

Die Wasserversorgung der grossen Städte in Süddeutschland.

Von

Felix Karrer,

Secretär des Wissenschaftlichen Club in Wien.

(Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club am 17. November 1892.)

In dem Leben des Menschen spielt das Wasser eine Hauptrolle. Dem Wasser ist er immer nachgezogen, die grossen Ansiedlungen haben sich an Wassern vollzogen, und seit jeher haben sich die Culturcentren an die Flussläufe gehalten. Die Wasserversorgung, kann man wohl mit Recht behaupten, war immer die erste Sorge der Menschen, sie ist die actuellste aller Fragen bis auf den heutigen Tag geblieben, und in bedenklichen Zeitläufen tritt sie überall als die erste in den Vordergrund.

In Deutschland hat man, sowie allerorts, von jeher der Frage, in welcher Weise die Städte mit gutem und hinreichendem Wasser versehen werden könnten, sein Augenmerk zugewendet; namentlich aber war man seit dem rapiden Anwachsen derselben mit aller Energie bestrebt, zu einer Lösung zu gelangen.

Es ist nicht ohne Interesse und lehrreich zugleich, den Gang zu beobachten, welchen diese Angelegenheit genommen hat, bevor sie den heutigen Stand erreichte, und eine Zusammenstellung der so wesentlich verschiedenen diesfälligen Arbeiten mag immerhin einige Anregung bieten, unsomehr da man gewohnt ist, alle derlei Studien stets auch auf die eigenen Verhältnisse zu beziehen, Vergleiche anzustellen u. s. w. Uns liegt dabei natürlich nichts näher, als das Auge auf unseren Nachbarstaat *Deutschland* zu richten, und habe ich für den Zweck der vorliegenden kleinen Ar-

beit eine Reihe der hervorragendsten deutschen Städte in Süddeutschland gewählt, in welchen die Dinge mitunter in sehr abweichender Form Gestaltung gewonnen haben.

Allen voran habe ich einleitungsweise und zum vergleichenden Studium einige Worte über die Wasserversorgung zweier österreichischer Städte gesetzt — Städte, welche wir bei unserer Excursion nach dem Süden Deutschlands ohnedem berühren und in denen Jeder auch einige Tage gerne zu weilen pflegt: *Linz* und *Salzburg*.

Linz. In der Hauptstadt von Oberösterreich bestehen gegenwärtig mehrere Leitungen zur Versorgung der Stadt mit Trink- und Nutzwasser.*)

Die älteste Wasserleitung ist jene für das *Landhaus*, sie wurde im Jahre 1580 hergestellt. Die Quellen dieser Leitung entspringen an drei Punkten im Granit unter dem Gartenrunde der Villa ‚Reiss‘. Das Wasser fliesst in Röhren bei 1550 Meter weit zum Taubstummen-Institut und von da in zwei Verzweigungen zum Kapuzinerkloster einerseits und anderseits zum Landhaus.

Eine ältere Wasserleitung ist auch jene, die zum *ehemaligen Schlossgebäude* (jetzt Kaserne)

*) Rechenschaftsberichte des Gemeinderathes der Landeshauptstadt Linz 1879—1891. Gutachten über den Programms-Entwurf für die Wasserversorgungsanlagen der Landeshauptstadt Linz. Linz 1889.

führt und von Kaiser Rudolf II. im Jahre 1606 vollendet wurde.

Daran reiht sich die sogenannte *Margarether Wasserleitung*, die ihren Ursprung einer Quelle beim Orte Margarethen verdankt und vielfache Reconstructionen und Erweiterungen erfuhr.

Die wichtigste von allen ist aber die *Sandstätten- oder Schullerberger Wasserleitung*, welche ursprünglich nur für die wasserarme Bewohnerschaft am Schullerberg, dem auf den Anhöhen des Freinberges gelegenen Stadttheil, bestimmt war, durch ein Dampfpumpwerk aus der Quelle in der Sandstätte ihr Wasser erhält, im Laufe der Zeit aber vielfach verbessert, erweitert und verlängert wurde, so dass sie jetzt die Hauptbezugsquelle an Wasser für Linz bildet.

Das Wasser entquillt den mächtigen Lagern reinen Quarzsandes, welche bei Linz in merkwürdiger Weise entwickelt erscheinen und als eine am Strande einer warmen Meeresbucht abgelagerte Uferbildung der mittleren Tertiärzeit angesehen werden. Kalkhaltige Wasser binden an manchen Stellen diesen Sand, so dass ein sehr compacter Sandstein entsteht, wie bei Wallsee, Perg u. s. w., aus dem vorzügliche Mühlsteine gewonnen werden.

Der Linzer Sand ist aber besonders noch ausgezeichnet und bekannt geworden durch das Vorkommen fossiler Seesäugethiere, von Walen, Sirenoiden u. s. w., wie *Squalodon*, *Halianassa* u. s. w., von welchen im Linzer Museum prächtige Belegstücke zu finden sind.

Ausser diesen Wasserleitungen bestehen in Linz noch mehrere öffentliche Pumpbrunnen.

Nachdem aber alle diese Vorkehrungen sich nicht ausgiebig erwiesen, die Stadt mit hinreichendem Wasser zu versorgen, hat man schon vor mehr als 20 Jahren an die Ausführung einer grösseren *allgemeinen Wasserleitung* gedacht. Nach vielfachen Studien und verschiedenen Projecten ist man schliesslich zur Anlage einer *Grundwasserleitung* von der Welser Haide im Gebiete der Alluvionen des Traunflusses am rechten Ufer der Donau bei *Scharlinz*, circa 5 Km. von Linz, geschritten, welche gegenwärtig ihrer Vollendung entgegengeht. Das Wasser wird vorderhand in zwei Brunnenschächten, einem Centralbrunnen und einem Nebenbrunnen, gewonnen und wird durch ein Pumpwerk in die hoch gelegenen Reservoirs gefördert werden.

Die Schotterablagerungen der Traun haben ungefähr eine Mächtigkeit bis zu 12 Meter, darunter liegt eine wasserundurchlässige, fast horizontale tertiäre Tegelschichte (Schlier) von 10 Meter Dicke. Bei 4—5 Meter unter dem

Boden wird bereits der Wasserspiegel erreicht, so dass die Wassertiefe 7—8 Meter beträgt. (Beim Centralbrunnen liegt der Wasserspiegel 4¹/₄ Meter über dem Pegel-Nullpunkt der Donau, die Wassertiefe beträgt 6³/₄ Meter. Im Nebenbrunnen, wo der Tegel 35 Cm. höher liegt, hat das Wasser eine Tiefe von 6³/₆ Meter. Die Sohle am Centralbrunnen liegt 2¹/₄ Meter unter dem Nullpunkt der Donau.)

Nach den vielfach vorgenommenen Analysen erwies sich dieses Wasser in *hygienischer* Beziehung allen Anforderungen entsprechend, seine *Härte* zeigt 18—19 deutsche Härtegrade und hat dasselbe eine *Temperatur* von 8—8²/₀ R., wobei es an den Auslaufstellen höchstens 10—10⁵/₀ R. zeigen dürfte.

Mit den Rohrlegungsarbeiten hat man am 18. März d. J. begonnen und sind dieselben auch innerhalb der Stadt schon so weit vorgeschritten, dass die Eröffnung der ganzen Anlage wohl in nicht ferner Zeit bevorsteht.

Was die *Quantität* anlangt, so hat man für eine Einwohnerzahl von 80.000 Menschen 125 Liter per Kopf und Tag als Lieferungsfähigkeit der Anlage angenommen. Diese Bewohnerzahl würde nach einer Wahrscheinlichkeitsrechnung Linz erst im Jahre 1920 erreichen. Die fernere Erweiterung der Anlage unterliegt aber dann keinen Schwierigkeiten.

Salzburg. Seit den ältesten Zeiten wurde Salzburg aus öffentlichen Brunnen mit dem nöthigen Wasser versorgt, welche von verschiedenen, zumeist vom Grundwasser gespeisten Quellen ihr Wasser bezogen, das aber in durchaus nicht geringer Menge organische Stoffe enthielt. Dazu kommen die Pumpbrunnen in den Häusern der Stadt.*)

Beide aber erwiesen sich im Laufe der Zeit als unzulänglich, nicht nur in Bezug auf die Menge des gelieferten Wassers, sondern liessen auch in sanitärer Beziehung viel zu wünschen übrig.

