie empörend diese Art und Weise ist, in der diese Herren den ganzen Sachverhalt, betreffend die Berechnung der Wandstärken, darstellen, wollen wir getrost dem Urtheile jedes Sachverständigen überlassen, der den ersten Abschnitt dieser Denkschrift gelesen, und sich dabei die Ueberzeugung verschafft haben wird, daß bei den Vorarbeiten für eine Wasserleitung die Frage der Wandstärken noch nie in so umfassender, rationeller und vorsichtiger Weise behandelt worden ist, als dies hier in Wien der Fall war.¹⁾

Nachdem die Experten die Methode der Berechnung der Rohrwandstärken, sei es nach rationalen Formeln oder nach empirischen, als unzuverlässig und unverwendbar bezeichnet haben, führen sie, als eben so viele Beweise für die Richtigkeit ihrer Behauptungen, die Wandstärken der in einer Anzahl von Städten ausgeführten Wasserleitungen an, und triumphiren um so mehr, je dicker sie irgendwo die Röhren antreffen. Sie verkennen damit vollständig die Aufgabe, die sie zu lösen hätten. Um zu beweisen, daß die Wiener Röhrenwände zu dünn sind, genügt es nicht, den Nachweis zu liefern, daß beträchtlich dickere anderswo halten, denn daran zweifelt Niemand, sondern es wäre erforderlich, Beispiele zu liefern, daß ebenso, oder beiläufig ebenso dünne Röhren, wie jene für Wien projectirten, sich an=

1) Diese Lectüre sei hiermit speciell Herrn Professor Gustav Schmidt in Prag empfohlen, der in mehreren technischen Zeitschriften einen Aufsatz veröffentlicht hat, in welchem er von der „unverzeihlichen Leichtfertigkeit“ spricht, mit der man bei der Bestimmung der Wandstärken für die Wiener Wasserleitungsrohre vorgegangen sei. Herr Schmidt, welcher ausdrücklich den Motivenbericht der Wiener Experten als Quelle seiner Information angiebt, constatirt gleichzeitig, daß ihm die Druckverhältnisse der Wiener Röhren, speciell jener größeren Durchmesser, nicht bekannt seien. Wenn er dessenungeachtet aber ein Urtheil über die Wandstärken abzugeben sich erlaubt, so paßt der oben erwähnte, von ihm gebrauchte Ausdruck ganz zweifellos auf sein eigenes Vorgehen.

derswo nicht bewährt haben. Das können aber die Herren nicht, und eben deshalb ist ihre ganze Beweisführung werthlos. Sie ist es in um so höherem Grade, weil die von ihnen angegebenen Daten sich in mehreren Fällen als unrichtig herausgestellt haben und zwar, merkwürdigerweise immer in einem den dicken Rohrwänden günstigen Sinne. So haben die größten Röhren in Wiesbaden (von 35 C. Durchmesser) nicht 16, sondern nur 15 m. m. Wanddicke, die 16 zölligen Röhren in Berlin nicht $8\frac{1}{4}$, sondern nur $7\frac{3}{4}$ Linien Dicke; die 10 bis 16 zölligen Röhren in Pesth nicht $6\frac{3}{4}$, sondern $6\frac{1}{2}$ Linien, und die 20" nicht 9, sondern nur $8\frac{2}{3}$ Linien Wandstärken. In Eöln werden die Röhren nicht auf 15 sondern nur auf 12 Atmosphären geprüft. Abgesehen von diesen kleineren Differenzen sind die Wanddicken der Hamburger Röhren durchaus unrichtig und viel zu stark angegeben, nämlich für:

12 Zoll Durchmesser mit	$7\frac{1}{2}$ Wiener Linien	anstatt	$7\frac{1}{4}$ Linien
16 " " "	9 " " "	" " "	8 " "
20 " " "	$10\frac{1}{2}$ " " "	" " "	$8\frac{2}{3}$ " "
24 " " "	12 " " "	" " "	$9\frac{4}{10}$ " "
36 " " "	$16\frac{1}{2}$ " " "	" " "	$12\frac{3}{10}$ " "

die sie wirklich besitzen.

Diese Correcturen entnehmen wir den amtlichen Mittheilungen der betreffenden Städte (wie sie in den vom Gemeinderathe der Stadt Wien herausgegebenen Actenstücken enthalten sind), aber wir sind in der Lage auch noch andere Unrichtigkeiten nachweisen zu können.

Von Hamburg sagen die Experten, „der Maximaldruck im Röhrennetze ist seit mehr als 10 Jahren auf 140—150 Fuß herabgesetzt.“ Wir entnehmen aber dem nachfolgenden vom 7. Sept. 1871 datirten, an die Bauleitung der Hochquellenwasserleitung adressirten und sub Nr. 1462

W V
II protocollirten, Schreiben des Ingenieurs Samuelson der Hamburger Stadtwasserkunst, daß gerade das Gegentheil stattgefunden hat. Herr Samuelson schreibt: „Unter dem 6. Juli d. J. sandten Sie eine Anfrage an den hiesigen Magistrat, betreffend einige Verhältnisse der hiesigen Wasserwerke. Es wurde Ihnen darauf eine von mir unterschriebene Beantwortung Ihrer Fragen mitgetheilt, worin der Maximaldruck in den Röhren zu 65 Meter angegeben wird. Es muß daher sehr befremden. in dem vom Gemeinderath herausgegebenen Berichte¹⁾ Seite 38 die Worte zu finden:

1) Es ist hier der von den Herren Experten herausgegebene Motivenbericht gemeint.

„der Maximaldruck im Röhrennetz ist seit mehr als 10 Jahren auf 140 bis 150 Fuß herabgesetzt“, während es heißen müßte: von 212 Fuß auf 220—230 Fuß erhöht. Ich hoffe, daß Sie in Anbetracht der bereitwilligst Ihnen ertheilten Auskunft Ihr Möglichstes thun werden, diesen sinnentstellenden Fehler zu verbessern.“

Die dünnen Wände der Röhren für die Zuleitung des Wassers nach Madrid, welcher in dem Werke von Darcy „Les fontaines publiques de Dijon“ (Seite 624) Erwähnung geschieht, mit der Angabe, daß sie bei 920 m m. Durchmesser 16—18 m m. stark seien, veranlassen die Experten, die Glaubwürdigkeit dieser Notiz zu bezweifeln und außerdem zu der Angabe, daß dieselben nur einem geringen Drucke ausgesetzt seien. Der Ingenieur der Madrider Wasserwerke bestätigt aber (in einem Schreiben vom 12. Sept. 1871) alle Angaben Darcy's, den Durchmesser der Röhren mit 920 mm., deren Wanddicke mit 18 mm., deren Herstellung durch das Haus Birgues Bamboorg & Comp. in der Werkstätte von Fourchambault, und giebt den hydrostatischen Maximaldruck mit 60 Meter (6 Atmosphären) an.

Bezüglich der Röhren für die neue Wasserleitung in Frankfurt a/M. äußern sich die Experten dahin, daß „den Dimensionen der Röhren für jene Wasserleitung — dem Vernehmen nach — seinerzeit jene des Projectes für Wien als Muster gedient“ hätten, weshalb man sich hier auf deren Dimensionen nicht berufen darf. Der Oberingenieur der Frankfurter Wasserleitung hat, sofort, als ihm diese Angabe zu Gesicht kam, darüber dem Obmann der Experten-Commission Herrn Hofrath von Rittinger ein Schreiben zugehen lassen, das wir unsern Lesern dem Wortlaute nach mitzutheilen in der Lage sind. Es lautet:

„Soeben kommt mir ein Druckexemplar des Berichtes der von dem Gemeinderathe der Stadt Wien zur Prüfung der neuen Wasserleitungs-röhren ernannten Expertencommission zu. Der Bericht erwähnt S. 36 auch die hiesige neue Wasserleitung mit den Worten: „Den Dimensionen der Röhren haben — dem Vernehmen nach — seinerzeit jene des Projectes für Wien als Muster gedient.“

Es mußte begreiflicherweise überraschen, daß der Bericht von dem hiesigen Projecte in so unbestimmter Weise spricht, da der Commission sowohl von der Gesellschaft als von mir auf eine bezügliche Anfrage selbstverständlich die umfassendste Auskunft gegeben worden wäre. Hierbei ist davon abgesehen, daß Herr Fölsch, Mitglied der Expertencommission, gelegentlich einer persönlichen Begegnung, die vor mehreren Wochen in Wien

statt hatte, und zwar bevor der Bericht erschienen war, ebenso gut über diesen Punkt mündlichen Aufschluß von mir erhalten hätte, wie über manchen anderen, bezüglich dessen er eingehende Fragen an mich richtete und die betreffenden Antworten notirte. Daß eine weitergehende Information Seitens der Commission nicht stattgefunden, bedauere ich umsomehr, als die Unterstellung der Commission eine völlig irrige ist. Es gründeten sich nämlich die Rohrdimensionen der neuen Frankfurter Wasserleitung keineswegs auf Wiener Muster, sondern sind bestimmt nach den Formeln, die von Herrn Geheimrath Professor Reuleaux in seinem Werke „Der Constructeur“ für Ermittlung der Röhrenstärke giltig für den hier vorhandenen Druck gegeben sind. Die durch Anwendung dieser Formeln gefundenen Wandstärken sind controlirt nach den Formeln von Brix.

Es. Hochwohlgeboren werden begreifen, daß, nachdem der Bericht veröffentlicht worden ist, mir jene gerügte irrige Angabe nicht gleichgiltig sein kann, weshalb ich Sie, als Vorsitzender der Expertencommission, ganz ergebene bitte, eine dem angegebenen Sachverhalte entsprechende Erläuterung in geeigneter Weise veröffentlichen zu wollen.

Wenn ich es hier unterlasse auf andere Irrthümer des Berichtes aufmerksam zu machen, so geschieht es, weil ich glaube, die Berichtigung derselben den dabei Interessirten selbst überlassen zu sollen.

Indem ich einer bald gefälligen Antwort entgegensehe, zeichne ich zc.

Der Oberingenieur der Frankfurter Quellwasserleitung:
Schmid, m. p.“

Herr Hofrath Rittinger war nicht in der Lage, auf dieses Schreiben etwas anderes zu erwidern, als daß ihm der Irrthum leid thue, und daß er die Verantwortlichkeit für die Frankfurt betreffenden Angaben dem Experten Herrn Fölsch, der zur Zeit dieser Correspondenz von Wien abwesend war, überlassen müßte!

Diese Berichtigungen werden wohl genügen, um zu zeigen, wie leichtfertig die Herren Experten bei der Sammlung jener vermeintlichen Beweisstücke für ihr Gutachten zu Werke gingen, denen sie selbst den größten Werth beilegten. Daß sie in der That keine sind, haben wir bereits oben auseinander gesetzt, daß die Experten aber den einzigen Beweis nicht führen können, den sie führen müßten, erklärt sich einfach durch die Thatsache, daß die dünnen Röhren überall, wo sie angewendet worden sind, in Lyon, Zürich, Madrid, Braunschweig u. s. w. sich vollständig bewähren.

Noch eine Menge von Motiven werden von den Experten (auf S. 45 und 46 ihres Motivenberichtes) zu Gunsten der dicken Röhrenwände, ins Gefecht geführt: die längere Dauer, die Sicherheit gegen Röhrenbrüche, die Gefahr der Sezungen des Erdreichs, der Umstand, daß die Röhrenleitungen in Wien direct in das Erdreich und nicht in Canäle gelegt werden, die Gefahr kleiner Gufblasen im Innern der Wände u. s. w. u. s. w. Wir sind nicht in Verlegenheit, jeden einzelnen dieser Gesichtspunkte zu beleuchten, und die beigebrachten Argumente für dicke Röhrenwände zu entkräften.

Was zuerst die längere Dauer dickerer Röhren und die Gefahr des Verrostens betrifft, so liegt von allen Orten die Erfahrung vor, daß Röhren, welche im Boden liegen, sich an der Innen- und Außenseite in sehr kurzer Zeit mit einer Rostschicht bedecken, die (bei einem säurefreien Wasser) beiläufig $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m. m. Dicke hat. Diese Rostschicht ist an und für sich der beste Ueberzug und hindert das weitere Verrosten in wirksamer Weise. Ich habe den Experten ein solches Rohrstück gezeigt, welches seit den Zeiten Maria Theresia's im Boden gelegen hatte; ich habe ihnen bei einem anderen Röhrenstück, welches Herr Oberingenieur Michatsch den Experten als Beweis für die Zerstörungen, die der Rost bewirkt, vorgelegt hatte, den Beweis geliefert, daß die an der Oberfläche befindlichen Knollen aus mit Eisenoxydhydrat gefärbter Erde bestehen, und daß, unter derselben das Eisen eine vollständig glatte Oberfläche hat. Ähnliche Erfahrungen wurden auch anderwärts gemacht; so berichtet Wicksteed über Röhren, die 50 und 100 Jahre zu Wasserleitungen verwendet worden seien; bei den Wasserkünsten in Herrenhausen sind jetzt noch Röhren im Gebrauche, die von der ersten Anlage (1750) herrühren.

