

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Die Anlage einer neuen Wasserleitung für die Residenzstadt Karlsruhe**

**Gerwig, Robert**

**Karlsruhe, 1858**

[Text]

[urn:nbn:de:bsz:31-135332](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-135332)

Es ist zu allen Zeiten eine der wichtigsten Aufgaben der für die Pflege des Gemeinwohles Berufenen gewesen, an bevölkerten Orten, wo die Natur es dem Einzelnen erschwert hat, seinen Bedarf an gesundem Wasser sich selbst beizuschaffen, dafür zu sorgen, daß stets für Alle eine genügende Menge davon zur Hand sei. Großartige Bauten, zum Theil noch dem ursprünglichen Zweck dienend, zum Theil in ihren Ueberresten das Staunen der Nachwelt erregend, beweisen, daß schon die Römer keine Schwierigkeiten und Kosten scheuten, um die Städte mit Trinkwasser zu versehen. Die Neuzeit mit ihren großen Fortschritten auf dem sozialen Gebiete ist auch hierin weiter gegangen. Sie begnügt sich nicht mehr damit, etliche Wasserbeden zu füllen, zu denen der Einzelne kommen und schöpfen kann, sie will an jedem Heerd einen Strahl des besten Wassers springen lassen, wie sie in den dunkelsten Winkel den Strahl des hellen Gaslichtes dringen läßt. In der That, je entwickelter die gesellschaftlichen Verhältnisse sind, je mehr Ausbildung die gewerbliche Thätigkeit gewonnen hat, je größer die Arbeitsteilung und je kostbarer die Zeit wird, desto erleichterter muß die Beischaffung der nothwendigsten Bedürfnisse für Leben, Gesundheit und Thätigkeit sein. Unter diesen Bedürfnissen nimmt das Wasser eine der ersten Stellen ein. Darum sieht man auch in neuester Zeit so viele Stadtbehörden damit umgehen, möglichst vollkommene Einrichtungen für die Veibringung reichlicher Mengen guten Wassers zu treffen.

Ueber  
Wasserleitungen  
im Allgemeinen.

Karlsruhe, welches uns nun in dieser Richtung beschäftigt, bedarf ganz vorzugsweise des fließenden Wassers, nicht bloß für häusliche und gewerbliche Zwecke, nicht bloß zur Beförderung der Reinlichkeit, Gesundheit und zur leichtern Abwehr von Feuergefähr, wie jede andere Stadt; es bedarf des Wassers auch zur Belebung der öffentlichen Plätze, Gärten und Anlagen. Was es durch seine natürliche Lage entbehrt, muß es durch Kunst zu gewinnen suchen. Wenn gleich die Kunst, gepflegt von hochherzigen Fürsten, für Karlsruhe schon viel geleistet hat, und schöne Gebäude, prächtige Gärten, Parke und Alleen die Stadt auszeichnen, so muß doch zugestanden werden, daß ein gewisser belebender Reiz im Ganzen fehlt, so lange nicht das bewegliche Element des Wassers über die Schöpfungen der Kunst seinen natürlichen Zauber ausbreitet.

Für Karlsruhe  
ist eine reichliche  
Wasserbeischaffung  
besonders Be-  
dürfnis.

Es kann darum von den Bewohnern und Freunden Karlsruhe's nur dankbar anerkannt werden, daß sich der Großherzogliche Hof und die Stadibehörde auf's Ernstlichste mit der Frage beschäftigen, auf welche Weise sich für die Stadt eine möglichst vollkommene Einrichtung laufender Brunnen treffen lasse.

Fragen wir daher, was besigt Karlsruhe, was bedarf es und wie soll geholfen werden? —

Derzeitige  
Wasserversorgung  
der Stadt.

Karlsruhe hat eine Menge Pumphrunden und die Quellwasserleitung von Durlach. Das Pumphrundenwasser ist hart und von verschiedener Güte; es enthält mehr Kalk, Gyps und Bittererde-salze als das Durlacher Wasser, und außerdem salpetersaure Salze, welche in letzterem gar nicht vorhanden sind. Nach den Analysen des Herrn Hofrath Welzien sind an festen Bestandtheilen in 100000 Cubikcentimetern Wasser enthalten:

beim Durlacher Wasser . . . . .	28 Gramme,
im Pumphrunden der Christofle'schen Fabrik . . . . .	39 "
in einem Pumphrunden im Hofe des Polytechnikums . . . . .	62 "
in einem andern Pumphrunden eben da . . . . .	64 "

Wie sich das Pumphrundenwasser im Allgemeinen dem Durlacher Wasser gegenüber bei der Anwendung für häusliche und gewerbliche Zwecke verhält, ist jedem Bewohner Karlsruhe's bekannt; ebenso, daß es viele Pumphrunden hier gibt, welche sehr schlechtes, zu vielen Zwecken unbrauchbares Wasser liefern. Ueber die Ursachen dieser Eigenschaften des sogenannten Horizontalwassers wird hier etwas zu sagen sein.