Nach vielen und eingehenden Studien gelangte man zur Ueberzeugung, dass der *Fürstenbrunnen*, welcher aus den mesozoischen Kalken des Unterberges entspringt, die einzige ernstlich in Betracht zu ziehende Quelle sei. Die Messungen ergaben eine Quantität von 4⁵/_—7⁶/₆ Cubikfuss per Secunde. Das Wasser besitzt eine *Härte* von 4⁶/₀, eine *Temperatur* von 5⁰ R. und ist die *Qualität* eine so vorzügliche, dass der Fürstenbrunnen unbedingt zu den besten und reinsten Quellen der Alpen gerechnet werden kann. Zudem liegt derselbe

*) Die Gemeindeverwaltung der Landeshauptstadt Salzburg vom Ende des Jahres 1872 bis Ende 1878. Bericht des Bürgermeisters. Salzburg 1875.

114 Meter über dem Nullpunkt des Salzburger Brückenpegels, wodurch der Bezug des Wassers in natürlichen Gefällen möglich wird.

Nachdem die Quelle jedoch Eigenthum des Königs von Baiern ist, so mussten längere Verhandlungen wegen Erwerbung derselben gepflogen werden, die schliesslich dahin führten, dass der Fürstenbrunnen auf ewige Zeiten unentgeltlich der Stadt Salzburg mit dem Rechte, täglich 73.000 Eimer, d. i. circa 41.000 Hektoliter, demselben zu entnehmen, überlassen wurde.

Obwohl das Wasser aus Kalkgebirge entspringt, besitzt es doch eine auffallende Weichheit. *Pettenkofer* schreibt dieselbe dem Umstande zu, dass das Atmosphärwasser bei seinem Durchgange durch das Gebirge durchaus nur Schichten passirt, welche wenig oder gar keine organischen Substanzen führen, die sich zersetzen und Anlass zur Bildung von Kohlensäure bieten würden, die eben dem durchsickernden Wasser die Fähigkeit, kohlen-sauren Kalk zu lösen, ertheilt. Gerade dieser Umstand spricht noch ganz besonders für die Reinheit des Wassers.

Das Werk ist nach dem Projecte des Bau-rathes *Carl Junker* im Jahre 1875 vollendet worden, welcher auch das Project zu dem Bau der Wiener Hochquellenleitung verfasst und die Ausführung geleitet hat.

München. Die grossartige neue Wasserversorgung von *München* wird von den Quellen-gruppen im *Mangfallthale* in den bairischen Alpen bei Darhing und Hausham (die Mangfall ist nämlich der Ausfluss des Tegernsees), welche 39 Km. von der bebauten Stadt entfernt liegen, geleistet.*)

Vorderhand sind deren nur zwei am linken Thalgehänge: die Quelle des Kasperlbaches und jene zwischen der Weigl- und Maxlmühle bei Weyarn und Valley, die als förmliche Bäche hervorsprudeln, zu diesem Zwecke einbezogen worden.

Die Wassermenge ist eine fast unbegrenzte, da im Falle des Bedarfes immer neue Quellen einbezogen werden können, welche durch den aus Diluvialschotter bestehenden Taubenberg genährt werden.

Die Sohle des Sammelcanales (617·5 Meter über dem Mittelmeere) liegt 98·593 Meter höher

als die oberste Stufe der Frauenkirche (518·907 Meter über dem Mittelmeere), das Wasser gelangt also mit natürlichem Druck nach München.

Die Wasserleitung wurde im Jahre 1883 dem Betriebe übergeben, die damals noch unvollständige Quellsfassung aber im April 1885 vollendet.

In den Jahren 1886 und 1887 wurde neben der Hauptleitung noch eine weitere Ableitung vom Mühlthale zum Höllgraben in einer Länge von 2162·6 Meter, vom südlichen Ende des ersten Stollens abzweigend, durch das Gehänge des Mangfallthales zum Valley-Brunnen-hause zu dem Eingang des zweiten Stollens wegen erhöhter Sicherung der Wasserversorgung und für nothwendig werdende Zuleitung grösserer Wasserquantitäten gebaut.

Bis zu dem *Hochreservoir* bei *Deisenhofen* (9 Km. von der Stadt) vollzieht sich die Wasserführung in einem 22.690 Meter langen gemauerten Leitungscanal.

Dasselbe liegt 62 Meter über der obersten Stufe der Frauenkirche und führt von hier eine Druckleitung in zwei Eisenrohrsträngen, die 924 Meter lang sind, das Wasser dem Rohrnetze der Stadt zu.

Die zwei genannten Quellen sind im Stande, 670—1200 Sec. Lit., d. i. rund 57.900—103.700 Cubikmeter, in 24 Stunden zu liefern.

Die *Qualität* des Wassers ist eine vorzügliche, es enthält nur geringe Spuren von Salpetersäure, keine salpetrige Säure, kein Ammoniak, dagegen etwas Sauerstoff, wichtig für Oxydation organischer Substanzen, und etwas halbgebundene Kohlensäure.

Die *Gesamthärte* beträgt 15·8 deutsche Härtegrade, die *Temperatur* im Stadtrohrnetze schwankt zwischen 6·4⁰—8·4⁰ R. Seit 1888 wurde auch der Schwestergemeinde *Schwabing* Wasser aus der Mangfalleitung zugestanden.

Die *alte Münchner Wasserleitung*, der sogenannte *Auer Freifluss*, welche besonderer localer Verhältnisse wegen vorderhand noch fortbesteht, wird von Quellen gespeist, die am rechten Steilrand der Isar bei Haidhausen und Brunthal über dem sogenannten *Flintz* (Dinotheriumsand mit *Mastodon angustidens*, dem Alter der sarmatischen Stufe entsprechend) überall hervortreten, wo natürliche Anschnitte den Austritt des mächtigen, im Diluvialschotter sich ansammelnden Grundwassers gestatten.

Der Flintz wird zunächst von geschichtetem Kalkschotter oder Nagelfluhe in einer Mächtigkeit von 20—30 Meter überdeckt, dann folgen die alten Moränen des Isargletschers.

*) Festschrift zur XXX. Jahresversammlung des deutschen Vereines der Gas- und Wasserfachmänner in München 1890. Druck von R. Oldenbourg. — Bericht über diese Versammlung, erstattet von Ignaz Schneider, Ingenieur-Adjunct des Stadtbauamtes in Wien, an das Gemeinderaths-Präsidium. — A. v. Zenetti, Die Wasserversorgung und Canalisation von München. Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XXXIII. Bd. 1890, p. 471 und 497. — Dietrich, Ober-Ingenieur, Wasserversorgung Münchens, Berichte über die Betriebsjahre 1890 und 1891.

Diese Leitung versorgt die Residenz und den nächstgelegenen niederen Stadttheil links von der Isar.

Bei Störungen in der neuen Leitung und zur Aushilfe dient das sogenannte *Pettenkofer-Brunnenwerk*, welches bei 200 S.-L. zu liefern im Stande ist.

Augsburg. Von uralter Zeit her bestanden in Augsburg innerhalb der Stadt fünf Brunnenwerke, welche dieselbe reichlich mit Wasser versahen.*) Ihre Entstehung reicht bis in das Jahr 1412 zurück und waren dieselben bis zum Jahre 1878 in Gebrauch. Augsburg dürfte wohl eine der ersten Städte Deutschlands gewesen sein, die eine Trinkwasserversorgung besaßen. Im zuerst genannten Jahre wurde das grösste von ihnen, das *Rothethorthurm-Brunnenwerk*, erbaut, aber auch die anderen datiren bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts zurück. Sie lieferten circa 4000 Min. Lit., so dass Mitte der Siebzigerjahre 104 Liter per Kopf im Tage kamen. Es war Grundwasser, welches innerhalb der Stadt gewonnen wurde, die Druckverhältnisse waren aber ungenügend, da das Wasser nur in die Parterre-Localitäten zum Ausfluss gebracht werden konnte, und die Qualität ganz unbefriedigend, so dass die hygienischen Verhältnisse von Augsburg als ziemlich schlechte verrufen waren und Epidemien nicht selten vorkamen. So herrschte eine starke Typhusepidemie im Jahre 1876 in einem Stadttheile, der gerade von einem der älteren, grösseren Brunnenwerke versorgt wurde.

Man entschloss sich daher, an eine andere Art von Wasserversorgung zu gehen, wobei eine minimale Lieferungsfähigkeit von 150 Liter per Kopf und Tag festgesetzt wurde. Das Wasser sollte übrigens frei von salpetriger Säure etc. sein, nicht mehr als 11° R. an Temperatur und eine Druckhöhe von 30 Meter über dem höchsten Punkt der Stadt besitzen. Die Verhältnisse sind dafür sehr günstige. Augsburg liegt nämlich direct oberhalb des Vereinigungspunktes des *Lech* und der *Wertach*, welche beide wasser- und gefällreich sind, daher die Stadt eine bedeutende Industrie besitzt, da kaum eine zweite auf verhältnissmässig kleinem Terrain so viele und günstige Wasserkräfte zur Disposition hat. Von Augsburg steigen die Geröllmassen des Lechfeldes sanft gegen die Gebirge an. Das Niederschlagsgebiet ist ein sehr bedeutendes, und das Grund-

wasser fliesst unter der Oberfläche des Bodens langsam dem Lech und der Wertach zu.