Die Röhrenbrüche bei allen Wasserleitungen liefern den Beweis, daß dicke Röhrenwände kein Schutzmittel gegen Röhrenbrüche seien. Die dicksten Röhrenwände, die die Experten ausfindig gemacht haben und deren sie mit besonderem Behagen erwähnen, sind jene von Glasgow, die überdies aus „dem besten grauen Eisen aus Cupolöfen gegossen und vollkommen frei „von Blasen oder sonstigen Fehlern irgend einer Art sein sollen“ (S. 43 Motivenbericht). Man braucht aber nur einen einzigen Jahrgang einer englischen Fachzeitung¹⁾ zu durchblättern, um zu sehen, daß die Röhrenbrüche bei dieser Wasserleitung nicht in geringerem Maße als bei allen andern vorkommen. So barst am 1. Januar 1864, ein 20" Rohr in Ca-

1) z. B. The Engineer, Jahrgang 1864, der mir zufällig zur Hand ist.

thebaldstreet, am 9. März 1864 ein 48" Rohr in Duchray Valley, dessen Wandstärke $1\frac{1}{4}$ Zoll war, und welches sich an der Bruchstelle als vollkommen gesund und regelmäßig gegossen zeigte, und selbstverständlich weit häufiger waren die Röhrenbrüche in den vorhergegangenen Jahren, die der Betriebseröffnung (1860) näher lagen, vorgekommen; denn abgesehen davon, daß ausdrücklich erwähnt wird, es seien bei den Haupttröhren in den letzten 3 Monaten keine anderen Unfälle eingetreten, schreibt das Journal am 8. Juli 1864, S. 32, wörtlich Folgendes: „Die Glasgower Wasserwerke sind in „befriedigendem Zustande, und Zufälligkeiten, wie das Brechen oder Bersten „von Röhren, kamen seit einiger Zeit weniger häufig vor“ (have been for some time of less frequent occurrence). Am 5. Dezember 1860 ereigneten sich 2 Röhrenbrüche bei den 36" Haupttröhren der Newyorker Wasserleitung in der V. Avenue, und am 21. December 1861 fand an derselben Stelle bei der 64. Straße wieder ein Bruch des 36" Rohres statt¹⁾, dessen Wandstärke nach dem Gewichte der Röhren zu schließen, sehr stark ist, und es ist damit ein Beweis geliefert, daß auch Röhren mit dicken Wänden keine Sicherheit gegen Brüche gewähren.

Gußblasen im Innern des Eisens können weit leichter bei dicken, als bei dünnen Wänden eintreten, ohne durch das Aussehen des Eisens an der Oberfläche erkannt zu werden, und aus diesem Grunde gewähren dünnwandige Röhren mehr Beruhigung bezüglich der Homogenität des Materials, als dickwandige bei der gleichen Methode des Gusses. Das Springen der sehr dicken Mariageller-Doppelmuffen, welche bei der Reparatur des 15" Röhrenstranges zur Verwendung kamen und an den Bruchstellen Luftblasen enthielten, hätte den Experten in dieser Beziehung als Fingerzeig dienen können. Da wir nicht die Absicht haben, an dieser Stelle alle Argumente zu Gunsten dünnwandiger Röhren aufzuführen, sondern nur die Beweisführung der Experten zu Gunsten der dickwandigen Röhren entkräften wollen, so begnügen wir uns mit dem Gesagten und gehen zur Besprechung der anderen Behauptungen der Experten über.

Außer den Wanddicken ziehen die Experten auch andere Dimensionen und Detailconstructions der Röhren in den Kreis ihrer Besprechung, und sagen in ihrem Gutachten über die Muffen und Muffenverbindungen wörtlich Folgendes: „Die Wanddicke der Muffen soll, je nach den

1) Annual report of the Croton Aquaeduct Departement made to the common council of the city of Newyork. 1861.

„Röhrenweiten, um mindestens 2—3 Linien größer sein, als die Wand-
„dicke der Röhren“, und etwas weiter: „Auch wäre es dringend geboten, an-
„statt der Flantschenverbindungen womöglich nur Muffenverbindungen an-
„zuwenden.“ Jedermann, der dies liest, muß meinen, daß, die Experten zu
diesen Rathschlägen durch Mängel des Projectes veranlaßt seien, und Niemand
wird es für glaublich halten, daß diese von den Experten als zweckmäßig
bezeichneten Bestimmungen ohnedies im Projecte befolgt sind, daß aber dieser
Umstand von den Experten verschwiegen wird. Und doch verhält es sich
so. Die Muffen der Röhren von 14—26“ sind im Projecte um 2“, jene
der 30—36“ Röhren um $3\frac{1}{2}$ “ stärker, als die Wandstärken der betreffen-
den Röhren.

Die zweite Belehrung, betreffs der Flantschenverbindungen, muß zu dem
Glauben verleiten, daß derlei Verbindungen im Projecte im Uebermaß an-
gewendet seien. Die Zusammenstellung aller Muffen- und Flantschenver-
bindungen von 3—36“ Durchmesser des gesammten Rohrnetzes, das ist
aller Röhren, Schieber, Wasserablässe, Ventile, Windkessel u. s. w. ergibt
aber zusammen nicht mehr als 2477 Flantschenverbindungen, gegenüber
83138 Muffenverbindungen. Die Flantschenverbindungen bilden somit
nicht einmal 3% der Gesamtzahl aller Verbindungen des Röhrennetzes.

Construction der Façonröhren.

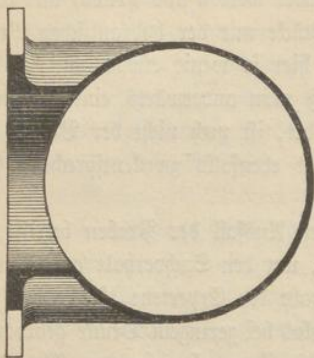
Die Experten verlangen auch eine Verstärkung der Façonröhren, besonders
der sogenannten K-Röhren (das sind Röhren mit rechtwinkligen Abzweigungen
vom selben Durchmesser, wie das Rohr, an dem sie angebracht sind) und finden
es „ganz unbegreiflich, wie die Haltbarkeit solcher Röhren nach den vorge-
„schriebenen Dimensionen auch nur vermuthet werden konnte.“ Sie sagen
weiter „Alle bis jetzt nach jenen Dimensionen gegossenen großen K-Röhren
„sind ausnahmslos bei der Erprobung schon unter geringem Druck ge-
„borsten,“ und erzählen, daß ein anderes K-Stück nur mit einem Theile
des vertragsmäßigen Druckes probirt wurde, „vermuthlich um das Zer-
springen desselben vor der Legung zu vermeiden.“ Im weiteren Verlaufe
ihrer Besprechung dieser Façonstücke wenden sie zur Abwechslung wieder
einmal die schon bekannte Methode an, eine Einrichtung zu empfehlen, von
deren beabsichtigter Anwendung ich ihnen ausdrücklich Mittheilung gemacht
hatte, indem sie den Ausspruch thun: „Bei den großen Abzweigungen
„müssen besondere Constructionen vorgesehen werden, um der Rückwirkung
„des Wasserdruckes mit voller Sicherheit entgegen zu wirken.“

Die Begründung ihrer Aussprüche, so weit sie sich überhaupt zu einer solchen herbeilassen, ist wieder eine zweifache; einmal der Hinweis auf andere Städte, in denen stärkere Gussstücke angewendet werden und halten, und dann der Ausfall der Probirung der einzelnen Stücke mit der hydraulischen Presse am Depotplatz. Die erste Methode taugt hier so wenig etwas, wie bei den geraden Röhren; denn damit allein, daß man anderwärts eine bestimmte Construction mit gutem Erfolge angewendet, ist noch nicht der Beweis geliefert, daß die für Wien projectirte nicht ebenfalls zweckentsprechend sein könne.

Was aber das zweite Argument, den Ausfall der Proben betrifft, so müssen wir darauf etwas näher eingehen, um den Sachverhalt aufzuklären. Zuvörderst ist zu bemerken, daß die Angabe der Experten: „Alle bis jetzt probirten großen K-Röhren sind ausnahmslos bei geringem Drucke gebrochen“ ganz richtig ist; aber sie verliert vollständig ihren alarmirenden Charakter, wenn man hört, daß dieses alle sich auf 4 Stücke bezieht. Mehr als 5 oder 6 Stücke sind auf den Depotplatz nicht geliefert worden, und zwar einfach aus dem Grunde, weil der ganze Bedarf an solchen 33“ und 36“ K-Stücken zusammen für die Wiener Wasserleitung nicht mehr als 7 Stücke beträgt (siehe Kostenvoranschlag für das III. Baujahr S. 5 und 6). Daß aber diese 4 Stücke bei den Proben gebrochen sind, ist kein Beweis, daß die Stücke nicht die erforderliche Construction und Stärke gegenüber jenen Kräften besitzen, denen sie Widerstand leisten sollen, sondern hat, wenn wir voraussetzen, daß das verwendete Eisen von guter Qualität gewesen sei, seinen Grund darin, daß die Erprobung nicht in rationeller Weise vorgenommen wurde.

Bekanntlich ist der kreisförmige Querschnitt eines Gefäßes derjenige, welcher einem innern Drucke am besten Widerstand leistet, weil er durch denselben nicht deformirt wird; der Querschnitt des Gefäßes wird wohl vergrößert, aber dessen geometrische Form bleibt dieselbe. Jeder andere Querschnitt erleidet eine Deformation. Bei den in Rede stehenden Kreuzstücken ist der Querschnitt wohl an beiden Enden kreisförmig, aber in der Mitte der mit einer Platte geschlossenen Abzweigung, und senkrecht auf die Röhrenaxe genommen, ist der Querschnitt eine Figur, die aus der Combination eines Halbkreises mit einem Rechtecke besteht, dessen Höhe dem Durchmesser des Kreises gleich ist. Noch ungünstiger sind diejenigen Querschnitte, die sich nicht in der Mitte der Abzweigung, sondern etwas vor oder hinter derselben befinden, weil bei diesen ein sprünger Winkel vorhanden ist. Soll nun bei solchen Querschnitten eine Deformation, wie sie

durch innern Druck bewirkt würde, vermieden werden, so muß man den im Innern wirkenden Kräften in irgend einer Weise entgegenwirken, insbesondere aber verhüten, daß eine Streckung in der Richtung der Längsaxe dieser



Querschnitte eintrete. Wenn ein solches Kreuzstück in den Strang eingebaut ist, so ist dieser Bedingung Genüge geleistet, denn die bei jedem großen Kreuzstück befindlichen fest angemauerten Strebepeiser auf der einen Seite, die Reibung des, an der Abzweigung hängenden, Röhrenstranges im festgestämpften Boden auf der andern Seite, verhindern ein Ausweichen,

somit eine bedeutende Deformation des Querschnittes.

Wenn man aber ein K-Stück auf der Presse probirt, wo diese im Strang wirksamen Hindernisse nicht vorhanden sind, so muß man durch künstliche Mittel einer Streckung vorbeugen, und das kann am einfachsten durch schmiedeeiserne Bänder geschehen, die den halbkreisförmigen Theil des Rohres umspannen und an den Enden mit der Abschlußplatte der Abzweigung fest verbunden sind. Ist eine solche Vorrichtung nicht in Bereitschaft und will man dessenungeachtet die Probe eines solchen Façonstückes vornehmen, ohne dasselbe mehr zu beanspruchen, als dies bei der Probe im Strange geschehen würde, so darf man die Spannung nicht so hoch treiben. Das ist denn auch in einem Falle, von welchem die Experten erzählen, geschehen, und auch ihre Vermuthung, daß dies geschehen sei, um ein Zerspringen desselben zu vermeiden, ist ganz richtig; unrichtig ist nur die Schlussfolgerung, die sie daraus ziehen, daß man die Kreuzstücke wesentlich verstärken müsse. Man kann dies thun, weil es schließlich bei 7 Gußstücken, deren Herstellung ohne Frage schwieriger als die der gewöhnlichen Röhren, sehr gleichgültig ist, ob man etwas Material verschwendet oder nicht, und ich habe der Unternehmung selbst die Anwendung einiger Verstärkungsrippen empfohlen, weil mir der Anlaß viel zu unbedeutend erschien, um eingehende Studien darüber anzustellen, ob an dem schlechten Resultate der Proben nur allein die Methode der Probirung, oder auch die Qualität des verwendeten Eisens, die Form der Querschnitte, die Wandstärke u. s. w., mit Schuld seien.

Verminderung des Druckes durch Theilung in Zonen.

Weiter benötigen die Experten, respective Herr Fölsch, die Gelegenheit, um die Zweckmäßigkeit einer Theilung des Röhrennetzes in Zonen zum Zwecke der Druckverminderung hervorzuheben. Sie sagen, als absolut nothwendig für eine Wasserversorgung sei der hohe Druck nicht zu bezeichnen, für das Röhrennetz in den Straßen, sowie für die Abzweigungen in den Häusern sei er unbequem und bedenklich; unbequem, weil es mißlich ist, die Dichtungen in gutem Stande zu erhalten, bedenklich, weil die Wahrscheinlichkeit, daß Röhrenbrüche eintreten, und die Verwüstung, welche durch dieselben bewirkt wird, mit der Größe des Druckes in den Röhren zunimmt, folglich, so rathen die Experten, solle man den hohen Druck in den tiefgelegenen Bezirken vermindern.

Zur weitern Begründung wird eine Anzahl von Städten namhaft gemacht, in denen eine Theilung des Druckes zur Anwendung gelangt sei, gleichzeitig aber dagegen Verwahrung eingelegt, daß man nicht (wie ich es im Jahre 1865 gethan habe, als Herr Fölsch im Ingenieurverein dieselbe Begründung für die Theilung des Röhrennetzes in Zonen anwendete) etwa darauf hinweisen solle, das geschehe nur in Städten, wo das Wasser mit Dampfkraft gehoben werden müsse, und habe keinen andern Zweck, als Kohlen zu sparen, indem man auch in Städten, wo das Wasser mit natürlichem Gefälle zufließe, eine Theilung in Zonen, nach der Höhenlage der Districte, vorgenommen habe.

In manchen derartigen Fällen liegt die Erklärung für die Anwendung einer solchen Theilung ebenfalls sehr nahe. Paris z. B. hat allerdings eine Theilung in Zonen, trotzdem der größte Theil des Wassers durch Aquäducte (d'Arcueil, de l'Oureq, de la Dhuis) zugeführt wird. Aber diese Aquäducte sind zu verschiedenen Zeiten angelegt worden, und können ihr Wasser theilweise nur in einem niederen Niveau liefern. Es ist deshalb begreiflich, daß man das Wasser des Durcquanals für die tiefgelegenen Stadttheile, und jenes des höher gelegenen Dhuis-Reservoirs für die hochgelegenen Stadttheile verwendet.