Ursachen  
der Entstehung der  
Quellen und ihrer  
Beschaffenheit.

Alle Wasser, treten sie auf der Erdoberfläche zu Tage (Quellen) oder sind sie in der Ebene scheinbar ohne Bewegung unter dem Boden zu finden (bei uns Horizontalwasser genannt), sind eine Folge der atmosphärischen Niederschläge. Ein fortwährender Kreislauf findet statt; die Wasser, welche mit der Luft in Berührung sind, unterliegen der Verdunstung, die Dünste fallen als Regen, Schnee u. nieder, dringen, wenigstens theilweise, in die Erde ein, speisen die Quellen wieder u. s. f. Indem die Niederschläge, dem Gesetze der Schwere folgend, den Boden durchdringen, werden sie einerseits von den groben (mechanischen) Verunreinigungen, mit welchen sie sich an der Oberfläche des Bodens vermischen, mehr oder weniger gereinigt (es tritt eine Filtration ein), anderseits nimmt das Wasser Bestandtheile in sich auf, welche in ihm allein oder in den Stoffen, welche es aufgenommen hat, löslich sind. Die Eigenschaften des Wassers werden

daher von der Beschaffenheit des Bodens, der Steinschichten u., mit welchen es in Berührung kommt, bedingt. So löst das Wasser Gyps auf; sein Kohlensäuregehalt bewirkt die Aufnahme von Kalk u. s. w., und je mehr von diesen Stoffen aufgenommen wird, desto härter wird das Wasser. Es durchzieht moorigen oder mit faulenden animalischen Stoffen durchdrungenen Boden, es nimmt organische Substanzen oder Ammoniak, salpetersaure Salze u. s. f. auf und es wird ungesund. Am reinsten bleibt das Wasser in vorwiegend kieselhaltigem Gestein, in Granit, Gneis, Sandstein-Gebirg, auch in Kiesablagerungen, welche aus solchem Gestein vorzugsweise zusammengesetzt sind. Treffen die im Boden sich fortbewegenden Wasser auf Schichten, welche sie nicht weiter durchlassen (auf festes unverklüftetes Gestein, auf Letten u.), so gehen sie auf diesen Schichten weiter und treten an den Abhängen der Berge u. als Quellen zu Tage, oder sie sammeln sich in größern Massen, gleichsam in unterirdischen Behältern, welche entweder ebenfalls sichtbare Abläufe haben oder als das sogenannte Horizontalwasser der Ebenen scheinbar ohne Bewegung sind. Die Berge, welche Karlsruhe zunächst liegen, bestehen aus zerklüftetem Gestein, weshalb sie im Allgemeinen arm an Quellen sind; das meiste Wasser zieht sich unter dem Boden in die Ebene herab. Das Gestein ist unten Sandstein, oben Kalkstein, die Schichten fallen in der Richtung des Rheinthals, so daß bei Ettlingen der Sandstein vorherrschend ist, während der Kalkstein bei Durlach schon ziemlich tief herabsteigt. Quellwasser bei Ettlingen werden hiernach weniger Kalk enthalten als solche bei Durlach.

Das sogenannte Horizontalwasser selbst hat einen langsamen Ab-  
lauf unter dem Boden nach den tiefsten Stellen des Thales und vereinigt sich mit dem Wasser der Flüsse. Daß es einen Ab-  
lauf hat, beweist am besten das allgemeine Sinken des Wasserspiegels in den  
Brunnenschächten nach lange anhaltender Trockenheit; denn dieses  
Sinken entsteht weder durch Verdunstung noch durch Ausschöpfen.  
Das Gefälle des Wasserspiegels kann aus den verschiedenen Tiefen  
unter einer wagrechten Ebene ermittelt werden, in welchen man an  
verschiedenen Orten auf Wasser kommt (siehe unten Seite 12). Die  
Beschaffenheit des Horizontalwassers ist vermöge seiner langsamen Be-  
wegung noch mehr als jene des Quellwassers abhängig von der Beschaffen-  
heit des Bodens, welchen es durchzieht. Nun wird Niemand bezweifeln,  
daß der Kiesboden, auf welchem Karlsruhe steht und durch welchen  
das Wasser unserer Pumphbrunnen sich bewegt, wie er dieses durchläßt,