Diese Grundwässer nun, welche auf ihrem Laufe den etwa 3—4 Km. von Augsburg entfernten *Siebentisch-Stadtwald* berühren, sind es, welche für die jetzige Wasserversorgung das benötigte Trinkwasser in ausgiebigster Weise liefern. Sie entsprechen quantitativ und qualitativ allen an sie gestellten Anforderungen, und mit Hinblick auf die orographischen Verhältnisse des Gebietes und auf das unterhalb desselben im Lech bestehende Wehr ist eine Entleerung oder Tieferlegung des Grundwassers vollständig ausgeschlossen.

Für die Wasserversorgung von Augsburg wurde das bemerkte Grundwasser ziemlich in der Mitte des Waldcomplexes gefasst, und zwar mittelst dreier Schachtbrunnen, die je 100 Meter von einander entfernt sind und 4 Meter Durchmesser besitzen. Ihre Tiefe bis zum Grundwasser beträgt 6·5 Meter und sind dieselben durch eine 0·80 Meter weite horizontale Sammelgalerie verbunden.

Vom Mittelbrunnen, der 1000 Meter vom Maschinenhaus entfernt liegt, führt ein 0·60 Meter weites gusseisernes Zuleitungsrohr zu den Saugbassins im Maschinenhause, und liegen diese Bassins so tief, dass das Wasser mit natürlichem Gefälle denselben zufliesst. Die Druckhöhe zwischen dem Wasserspiegel im Centralbrunnen und den Bassins beträgt 2·40 Meter.

Was die *Qualität* anlangt, so sind in einem Liter höchstens 1·2—2·0 Mgr. organische Substanzen enthalten. Salpetersäure findet sich keine.

Die *Härte* beträgt 14°, die *Temperatur* 5·2—9·0° R., sohin die mittlere Jahrestemperatur 7·1° R. Das Wasser ist daher ein mittelhartes, welches keine schädlichen Bestandtheile enthält. Die grössere Härte kommt aus dem Untergrund, da derselbe vornehmlich aus Kalkgeröllen besteht, die vom Niederschlagswasser durchzogen werden. Diese Härte besitzen daher alle Grundwässer des Landes weit und breit, andere Quellen aber konnten der Entfernung wegen nicht in Betracht gezogen werden.

Die *Quantität* beträgt gegenwärtig 236 Liter per Kopf und Tag für 67.000 Einwohner, jedoch ist eine Wasserlieferung von 240 S. L. für 100.000 Bewohner bei der Anlage zu Grunde gelegt worden, was 200 Liter für den Kopf und Tag ausmacht.

Bei Förderung des Wassers konnte in Folge der ausgezeichneten Lage der Stadt an zwei Flüssen die erwünschte Druckhöhe von

*) Ober-Ingenieur Endre's Bericht über die Wasserversorgung von Augsburg in der III. Versammlung bairischer Gas- und Wasserfachmänner. Schilling's Journal etc., XXXI. Bd. 1888, p. 871 etc.

30 Meter über dem höchsten Punkt der Stadt leicht mittelst Wasserkraft ermöglicht werden.

Diese Wasserleitung ist seit 1. October 1879 in Betrieb, und der Bezug des Wassers ist *obligatorisch* für jedes Haus, wo in der Strasse ein Rohrstrang sich befindet. Bei der grossen Menge des Wassers und der billigen Wasserkraft läuft aber das Wasser *beständig*, was seiner Frische zu Gute kommt und den Abwasserkanälen Tag und Nacht eine beträchtliche Wassermasse zur Spülung zuführt.

Die Gesundheitsverhältnisse sind in Folge dessen in Augsburg sehr günstige geworden und der Typhus nahezu verschwunden.

Regensburg. Diese Stadt besitzt drei Wasserleitungen.*) Die älteste, welche ihr Wasser aus dem Sandsteine bei *Dechbetten* bezieht, gehörte dem säcularisirten Kloster Emerau, ist aber jetzt im Besitze des Fürsten Thurn und Taxis.

Eine zweite, die sogenannte *Eisbuckelleitung*, ist Eigenthum der Stadt, speiste einige öffentliche Brunnen und ihr Ueberfallwasser den Weiher im fürstlichen Schlossgarten.

Beide entstammen der Juraformation, das Wasser ist sehr kalkreich und enthält viel Kohlensäure. Die Eisbuckelleitung wird von Quellen bei Karthaus-Grüll gespeist und versorgt auch die dortige Kreis-Irrenanstalt.

Die dritte, seit 1875 im Gange befindliche neue, eigentliche *allgemeine Hauptwasserleitung* entnimmt das Wasser einigen Quellen am linken Ufer der *Regen* bei Sellern, welche in dem *Arber-Granitstocke* des bairischen Waldes entspringen. Sie liegen bei 30 Cm. höher als der Nullpunkt des Pegels der Regen, befinden sich also vollständig im Inundationsgebiete des Flusses und sind bis über das Regenhochwasser gefasst.

Das Wasser der Quellen ist chemisch rein, enthält wenig Kohlensäure und sind dieselben sehr reichhaltig. Es ist überhaupt eine Eigenthümlichkeit des Arber-Granitstockes, dass selbst in grösseren Höhen Quellen, wie jene unmittelbar unter dem obersten Plateau des grossen Arber, dem höchsten Punkt des Böhmerwaldes, ausfliessen. Auch viele andere Quellen, wie jene bei Saulburg, die zur Donau läuft, befinden sich daselbst, dieselben sind sehr rein und frei von Kalktheilen.

Zur Hebung des Wassers in das Hauptreservoir sind neuestens zwei Pumpwerke, die

durch Wasserkraft getrieben werden, errichtet worden. Es besteht übrigens noch eine durch Dampf betriebene Reserve, welche etwa 50—60 Tage im Jahre entweder ausschliesslich oder mit halber Dampfhilfe in Action tritt, wenn der Wasserstand der Regen sehr niedrig wird. Das Wasser wird damit bis zur Dachwohnung des Rathhausturmes, d. i. bis zur zweiten Galleriehöhe des Domes getrieben.

Die Rohrleitung geht in der Sohle des Flusses bis zum Ostabhange des Seidenplankgebirges bei Regensburg am linken Ufer der Donau zum Hochreservoir, von da über den Berg herab durch beide Donauarme und mündet am alten Militär-Lazareth in der Stadt. Eine Nothleitung geht durch Stadtamhof über die Ostseite der steinernen Brücke nach Regensburg und vereinigt sich dort mit der Hauptleitung.

Das Trink- und Nutzwasser ist nicht getrennt.

Die Lieferungsfähigkeit beträgt nöthigenfalls 10.000 Cubikmeter im Tage.

Nürnberg. Für die Wasserversorgung von Nürnberg ist das Gebiet der *Ursprungsquelle* im Forstrevier Ungelstetten, etwa 18 Km. von der Stadtgrenze entfernt, gewählt worden.*) Das in dem reinen Quarzsande wie in einem riesigen Schwamme circulirende Grundwasser dieses Gebietes wird in einer Erstreckung von 1 Km. in 83 Filterbrunnen gewonnen und vom Thalschlusse in zwei Sammelleitungen, welche zu beiden Seiten des Quellbaches laufen, zu einem Sammelschacht geleitet, von wo es in das Hochreservoir am *Schmausenbuck* gelangt. Letzteres liegt ungefähr 4 Km. ausserhalb Nürnberg. Im Jahre 1884 begonnen, wurde die Leitung am 1. September des Jahres 1885 bereits eröffnet. Das Wasser ist ein vortreffliches, es hat eine *Gesamthärte* von 3·3⁰ und enthält nur ganz minimale Quantitäten an mineralischen Bestandtheilen, Salpetersäure keine, die *Temperatur* ist niedrig. In der *Quantität* reicht das zugeführte Wasser, welches ein Minimum von 77·21 S. L. und ein Maximum von 92·3 S. L. seit der Einleitung zeigte, bisher vollständig aus.

Für den Betrieb genügt bei der ziemlich bedeutenden Höhenlage das natürliche Gefälle der Quelle, da selbst der innere Burghof davon gespeist werden kann. Zur Versorgung für Feuerlöschzwecke des höchstgelegenen Theiles der Burg ist aber durch billigen

*) E. Ruoff, Die neue Pumpwerksanlage der Stadt Regensburg. Vortrag aus der IV. Hauptversammlung des bairischen Vereines der deutschen Gas- und Wasserfachmänner. Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XXXII. Bd. 1889, p. 545 etc.

*) Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XXXII. Bd. 1889, p. 525 etc. von Ingenieur Wagner, und Tafeln zur Leitung der Ursprungsquelle.

Wasserbetrieb das Wasser der Brunnen in der Kammgarnspinnerei noch beigezogen worden, welches in einem eigenen Behälter am Vestnerthurm gesammelt wird. Ausserdem hat die Stadt für alle Fälle noch eine Quelle sammt Grund und Boden nahe der Zuleitung zum Hochbehälter, etwa 20 Meter tiefer als die Ursprungsquelle, erworben, bisher ist aber davon kein Gebrauch gemacht worden.

Würzburg. Von jeher wurde das Sickerwasser des Wellenkalkes, welcher der untersten Stufe des Muschelkalkes, d. i. der mittleren Trias angehört und auf welchem der grösste Theil der Altstadt steht, für die Wasserbedürfnisse von Würzburg verwendet.*) In ganz geringer Tiefe erreicht man die wasserführenden Schichten, die allerdings nicht sehr ergiebig sind, und wurde das Wasser aus den Brunnenschächten mittelst Eimern gehoben. Ein solcher alter Ziehbrunnen (vielleicht der älteste) befindet sich noch jetzt in der Westkrypta des Neumünsters.

Erst gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die Pumpen eingeführt. Neben den öffentlichen Brunnen hatte aber fast jedes Haus und jeder Hof seinen Privatbrunnen.

Die öffentlichen Brunnen blieben aber auch nach Einführung der Wasserleitungen aus den Quellen von Würzburg zur Sicherung des Wasserbezuges fortbestehen, wurden aber fast gar nicht benützt. In Folge dessen machte sich aber ein Steigen des Grundwassers um $\frac{1}{2}$ —1 Meter bemerkbar, die Keller kamen unter Wasser und mussten eigens Entwässerungscanäle gebaut werden, gerade so wie wir es in Wien erlebt haben, wo man die Unrathscanäle ansehnlich vertiefen musste, um das Wasser abzuleiten.

Die qualitativen Untersuchungen, denen 170 Brunnen in verschiedenen Stadttheilen unterzogen wurden, haben aber gezeigt, dass das Wasser grösstentheils sehr unrein ist. Alle enthielten Salpetersäure, 96 salpetrige Säure in oft nicht reichlicher Menge, 44 Ammoniak. Es wurden daher viele von ihnen geschlossen und wenige werden mehr zum Trinken benützt.

Als erste Wasserleitung kann die schon im Jahre 1320 für die Festung Marienberg bestehende Zuleitung einer Quelle vom benachbarten Dorfe Höchberg, die in bleiern

Röhren erfolgte, betrachtet werden. Die nahen Stadtquellen wurden erst spät für die Wasserversorgung der Stadt in Betracht gezogen, da sie zu tief liegen und nicht direct im natürlichen Gefälle zugeleitet werden können.

Der Ursprung der mächtigen Quellen, die seit 1733 und gegenwärtig den Wasserbedarf der Stadt liefern, liegt am Fusse des Steinberges in der nördlichen Böschung des Quellenbaches unterhalb des Bahnhofes bei den sogenannten Cascaden. Die Wasseradern bewegen sich in einem zelligen Dolomit der Anhydritgruppe (unterster Muschelkalk), die den östlichen Theil des Stadtgebietes bildet.

Das Wasser tritt aus einer Verwerfungsspalte am Quellenbach (beim Bahnhofe), bei welcher Verwerfung die von der Stadt abliegenden wasserführenden Schichten 10—15 Meter sich gesenkt haben, hervor.

Das Wasser aus den Bergen des Hinterlandes gelangt nun an diese Spalte, wo es von den gegen die Stadt zu gelegenen stehengebliebenen Schichten des wenig durchlässigen höher gelegenen Wellenkalkes gestaut wird und einen unterirdischen See bildet. Den tiefsten Punkt dieses Walles bildete ehemals einzig das frühere Rinnsal des Quellenbaches, wo das Ueberlaufwasser des Stausees als mächtige Quelle zu Tage kam und in den *Quellenbach* ausfloss.

Durch die Anlage der Festungswerke und Errichtung des Wallgrabens (1658—1668), der theilweise in Felsen gehauen wurde, erschloss nun ebenfalls eine wasserführende Schichte, und es entstanden zwei weitere Quellen, die *Hauptquelle* und die *Neuthorquelle*. Obgleich in verschiedenem Niveau, stehen aber alle Quellen in natürlichem Zusammenhang.

Die *Quellenbach-Quelle* entquillt am Fusse des Steinberges oberhalb der steinernen Staffeln im Quellenbach am westlichen Ende des Bahnhofes. Die erste Fassung derselben wurde 1745 für ein Pumpwerk für die Residenz bewerkstelligt, doch war schon früher (1617) vom Fürstbischof Julius ein Pumpwerk errichtet worden, welches das Julius-Spital mit Wasser zu versorgen hatte.

Ihr Wasserspiegel liegt 670 Meter über dem Nullpunkt am Mainpegel.

Die *Hauptquelle*, welche im ehemaligen Wallgraben aus dem Zellendolomit zu Tage tritt, liegt unter den Glacisanlagen gegenüber dem östlichen Flügelbau des Bahnhofes. Der Wasserspiegel liegt bei normalem Stand 720 Meter über dem Nullpunkt am Mainpegel (d. i. 166310 Meter über dem Nullpunkt am Amsterdamer Pegel). Sie liefert doppelt so

*) Die Wasserversorgung von Würzburg, von C. Lamb, Ingenieur-Assistent. Festschrift zum hygienischen Congress in Würzburg 1892. — Lamb: Die Würzburger Wasser-Verhältnisse in der gemeinnützigen Wochenschrift, Organ des polytechnischen Centralvereines für Unterfranken und Aschaffenburg, XXXVIII. Jahrg. 1892, Nr. 3, 4, sowie 5 u. 6.

viel Wasser als die erstgenannte Quelle. Diese Quelle ist es, aus welcher zuerst im Jahre 1733 die Stadt ihre ersten Laufbrunnen aus hölzernen Leitungsröhren erhielt, die 1745 durch bleierne ersetzt wurden, welche sich an das alte Brunnenwerk am Teufelsthor anschlossen. Ein Wasserrad, welches durch Abflusswasser der Quellen getrieben wurde, setzte dort zwei Pumpen in Bewegung, welche eine Menge von 6·6 S. L. in die zwei Reservoir im alten 21 Meter hohen Wasserthurm (1856 ausser Betrieb gesetzt und demolirt) pumpften. Ein Drittel erhielt die Residenz, zwei Drittel kamen in die Stadt, welche durch mehr als 100 Jahre in Verbindung mit den Pumpbrunnen damit versorgt wurde.

Im alten Stadtgraben vor dem neuen Thore traten ebenfalls mehrere Quellen zu Tage, die (1873) in ein Reservoir geleitet wurden. Der Wasserspiegel dieser Quellen liegt 8·20 Meter über Null.

Bei dem natürlichen Verbinde der drei Quellenbezirke fliesst das Wasser der Neuthorquelle in Folge der höheren Lage des Wasserspiegels der Hauptquelle zu. Der Ueberfluss fliesst in den Pleichachbach. Auch die Quellbachquelle wird zur Hauptquelle geleitet.

Das Sammelgebiet der Stadtquellen beträgt 35 Quadratkilometer und ist durch die Orte Gerbrunn, Kürnach und Rimpf bezeichnet und wurde die Quantität des Wassers für einen Quadratkilometer dieses Gebietes mit ungefähr 2—3 S. L. berechnet.

Die *Quantität* des Wassers der drei Quellen ist sehr schwankend. Messungen haben als Maximum (im Monat April) 150—170 S. L., als Minimum (im November und December) 77—98 S. L. ergeben. Es wurde dabei beobachtet, dass die Niederschläge ihre Wirkung bei der Verschiedenheit der Höhen der Schichten des Sammelgebietes sehr verschieden äussern und verläuft diese Erscheinung sehr regellos.

Bezüglich der *Qualität* zeigen die Analysen der Stadtquellen aus den letzten zehn Jahren gewisse nur kleine Verschiedenheiten in der Mehrzahl ihrer Bestandtheile, nur die Salpetersäure zeigt einen auffallenden Wechsel der Werthe in den verschiedenen Untersuchungen.

An organischen Substanzen erscheint nur Null bis höchstens 1·5 angegeben, salpetrige Säure und Ammoniak sind nicht vorhanden. An festgebundener Kohlensäure erscheinen 155 Milligramm, an freier und halbgebundener 194 Mgr., als Gesamtkohlensäure daher 349

Mgr., wovon 39 Mgr. freie Kohlensäure sind, nachgewiesen.