Wenn in andern Städten eine Theilung des Druckes in einem oder dem andern Falle zur Anwendung gebracht worden ist, wo die ganze Wassermenge mit hohem Drucke anlangt, so sind die Herren Experten den Beweis dafür schuldig geblieben, daß ein solches Beispiel nachahmenswerth sei.

Die ausgesprochene Thatsache, daß man selbst in jenen Städten, wo das Wasser mit Dampfkraft gehoben wird, die Einrichtung trifft, um zeit-

weise auch in den tiefgelegenen Stadttheilen einen hohen Druck zur Anwendung zu bringen, wie z. B. in Zürich und Hamburg, daß man, wie in der letztgenannten Stadt, auch den gewöhnlich in Anwendung gebrachten Druck, trotz der dadurch verursachten größeren Unkosten, zu erhöhen sich entschlossen hat, sind unwiderlegliche Beweise, daß der Werth eines hohen Druckes nicht gering anzuschlagen ist.

Was speciell dessen Anwendung für Wien betrifft, so spricht für das in Wien projectirte System eines einzigen einheitlichen Röhrennetzes zunächst der Vortheil der Einfachheit, dann die Erwägung, daß ein hoher Druck sehr zweckmäßig bei Feuergefähr, sehr zweckmäßig für industrielle Verwendung ist. In letzterer Beziehung ist es in erster Linie die kleine und kleinste Industrie, die in Betracht kommt, der es ermöglicht wird, mit einem Minimum von Capitalaufwand, in jedem Stockwerk, ohne alle Fundirung und sonstige Vorbereitungen, einen Motor aufzustellen, der die einzelne Drehbank oder Nähmaschine, den Schleiffstein oder Wirkstuhl jederzeit sofort in Bewegung setzt, wenn es dem Arbeiter bequem ist, und der nichts kostet, während er stille steht. Weiter aber ist von Wichtigkeit, hervorzuheben, daß es in Wien gerade die der Donau zunächst liegenden, tiefliegenden Stadttheile sind, in denen neue Industrieanlagen sich zu entwickeln Raum finden werden. An der regulirten Donau werden Quai- und Hafenanlagen entstehen, Lagerhäuser und Filialen aller Bahnhöfe, und die neue Wasserleitung wird berufen und willkommen, ja unentbehrlich sein, zur Hebung der Lasten jener Massentransporte insbesondere der Naturproducte, die den Wasserweg als billigste Verkehrsstraße benutzen, um an einen Knotenpunkt des Verkehrs zu gelangen.

Derartigen Vortheilen zu entsagen, könnte man sich veranlaßt sehen, wenn in anderen Beziehungen gewichtige Bedenken entgegenstünden. Das ist aber keineswegs der Fall, denn bedenklich und gefährlich ist der um einige Atmosphären höhere Druck weder für das Röhrennetz, das in den Straßen eingebaut ist, noch für die Verzweigungen in den Häusern, un bequem aber ist er nur dem Arbeiter, der bei der Herstellung der Verbindungen ein größeres Maß von Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit anwenden muß, als sonst nöthig wäre. Die vermeintlichen Gefahren und Bedenken laufen schließlich alle auf Röhrenbrüche und deren Folgen hinaus, und die heillose Begriffsverwirrung und gänzlich ungerechtfertigte Angst, die dem Gemeinderathe und der Bevölkerung der Stadt Wien in dieser Beziehung beigebracht wurde, haben in erster Linie die Herren Experten auf ihrem Gewissen, und ihnen voran noch Herr Fölsch, der schon im Jahr 1865 im Ingenieur-

verein die schrecklichen Folgen der Röhrenbrüche mit den lebhaftesten Farben ausgemalt hat. Die eingehendsten Erkundigungen aber, welche in dieser Hinsicht allenthalben eingezogen wurden, haben ergeben, daß

1. bei jeder Wasserleitung Röhrenbrüche eingetreten sind, gleichviel ob die Röhrenwände dick oder dünn, der Druck des Wassers höher oder niedriger, die Röhrendurchmesser größer oder kleiner waren,

2. daß dieselben hauptsächlich im ersten und zweiten Jahre nach der Betriebseröffnung vorkommen und späterhin äußerst selten eintreten,

3. daß der durch die Röhrenbrüche verursachte Schaden in der Regel sehr geringfügig ist, und sich auf eine Beschädigung des Straßenkörpers und seiner Oberfläche beschränkt. In einzelnen Fällen hat das ausströmende Wasser allerdings benachbarte Kellerräume erfüllt und in denselben befindliche Vorräthe beschädigt, aber Calamitäten, wie sie den Bewohnern Wiens in Aussicht gestellt wurden, Einsturz von Häusern und Häuserreihen, konnten trotz specieller Nachforschung nirgends eruiert werden. Unter diesen Umständen scheint die Warnung der Experten um so weniger am Plage als die im Wiener Projecte vorhergesehene Erprobung der gelegten Röhrenstränge ein Mittel bietet, diese unvermeidlichen Röhrenbrüche auch in den ersten Betriebsjahren, der Zahl nach, beträchtlich zu verringern.

Die Qualität des Gußeisens.

Ueber die Qualität des Gußeisens sprechen sich die Herrn Experten in ihrem Gutachten dahin aus, daß dieselbe beim Mariazeller Eisen vorzüglich, daß hingegen jene des Eisens von Kladno und la Louvière entschieden unter dem Niveau der mittleren Qualität sei. Sie begründen dieses Urtheil, theils mit Hinweis auf den Ursprung des Materiales, auf die Erze, aus denen es gewonnen wird, auf die Methode der Verhüttung, theils mit dem Aussehen der Bruchflächen, theils endlich mit dem Resultate von 7 Zerreißversuchen, welche sie mit Kladnoer Eisen angestellt haben.

Bevor wir auf dieses Urtheil und seine Motivirung eingehen, scheint es zweckmäßig, in Erinnerung zu bringen, welche Voraussetzungen in dieser Beziehung bei der Projectsverfassung gemacht wurden, und welche Anforderungen der Vertrag, respective die Bedingungen, bezüglich der Qualität des Eisens stellen. Bei den Berechnungen, welche zur Bestimmung der Wandstärken der Wiener Wasserleitungsröhren angestellt wurden, war es nothwendig, eine ganz bestimmte Voraussetzung für die Zugfestigkeit des zu verwendenden Materiales zu machen. Auf Grundlage von Studien und Erhebungen, welche oben eingehend besprochen wurden (Seite 26) habe ich

damals den Werth für die absolute Festigkeit $f = 1300$ Kilos pr. \square C. angenommen, und unter dieser Voraussetzung haben die Wanddicken der Röhren eine mindestens 10fache Sicherheit. In den Bedingnissen aber ist dieser Ziffer nirgends Erwähnung gethan und dies ist mit gutem Grunde geschehen. Hätte man sie als zulässige Minimalfestigkeit überhaupt angenommen, so wäre eine Anzahl von Gießereien von der Concurrrenz ausgeschlossen worden, was in finanzieller Beziehung sehr unzweckmäßig gewesen wäre. Hätte man sie aber als zulässige Minimalfestigkeit unter der Voraussetzung der vorgeschriebenen Wandstärken angenommen, so hätte dies die continuirliche Vornahme von Controluntersuchungen über die absolute Festigkeit zur Folge gehabt, die eine nie versiegende Quelle von Mißhelligkeiten zwischen Unternehmung und Bauleitung gebildet hätten. Die Ursache davon liegt in den großen Schwierigkeiten, Versuche über absolute Festigkeit so anzustellen, daß sie richtige und verlässliche Resultate geben, und eben, weil man das weiß, so hat man einen solchen unpraktischen Vorgang nie und nirgends, bei keinem Wasserleitungsbau, zur Anwendung gebracht. Wohl hat man in neuester Zeit, z. B. in Cöln und Braunschweig, versucht, eine Controle des Materiales durch Constairung der relativen Festigkeit einzuführen, (die Anstellung dieser Versuche ist viel leichter und die Zahl der Fehlerquellen eine geringere), aber dies giebt nur einen sehr beiläufigen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der absoluten Festigkeit, weil diese beiden Werthe durchaus nicht in einem constanten Verhältnisse stehen, wie vielfache Versuche bewiesen haben. Die Wiener Bedingnisse schreiben deshalb, anstatt eine bestimmte Ziffer für die absolute Festigkeit anzugeben, eine Summe von Eigenschaften vor, welche das zur Verwendung kommende Gußeisen besitzen soll.

Laut § 3 „sind die Röhren aus fein körnigem grauen Gußeisen zu „liefern und es darf das Materiale derselben nicht hart oder spröde sein „und muß sich mit der Feile und dem Meißel leicht bearbeiten lassen.

„Sämmtliche Gußstücke müssen von außen und innen von Gußsand „und an den Gußnäthen vollständig gereinigt sein.

„Röhren mit sichtbaren Gußfehlern irgend welcher Art, als Blasen, „Blättern, eingegossenen Steinchen, Kaltguß und dergleichen werden unbedingt „zurückgewiesen; ebenso Röhren, welche eingegossene Stellen von Zink, Blei „oder einem anderen Materiale enthalten, oder deren Oberfläche mit Theer, „oder irgend einer anderen Farbe unkenntlich gemacht worden wäre.

„Alle Röhren von 6' Baulänge oder darüber müssen stehend mit

„der Muffe oder Flantsche nach abwärts in gut ausgetrockneten Formen gegossen und dürfen nicht aus dem Sande gezogen werden, bevor das Eisen vollständig abgekühlt ist.“

Der § 4 lautet: „In Bezug auf die Form, namentlich auf den Lichten Durchmesser, müssen die Röhren genau mit den in der Zeichnung eingeschriebenen Maßen, welche die Wiener Klafter, der Wiener Fuß, der Wiener Zoll und die Wiener Linie sind, übereinstimmen, und es würde jedes Rohr, welches in dieser Beziehung eine Abweichung, besonders eine Verengung zeigt, zurückgewiesen werden; ebenso wird die kreisrunde Form der Röhren und die Concentricität der Röhrenwände, das heißt deren gleichförmige Wandstärke, genau untersucht werden, und es würde die Zurückweisung der Röhren erfolgen, wenn der Unterschied der größten und kleinsten Wanddicken an beliebigen Stellen gemessen 2 Linien erreichen würde.“

Im § 5, dessen Wortlaut wir bereits oben, Seite 42, angeführt haben, wird ausdrücklich bemerkt, daß die im Projecte angenommene Wanddicke unter der Voraussetzung einer Eisenqualität mittlerer Güte angenommen ist, und der Unternehmer wird darauf aufmerksam gemacht, daß es ihm frei steht, je nach der Qualität seines Eisens, mit Rücksicht auf die im § 14 erwähnten Proben, auch **größere** Wanddicken in Anwendung zu bringen.

Das sind die Vorschriften, nach welchen der Unternehmer zu liefern hat, und die Bauleitung, welche nach § 14 die Controle auszuüben hat, muß untersuchen, ob er diesen Vorschriften Genüge leistet. Die Bestimmungen der §§ 3 und 4 sind so klar, daß sie gar keines Commentars bedürfen; beim § 5 aber scheint es nothwendig, den Begriff mittlere Güte zu definiren. Die mittlere Güte eines Materials ist ein weit umfassenderer Begriff, als mittlere Festigkeit, sie bezeichnet eine Summe von Eigenschaften, und zwar von allen jenen Eigenschaften, die bei der Verwendung des Gußeisens zur Röhrenfabrikation von Wichtigkeit sind. Zwei in ihren einzelnen Eigenschaften differirende Eisensorten können beide von mittlerer Güte sein, umgekehrt kann bei zwei Eisensorten eine Eigenschaft, z. B. die Festigkeit, ein und dieselbe sein und dessenungeachtet sind sie nicht beide von der gleichen Güte, die eine ist weich, elastisch, läßt sich leicht bearbeiten, die andere aber ist hart und spröde. Gerade so wenig nun, wie man in der Praxis, bei der Beurtheilung zweier Eisensorten, die Härte oder die Elastität ziffermäßig nach einer Scala bestimmt, obwohl dies wissenschaftlich ganz

gut ausführbar ist, ebensowenig ist es erforderlich, gerade die absolute Festigkeit durch specielle Untersuchungen ziffermäßig zu bestimmen, es genügt vollständig, wenn man eine Methode anwendet, welche ein beiläufig richtiges Urtheil gestattet. Als eine solche Methode empfiehlt sich diejenige, die allgemein von allen Wasserleitungsingeuren befolgt wird, die auch in Wien continuirlich ausgeübt wurde, deren Resultate aber die Herren Experten total ignoriren. Sie besteht darin, die einzelnen Röhren Stück für Stück auf einen im Verhältniß zu deren künftiger Inanspruchnahme angemessenen hydrostatischen Druck zu probiren, sie mit der Feile und dem Meißel zu bearbeiten, sie stellenweise zu hämmern, ihre Dimensionen nachzumessen, das äußere Ansehen und den Bruch des Eisens in Betracht zu ziehen und schließlich das Verhältniß des bei dieser Untersuchung sich ergebenden Ausschusses mit der Gesamtzahl der probirten Röhre zu vergleichen. Wenn das percentage Verhältniß dieses Ausschusses ein großes ist, so kann man alsdann mit Sicherheit die Qualität als eine bedenkliche ansehen; wenn es ein geringes ist, so kann man erfahrungsgemäß die Qualität als gut bezeichnen, und zwar deshalb, weil diese Röhren alsdann ihrer Gesamtmasse nach alle diejenigen Eigenschaften in genügendem Grade besitzen, die für ein Wasserleitungsrohr erforderlich sind.