Das  
Horizontalwasser.

so auch unreine Flüssigkeiten aufnimmt, welche sich allmählig den tieferen Schichten und dem Wasser mittheilen müssen. In alten, bevölkerten Städten, welche eine ähnliche Lage wie Karlsruhe haben, wird man daher auf gutes Pumpbrunnenwasser nicht mehr rechnen dürfen. Jetzt schon (da doch Karlsruhe noch eine junge Stadt ist) gibt es Brunnen, die früher gutes Wasser lieferten, nun aber unbrauchbar sind, ein Mißstand, der schon größer sein müßte, wenn die Stadt auf einen kleineren Raum zusammengedrängt wäre. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß das Pumpbrunnenwasser Karlsruhe's im Allgemeinen immer schlechter werden muß. Wo aber die Pumpbrunnen auch noch gutes Wasser geben, ist dieses immerhin hart und zu vielen Zwecken ungeeignet, abgesehen davon, daß Pumpbrunnen die vielerlei Vorzüge laufender Brunnen nicht haben.

Die Durlacher  
Wasserleitung.

Man hat deshalb schon vor mehr als 30 Jahren die Kosten nicht gescheut, besseres Wasser von Durlach heizuleiten. Man hatte damals noch nicht im Auge, die ganze Stadt völlig ausreichend mit Quellwasser zu versorgen und die Anlage so zu treffen, daß in allen Stockwerken laufende Brunnen möglich würden, daß hochspringende Zierbrunnen angelegt werden könnten. Man begnügte sich mit einer spärlichen Anzahl öffentlicher Brunnen für die Stadt, mit laufenden Röhren in Erdgeschossen der Großherzoglichen Schloßgebäude und mit einigen kleinen Springbrunnen.

Maschinenmeister Haberstroh, nach dessen Angaben die Durlacher Wasserleitung ausgeführt wurde, wollte damit 27 Cubikfuß in der Minute (0,45 Cubikfuß in der Secunde) liefern und die Springbrunnen sollten 20 Fuß hoch werden.

Seit mehreren Jahren bringt die Durlacher Leitung höchstens 0,209 Cubikfuß in der Secunde nach Karlsruhe. Bei der gegenwärtigen großen Trockenheit ist nicht einmal dieses Quantum mehr vorhanden. Daß von einem Gehen der Springbrunnen schon lange keine Rede mehr ist, bedarf kaum der Erwähnung. Der Grund dieses Zustands ist zur Zeit Wassermangel, wenn dieser aber auch wieder vorübergegangen ist, so erlaubt die mangelhafte Zuleitung von den Quellen zu den Pumpen und die schlechte Beschaffenheit der letztern keine größere Leistung. Wir werden später noch etwas mehr auf diesen Gegenstand zurückkommen (Seite 24). Für jetzt genügt es, zu bemerken, daß bei sehr kleinem Wasserstand nur etwa  $\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde durch die jetzige Leitung nach Karlsruhe geführt wird. Dieß gibt 17280 Cubikfuß in

24 Stunden, so daß im Tag auf den Kopf der Bevölkerung (25000) nicht ganz  $\frac{3}{4}$  Cubikfuß kommt.

In den großen Städten Englands, wo jeder Tropfen trinkbares Wasser verkauft wird, und öffentliche Brunnen, weil die Wasserwerke Privatanstalten sind, nicht bestehen, rechnet man durchschnittlich 150 Liter (100 Maas,  $5\frac{2}{9}$  Cubikfuß) im Tag auf den Kopf der Bevölkerung. Auf ähnliche Grundlage berechnet man in Frankreich und Deutschland neue Wasserleitungen. Man sieht also, daß die Durlacher Leitung nur etwa den achten Theil des Bedürfnisses der jetzigen Bevölkerung befriedigt; wollen wir aber auf eine Zunahme der Bevölkerung rechnen, wollen wir reichlich Wasser für Zierbrunnen haben, so genügt auch das 8fache der jetzigen Menge nicht.

Die Annahme von 5 bis 6 Cubikfuß oder 150 Liter im Tag ist keineswegs übertrieben. Die Erfahrung lehrt, daß, sobald überall laufendes Wasser hingebracht werden kann, der Verbrauch sich mehr und mehr steigert, weil neue Verwendungsarten des Wassers eintreten, auf die man früher verzichtete, da es für den Einzelnen zu mühsam oder zu kostspielig war, mehr als das dringendste Bedürfniß herbeizuschaffen.