Die *Härte* wird mit 23—35·2⁰ deutscher Härtegrade angegeben, was gewiss ausserordentlich ist und diese Quellwasser als die härtesten aller deutschen städtischen Wasserversorgungen erscheinen lassen.

Das Wasser ist übrigens klar, ohne Geschmack und Geruch, und da es frei von schädlichen Bestandtheilen ist, in hygienischer Beziehung auch zweckentsprechend. Die Besorgnisse wegen der Härtegrade haben sich nicht bewahrheitet, im Gegentheile ist gerade der grosse Gehalt an Calciumcarbonat ein Vortheil in Beziehung auf die Zuleitung in bleiern Röhren. Die Untersuchung auf den Bacteriengehalt erwies nur zuweilen eine geringe Menge (1—10 im Cubikcentimeter) von Keimen, die sich im weiteren Verlaufe durch das Rohrnetz bis zu den Ausflüssen ein wenig (20—175 im Cubikcentimeter) steigert. Es ist für reine Zufuhr und Abschluss im Reservoir beste Vorsorge getroffen und erscheinen die Bedenken bezüglich der Hausreservoir in den höher gelegenen Häusern dadurch behoben, dass die Insassen gezwungen sind, stets das Wasser daraus zu beziehen, damit durch den ständigen Zu- und Abfluss die Gefahr einer Deterioration des Wassers beseitigt wird.

Die *Temperatur* ist eine sehr constante, sie schwankt zwischen 11·6—12⁰ C. In der heissen Zeit erfährt sie am Auslaufrohre eine Erhöhung von 2—4⁰ C. Da die mittlere Bodentemperatur von Würzburg 9⁰ C. beträgt, so scheint das Wasser bei seiner höheren Temperatur ziemlich tief (etwa 80—90 Meter) unter der Oberfläche des Sammelgebietes zu verlaufen.

Die ersten Anregungen zu einer gründlichen Verbesserung der Wasserversorgung von Würzburg erfolgten im Jahre 1849. Im Jahre 1853 wurde das zur Ausführung vorgelegte Project genehmigt, 1855 mit dem Legen der Röhre zum Maschinenhause begonnen und der Betrieb am 8. Juli 1856 eröffnet.

Nach vielfachen Phasen in der Entwicklung des Wasserwerkes gelangte man dann zu der jetzigen Maschinenanlage, die aus drei Dampfmaschinen und dem aus dem Jahre 1864 stammenden neu aufgestellten Wasserradpumpwerke besteht.

Neben dem Pumpwerke spielt das an der Rottendorferstrasse gelegene *Hochreservoir* eine wichtige Rolle, dessen Zweck der Ausgleich der Consumschwankungen, namentlich bei aussergewöhnlichem Bedarf, die Wasserdarstellung bildet. Es fasst 3000 Cubikmeter und liegt seine Sohle 33·5 Meter, der Wasserspiegel

38 Meter über Null, mit Rücksicht darauf, dass über 29 Meter über Null liegende Höhenpunkte mit Wasser versorgt werden können.

Die Verbindung mit dem Pumpwerke geschieht durch ein Hauptrohr zur Hinleitung sowohl als zur Rückleitung, um das Ueberschusswasser aufzunehmen, im Bedarfsfalle aber Wasser abgeben zu können.

Es bestehen gegenwärtig neben den an Private, Anstalten u. s. w. abgegebenen Auslaufstellen, 62 öffentliche Laufbrunnen.

Immer mehr hat sich aber gezeigt, dass die bestehende Wasserversorgung weitaus nicht mehr genüge, und es wurden daher schon 1884 weitere Schritte unternommen, wobei man schliesslich die unterirdischen Wasserströme, die vom Hinterlande zum Mainthal im Schotter und Sand der Mainalluvien sich bewegen (Grundquellen des Mainbettes) ins Auge fasste, und wählte man hierzu definitiv das Gebiet des linken Flussufers oberhalb der Stadt, aus dem das Würzburger Bräuhaus schon seit 1886 seinen Bedarf von 12—14 S. L. deckt. Dieses Wasser zeichnet sich durch seine ganz besondere Güte aus.

Das in Rede stehende Gebiet liegt oberhalb des Steinbaches zwischen diesem und der Heidingenfelder Eisenbahnbrücke, am Abhange des bewaldeten Waldkogelplateaus. Die Leitung wird aber die neu zu erbauende Mainbrücke zu passiren haben.

Die Bodenverhältnisse sind sehr günstige, da unmittelbar unter dem Humus, der 1.5—2.5 Meter mächtig ist, eine Lehmschicht liegt, die die wasserführenden Sand- und Schotterlagen vor Verunreinigung durch die Tagwasser schützt.

Der Sand, mit Kalk- und Quarzgeschieben gemischt, liegt zunächst auf wasserundurchlässigem Mergel oder grauem Letten, der seinerseits den untersten Dolomit der Anhydritgruppe überdeckt. Der Letten fällt schwach gegen das Mainufer ab, liegt 6—7 Meter unter der Oberfläche, und das Wasser strömt, vom Berge kommend, gegen Osten nahezu senkrecht zur Uferlinie in die Mainsohle, wo es ab und zu Quellen bildet. Das Ganze manifestirt sich als eine Ablagerung des Main.

Die *Temperatur* des Wassers zeigt 12° C., und aus der Analyse ergab sich das vollständige Fehlen salpetriger Säure und von Ammoniak, Salpetersäure wurde mit fünf Theilen nachgewiesen.

Die *Härte* ward mit 18.73° constatirt, welche allerdings gegen Süden auf 26°, bei Heiligenfeld bis auf 57.7° steigt, während der Main nur 12° besitzt.

Die bakteriologische Untersuchung wies (Juni und Juli 1891) nur 19—42 Keime im Cubikcentimeter nach. Im Februar 1892 wurden nach dreiwöchentlichem Betriebe 27—69 Keime gefunden, während im Juni 1892 nach 24-stündigem Pumpen nur 9—18 Keime vorkamen, was ein Minimum ist, welches bei regelmässigem Betriebe noch mehr sinken wird, da im Brauhause nur 0—5 Keime vorkommen.

Bei gehörigem Schutz gegen Bodenverunreinigung und gegen die Mainüberschwemmungen kann man auf ein hygienisch ganz vortreffliches Wasser rechnen.

Das Project fusst auf der Anlage eines Sammelcanales, der die höchste Ausbeute, einfachen Betrieb und Unzerstörbarkeit der Anlage verbürgt. Die Bauarbeiten wurden am 5. August 1891 begonnen und am 1. März 1892 vollendet. Die Sammelstrecke, 370 Meter lang, ist mit durchlöcherten Cementröhren ausgeführt, die Zulaufstrecke zum Sammel-schacht beim provisorischen Maschinenhaus 60 Meter lang, mit undurchlöcherten Röhren. Die Verlegung der Rohre erfolgte 6—7 Meter unter der Oberfläche, sie befinden sich auf einer Betonlage, die im Letten eingebettet ist. Die ganze Anlage ist erweiterungsfähig und hängt ihre Vollendung von der Errichtung der zweiten Mainbrücke ab. Diese Wasserleitung soll namentlich die hochgelegenen Stadttheile versorgen und wird auch einen neuen Hochbehälter mit 3000 Cubikmeter Inhalt auf dem Plateau 'zum letzten Hieb' auf der Höhe des Exercierplatzes an der Rottendorferstrasse erhalten.

Es werden also künftig zwei selbstständige Leitungen die Wasserversorgung von Würzburg besorgen, eine *Niederdruck-* und eine *Hochdruckleitung*, welche letztere durch eine Verbindung zur Subvention der ersteren herangezogen werden kann.

Das neue Pumpwerk wird bei Heidingenfeld errichtet werden.

Die neue Leitung soll eine Leistungsfähigkeit von 120 S. L. erhalten.

Stuttgart. Seit seiner Entstehung hatte *Stuttgart* mit Wassermangel zu kämpfen, und aus dem Kampfe mit dieser Calamität hat sich erst die heute bestehende Wasserversorgung entwickelt.*) Ein kurzer Rückblick auf die Geschichte dieser Entwicklung ist daher für das Verständniss der heutigen Einrichtungen nicht unwichtig. Es ergibt sich daraus, dass

*) Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XXXI. Bd. 1888. Vortrag von G. Zobel (XXVIII. Jahresversammlung des deutschen Vereines der Gas- und Wasserfachmänner in Stuttgart). — Neues Tagblatt Stuttgart, XLIX. Jahrg. 1892, Nr. 243—245.

schon von Altersher in Stuttgart zwei getrennte Systeme für *Trink-* und *Nutzwasser* bestanden, und dass es eine Zeit gab, wo über ein halbes Jahrhundert Stadtgemeinde und Staat in einer gewissen Gemeinsamkeit die Anlagen und Erhaltung der Wasserwerke auf sich genommen hatten, bis erst im Jahre 1879 eine bestimmte Trennung sich vollzog.