Und darum handelt es sich, nicht aber darum, ob die absolute Festigkeit des Materials gerade eine ganz bestimmte, gerade diejenige ist, die seinerzeit der Rechnung zu Grunde gelegt wurde. Eine solche Untersuchung zu pflegen, die, wie wir bereits wiederholt erwähnt haben, nirgends vorgenommen wird, ist technisch unnöthig und ist, nebenbei bemerkt, contractlich nach den Bedingungen nirgends, weder im § 14 noch in einem andern § vorgeschrieben. Zu was für widersprechenden Resultaten man gelangen würde, wenn man solche Untersuchungen, ohne seine ganze Aufmerksamkeit darauf zu concentriren, so nebenbei während aller übrigen Arbeiten, die beim Bau einer Wasserleitung zu besorgen sind, vornehmen wollte, dafür liefern die Zerreißversuche, die die Herren Experten angestellt haben, einen schlagenden Beweis. Diese Herren haben, um die Festigkeit des Kladoer Eisens zu erfahren, Zerreißversuche angestellt, dabei aber alle diejenigen Vorrichtungen gänzlich außer Acht gelassen, die bei solchen physikalischen Untersuchungen erforderlich sind.

Bekanntlich sind es 3 Fehlerquellen, die man in solchen Fällen eliminiren muß: die Ungleichartigkeit des zu untersuchenden Materiales, die Unvollkommenheit der Instrumente und die Beobachtungsfehler.

Abstrahiren wir vorerst von letzteren, so giebt es zur Compensirung der beiden ersten nur ein einziges aber unentbehrliches Mittel, und das besteht darin, die Zahl der Beobachtungen möglichst groß anzunehmen. Nur dadurch wird man im Stande sein, alle Zufälligkeiten zu paralyßiren, die auf die Beschaffenheit des zu untersuchenden Materials von Einfluß sind. Das Auslaugen der Erze, die Beschickung des Hohofens, das Umschmelzen im Cupolofen, das Austrocknen der Formen, das Abziehen der Schlacken vor dem Gusse, die Temperatur des Eisens beim Gusse, das langsamere oder schnellere Abkühlen nach dem Gusse und viele andere Umstände influenciren auf jeden einzelnen Versuch. Werden die Stäbe, wie es hier geschah, nicht direct gegossen, sondern aus den fertigen Röhren geschnitten, so ist es weiter von Einfluß, wie man hierbei vorgeht, ob man das Probestück aus dem ganzen Rohre durch Bohren und Hobeln herausarbeitet, oder aber zunächst, um ein passendes Bruchstück zu gewinnen, das Rohr mit wiederholten gewaltigen Hammerschlägen zertheilt, die vielleicht gerade jene Stelle treffen, an der später der Bruch stattfindet.

Um all das haben sich die Wiener Experten nicht gekümmert, sie haben die ersten 7 Stäbe, die in aller Eile aus (bei der Probe) geborstenen Madnoer Röhren angefertigt worden waren, zerrissen und als Festigkeit per 1 □ Zoll Zahlen erhalten, die zwischen 161 und 47 Centner schwanken. Dabei kam es vor, daß sie bei 2 Stäben, die aus einem und demselben Rohre geschnitten waren (20" A Nr. 601) ein Mal 82, das andere Mal 161 Centner als Festigkeit per Wiener □" erhielten. Aus solchen Ergebnissen die Schlußfolgerung zu ziehen, daß das Material unverläßlich sei, wie dies die Experten thun, ist nicht gerechtfertigt, wohl aber gestatten solche Resultate, ein Urtheil über die Qualität der von den Experten angestellten Versuche zu fällen. Es ist nicht glaublich, daß 2 aus einem und demselben Rohre geschnittene Stäbe solche enorme Differenzen, bezüglich ihrer Festigkeit, zeigen, wohl aber ist es mehr als wahrscheinlich, daß in dem Falle, wo sich die geringere Zahl ergab, nicht alle Fasern des Querschnittes gleichzeitig in Anspruch genommen worden sind. Es muß in diesem Falle ein fehlerhaftes Einspannen des Stabes stattgefunden haben und die Befürchtung liegt nahe, daß dies auch bei mehreren anderen Versuchen der Fall gewesen sei.

Nicht bloß die Qualität, sondern auch die Quantität dieser Versuche, zu welchen, nebenbei erwähnt, weder der Bauleiter noch die Wasserforschungs-Commission zugezogen wurden, haben die Herren allein zu verantworten; denn sowie die Absicht, derartige Versuche anzustellen, ausgesprochen

war, ließ ich sofort und gleichzeitig in 3 Fabriken derartige Probestücke anfertigen, und es ist nicht meine Schuld, wenn sich die Experten mit den ersten 8 Stäben begnügten und mit den später eingetroffenen, unter denen auch solche aus nicht zersprengten Röhren waren, keine Versuche mehr anstellten. Außer diesen Zerreißversuchen berufen sich die Herren auch auf die Beschaffenheit der Erze, aus denen das Kladnoer Eisen gewonnen wird und auf das Aussehen der Bruchflächen. Indessen fühlen sich die Herren, bezüglich der Schlussfolgerung, doch nicht sehr sicher, denn sie sagen in ihrem Motivenbericht: „Aus der Prüfung des Kladnoer Röhreneisens — soweit „solche bisher möglich war — scheint in der That hervorzugehen, daß es „bei der Massenproduction nicht immer gelingt, die Erze so weit, als nothwendig, vom Schwefel und Phosphor zu befreien, und daß eben dieser „Umstand zuweilen ein kaltflüssiges, mattes und sprödes Eisen zur Folge „hat.“ Diese Reserve ist sehr am Platze, denn der geringe Ausschuß, der sich bei der Probirung der Röhren ergibt, liefert den directen Beweis, daß dieses „zuweilen“ besser durch den Ausdruck höchst selten ersetzt würde, und wer die großartige und rationelle Anlage der Adalbertshütte zur Reinigung der Erze von Schwefel und Phosphor, selbst gesehen hat und die Sorgfalt kennt, mit welcher diese Prozesse fort und fort controlirt werden ¹⁾, wird es begreiflich finden, daß der Ausschuß ein so geringer ist, wie wir bereits auf Seite 61 gezeigt haben. Die Berufung auf das Aussehen der Bruchflächen wäre ganz statthaft, wenn die Herren Experten das Totalergebniß ihrer diesbezüglichen Wahrnehmungen mitgetheilt hätten. Sie erzählen aber nur, wie das Eisen jener Röhren der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft ausgesehen hat, die in der Probirpresse gesprungen sind aus diesem Ausschusse einen Schluß auf die Gesamtmasse zu ziehen, ist höchst ungerecht und unrichtig, eben weil der Ausschuß ein sehr geringer ist.

Eben so leicht, wie es uns gelungen ist, die Mangelhaftigkeit der Begründung desjenigen Urtheils nachzuweisen, welches die Herren Experten über die Qualität des für die Röhren der Wiener Wasserleitung verwendeten Gußeisens gefällt haben, eben so leicht ist es, die Richtigkeit unseres Urtheils und der Verlässlichkeit der angewendeten Controlsmethode zu beweisen. Dazu eignen sich vorzüglich die angestellten Sprengversuche.

Man hat nämlich sowol in Wien am Probirplatz, als in der

1) Ein Bericht über dieses Verfahren ist im 3. Hefte der „technischen Blätter“ des deutschen Ingenieur- und Architekten-Vereins in Böhmen, Jahrgang II, enthalten.

Gießerei in Kladno, den Versuch angestellt, den Druck im Innern des Rohres so lang zu steigern bis dasselbe an seinem schwächsten Querschnitt auseinander reißt.

Ein erster solcher Versuch in der ausgesprochenen Absicht die Festigkeit des Eisens zu erproben, wurde bereits im April 1870, bevor noch irgend ein Rohr der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft abgeliefert worden war in der Gießerei in Kladno in Gegenwart eines Sectionsingenieurs der Bauleitung vorgenommen und darüber von demselben am 5. April 1870 sub Nr. 661 $\frac{WV}{II}$ Bericht erstattet. Man wählte dazu absichtlich ein 15"

Ausschußrohr, das auf einer Seite 6, auf der andern 2—3 $\frac{1}{2}$ Linien Wandstärke zeigte. Dieses Rohr hielt einen Druck von 30 Atmosphären aus, bevor es zerriß, trotzdem an der Bruchstelle Kaltguß zum Vorschein kam. Ein solches Zerreißen ist bei den später von der Prager Eisenindustrie erzeugten Röhren nur in 2 Fällen gelungen. In Wien wurde ein 9" Rohr bis zu 30 $\frac{1}{2}$, ein 12" bis zu 42, ein 15" bis zu 36, ein 20" bis zu 29 und ein 26" bis zu 25 Atmosphären gepreßt, ohne daß eine der Röhren eine Beschädigung erlitten hätte. In der Gießerei zu Kladno wurde ein 3" Rohr bis auf 77, ein 7" Rohr auf 45, ein 8" Rohr auf 61 und ein 20" Rohr auf 40 Atmosphären probirt, ohne zu zerreißen; hingegen gelang dies bei einem 15" Rohr, welches bei 65 Atmosphären Spannung¹⁾ und bei einem 26" Rohr, welches bei 28 Atmosphären zerrissen wurde.

Diese Versuche zeigen, daß die Kladnoer Röhren eine bei weitem höhere Spannung aushalten, als die des Probedruckes von 15 Atmosphären, daß somit das aus dem geringen Procentsatz des Ausschusses beim Probiren geschöpfte Urtheil über die durchschnittlich gute Qualität des Materiales ein richtiges ist. Andererseits wurden bei den Sprengversuchen in Wien 2 belgische Röhren von 33" Durchmesser probirt und beide das eine bei 12 $\frac{1}{2}$, das andere bei 20 Atmosphären zerrissen. Auch diese ungünstigen Resultate bestätigen die Richtigkeit des Schlusses, welcher aus dem großen Procentsatz der Röhrenbrüche beim Probiren gefällt wurde, daß die Qualität mehrerer Röhrenlieferungen aus Belgien eine, mit Rücksicht auf deren Wanddicke, ungenügende sei.

1) Wochenschrift des niederösterreich. Gewerbe-Vereines, 1871, S. 284.

Controle der Röhrenlieferungen.

Bei der Besprechung der Qualität der Röhren constatiren die Herren Experten, daß sie unter denselben „eine Anzahl“ von theils mit Fehlern behafteten, theils contractwidrig hergestellten Röhren gefunden haben, und finden sich dadurch veranlaßt, „dringend zu empfehlen, bei Uebernahme der „Lieferungen mit strengster Sorgfalt und Genauigkeit vorzugehen, und alle „jene Röhren, welche irgend welche Fehler zeigen, schon auf dem Depotplatze „auszuschließen, also deren Verlegung überhaupt nicht zuzulassen.“ Wir stellen die Richtigkeit des Vorderatzes nicht in Abrede, halten es aber für nothwendig, zunächst darauf aufmerksam zu machen, daß die sehr allgemeine Bezeichnung „eine Anzahl“ dahin zu verstehen ist, daß es sich um eine im Verhältniß zur Gesamtmasse aller gelieferten Röhren „sehr kleine Anzahl“ handelt; übrigens wollen wir gleichzeitig in das Detail der Frage eingehen, um den Beweis zu führen, daß die wörtlich mitgetheilte Ermahnung vollkommen überflüssig ist.

Es wurde schon früher erzählt (Seite 51), daß die Neuberg-Mariazeller Gewerkschaft bei Beginn ihrer Lieferungen im Mai 1870 den Versuch machte, horizontal, also contractwidrig, gegossene Röhren abzuliefern, daß dies von der Bauleitung sofort erkannt wurde und die energischsten Maßregeln zur Folge hatte, weil die Gewerkschaft den Contract nicht bloß absichtlich verletzen, sondern ihr Verfahren anfangs verheimlichen und später rechtfertigen und dabei verharren wollte.

Schon vorher aber (Ende März 1870) hatte ein Sectionsingenieur der Bauleitung die Gießerei der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft in Kladno inspiciert, um die von derselben angefertigten Modelle der Röhren zu besichtigen und die Einrichtungen in Augenschein zu nehmen, die zum Gießen der Röhren getroffen worden waren. Es stellte sich hierbei heraus, daß die damals getroffenen Vorbereitungen wohl verticalen Guß, aber theilweise nur mit der Muffe nach oben, gestatteten. Auf die Contractwidrigkeit dieser Einrichtung allsogleich aufmerksam gemacht, erklärte der Director der Adalbertshütte in Kladno, daß er selbstverständlich für alle Durchmesser die vorgeschriebene Erzeugungsart einrichten werde, und nur um den Lieferungsbedingungen in Beziehung auf die Ablieferungstermine entsprechen zu können, die vorhandenen Einrichtungen provisorisch hatte benützen wollen. Dieselbe Erklärung gab hierüber, sofort nach der Rückkehr des Sectionsingenieurs am 1. April 1870 interpellirt, der Präsident des Verwaltungsrathes der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft in Wien ab, und es waren somit in diesem

Falle, mit Rücksicht auf diese allseitig ausgesprochene Bereitwilligkeit, den Vertragsbestimmungen gemäß zu fabriciren, andere Maßregeln nicht erforderlich.