In Hull, einer Stadt von 100,000 Seelen, werden täglich 176 Liter auf den Kopf verbraucht. In Glasgow kommen zur Zeit auf jeden der 400,000 Einwohner 150 Liter; man ist dort auf Erweiterung der Wasserwerke bedacht, weil die bisherige Menge sich als unzureichend erwiesen hat.

Darüber kann nun kaum verschiedene Meinung herrschen, daß wenn für Karlsruhe eine neue Wasserleitung herzustellen ist, sie so vollkommen als möglich, mit Bedacht auf wahrscheinliche Bedürfnisse der Zukunft, welche die Erfahrung anderer Orte an Händen gibt, angelegt werden müsse. Die erste Anlage muß so getroffen sein, daß größere Bedürfnisse in Zukunft ohne Schwierigkeit befriedigt werden können; man muß namentlich einen Platz zu finden suchen, der eine größere Wassermenge liefern kann, als für jetzt schon abzusehende Verhältnisse erfordert wird. Es ist aber damit natürlich nicht gesagt, daß man schon von Anfang an mehr Wasser in die Stadt schaffen solle, als dem Verbrauch entspricht.

Das ganze Bedürfniß der jetzigen Einwohnerschaft ist in runder Zahl  $1\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde, was nur etwas über 5 Cubikfuß in 24 Stunden auf jeden der 25000 Köpfe ergibt. Im Sommer, wo der Bedarf an Wasser ohnehin der größere ist, soll unter Tag auch eine Anzahl Springbrunnen gehen, welche, wie später näher

Wassermenge,  
welche eine neue  
Leitung liefern  
muß.

angegeben wird, etwa  $\frac{6}{10}$  Cubiffuß in der Sekunde erfordern. Man hat also, in der Unterstellung daß die Springbrunnen nur 12 Stunden gehen, noch  $\frac{3}{10}$  Cubiffuß mehr nöthig; diese zu obigen  $1\frac{1}{2}$  Cubiffuß gerechnet, geben  $1\frac{8}{10}$  Cubiffuß für den durchschnittlichen Bedarf in jeder Secunde des Sommerhalbjahrs. Nimmt man außerdem Rücksicht auf zukünftige Vergrößerung der Stadt, welche jeder Karlsruher gerne hoffen wird, so muß eine noch größere Zahl für den Wasserbedarf dem Entwurfe einer neuen Leitung zu Grunde gelegt werden. Ich nehme einschließlic der Zierbrunnen  $2\frac{1}{2}$  Cubiffuß in der Sekunde an; nach Abzug von  $\frac{3}{10}$  Cubiffuß für jene bleiben  $2\frac{2}{10}$  Cubiffuß, welche für beiläufig 38000 Seelen ausreichen, sofern man die Durlacher Leitung außer Acht läßt, deren  $0,2$  Cubiffuß bei kleinem Stand für weitere 3500 Einwohner hinreichen würden. Man wird nämlich (freilich nicht für die nächste Zeit aber gewiß für die Zukunft) voraussetzen dürfen, daß wenn eine neue, bessere Wasserleitung da ist, die Durlacher Leitung aufgegeben wird. Es könnte dieß wohl kaum ausbleiben, wenn einmal sehr kostspielige Reparaturen an ihr erfordert würden. Wir dürfen also die Durlacher Leitung hier nicht berücksichtigen. In der Commission wurde bestimmt, daß auf 40000 Einwohner gerechnet werden solle; ich bin also mit der Annahme von  $2\frac{1}{2}$  Cubiffuß nicht zu weit gegangen; ich that dieß, um keine zu bedeutende Abweichung zwischen dem Bedürfniß der nächsten und dem einer späteren Zukunft zu erhalten und somit die erste Anlage nicht außer zweckmäßiges Verhältnis mit ihrer Leistung in nächster Zeit zu bringen. Werden die Haupttröhren für eine praktische, mittlere Geschwindigkeit bei  $2\frac{1}{2}$  Cubiffuß Wassermenge berechnet, so entsteht bei  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Cubiffuß Wassermenge keine tadelnswerthe Verringerung der Geschwindigkeit; es ist aber nöthigenfalls eine Vermehrung der mittleren Geschwindigkeit zulässig, welche ermöglicht, auch eine größere Wassermenge als von  $2\frac{1}{2}$  Cubiffuß ständig zu liefern. Letzteres Verhältnis tritt bei bedeutender Vergrößerung Karlsruhe's und in dem sehr leicht denkbaren Fall ein, daß man noch mehr Wasser als zur Zeit bestimmt ist, zur Verschönerung der Stadt verwenden wollte. Dieß darf aber keinesfalls außer Acht gelassen werden, denn es wäre sehr zu wünschen, daß zur äußeren Verschönerung Karlsruhe's recht viel geschähe.