Schon im 12. und 13. Jahrhundert bezog Stuttgart vom *Nesenbach* und *einigen Seen* in der Stadt sein Nutzwasser. Für Trinkwasser waren Pumpbrunnen und benachbarte Quellen in Gebrauch.

Die erste Leitung (im Jahre 1490) errichtete *Graf Eberhard im Bart* aus Quellen vom *Kaltenthal* her für sein Schloss und einige Stadtbrunnen.

Erst unter *Herzog Christoph*, Mitte des 16. Jahrhunderts, wurden wieder mehrere Quellen in der Gegend vom *Kaltenthal* gefasst und eingeleitet. Diese Quellen flossen früher in den *Nesenbach*, die dortigen Müller aber hielten sich für beschädigt und erhoben daher Ersatzansprüche.

Aber auch die Stadt fühlte die Verminderung des Wasserzuflusses des *Nesenbaches* und befahl daher *Herzog Christoph* (1566), die Zuflüsse des *Glemsbaches* im *Pfaffenwald* bei *Vaihingen am Fildernplateau* in *einen See* aufzufassen und durch einen gemauerten Stollen (*Christophstollen*) in die Schlucht des tiefen Grabens (*Heidenklinge*) herüberzuleiten, von wo es bei *Heslach*, einer Vorstadt von Stuttgart, dem *Nesenbach* zur Verstärkung zufließen sollte.

Dieser See heisst der *Pfaffensee*, er war der erste dieser Objecte, welche eigentlich künstliche Teiche sind, und war schon 1566 vollendet, der Stollen, 2810 Fuss lang, aber erst unter *Herzog Ludwig* (1575) fertig gebracht.

Die Unzufriedenheit war aber bald wieder da, und *Herzog Johann Friedrich* liess 1619 einen neuen See, den *Bärensee*, anlegen und mit dem *Pfaffensee* verbinden, dazu wurden noch im 16. Jahrhundert weitere Quellen gefasst und zugeleitet.

Im Jahre 1707 legte die Stadt selbst einen neuen See, den *Feuersee*, für Feuerlöschzwecke an.

In diesem Jahrhundert (1812) liess *König Friedrich* an dem *Steinbach* und *Katzenbach* zwei neue Seen, den *Steinbachsee* und *Katzenbachsee*, graben, die verbunden sind und von denen das Wasser durch den *Pfaffensee* und *Christophstollen* heute noch nach Stuttgart fliesst.

Die fehlerhafte Anlage des *Christophstollens* beeinträchtigte aber das gewünschte Resultat.

Zu Anfang des Jahrhunderts hatte also Stuttgart *Trinkwasser* aus den *Quellengebieten* des *Heslachthales*, *Kaltenthal* bis *Vaihingen am Fildernplateau*, nebst einigen Quellen im Norden und Westen der Stadt. Das *Nutzwasser* kam aus dem durch die *Seen* verstärkten *Nesenbach*. Es hatte damals 20.000 Einwohner.

Im Jahre 1825 wurde aber zum ersten Male mit den Staatsbehörden eine gemeinsame Action bezüglich der See- und Trinkwasserleitung vom *Heslachthale* auf das sogenannte *Bollwerk* (*Obere Garten- und Hohestrasse*) zu Stande gebracht. Vom *Bollwerk* gelangt das Wasser mit natürlichem Gefälle zur Stadt. In Folge dieser Abmachungen wurde vom Staate zwischen dem *Pfaffen-* und *Bärensee* in der sogenannten *Diebssteige* ein neuer grösserer Behälter, der *neue See*, angelegt. Am *Pfaffensee* und *Christophstollen* erfolgten Verbesserungen. Alles war im Jahre 1831 vollendet.

Die neue Anlage bestand aus zwei bedeckten nebeneinander laufenden Rinnen aus Sandstein (*Kandel* genannt) auf der linken Seite des *Heslachthales*, bis zu welcher Leitung das Wasser in offenen Gerinnen, die ehemaligen *Heslacher Wasserfälle* bildend, gelangte. Diese Leitungen durchschneiden die *Reinsburg* in einem 200 Meter langen Stollen und münden in dem Reservoir am *Bollwerk*. Die Länge der *Kandleitung* beträgt 9351 Meter.

Quantität und Qualität des Trinkwassers gewannen gleichzeitig, da in Folge der bisher bestandenen vier hölzernen Teichellagen, in denen das Wasser eine Stunde weit zur Stadt floss, viel Wasser verloren ging und der Geschmack ein übler wurde.

Bis zum Jahre 1860 wurden nur einige neue Quellen eingeführt, aber im Jahre 1861—1862 wurde ein grosser Schritt nach vorwärts gethan, und zwar durch die Anlage des *staatlichen Neckarwasserwerkes*. Es ist ein Turbinenpumpwerk am *Mühlcanal* in *Berg* mit Druckleitung, Filtern und Reservoiranlagen, von denen aus das Wasser in die Stadt geleitet wird.

Es kann 4000 Cubikmeter im Tage liefern.

Später (1865) wurde das Turbinenwerk durch Dampfbetrieb ersetzt und, um etwaigem Wassermangel zu begegnen, ein Saugcanal zum alten *Neckarbett* geführt.

In Verbesserung des *Seewasserwerkes* wurde 1868—1869 das aus dem *Christoph-*

stollen durch die Heidenklinge in den sogenannten Heschlacher Wasserfällen bis in das Heschlacher Thal zu Tage fließende Wasser in eine Röhrenleitung gefasst, später (1872—1874) aber zum Zwecke der völligen Klärung des Seewassers nach Entfernung der eben erwähnten Leitung unter Benützung des Christophstollens vom Pfaffensee aus eine neue Hauptleitungsfahrt in der Länge von 4135 Meter in ein ganz neu erbautes Seewasserwerk auf dem *Hasenberg* angelegt.

Auch der für das Trinkwasser auf dem Bollwerk errichtete Sammler erwies sich als nicht ausreichend und wurde (im Jahre 1875) ein grösseres Reservoir in den *Wonnen bei Heschlach*, von dem aus das Kandelquellwasser zur Stadt geht, errichtet. Es liegt 297 Meter über dem Meere und kann selbst höher gelegene Stadttheile versorgen. Es fasst 500 Cubikmeter Wasser und wurden die rückwärts vom Reservoir gelegenen Kandellagen in der Länge von 955 Meter durch gusseiserne Röhren ersetzt.

Das Verhältniss zur Staatsfinanzverwaltung drängte aber die Stadt schon seit Langem zu einer Trennung beider Factoren, welche 1879 endlich erfolgte, wobei das alte Neckarwasserwerk mit allem Zubehör ganz in das Eigenthum der Staatsverwaltung überging, während das Wasserwerk am Hasenberg mit allen Zubehörden, allen Trinkwasserversorgungseinrichtungen und das gesammte Röhrennetz der Stadt zufiel.

Die jetzt in Betrieb stehende Wasserversorgung von Stuttgart setzt sich sohin aus zwei Haupttheilen: der *Quell-* und *Nutzwasserleitung* zusammen und liegen auch deshalb in den Strassen je zwei Leitungen eingelegt.

Die *Quellwasserleitung*, welche speciell die öffentlichen Brunnen zu versorgen hat, während die *Nutzwasserleitung* in die Häuser geführt ist, wird der Hauptsache nach von den *Quellen* aus dem *Nesenbachtale* und den kleinen Seitenthälern gespeist, von welchen 46 gefasst sind. Das Wasser stammt aus der Grenze des Keupers zum unteren Jura. Vom Reservoir in den *Wonnen bei Heschlach* nächst der Reisenburg gelangt das Wasser durch eigenes Gefälle zur Stadt. Das Reservoir fasst 500.000 Liter und liefert 814 Liter per Minute selbst in trockener Zeit.

Eine zweite Filter- und Reservoiranlage liegt im *Vogelsang* im Nordwesten der Stadt, welche eine besondere Quellengruppe mit 17 gefassten Quellen umfasst. Es liegt 314,75 Meter über dem Meere, fasst 180.000 Liter und

liefert 178,5 Liter per Minute. Ausserdies ist noch eine grössere Quellenzahl besonders auf den umgebenden Höhenzügen nutzbar gemacht, so dass das gesammte Quellwasserquantum, das für Stuttgart inclusive der Vorstädte Berg, Gablenberg und Heschlach in trockener Zeit zur Verfügung steht, 1,925.000 Liter im Tage beträgt.

Dazu waren 92 einzelne Quellfassungen erforderlich, die in 14 einzelnen Zuleitungsanlagen das Wasser zuführen. Das zur Sammlung und Zuleitung des Quellwassers bis zur Stadt dienende Röhrennetz ist 30.986 Meter lang.