Die von der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft im Anfange des Jahres 1870 gelieferten Röhren, die allerdings nur von kleinen Durchmessern waren, entsprachen, mit alleiniger Ausnahme einer Partie 2zölliger Krümmern, die sehr ungleiche Wanddicken hatten, und deshalb auch großen Ausschuß beim Probiren ergaben (siehe Seite 65), vollständig allen Anforderungen der Bedingnisse. Als später Röhren größern Durchmessers (zunächst speciell von 12 und 15 Zoll Durchmesser) gelegt werden sollten, aber in viel zu geringer Quantität geliefert wurden, stellte sich jener schon früher (Seite 47) besprochene Mangel des Vertrags heraus, den der Unternehmer mit seinem Lieferanten abgeschlossen hatte. Bei einer in Wien am 8. Juli 1870 abgehaltenen Conferenz versprachen die Herren Directoren Jacobi und Jassi der Kladnoer Werke, durch Vermehrung der Modelle und Formkasten eine schnellere Ablieferung der einzelnen Durchmesser zu bewerkstelligen. Diesem Versprechen kamen sie auch theilweise nach, aber nicht genügend für den Bedarf des ersten Baujahres, so daß die Legung des 12" Rohres in der Laborstraße gar nicht begonnen werden konnte, und die Weiterlegung des 15" Röhrenstranges im October des Jahres 1870 aus Mangel an Röhren sistirt werden mußte. Die Kladnoer Werke, welchen dies unverzüglich mitgetheilt wurde, forcirten in Folge dessen die Erzeugung, und sendeten in den folgenden Wintermonaten zwar genug 12- und 15zöllige Röhren, aber einen Theil derselben nicht vorschriftsmäßig mit der Muffe nach abwärts gegossen. Diese letzten Röhren hatten poröse Muffen, waren aber verkittet und mit Graphit geschwärzt, so daß man sie bei der Ablieferung von den vorschriftsmäßig erzeugten nicht unterscheiden konnte. Allerdings wäre dies möglich gewesen, wenn man jedes einzelne Rohr mit den geeigneten Werkzeugen und Chemikalien behandelt hätte. Allein zu einer solchen Proceßur schreitet man, wenn es sich um die Untersuchung von circa 20000 Röhren per Jahr handelt, nur in Ausnahmefällen, nur dann, wenn ein besonderer Verdacht vorhanden ist. Letzteres war aber nicht der Fall, weil alle bis dahin gelieferten Röhren den Bedingungen entsprechend gewesen waren, und auch diese Partien bei der Probe mit der hydraulischen Presse keinen größern Ausschuß ergaben.

Ein sicheres Mittel, um einem derartigen Vorgehen von Seite der Gießerei von vornherein vorzubeugen, wäre die Anstellung von beständig anwesenden Aufsichtsorganen in den Gießereien gewesen. Die Bauunter-

nehmung, obwohl sie in erster Linie für die Qualität des von ihr gelieferten Materials verantwortlich ist, hat an eine solche Maßregel nie gedacht, die Bauleitung aber hat auf die Zweckmäßigkeit derselben mehreremale die Aufmerksamkeit der Wasserversorgungs-Commission gelenkt. Das erste Mal, am 21. August 1868 sub No. 416 $\frac{WV}{II}$, gelegentlich der Vorlage des Programmes für die Organisation der Bauleitung während der Bauausführung und ein zweites Mal im Jahre 1869, als es sich um die Besetzung der Assistentenstellen handelte. Die Angelegenheit kam auch in einer Sitzung der Wasserversorgungs-Commission zur Sprache, wurde aber in Folge der Bemerkung mehrerer Commissionsmitglieder, daß es sehr schwer halten würde, vertrauenswürdige Personen für solche Posten ausfindig zu machen fallen gelassen.

Die erwähnten, theilweise mit der Muffe nach oben gegossenen Röhren waren in den Wintermonaten 1870/71 geliefert, gleich nach ihrer Ankunft untersucht und probirt worden, und wurden alsdann sofort auf dem Depotplatz aufgeschichtet, wo sie sich, mit Schnee bedeckt, jeder weiteren Besichtigung entzogen. Erst zu Ende des Winters im Monate März 1871, als die Legung des 15zölligen Stranges wieder aufgenommen wurde, zeigten sich die Muffen porös, weil durch die Einwirkungen des Frostes die Verkittung herausgefallen war. Es war selbstverständlich, daß diese Wahrnehmung die Bauleitung veranlassen mußte, unverzüglich auf Abhülfe zu dringen, und das ist auch geschehen, lange bevor die Experten ernannt, ja bevor nur von einer Expertise die Rede gewesen.

Schon am 15. März 1871 wurde die Unternehmung schriftlich auf das Springen der Muffen und auf den schlechten Guß aufmerksam gemacht, und gleichzeitig der am Depotplatz exponirte Assistent, dem die Untersuchung der abgelieferten Röhren oblag, daran erinnert, seine Instruktionen genau zu befolgen. Letztere schreiben ihm vor, sich bei der Uebernahme der größern Röhren Stück für Stück von der Beschaffenheit derselben zu überzeugen, und dieser Auftrag wurde demselben mit Schreiben vom 1. April 1871 sub No. $\frac{1102}{2002}$ neuerdings eingeschärft. Dieses Schreiben lautet:

Herr Ingenieurassistent!

Die seit Beginn der Röhrenlegung im Jahre 1871 theils beim Muffenverdichten, theils beim Transport gebrochenen Röhren zeigen mehrfach ungleiche Wandstärken und Gußfehler, welche von außen zu erkennen

möglich ist. Es veranlaßt mich dies, Sie wiederholt daran zu erinnern, daß die Controle der von der Bauunternehmung gelieferten Röhren mit der größten Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit vorgenommen werden soll. Insbesondere erinnere ich Sie, Herr Ingenieurassistent, daß Sie nach § 3 Ihrer Instruction sich von der vorschriftsmäßigen Qualität der Röhren Stück für Stück überzeugen sollen. Diese Ueberzeugung können Sie sich bei den Röhren kleineren Durchmessers ohne großen Zeitaufwand verschaffen, wenn Sie dieselben partienweise vor der Prüfung mit der hydraulischen Presse besichtigen, und Stichproben betreffs der Wandstärken vornehmen.

Bei den Röhren größeren Durchmessers aber muß jedes Rohr vor der Probirung von außen und von innen genau besichtigt werden, die Hauptmaße müssen controlirt und überhaupt bei der Untersuchung mit der größten Rigorosität vorgegangen werden. Dies gilt nicht nur von jenen Röhren, welche mit der hydraulischen Presse geprüft werden, sondern in noch höherem Grade von den Doppelmüssen und Absperrplatten, bei welchen man sich auf derartige Untersuchungen allein beschränken muß. — — — — —

Schließlich mache ich Sie darauf aufmerksam, daß ich zu wiederholten Malen bei meiner Anwesenheit am Probirplatze gefunden habe, daß die zur Prüfung auf den Druck von 15 Atmosphären in der hydraulischen Presse eingespannten Röhren außen stellenweise feucht waren, was vermieden werden muß.

Wien, am 1. April 1871.

Der Oberingenieur
Otto Wertheim m. p.

Aus dieser Darlegung wird jeder Leser ersehen, daß die Bauleitung keiner Erinnerung bedurfte, weder von Seite der Experten, noch von Seite der Wasserversorgungs-Commission (die Wasserversorgungs-Commission hielt es nach dem Bekanntwerden des Expertenvotums für erforderlich, die Bauleitung mit Präf.-Decret ddo. 16. Juni 1871, G. R. Z. 2552, ebenfalls auf die Zweckmäßigkeit einer strengen Controle aufmerksam zu machen), um bei der Untersuchung und Prüfung der Röhren mit der erforderlichen Strenge vorzugehen, und daß es die Bauleitung war, die von allem Anfang an, mit der erforderlichen Sachkenntniß und Gewissenhaftigkeit ausgerüstet, Contractwidrigkeiten entdeckte und abstellte.

Der Bauunternehmer, wenngleich in erster Linie für die Qualität aller von ihm gelieferten Materialien verantwortlich, besaß weder das Ver-

ständniß, noch den guten Willen, seine eigenen Lieferanten irgendwie zu controliren, und hält sich, da er die übernommenen Arbeiten nur als Geldgeschäft behandelt, durch die von ihm abgeschlossenen Verträge gegen jeden Schaden gedeckt. Die Ermahnung der Experten ist aber um so ungehöriger, weil sie in ihrem Schlusssatze eine geradezu bedingungs- und instructionswidrige Voraussetzung enthält — daß nämlich alle zur Verlegung nicht geeigneten Röhren schon am Depotplatz ausgeschlossen werden müssen. Das ist ganz und gar unrichtig, und wäre höchst unpraktisch. Bei der Untersuchung von circa 20000 Stück Röhren in jedem Baujahre ist die Wahrscheinlichkeit, daß einzelne Mängel und Fehler, ungeachtet aller Vorsicht, übersehen werden, eine so große, daß eine zweite Controle der Röhren sehr zweckmäßig erscheint. Diese ist nun den Ingenieurassistenten, die den Einbau der Röhren zu überwachen haben, übertragen, und dieselben sind nach § 7 ihrer Instruction verpflichtet, jedes Rohr vor der Verlegung zu untersuchen, und, wenn es sich als beschädigt herausstellt, auszuschließen. Daß aber die Bauleitung vertragsgemäß das Recht hat, Röhren, welche aus was immer für einem Grunde nach der Probe beanständet werden, vor dem Verlegen in den Röhrenstrang auszuschließen, ergibt sich aus dem § 15 der allg. Bedingnisse, Alinea 6, welche Stelle lautet: „Materialien, welche von der Bauleitung als untauglich bezeichnet werden, müssen von dem Unternehmer sogleich von der Baustelle entfernt werden.“

Von diesem Rechte hat die Bauleitung auch zu wiederholten Malen vor und nach der Expertise Gebrauch gemacht, und wenn auch die Herren Experten Fölsch und Grimburg bei ihrer Besprechung über die Auslegung der Bedingnisse (siehe Seite 91) diese Auffassung derselben nicht als zulässig anerkennen wollten, so muß ich dessen ungeachtet darauf beharren, daß dieselbe, die überdies den Interessen der Commune Rechnung trägt, als die richtige anerkannt werde.

Probirung der einzelnen Röhren mit der hydraulischen Presse.

Die Methode des Probirens der einzelnen Röhren erkennen die Experten als zweckmäßig an, bezeichnen aber die Steigerung der Spannung von 15 auf 20 Atmosphären als wünschenswerth. Sie legen ein besonderes Gewicht darauf, daß von der vorgeschriebenen Erprobung aller Bestandtheile der Röhrenleitung mit 15 Atmosphären nicht abgegangen werde, und beziehen in ihrem Motivenbericht diese Aeußerung speciell auf die sogenannten K-Röhren, von denen sie noch einmal, ohne zu erwähnen, daß es sich im

Ganzen um 7 Stücke handelt (siehe Seite 105), erzählen, daß dieselben sämtlich geplatzt seien. Außerdem halten sie die Aufstellung von Minimalgewichten für die einzelnen Röhren als empfehlenswerth, und beantragen schließlich, alle gelegten Stränge mit dem Druck von 15 Atmosphären so lange und so oft zu erproben, bis die sich zeigenden Mängel beseitiget seien.

Den ersten ihrer Wünsche begründen die Experten mit dem Hinweise auf die Pester Wasserleitung, deren Röhren auf 18 Atmosphären erprobt werden, während sie nur einem Maximaldrucke von 5 Atmosphären ausgesetzt sind. Diesem Beispiele, in welchem der Probedruck $3\frac{1}{2}$ Mal der effectiven Spannung gleich ist, ließen sich andere entgegenstellen, wo dieses nicht der Fall ist. So wurden in Amsterdam, Basel, Magdeburg u. s. w. die Röhren nur auf das doppelte jenes hydrostatischen Druckes probirt, dem sie im Maximum während des Betriebes ausgesetzt sind; aber solche Beispiele allein sind noch nicht maßgebend, man muß auch darauf Rücksicht nehmen, wie diese Proben und ob noch andere angestellt werden. In Pest und in vielen anderen Städten, unter andern in Altona, Cöln, Düsseldorf, Hamburg, Leipzig, Stettin wurden die einzelnen Röhren zwar auf mehr als den doppelten Druck, beiläufig auf den dreifachen, geprüft, aber dafür begnügte man sich mit dieser Probe vollständig, und ließ weder eine zweite Probe der gelegten Stränge nachfolgen, noch verschärfte man die erste durch Hammerschläge; beides aber findet in Wien statt, und es ist nicht zu bezweifeln, daß die Hammerschläge, auf große Röhren angewendet, während dieselben unter dem Drucke von 15 Atmosphären stehen, eine weit größere Inanspruchnahme des Materials involviren, als eine Erhöhung des Probedruckes um einige Atmosphären. Weiter aber bietet die Probirung der Röhrenstränge mittelst der hydraulischen Presse eine fast vollständige Beruhigung gegen künftige Röhrenbrüche, die man vollkommen entbehrt, wenn man diese Art der Probevornahme unterläßt, wie es bisher, und namentlich bei den oben angeführten Städten, der Fall war.

Wenn wir uns daher gegen eine Erhöhung des Probedruckes auf 20 Atmosphären aussprechen, so geschieht dies, weil wir sie für technisch unnöthig halten, weil sie den mit dem Bauunternehmer abgeschlossenen Vertrag alteriren würde und voraussichtlich Mehransprüche desselben zur Folge hätte; aber nicht entfernt denken wir daran, daß eine solche Erhöhung des Probedruckes für die Haltbarkeit der Röhren bedenklich sein könnte. Diese Auffassung scheinen aber die Experten zu haben, welche in ihrem Motiven-

bericht (Seite 61) die Behauptung aufstellen, daß die Röhren schon durch den Druck mit 15 Atmosphären über die Elasticitätsgrenze in Anspruch genommen wurden, und damit die auffallende Thatsache erklären wollen, daß das 15" Rohr B 113, welches am Probirplatz die Probe mit 15 Atmosphären, im Strange am 25. April eine Spannung von $6\frac{1}{2}$ Atmosphären ausgehalten hatte, bei einer späteren Strangprobe bei $4\frac{1}{4}$ Atmosphären riß. Diese Behauptung, selbst mit Berufung auf die ungünstigsten Resultate der verunglückten Zerreißversuche mit Probefstäben, zu rechtfertigen, ist unmöglich, denn selbst nach diesen würde die absolute Festigkeit des Kladnoer Eisens immer noch 50 Centner per Quadrat Zoll (das ist 4,18 Kilogr. per \square mm.) betragen, während die Inanspruchnahme des Eisens (Materialspannung) in einem 15" Rohre, bei 15 Atmosphären Probedruck, nur $27\frac{1}{2}$ Centner per Quadrat Zoll (oder 2,3 Kilogr. per \square mm.) beträgt. Nach allen Erfahrungen, die man aber bei Gußeisen gemacht hat, wird die Elasticitätsgrenze erst bei einer Belastung erreicht, welche weit mehr als die Hälfte, beiläufig $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$, derjenigen beträgt, bei der ein Abreißen erfolgt. Bei dem in Kladno mit einem 15" Rohre angestellten Sprengversuche, den wir deshalb wählen, weil bei demselben Rohre auch die Elasticität des Materials beobachtet wurde, hat sich eine absolute Festigkeit des Materials von 126 Centner per 1 Quadrat Zoll (das ist von 10,53 Kilogr. per 1 \square mm.) ergeben, und eine bleibende Veränderung des Rohrdurchmessers erst bei einer Spannung von 50 Atmosphären, das ist bei einer Inanspruchnahme des Materials von $7\frac{3}{4}$ Kilogr. per \square mm. gezeigt. Dabei ist zu bemerken, daß in dem Berichte über diese Versuche ¹⁾ ausdrücklich erwähnt wird, daß dieselben mit wegen Schönheitsfehlern, Schweißen u. s. w. ausgeschiedenen Röhren vorgenommen wurden.