Von diesem Quellwasser werden 37 alte laufende und 150 öffentliche Ventilbrunnen gespeist. Einzelne dieser öffentlichen Brunnen haben auch neben dem Quellwasser eigens bezeichnete Auslauffröhren für filtrirtes Neckar- oder Seewasser.

Die *Nutzwasserleitung* umfasst das *Seewasserwerk* auf dem *Hasenberg* und die *Neckarleitungen*.

Das *Seewasserwerk* wird aus fünf 417—435 Meter über dem Meere gelegenen Seen oder Wasserbehältern in und beim Rothwildpark gespeist (Pfaffensee, Bärensee, neuer See, welche dem Staate, dann Katzenbach- und Steinbachsee, die der Stadt gehören).

Erstere haben einen nutzbaren Inhalt von 620.000 Cubikmeter, letztere von 84.000 Cubikmeter Wasser.

Dasselbe gelangt in natürlichem Gefälle zum Filterwerke am *Hasenbergsteig* in einer 4 Km. langen Leitung. Das Werk selbst hat fünf offene und zwei überwölbte Filterbassins. Das eigentliche Hoch- und Reinwasserreservoir liegt 371 Meter über dem Meere, hat 2200 Cubikmeter Inhalt und gelangt das Wasser durch den 335 Meter über dem Meere gelegenen Druckregulator zur Stadt.

Die Leistungsfähigkeit dieses Werkes beträgt 5,500.000 Liter im Tage, es hat in der Zeit vom 1. April 1891—1892 968.560 Cubikmeter Wasser geliefert.

Seine Beschaffenheit ist keineswegs derart, dass es als ungesund betrachtet werden kann, da in 100.000 Theilen nur 1,57—4,9 Theile an organischen Substanzen nachgewiesen sind, also die Grenze des Zulässigen mit fünf Theilen noch nicht erreicht ist.

Die neue *städtische Neckarleitung* liegt oberhalb des stattlichen Neckarwasserwerkes am Neckar und wird das Wasser durch einen 950 Meter langen Röhrencanal dem Filterlager zugeführt. Das Werk ist erweiterungsfähig und waren im Juni dieses Jahres bereits

sieben Filterbassins im Betrieb. Zur Förderung des Filterwassers sind zwei Pumpstationen mit einer Wasser- und einer Dampfkraft in Betrieb. Letztere dient als Reserve.

Diese schaffen das Wasser in einer Erstreckung von 2040 Meter nach dem in Gewandbergstrasse 300 Meter über dem Meere gelegenen Hochreservoir (Förderhöhe 85 Meter); dasselbe fasst 9,700.000 Liter und gelangt das Wasser von hier in die Stadt. Die normale Lieferungsfähigkeit beträgt 8,000.000 Liter im Tage. Vom 1. April 1891—1892 sind 2,464.707 Cubikmeter geliefert worden.

Das *staatliche Neckarwerk*, welches für die öffentlichen Gebäude die Speisung besorgt, hat in der Zeit vom 1. April 1891—1892 1,042.900 Cubikmeter Wasser abgegeben. Die chemische Analyse hat bei dem Neckarwasser aus den Reservoirs in 100.000 Theilen nur 0·5—2·7 an organischen Substanzen gefunden, es erscheint daher als ein ganz unschädliches Wasser für den Gebrauch und wird es gleich dem Seewasser von den Bewohnern je nach dem Bedürfniss oder Geschmack auch zum Trinken genommen.

Frankfurt. Die Wasserversorgung von Frankfurt bietet das Bild mannigfaltiger, ziemlich complicirter Anlagen, die nach und nach, den Bedürfnissen entsprechend, sich aus der geologischen Beschaffenheit des Bodens des Landes gleichsam organisch herausgebildet haben.*) Zuerst (1394) kamen Borne (Brunnen), die Herrichtung von Quellen und Laufbrunnen, aber schon 1607 wurde das unterirdische Quellwasser des *Friedbergfeldes*, eine Art Drainage, gewonnen und eingeleitet. Viel später (1828—1834) folgte eine ähnliche Anlage am *Knoblauchfelde*. Im Jahre 1859 wurden am linken Ufer des Main die Quellen des *Seehofes* beigezogen und gleichzeitig an der *alten Brücke* ein Pumpwerk mit Wasserkraft in Betrieb gesetzt.

Hieran schloss sich die bekannte, 1864 von Volger projectirte Brunnenanlage am *Riederspiess*, die allerdings bald ausgeführt, aber erst im Jahre 1881 in Betrieb gesetzt wurde.

Mittlerweile wurde (1873) Quellwasser aus dem *Vogelsberge* und (1875) aus dem *Spessart* eingeleitet. Dabei fungirten zu wasserärmer Zeit aber auch die alten Werke für die Hauptleitung, das Pumpwerk an der alten (Sachsenhäuser-) Brücke in der alten Leitung jedoch nur für Strassenbespritzung.

Um dem Wasserbedürfniss zu genügen, wurde hierauf ein neues Terrain in Betracht gezogen: das Gebiet der Tiefquellen des *Stadtwaldes* (1885) und fast gleichzeitig ein Pumpwerk für *unfiltrirtes Mainwasser* in den alten Rohrnetzen für den Schlacht- und Viehhof, die Strassenbespritzung, öffentliche Springbrunnen und Promenadeweiherr activirt. Diese *Giesswasserleitung*, welche die Trinkwasseranlagen bedeutend entlastet, sowie die Massregeln gegen die Wasserverluste in der Leitung und gegen Verschwendung, sowie die Aussicht auf Weiterentwicklung der vorhandenen Anlagen geben die Beruhigung, dass Frankfurt für lange Zeit der Sorge für seine Wasserbeschaffung enthoben ist.

Die *älteren Quellenfassungen* (Friedberg und Knoblauchfeld) bestanden aus gemauerten Canälen von 930 Meter Gesamtlänge und führten Röhren aus den betreffenden Sammelstuben das Wasser zur Stadt. Die Quellen kommen aus wasserführenden Lagen, welche die Thone der *untermiocänen* Ablagerungen der nördlich von Frankfurt gelegenen Abdachung durchsetzen. Das Wasser ist relativ gut, da in einem Liter nur 0·034 organische Substanz enthalten ist. Die *Härte* beträgt 14·25—15°. In letzter Zeit lieferte Friedberg 280 Cubikmeter, das Knoblauchfeld 200 Cubikmeter Wasser im Tage.

Das *Seehofpumpwerk* führt das Wasser einer am Sachsenhäuserberge gegen die Ebene zu gelegenen Quelle zur Stadt. Diese Quelle liefert circa 1200 Cubikmeter Wasser im Tage. Das Wasser kommt aus den gleichen Schichten wie das auf dem Friedbergfelde, es hat dieselbe Beschaffenheit und ist jetzt zum Theile an eine Brauerei verpachtet, zum Theile wird es für die Kühlanlage im Schlachthause benützt.

Der *Volger'sche Brunnen am Riederspiess* hat einen oberen Durchmesser von 6·05 Meter und eine Tiefe von 51·70 Meter; er durchsetzt 8·5 Meter Alluvionen des Main, 6 Meter alttertiären Thon und 35 Meter Sandstein des Rothliegenden. Durch einen 3100 Meter langen Rohrstrang wird das Wasser in die Einlaufkammer des Hochbehälters der Quellenleitung gefördert. Er gibt 1100—1300 Cubikmeter im Tage. Das Wasser hat 0·444 Gramm im Liter Rückstände und 17·33° Härte. Die durchschnittliche Temperatur ist 10° C.

Die Quellen des *Spessart* sind durch einen Bergrücken in zwei völlig getrennte Bezirke: Casselgrund und Biebergrund, getrennt. Sie entspringen theils in festem, theils in zerklüftetem *rothen Sandstein*, der steil abfällt und reich bewaldet ist.

*) Stadtbaurath W. H. Lindley: Beschreibung der Wasserversorgungsanlagen der Stadt Frankfurt am Main, aus dem Werke 'Frankfurt am Main und seine Bauten', 1886.

Es sind 15 einzelne geschlossene Wasserläufe, welche gefasst und in je eine Brunnenkammer geleitet werden, von der das Wasser in Canälen aus Cementröhren in die Sammelkammern (drei im Cassel-, vier im Biebergrund) geführt wird. Die Gesamtlänge dieser Cementrohrleitungen beträgt 9267·43 Meter. Die Vereinigung der Quellen beider Gründe erforderte die Herstellung von zwei Stollen (von 755 Meter und 1022 Meter Länge), sie geschieht am *Gieserborn*. Von hier aus wird das Spessartquellwasser durch eine 7502·60 Meter lange gusseiserne Druckleitung zum Sammelbehälter auf den *Aspenhainer Kopf* geführt, wo es sich mit dem Wasser des Vogelsberges vereinigt. Die Menge ergibt etwas mehr als 8000 Cubikmeter per Tag.

Die beim Dorfe Fischhorn entspringenden Quellen des *Vogelsberges* treten als viele kleine Wasserläufe zu Tage; es sind ihrer 139, die in vier Gruppen in der kleinen Thaleinsenkung einer hinter Birstein sich ausdehnenden Hochebene aus in den oberen Lagen zerklüftetem, theilweise porösem, in den unteren aber dichtem *Basalt* zu Tage treten. Sie sind constanter als die Quellen im Sandstein und geben zusammen an 9000 Cubikmeter im Tage. Die vier Quellgruppen sind auf beide Thalseiten vertheilt und kommen aus sehr differirenden Gesteinsmaterialien, wie Letten, Basaltgerölle, festem Basalt, selbst Torf mit Rotheisenstein zu Tage.

Sie werden mittelst Cementrohrleitungen in eine Kammer zusammengeleitet und durch eine Canalleitung aus Cementröhren der Centralwasserkammer bei Birstein zugeführt. Die Gesamtlänge dieser Canalleitungen beträgt 3269·6 Meter.

Bei Birstein beginnt die eiserne Druckleitung, welche das Wasser des Vogelsberges in einer Erstreckung von 16.747·52 Meter zum Sammelbehälter am *Aspenhainer Kopf* führt.

Die Sammelreservoirs dieser Hochquellen für Frankfurt liegen aber auf der Friedberger Warte, der Gegenbehälter in Sachsenhausen, und hat der Hauptleitungsstrang vom *Aspenhainer Kopf* bis hierher eine Länge von 45.314·15 Meter.

Das Wasser der Quellen dieser Hochleitung ist ein weiches, für Hausgebrauch und technische Zwecke gleich verwendbar.

Ihre Qualität kann bei dem minimalen Percentsatze organischer Substanz als eine ganz gute bezeichnet werden, die *Temperatur* schwankt nach der Jahreszeit von 7·5—13° C.

Was die Grundwasserleitung aus dem *Stadtwalde*, die als eine Succursale für die Quellenleitung ausgeführt wurde, betrifft, so

kann deren Wasser ebenfalls als ein hinreichend gutes bezeichnet werden. Das Wasser hat ansehnlichen Sauerstoffgehalt, die *Härte* beträgt 2·3°, die Temperatur 9·5° C.

Diese Tiefquellen, die von Südost nach Nordwest gegen den Main und Rhein ihren Ablauf haben, wurden zuerst in einer Anlage südwestlich vom Oberforsthause, etwa 4·5 Km. von Frankfurt entfernt, gefasst. Die bereits ins Auge gefassten weiteren Fassungs- und Förderungsstellen gestatten aber die Ausdehnung, beziehungsweise das Abfangen der gesammten im Stadtwalde zu Gebote stehenden Wassermenge. Zur Zeit sind 140 kleine Rohrbrunnen von 50 Mm. Durchmesser in Betrieb. Die aus feinem und grobem Sand, zum Theile mit Schotter durchsetzten wasserführenden Schichten wurden in 30 Meter Tiefe durchbohrt; im westlichen Theile wurde aber selbst bei 60 Meter Tiefe die undurchlässige Thonschicht nicht erreicht.

Jeder Rohrbrunnen ist auf 0·5 S. L. berechnet, jede der 14 Gruppen hat also eine Leistung von 5 S. L., zusammen also von 70 S. L., jedoch ist eine höhere Inanspruchnahme möglich.

Es ist eben eine Förderungsanlage für 10.000 Cubikmeter pro Tag zur definitiven Ausführung vorgesehen. Der Betrieb geschieht mittelst Dampf und wird das Wasser durch eine 4250 Meter lange Druckleitung in das Gegenreservoir der Hochquellwasserleitung in Sachsenhausen getrieben.

Was schliesslich die *Gieswasserleitung* am linken Ufer des Main betrifft, so fällt ihr die Aufgabe zu, während des Sommers unfiltrirtes Mainwasser für öffentliche und gewerbliche Zwecke zu liefern. Die Anlage ist oberhalb der Stadt im Anschluss an das neue Schlachthaus und den Viehhof hergestellt worden. Das Wasser wird dem Main durch ein Saugrohr von 400 Mm. Durchmesser entnommen und durch Dampfmaschinen in das Rohrnetz der alten Wasserleitung und die Behälter geführt, wobei es früher ein eigenes Ablagerungsbassin durchzieht. Für Erweiterung dieses Rohrnetzes nach einem zweckentsprechenden Plane ist vorgesorgt.

Zum Schlusse mag es noch gestattet sein, etwas nach Norden auszugreifen und einer Stadt zu gedenken, welche in vielfacher Beziehung zu einer der hervorragendsten und merkwürdigsten aller deutschen Städte gezählt werden muss. Ihre Wasserversorgung vollzieht sich in einem ganz neuen, bisher nicht zur Sprache gebrachten Gebiete, in der Rheinebene. Es ist *Köln*.

Köln. Bis zum Jahre 1872 wurde Köln aus 270 öffentlichen und 550 Hausbrunnen mit Wasser versorgt.*) Erst in dem genannten Jahre trat ein 2·5 Km. südlich von Köln, unmittelbar am Rhein gelegenes Wasserwerk, in *Bayenthal*, in Betrieb. Dasselbe entnimmt dem alluvialen Schotterboden mittelst dreier Tiefbrunnen, denen sich später ein vierter kleinerer hart am Flusse anreihete, das Grundwasser und lieferte anfangs 500 Cubikmeter, später bis 1500 Cubikmeter Wasser in der Stunde.

Im weiteren Verlaufe wurde wegen der schlechten Beschaffenheit des Wassers der noch in Betrieb gestandenen öffentlichen und Privatbrunnen ein neues Pumpwerk am sogenannten *Zugweg* in der Neustadt vor dem Severinusthor, 700 Meter vom Rhein entfernt, welches aus sechs Tiefbrunnen das Wasser entnimmt, errichtet (1883—1885). Dasselbe lieferte anfangs bis 2500 Cubikmeter per Stunde und wurden schon 1883 auf 1884 die Brunnen wegen der damaligen Cholera-gefahr gesperrt.

Seither wurde die Lieferungsmenge auf 3500 Cubikmeter per Stunde vermehrt und durch Ankauf eines benachbarten Grundstückes die durch Verbauung desselben möglicherweise eintretende Verunreinigung hintangehalten. Dieses Wasser ist ebenfalls Grundwasser, welches in südwestlicher Richtung von den nahen Vorbergen dem Rhein zuströmt. Dieses Grundstück bietet übrigens für Wasser-

gewinnung und Wasserförderung durch ein noch grösseres Werk ausreichend Platz.

Das Wasser gilt als ein vorzügliches in Folge der natürlichen Filtration im Schotterbecken des Rheinthales.

Seine Härte beträgt 8·5⁰ und enthält dasselbe in 100.000 Theilen 35·7 Theile an Rückständen, wovon 2 auf Chlor-, 2 auf Salpetersäure und 4 Theile auf Chlornatrium entfallen. Die Wärme schwankt zwischen 7 und 10⁰ C.

Im Jahre 1887 betrug der Gesamtverbrauch der Stadt bei einer Länge des Rohrnetzes von 115 Km. 9.000.000 Cubikmeter, bei einer grössten Leistung von 40.000 Cubikmeter per Tag, was einen durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch von 150 Liter, einen grössten von 240 Liter für den Kopf ausmacht.

Die geologischen Profile der Brunnen sowohl des alten Werkes als der neuen Anlage mit Tiefen von 23·5 Meter und 18·5 Meter, wovon 14·50 Meter und beziehungsweise 10·5 Meter über dem Pegel-Nullpunkt des Rheines verlaufen, zeigen unter dem Humus und Alluviallehm einen conformen Wechsel von theils feinem Sand und Schotter (Kies) und von größerem Materiale allein oder gemischt. Zu unterst liegt stets grober Kies, aus dem das Wasser entnommen wird.

Zur Hebung des Wassers sind zwei Pumpwerke mit Dampfbetrieb angelegt worden, das eine bei der Alteburg, das zweite vor dem Severinusthor, welche das Wasser in den Wasserthurm zu fördern haben, dessen Behälter einen nutzbaren Inhalt von 4000 Cubikmeter besitzt, der zur Ausgleichung des Unterschiedes in dem Wasserverbrauch und der Wasserförderung dient.

*) Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, XXXII. Bd. 1889, p. 89 und 123. Festschrift aus Anlass der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Köln 1888 über die Wasserversorgung von Köln, von E. Genzmer und F. Knoblauch.