Soll die Behauptung der Experten, man habe mit 15 Atmosphären Probedruck in einem 15" Rohre die Elasticitätsgrenze überschritten, auch nur für ein einziges Rohr zulässig sein, so hätte der Nachweis geliefert werden müssen, daß bei irgend einem in Kladno gegossenen und unbeschädigten Rohre die absolute Festigkeit des Materials nur $\frac{10,53 \times 2,3}{7,75} = 3,12$ Kilogr. per 1 \square mm., das ist $37\frac{1}{3}$ Centner per Quadrat Zoll, beträgt, und diesen Beweis haben die Experten nie geführt, und werden ihn nie führen können. Daß sie mit ihrem Urtheile auf einen solchen Abweg geriethen, erklärt sich

1) Wochenschrift des niederösterreichischen Gewerbevereines, ddto. 8. Juli 1871 S. 284.

sich unserer Auffassung nach einzig und allein aus ihrem Bestreben, die nächstliegende offenkundige Veranlassung mit aller Gewalt zu ignoriren.

Unsere Erklärung des Bruches des 15" Rohres 113 B ist die, daß dasselbe in der Zeit zwischen dem 25. April und dem 2. Mai eine grobe Beschädigung erlitten hat. Daß das möglich ist bedarf keines Beweises; daß es aber wahrscheinlich ist, dafür sprechen die in analogen Fällen gemachten Beobachtungen. In diesem Falle dürfte die Beschädigung durch einen in den Röhrengaben gefallenen Pflasterstein eingetreten sein, wie dies zu wiederholten Malen vorkam; in andern Fällen mag ein ungeschickter Schlag des Hammers beim Verstemmen der oberen Muffe ein Rohr beschädigt und dadurch einen Bruch veranlaßt haben. Ein drittes Mal erhielten beim Ausbrennen der Muffen von gebrochenen Röhren die zunächst befindlichen guten Röhren feine Sprünge, und barsten dadurch bei der nächsten Probe.

Alle diese Umstände waren den Experten bekannt, denn sie wurden auf dieselben von der Bauleitung speciell aufmerksam gemacht. Sie als Erklärungsgründe für die Röhrenbrüche anzunehmen oder nicht, muß ihnen frei gestellt und ihrer Verantwortung überlassen werden. Nicht frei aber steht es ihnen, diese Umstände in ihrem 70 Druckseiten langen Motivenberichte tendentiös zu verschweigen. Ebenso ungehörig ist die Methode, die Vornahme der Probirung der Röhrenstränge vor dem Einschalten der Schieber zu bemängeln, ohne zu erwähnen, daß diese Bestandtheile, wie sie wohl wußten, nicht rechtzeitig geliefert worden waren.

Ueber die Probirung der sogenannten K-Röhren haben wir bereits oben Seite 105 ausführlich gesprochen, und wollen uns deshalb hier darauf beschränken, hervorzuheben, daß bei der Wiener Hochquellenwasserleitung, im Gegensatz zu vielen andern Wasserleitungen, alle Façonröhren, Kreuzstücke, Krümmer u. s. w. ohne Ausnahme auf 15 Atmosphären probirt werden. Für diese Gußstücke wurde eine eigene Presse angeschafft, und die zum Einspannen der Stücke erforderlichen Vorrichtungen wurden für jede Sorte eigens angefertigt.

Die Experten rechtfertigen ihren Wunsch nach der Aufstellung von Minimalgewichten mit der Angabe, daß mehrere Röhrenlieferungen um 4 bis 6% leichter gewesen seien, als das in den Kostenberechnungen angeetzte Maximalgewicht erheischen würde. Hätten die Herren das Maximalgewicht einer oder der andern Rohrgattung nachgerechnet, oder Nachfrage gehalten, wie es berechnet worden sei, so würden sie erfahren haben, daß man bei

der Gewichtsberechnung den Cubitzoll Gußeisen, der genau genommen (unter Voraussetzung eines specifischen Gewichtes von 7,2) nur 0,235 Wiener Pfd. wiegt, mit $\frac{1}{4}$ Pfd. angenommen hat, mithin um 6% schwerer, als erforderlich. Es ist dies ein Aequivalent für eine Bestimmung, die man sonst häufig in Bedingnißheften findet, wonach eine Gewichtzüberschreitung bis zu 5% gestattet wird. Wenn die Experten also Partien von Röhren finden, die durchschnittlich um 4—6% leichter als das Maximalgewicht sind, so beweist dies nur, daß die Gießerei die vorge schriebenen Dimensionen sehr genau eingehalten, was wol keinen Anlaß zu einer verschärften Controle abgeben kann. Daß aber auch die Bauleitung — und noch etwas früher als die Experten — Gewichtsdifferenzen, wenn sie über das erwähnte Maß hinausgingen, als Controlmittel angewendet hat, beweist das Schreiben derselben an die Unternehmung vom 28. September 1870, No. 877 $\frac{WV}{II}$, in welchem das zu geringe Gewicht der 33" Röhren ausdrücklich beanstandet wurde.

Die Röhrenstrangproben.

Wir haben noch einen Punkt zu besprechen, das sind die Röhrenstrangproben. Die Bedingnisse verlangen bei den 30—36zölligen Haupt röhren die Erprobung jedes Stranges auf 12 Atmosphären, und gestatten der Bauleitung, jene Stränge von 26" abwärts eventuell bis zu 15 Atmo sphären zu probiren, bei denen sie es für zweckmäßig hält. Die Experten verlangen die Erprobung aller Stränge auf 15 Atmosphären, mithin bei den größeren Röhren einen höheren Druck, bei den kleineren eine allgemeine ausnahmslose Anwendung eines Rechtes.

Bevor wir über dieses Verlangen der Experten ein Urtheil fällen, scheint es uns erforderlich, den Zweck und den Werth der Röhrenstrangproben überhaupt ins Auge zu fassen. Bei allen älteren Wasserleitungen hat man sich mit der Probirung der einzelnen Röhren begnügt, und die Erprobung des fertig gelegten Röhrennetzes erst bei der Füllung und Inbetriebsetzung desselben vorgenommen. So geht man auch neuerer Zeit noch überall da vor, wo man keine besonders dünnwandigen Röhren verwendet. In keiner Stadt Englands, weder in Paris noch in Dijon, weder in Hamburg noch in Berlin, so wenig wie in Pest oder in Brünn, hat man die fertig gelegten Röhrenstränge mit einer hydraulischen Presse untersucht. Erst in neuerer Zeit, gleichzeitig mit der Ein-

führung der dünnwandigen Röhren, hat man die Methode, dieselben nach ihrer Verlegung noch ein Mal zu prüfen, in Anwendung gebracht.

Der Zweck derselben ist ein doppelter; einmal will man damit alle jene Röhren entdecken, die mit irgend einem Gebrechen in den Strang eingelegt worden sind, gleichviel wo und wodurch dasselbe entstanden ist; weiter aber will man die Dichtigkeit der Röhrenverbindungen untersuchen. Gebrechen der Röhren, feine Sprünge und dergleichen, zeigen sich in der Regel schon bei einem geringen Drucke, und die Anwendung eines größeren bewirkt nur, daß der Wasserverlust an der bezüglichen Stelle größere Dimensionen annimmt, und daß die Sprünge schließlich in einen vollständigen Bruch übergehen. Treibt man die Spannung höher und höher und über jenen Druck hinaus, den die Röhren in Zukunft zu erleiden haben, so wird zuverlässig die Zahl solcher Mängel sich noch etwas steigern, und es werden dann Gebrechen zum Vorschein kommen, die bei der gewöhnlichen Procedur, d. h. wenn man solche Proben gar nicht vornimmt, gänzlich unentdeckt geblieben wären und, trotz ihres Vorhandenseins, den Betrieb der Wasserleitung nicht gestört hätten. Um die Undichtigkeit der Verbindungen zu constatiren, genügt ein schwacher Druck in der Regel nicht, sondern man muß die Spannung so hoch treiben, wie sie sich in Zukunft beim Betriebe stellen wird, d. h. bis zum effectiven Maximaldruck, und als Aequivalent für die hydraulischen Stöße noch einige Atmosphären dazu rechnen. Höher mit dem Druck zu gehen, hätte in diesen beiden Beziehungen keinen Zweck, wohl aber in anderer Hinsicht einen Nachtheil. Das Muffenrohr im Strange ist nämlich bei einer bestimmten Spannung in etwas höherem Grade in Anspruch genommen, als wenn es in die hydraulische Presse eingespannt, dem gleichen Druck ausgesetzt ist. In der Presse kann sich das Rohr in seinem Mittelstücke radial beliebig, an seinen beiden Enden aber wenigstens bis zu einem gewissen Grade ausdehnen (seinen Durchmesser vergrößern), weil es in der Mitte keinen und an beiden Enden nur einen kleinen äußeren Widerstand zu überwinden hat, nämlich die Reibung an seinen Stirnseiten mit den Dichtungskränzen. Diese ist im Momente der höchsten Spannung nicht übermäßig groß, wenn die Dichtung gut ist, denn in diesem Falle braucht die Kraft, mit der die beiden Dichtungskränze oder Platten durch Schrauben u. s. w. gegeneinander, respective gegen die Stirnseiten der Röhren, gepreßt werden, nicht viel größer zu sein, als die Kraft, die im Innern des Rohres auf die beiden Abschlußplatten wirkt, und sie von einander zu entfernen strebt. Anders im Röhrenstrange. Auch hier kann sich jeder Theil des Rohres radial beliebig ausdehnen, auf welchen von innen ein Druck wirksam

ist. Aber auf den vordern Rand der Muffe kann der Wasserdruck nicht direct einwirken, weil das Dichtungsmaterial den Zutritt desselben verhindert. Jeder Muffenwulst ist somit bis zu einem gewissen Grade als ein starres Band zu betrachten, welches das eigene Rohr und das in ihm eingeschlossene nächste Rohr umklammert. Wir haben es somit in jedem Röhrenstränge mit einer Summe von Röhren zu thun, die an beiden Enden mit sogenannten Doppelbändern eingeschnürt sind, und die feinere Theorie ¹⁾ lehrt, daß eine solche Einschnürung eine allerdings nur geringe Schwächung des Rohres zu Folge hat.

Es ergibt sich hieraus die Zweckmäßigkeit des Vorganges, den Probe-
druck der Röhrenstränge nicht so hoch zu treiben, wie jenen bei der Pro-
birung der einzelnen Röhren. Thatsächlich hat man allenthalben, wo die
Methode, die Röhrenstränge überhaupt zu probiren, in Anwendung gebracht
wurde, dieses Princip befolgt, und z. B.

die einzelnen Röhren	die Röhrenstränge
in Braunschweig auf 15 Atmosph.	nur auf 5 Atmosph. probirt
„ Carlstruße „ 16 „	„ „ 8 „ „
„ Magdeburg „ 12 „	„ „ 3 „ „
„ Wiesbaden „ 20 „	„ „ 12—15 „ „

Auch der Werth der Röhrenstrangproben ist ein doppelter. Erstens
entdeckt man durch dieselben alle Mängel und Gebrechen des gelegten
Stranges zu einer Zeit, wo die Reparaturen leicht und schnell zu bewerk-
stelligen sind, und dann vermeidet man durch sie jene Unannehmlichkeiten
und Gefahren, die mit ihrer Entdeckung in späterer Zeit nach der In-
betriebsetzung unausbleiblich verbunden sind. Wenn es schon, wie bei jedem
Werke, das Menschenhände herstellen, auch bei der größten Sorgfalt unver-
meidlich ist, daß hier und da Gebrechen vorkommen, so ist es entschieden
zweckmäßiger, etwas Unangenehmes und Unvermeidliches zu einer Zeit über
sich ergehen zu lassen, wo man darauf vorbereitet, und eben deshalb
im Stande ist, die mit der Entdeckung und Behebung des Schadens ver-
knüpften Unannehmlichkeiten zu mildern, als sich davon unvorbereitet über-
raschen zu lassen. Dazu kommt, daß künstlich mittelst einer hydraulischen
Presse erzeugte Röhrenbrüche bei kurzen Rohrsträngen gar nie einen Schaden
anrichten können, weil die ausströmende Wassermenge an und für sich gering

1) Siehe z. B. die Elasticitätsverhältnisse der Röhren u. s. w. von Dr. Ger-
mann Scheffler, Wiesbaden 1869.

ist, und der große hydrostatische Druck im selben Momente aufhört, in welchem sich das Wasser einen Ausweg gebahnt hat.

Sieht man die Proben der Röhrenstränge von diesem allein richtigen Gesichtspunkte an, so wird man nie in den Irrthum verfallen, eine gesprengte Muffe, ein geborstenes Rohr als etwas Absonderliches und Ungehöriges zu betrachten, sondern im Gegentheile in jedem solchen Falle die Beruhigung empfinden, einer künftigen, möglicherweise eintretenden Calamität entgangen zu sein.

In einer anderen Beziehung hat die Methode des Probirens der gelegten Stränge, respective die künstliche Erzeugung der Röhrenbrüche allerdings einen Uebelstand im Gefolge, nämlich den, daß der Verkehr in den Straßen länger, als unumgänglich nöthig wäre, gestört wird; der Grund liegt darin, daß bei jeder Probe nur immer ein Gebrechen entdeckt werden kann, weil alsdann der durch die hydraulische Presse erzeugte Druck aufhört; alsdann muß der Strang entleert, durch Einfügung eines neuen Rohres reparirt und wieder gefüllt werden, und dann erst kann ein zweites Gebrechen entdeckt werden. Während dieser ganzen Zeit muß der Röhrengraben offen oder wenigstens theilweise offen, und die Passage gestört bleiben. Läßt man aber das Wasser erst später mit dem natürlichen Drucke ein, so treten die Röhrenbrüche rasch nacheinander an vielen Stellen der Stadt gleichzeitig zu Tage, und die Wiederherstellung der Leitungen ist mit einer geringeren Zeit andauernden Störung der Passage verbunden.

Fassen wir nach dem Gesagten die Vorschläge der Experten ins Auge, so wird es nicht schwer sein, die Unzweckmäßigkeit derselben zu erkennen. Die Methode der Probirung der Röhrenstränge ist an und für sich schon ungleich härter, als die Untersuchung mittelst der gewöhnlichen Füllung, wenn man die Spannung bis zum doppelten Drucke treibt, dem die Röhren in Zukunft ausgesetzt sein werden, und nun finden die Experten, daß das noch nicht genug ist, und wollen für die größten 30—36" Röhre die Spannung von 12 auf 15 Atmosphären steigern. Es kann sein, daß auch diese Probirung nicht schädlich ist, aber die Gefahr, daß, während man die schlechten Röhren eliminirt, die guten übermäßig angestrengt werden, liegt nahe. Denn es ist bekannt, daß eine, einmal vorgenommen, an und für sich ganz unbedenkliche Inanspruchnahme eines Materials (selbstverständlich weit unter der Elasticitätsgrenze) von üblen Folgen ist, wenn sie häufig

wiederholt wird, und das kann, wie wir schon oben erwähnten, möglicherweise erforderlich werden, weil man bei jeder Probe nur ein Gebrechen auffinden kann.

Ebenso unzweckmäßig ist der zweite Vorschlag der Experten, alle Stränge des IV. Baulooses ohne Ausnahme derartigen Proben zu unterziehen. Wenn man die Lebhaftigkeit des Verkehrs in Wien erwägt und die Wichtigkeit, jede Straße so rasch als möglich wieder fahrbar herzustellen, so wird man zur Ueberzeugung gelangen, daß es besser ist, solche Proben, die ein längeres Offenbleiben des Röhrengrabens bedingen, nur bei den größeren wichtigeren Röhrensträngen vorzunehmen, wozu die Bauleitung nach dem Projecte das Recht nicht bloß hat, sondern auch, ohne das Botum der Experten abzuwarten, benützt hat.

Baulänge der Röhren und Fundirung der Röhrenstränge.

Im Motivenberichte berühren die Experten noch einige andere Fragen, die mit der Röhrenlegung im Zusammenhang stehen und im Gutachten selbst nicht besprochen worden sind, nämlich die Baulänge der Röhren und die Unterstüzung derselben durch Pfeiler. Was die Baulänge betrifft, so wird eine größere Baulänge, namentlich bei den Röhren großen Durchmessers, als empfehlenswerth bezeichnet. Es wird darauf hingewiesen, daß jene Röhren, die in Wien 9' lang gemacht werden, anderwärts 12' Länge erhalten, und die nur 6' langen 30—36" Röhren füglich 9' lang angefertigt werden sollten. In diesem Punkte befinden wir uns mit den Experten in vollständiger Uebereinstimmung, und wollen nur den Leser darüber aufklären, warum für die Wiener Röhren eine geringere Baulänge projectirt wurde. Zu diesem Behufe muß man sich an Dasjenige erinnern, was wir im Beginne dieser Schrift (Seite 27) über die Entstehungsgeschichte des Projectes erzählt haben. In den Jahren 1864 und 1865 war von nichts Anderem die Rede, als daß sämtliche Röhren von inländischen Werken geliefert werden sollten. Die österreichischen Gießereien aber standen, was Röhrenguß betrifft, durchaus nicht auf gleichem Niveau mit jenen des Auslandes. Die Offerten, welche uns von verschiedenen Gießereien gemacht wurden, hatten alle nur 6' Baulänge im Auge, ja eine derselben, das k. k. Eisengußwerksverwesamt St. Stefan, wollte die größten Röhren nur 4 Fuß lang machen. Erkundigungen bei mehreren Gießereien ergaben, daß die Vertiefung der Formgruben, wegen des vorhandenen Grundwassers auf Schwierigkeiten stöße, und daß eine größere Baulänge als 6' respective 9'

manche Werke geradezu von der Concurrenz ausschließen würde. Aus diesem Grunde konnte man bei der Projectsverfassung nicht so weit gehen, als dies mit Rücksicht auf den Fortschritt der Gießereien in den andern Ländern angezeigt gewesen wäre. Als es aber zur Ausführung kam, erklärte sich die Prager Eisenindustrie-Gesellschaft bereit, ihre Röhren auch mit 12' Baulänge, statt mit 9', und die belgische Firma Cambier à la Louvière, die 30 und 33" statt mit 6' mit 9' Baulänge zu erzeugen. Die dritte Gießerei, Mariazell, schloß sich diesem Antrage nicht an.

Als die Bauunternehmung Gabrielli diese Aenderung vorschlug, welche eine Gewichtersparung an den Röhren und eine Verringerung der Verbindungen im Gefolge hatte, empfahl ich die Annahme derselben der Wasserversorgungs-Commission (siehe Bericht de dato 27. Januar 1870, No. 594 $\frac{WV}{II}$) in einem sehr ausführlichen Berichte, in welchem ich die oben erwähnten Gründe, weshalb eine kürzere Baulänge projectirt worden war, hervorhob, und die Vortheile einer theilweisen Vergrößerung der Baulänge von allen Seiten beleuchtete. In einer diesem Berichte beiliegenden Berechnung wurde nachgewiesen, daß die mit der Annahme der Vorschläge der Unternehmung verknüpfte Verminderung der Kosten beläufig 53000 Fl. betragen würde, und ein Modus empfohlen, nach welchem an dieser Ersparung die Commune Wien und die Bauunternehmung beläufig zu gleichen Theilen participiren könnten. Diesen Modus für den finanziellen Theil der Angelegenheit fand aber die Wasserversorgungs-Commission nicht annehmbar, und als überdies in der Sitzung vom 31. März 1870 der damals ausnahmsweise zugezogene Obergeringieur Mihatsch des Stadtbauamtes alle Nachtheile hervorhob, die nach seiner Ansicht mit einer größeren Baulänge verbunden seien, lehnte die Commission die Entscheidung über diese wichtige Frage ab, und forderte die Bauleitung auf, neue Verhandlungen mit der Unternehmung einzuleiten, die bei dem Umstande, daß Unternehmung und Bauleitung in dieser Angelegenheit in ihren Ansichten übereinstimmten und nur mit der Commission in Opposition waren, begreiflicherweise zu keinem Resultate führen konnten.

So verscherzte die Commission durch ihr Vorgehen technische Vortheile, die ihr freiwillig angeboten wurden, und schlug gleichzeitig eine Kostenersparniß von circa 25000 Fl. in die Schanze.

Die Lagerung der Röhrenstränge auf Pfeilern ist dem Wiener Projecte nicht blos von diesen Experten, sondern, wie wir später im weiteren Bericht
Wert heim, Wiener Wasserleitung.

laufe unserer Erzählung hören werden, auch von anderer Seite zum Vorwurfe gemacht worden, und eine etwas ausführlichere Motivirung dieses gewöhnlich nicht angewendeten Verfahrens ist daher wol am Plage. Der Boden von Wien besteht, bis zu jener Tiefe, welche beim Röhrenlegen überhaupt in Betracht kommt, im Gegensatze zu dem vieler anderer Städte, zu einem sehr beträchtlichen Theile aus Anschüttungen; fester gewachsener Grund und Boden kommt nur in den tieft- und in den höchstgelegenen Theilen der Stadt vor; in jenen besteht er fast ausschließlich aus Schotter, in diesen aus einem Gemenge von Schotter und Sand, oder Sand und Lehm.

Bei festem Boden hat die Röhrenlegung überhaupt keine Schwierigkeiten. Die Seitenwände des Röhrengrabens bedürfen fast keiner Versicherung, die Sohle desselben läßt sich in einem gegebenen Niveau eben ausarbeiten, und Vertiefungen in derselben, wie sie der Arbeiter braucht, um die Verbindungen herstellen zu können (sogenannte Kopflöcher), können ohne irgend welche Gefahr ausgegraben werden. In solchen Fällen thut man gewiß am besten, das Rohr direct auf die Sohle des Röhrengrabens zu legen.

Anders verhält es sich bei einer Anschüttung, überhaupt bei einem beweglichen Terrain. Die Seitenwände des Röhrengrabens müssen in diesem Falle durch Pöhlung gegen Einsturz versichert werden und diese Pöhlung muß in manchen Fällen (z. B. bei einem leicht verschiebbaren Gemenge von Sand und Schotter, wie es auf der Mariahilferstraße theilweise vorkam) bis auf die Sohle des Röhrengrabens hinabgehen; geschieht dies nicht, so füllt sich jede Ausgrabung in der Sohle alsdann mit Materiale, das von den Seiten derselben zuläuft, und es ist unmöglich, jenen Raum unterhalb des Rohres zu gewinnen, den der Arbeiter zur Herstellung der Dichtung unumgänglich nothwendig braucht. Wenn man also in solchen Fällen darauf verzichten muß, tiefer auszugraben, als man pöhlen kann, so liegt es nahe, den Röhrengraben sofort bis zur Sohle des sogenannten Kopfloches auszuheben, bis zu dieser Tiefe zu pöhlen und zwischen den Pöhlhölzern eine künstliche Sohle herzustellen, die als Rohrunterlage fungiren soll. Diese künstliche Sohle soll weiter die Eigenschaften besitzen, daß sie sich nicht an die Seitenwände des Röhrengrabens unmittelbar anschließt, somit ein Herausnehmen des Pöhlholzes gestattet, und daß sie auf ihrer obern Fläche hinreichend hart sei, um ein Eintreiben von Keilen zur Richtung und Fixirung des Rohres zu gestatten. Diese beiden Bedingungen schließen eine Herstellung der Sohle durch Einfüllung und Anstampfung von Sand, Schotter und dergleichen Material vollständig aus

und führen dahin, Steine oder Mauerwerk als Unterlage zu verwenden. Geht man bei der Montirung der Röhren rationell vor, so müssen (wir setzen voraus, daß es sich um Röhren von großem Durchmesser handelt) die einzelnen Pfeiler, die mit hydraulischem Kalk gemauert werden, damit keine Setzungen stattfinden, etwas niedriger gehalten werden, als die künftige Unterkante des Rohres. Die hinabgelassenen Röhren werden zunächst durch Eintreiben von Keilen aus Lärchenholz zwischen sie und das Mauerwerk in die richtige Lage gebracht, alsdann miteinander verbunden und nun untermauert, d. h. der Zwischenraum zwischen den vorher aufgeführten Pfeilern und dem Rohre wird nun mit Mauerwerk ausgefüllt. Diese ganze Manipulation schließt aber keineswegs aus, daß die Anfüllung zwischen den Pfeilern, respective unter dem freiliegenden Rohr an der Verbindungsstelle, nachher so sorgfältig hergestellt und festgestampft werde, als dies überhaupt möglich ist. Dies ist in den Specialbedingungen § 34 vorgeschrieben, und wenn es vorschriftsmäßig ausgeführt wird, so erzielt man schließlich auf diesem Wege eine Röhrenunterlage, die ihrem Zweck vollständig entspricht und dem Rohre eine sehr solide Auflage verschafft.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß ein so montirtes Rohr weder auf dem gemauerten Pfeiler, noch auf dem dazwischen eingestampften Materiale vollständig gleichmäßig aufliegt; da wie dort werden es nur einzelne Stellen sein, die als Stützpunkte fungiren. Aber ganz dasselbe findet auch bei jedem direct auf die Röhrengrubensohle gelagerten Rohre statt; auch dieses wird immer nur auf einzelnen Punkten auf- und zwischen denselben mehr oder weniger hohl liegen, und der ganze Unterschied zwischen einer höchst sorgfältigen Unterstumpfung und einer nachlässigen Arbeit besteht darin, daß bei jener die Auflagestellen zahlreich und nahe an einander, bei dieser hingegen spärlich und weit auseinander vorhanden sind. Legt man das Rohr auch bei festem gewachsenen Boden direct auf die Sohle des Röhrengrabens, und geht bei der Aushebung desselben und bei der Wiederanstumpfung sorglos zu Werke, wie es die Bauunternehmung wiederholt gethan hat, dann kann es geschehen, daß der Röhrenstrang auf große Längen frei liegt; es ist aber außerordentlich schwer, das zu untersuchen und zu controliren, weil hierzu der nöthige Raum mangelt, und man durch den Tastsinn ersagen muß, was man nicht mehr sehen kann. Anders aber verhält es sich, wenn das Rohr auf Pfeilern liegt, also nicht unmittelbar auf der Sohle der Erdaushebung, sondern 6, 12, 18 Zoll über derselben; in diesem Falle läßt sich die Arbeit leicht controliren, und eben deshalb wird und muß sie besser ausgeführt werden.

Alles bisher Gesagte spricht theils zu Gunsten, theils zum mindesten nicht gegen gemauerte Unterlagspfeiler. Allein es kommen noch einige Momente in Betracht, die wir bisher nicht ins Auge gefaßt, die zu Ungunsten derselben sprechen. Das sind die erforderliche Zeit und die Kosten. Es kann keiner Frage unterliegen, daß die Röhrenlegung in allen jenen Fällen, wo man nicht lange Strecken in vorhinein aufreißen darf (was in der Regel nur auf freiem Felde, selten aber in den Straßen einer Stadt gestattet sein wird), durch die Herstellung der Unterlagspfeiler verzögert wird, und da dieselben überdies kostspielig sind, so soll man sie nur da anwenden, wo die Bodenbeschaffenheit dies erfordert. Wenn das Wiener Project in den Kostenvoranschlägen die gesammten Röhrenlängen mit dieser Fundirungsart berechnet, so ist dies vorsichtshalber geschehen, um im ungünstigsten Falle für die Kosten gedeckt zu sein, gerade so wie die Kostenvoranschläge für alle Röhrenstränge die Kosten der Umpflasterung berücksichtigen, während dieselbe in allen ungepflasterten Straßen erspart wird. Es war von allem Anfang an beabsichtigt, die Pfeilerfundirung nur da zur Anwendung zu bringen, wo die Bodenbeschaffenheit dies erheischt; wenn aber seither dieses System ausschließlich zur Anwendung gekommen ist, so hat dies seinen Grund einfach in dem Umstande, daß die Bauunternehmung, so oft das Legen der Röhren direct in der Grabensohle versuchsweise gestattet wurde¹⁾, hierbei so nachlässig zu Werke ging, daß man die hohlen Räume unter den Röhren mit den Händen fühlen konnte, ja mitunter mit Ziegelsteinen ausfüllen mußte.

Es ergibt sich aus dieser Darlegung des Sachverhaltes, über welchen die Experten bei der Bauleitung gar keine Erkundigungen eingezeichnet haben, daß die Anordnungen des Projectes wohl begründet sind und keinen Anlaß zu einem Tadel über die Bauleitung, wohl aber zu einem solchen über die Arbeit der Unternehmung bieten.

Construction der Schieber.

Wir haben die Construction der Maschinenbestandtheile speciell der Absperrschieber, über welche die Bauunternehmung sich beklagte, bereits oben in so weit besprochen, daß wir die Entstehungsgeschichte der diesbezüglichen Aenderung erzählten (siehe Seite 88). Die Abänderungen selbst betrafen

- | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---------|------|-----|-----|-----|---------|-----|-------|-------------|--------------|
| 1) | Im | October | 1870 | bei | der | 15" | Strecke | Nr. | 1963, | Landstraße, | Hauptstraße. |
| | " | März | 1871 | " | " | 15" | " | " | 1995, | " | " |
| | " | Juli | 1871 | " | " | 12" | " | " | 942, | Burgplatz. | |
| | " | August | 1871 | " | " | 36" | " | " | 1263, | Märzstraße. | |

besonders die Schieber, deren Construction in zweifacher Beziehung verändert werden sollte. Einmal wollte Stumpf die metallenen Dichtungsringe nicht unmittelbar an dem Gehäuse befestigen, sondern an besonderen gußeisernen Ringen, weil hierdurch die Montirung bequemer und die Wasserdichtheit leichter zu erzielen war; dann aber, und das war eigentlich die Hauptsache, die Form des Gehäuses verändern und die Verstärkungsrippen der Wände desselben, die nach dem Projecte an der Außenseite liegen sollten, ins Innere verlegen. Mit dieser Gehäuseform hatte Stumpf seine kleineren Schieber bisher angefertigt, und es war ein durchaus nicht unbilliger Wunsch, die vorhandenen Modelle, wenn auch mit einigen Abänderungen, verwerthen zu können. In seiner schriftlichen Motivirung der Aenderungen hob er dieses Motiv allerdings nicht hervor, sondern betonte, daß die Form seiner Gehäuse eine gleichmäßigere Abkühlung der Gussstücke gestatte, wodurch die Festigkeit derselben erhöht werde, aber mündlich, gelegentlich meines Besuches seiner Berliner Fabrik im April 1870 wurde diesem Wunsche Ausdruck gegeben. Nach längeren Verhandlungen, von welchen wir früher bereits gesprochen, waren die beantragten Aenderungen gutgeheißen worden, und die Ausführung wurde nunmehr in Angriff genommen. Sie bot bei den kleineren Schiebern keine Schwierigkeiten, und dieselben wurden in mehreren Durchmessern im Sommer und Herbst des Jahres 1870 abgeliefert. Aber von jenen großen Durchmessern kam nicht ein einziges Stück an, und als die Bauleitung zu wiederholten Malen die Ablieferung derselben urgirte, entschuldigte sich die Subunternehmung mit den großen Schwierigkeiten der Fabrication, ohne dieselben näher zu bezeichnen. Endlich stellte es sich heraus, wie verhängnißvoll gerade jene Abänderung der Gehäuseform und der Lage der Verstärkungsrippen geworden war, die die Subunternehmung selbst beantragt hatte, und die von der Bauleitung nur mit dem ausdrücklichen Vorbehalte genehmigt worden war, daß jede Ueberschreitung des Normalgewichtes der Unternehmung zur Last falle.

Bei den Schiebern kleinerer Construction, wie sie die Fabrik bisher ausgeführt hatte, waren die Nachtheile der Lagerung der Rippen an der Innenseite des Gehäuses nie grell zu Tage getreten. Bei dem Versuche aber, nach demselben Principe Schieber großer Dimensionen zu bauen, zeigte es sich, daß die von der Subunternehmung selbst in Vorschlag gebrachten Gehäuse nicht die erforderliche Widerstandsfähigkeit besaßen. Mehrere große Schiebergehäuse wurden bei den Vorproben in der Fabrik nacheinander zerissen, und die Unternehmung griff zu dem Auskunftsmittel einer successiven


Vermehrung der Wanddicke an einzelnen Stellen, so zwar, daß die Wanddicke eines und desselben 33" Schiebergehäuses stellenweise $\frac{3}{4}$ Zoll, stellenweise $1\frac{1}{2}$ Zoll stark war, ein Vorgang, bei dem von einer gleichmäßigen Abkühlung des Gußstückes und Hintanhaltung einer schädlichen Spannung, die Herr Stumpf als besondere Vortheile seiner Construction betont hatte, keine Rede sein konnte. Als dieses Auskunftsmittel noch immer nicht genügte, um die Haltbarkeit der Gehäuse zu erzielen, blieb schließlich nichts anderes übrig, als den an der Innenseite überreichlich mit kleinen Rippen versehenen Schiebergehäusen auch noch einige kräftige Rippen an der Außenseite des Gehäuses zu geben, und diese Schieber hielten alsdann den Druck von 15 Atmosphären ohne Anstand aus. Allerdings war dieses Resultat, abgesehen von der Zeitverschwendung mit einer sehr bedeutenden Gewichtsvermehrung der Gußstücke verknüpft, die contractgemäß dem Unternehmer zur Last fiel.

Durch die in der Berliner Fabrik zersprengten Schiebergehäuse ist somit der Nachweis geliefert, daß die von der Subunternehmung in Vorschlag gebrachte Construction für große Durchmesser unausführbar ist und erst durch Modificationen ausführbar wurde. Andererseits ist durch das Zurückgreifen auf die Construction des Projectes, die Rippen an der Außenseite anzubringen, der Beweis zu Stande gebracht, daß die Schieber bei genauer Einhaltung der ursprünglichen Construction sehr wohl ausführbar gewesen wären.

Wenn die Experten diesen Thatsachen zum Trost in ihrem Gutachten die Behauptung wagen: „die Einwendung der Bauunternehmung, daß die „ursprünglich vorgeschlagene Construction der großen Schieber unausführbar „sei, da dieselben voraussichtlich den hohen Druck nicht aushalten, noch eine „vollkommene Dichtigkeit ergeben würden, ist zum Theil begründet,“ diese Anschauung aber in ihrem Motivenberichte gar nicht begründen, so müssen wir diese höchst unklar vorgetragene Behauptung als gänzlich ungerechtfertigt zurückweisen. Wir sagen mit Recht höchst unklar, denn würde die Bauunternehmung die Construction der Schieber nach dem Projecte als schwierig, unbequem, kostspielig u. s. w. bezeichnen, so wäre es denkbar, eine solche Beschuldigung theilweise begründet zu finden, weil die Schwierigkeit oder Kostspieligkeit einer Construction in höherem oder geringerem Grade vorhanden sein kann. Wenn es sich aber um die Ausführbarkeit oder Unausführbarkeit einer Construction handelt, so giebt es keine Vergleichungsstufen, und ein solcher Vorwurf muß entweder vollkommen begründet, oder gänzlich unbegründet sein.

Construction der Hydranten.

Eine zweite von der Bauunternehmung proponirte Abänderung betraf die Hydrantenconstruction. Die Aenderung der projectirten Construction, die nicht nur früher von Stumpf selbst, sondern von jedem, der sie gesehen hatte, als vorzüglich bezeichnet wurde¹⁾, bestand hauptsächlich darin, daß die Hydranten mit abgeforderten Fahrkasten versehen werden sollten, eine Anordnung, deren Zweckmäßigkeit für jene Ausnahmefälle, in welchen die Hydranten in die Fahrstraße gelegt werden sollten, auch von der Bauleitung anerkannt wurde, die aber vollständig überflüssig ist, wenn man dieselben, wie es in Wien beabsichtigt war, in die Trottoirs versetzt. In diesem Falle, und wenn man den Standplatz derselben zweckmäßig annimmt, kann eine Beschädigung derselben durch Wagen nicht eintreten, weil diese auf die Fahrstraße angewiesen sind, und die Vorsicht so weit zu treiben, auf einen Ausnahmefall, der vielleicht irgend einmal eintreten könnte, Rücksicht zu nehmen und deshalb alle Hydranten mit Fahrkasten zu versehen, scheint ebensowenig am Platze, wie die Beibehaltung des veralteten Gebrauches, alle ebenerdigen Fenster zu vergittern, weil hie und da ein Einbruch durch dieselben stattfindet.

Das zweite Bedenken der Experten, die Schwierigkeit der ersten Aufstellung der Hydranten im richtigen Niveau des Pflasters ist, bei der Wiener Construction durch die Einschaltung von  Krümmern in das

Zuleitungsrohr vollständig beseitigt. Durch diese Einrichtung, die meines Wissens hier zum ersten Male zur Anwendung gelangt, kann man alle Niveaudifferenzen zwischen den in der Straße liegenden Röhrenleitungen und den Hydranten selbst ausgleichen, indem man die Krümmer mehr oder weniger gegen die Horizontale geneigt einbaut. Ein Vorstehen der Eisenconstruction über das Pflaster-Niveau in Folge einer geringen Segung des letzteren, vermeidet man leicht, wenn man bei der ersten Anlage den Hydrantenkopf etwas tiefer legt, als die Straßenoberfläche ist, gegen

1) Die Bauunternehmer J. und A. Aird sprachen in einem an mich am 18. Mai 1870 gerichteten Schreiben die Absicht aus, meine Construction auch andernwärts in Anwendung zu bringen, und Herr Aird sagt in diesem Schreiben: „Wie Sie sich erinnern werden, war es meine ausgesprochene Ueberzeugung, daß die von Ihnen projectirte Construction allen Anforderungen zu entsprechen geeignet sei.“

bedeutende Setzungen aber, wie sie bei der Anlage unserer neuen Straßen auf Anschüttungen allerdings mitunter eintreten, nützt auch der Fahrkasten nichts, weil er nur einige Zolle Spielraum gewährt, und die Setzung in solchen Fällen in große Tiefen hinabreicht.

Aus diesem Grunde erscheint es vollkommen zulässig die Hydranten in der Regel nach der Construction des Projectes herzustellen und die Anwendung von Fahrkasten auf jene Ausnahmefälle zu beschränken, wo man genöthigt ist, dieselben in die Fahrstraße einzubauen. Das Votum der Experten, welches wohl beide Constructionen als zulässig erklärt, aber die Verwendung von Fahrkasten nicht blos für solche Ausnahmefälle empfiehlt, ist deshalb ebenfalls unmotivirt und nur geeignet, den Bau der Wasserleitung unnöthigerweise zu vertheuern.

Wir unterlassen es, noch einige andere nebensächliche Punkte zu berühren, die die Experten in ihrem Gutachten und ihrem Motivenberichte besprochen haben, und wollen zum Schlusse nur noch eine Bemerkung über die Tendenz dieser Schriftstücke im Allgemeinen beifügen. Alle wesentlichen Fragen beantworteten die Herren in solcher Art und Weise, daß sie über das Project und über die auf Grundlage der Bedingnisse erflommenen Anordnungen der Bauleitung unbedingt den Stab brechen und Aenderungen vorschlagen, die eine totale Umgestaltung der Anlage und ihrer Details, eine totale Abänderung der Bedingnisse und des Vertrages zur Folge haben müßten. Sie finden bei keinem Punkte, auch bei den unwesentlichsten Fragen, ein Wort der Anerkennung für das Project; sie finden aber auch nirgends eine Veranlassung, auch nur den leisesten Tadel gegen die Unternehmung auszusprechen. Ihre Ansichten und Behauptungen stellen sie mit der größten Schärfe und Bestimmtheit hin, und wecken überdies durch ihre Schlußbemerkung den Verdacht, daß es im Projecte, auch außer den von ihnen berührten Fragen, noch so manches Andere gäbe, dessen Aenderung wünschenswerth erscheine.

Aufnahme des Expertengutachtens von Seite der Wasserversorgungs-Commission und der Journalistik.

Das Gutachten der Wiener Experten (datirt vom 27. Mai 1871) wurde sofort nach seinem Erscheinen in Druck gelegt und am 30. Mai