Obgleich für Zierbrunnen auch anderes Wasser als für häusliche Zwecke geeignetes verwendbar ist, so muß doch davon ausgegangen werden, daß sie, wenn immer möglich, ebenfalls mit Trinkwasser gespeist werden. Gründe der Sparsamkeit, damit man nicht zwei Leitun-

gen, überhaupt zweierlei Anstalten erhält, sprechen ebenso dafür, wie Gründe der Zweckmäßigkeit und Einfachheit der Anlage.

Gehen wir nun davon aus, daß bei dem Entwurf einer (nach menschlichem Ermessen für eine ferne Zukunft) zweckmäßigen neuen Wasserleitung für Karlsruhe in der trockenen Jahreszeit auf eine Wassermenge von  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde gerechnet werden müsse, und ermitteln wir, wo diese Menge guten Wassers in der Umgebung von Karlsruhe zu haben ist.

Wie sich denken läßt, ist schon vor Ausführung der Durlacher Leitung untersucht worden, von wo am besten Quellwasser nach Karlsruhe geführt werden könne. Man ist bei Durlach stehen geblieben, weil dort die stärksten Quellen zu Tage treten. Die Stärke dieser Quellen ist zu verschiedenen Zeiten gemessen worden. Von besonderem Interesse sind die neueren Messungen, aus denen man sieht, wie sich die Quellen im mittleren Stand und in sehr trockener Zeit verhalten.

Am 11. Mai 1857, als die Wasser noch über dem niedersten, etwas unter mittlerem, Stand waren, hatte das Pumpwerk in Durlach seinen gewöhnlichen Zulauf (0,279 Cubikfuß in der Sekunde, wovon 0,07 auf Durlach verwendet werden und 0,209 nach Karlsruhe gehen) und es war an dem alten Brunnenhaus ein Ueberlauf von 0,015 Cubikfuß. Später verschwand dieser Ueberlauf und die Pumpen liefen halb leer.

Die ungefaßten (nicht für die Leitung verwendeten) Quellen in der Nähe von Durlach lieferten:

	Wassermenge in der Sekunde:	
	am 11. Mai 1857	am 5. Januar 1858
Quelle beim Fischhaus:		
a. Ablauf am dritten Fischweiher . . . . .	0,074 C'	0,0185 C'
b. Ueberlauf für die Gemeinde Au . . . . .	0,200 "	0,0000 "
Quelle beim Bierkeller . . . . .	0,030 "	0,0000 "
Sog. Baseltborwasser . . . . .	1,080 "	0,7666 "
zusammen	1,384 C'	0,7851 C'
Schlägt man hiezu die gefaßten Quellen mit		
Antheil von Karlsruhe . . . . .	0,209 C'	0,2000 C'
Ueberlauf . . . . .	0,015 "	—

so ergibt sich, daß wenn über alle Durlacher Wasser zu Gunsten Karlsruhe's verfügt werden könnte, bei mittlerem Stand bei niederstem Stand in runder Zahl zu Gebote stehen.

1,6 C'  
1,0 C'

Stärke  
der Quellen bei  
Durlach.

Angeichts dieser Zahlen ist es nicht rathsam, auf die Durlacher Quellen zu greifen, wenn eine andere Stelle zu finden ist, welche reichlichere Mengen eben so guten Wassers zu liefern vermag, ohne bezüglich der Lage in ungünstigerem Verhältniß zu sein, als die Ebene am Fuße des Gebirgs bei Durlach, in welcher jene Quellen entspringen.

Verbesserung des  
Durlacher Wasser-  
werks.

Bevor ich übrigens die Betrachtung auf andere Localitäten richte, will ich das bestehende Durlacher Wasserwerk einer weitem Erörterung unterziehen.

Nachdem dieses Werk vor erst 30 Jahren mit großen Kosten geschaffen worden und etwas anderes, dasselbe seiner Zeit Ersehendes, noch nicht verwirklicht ist, darf man wohl zunächst nicht an ein Aufgeben desselben denken, sondern es wird sich fragen, ob es nicht mit einem mäßigen Aufwand vervollkommnet werden kann und was damit zu erreichen ist. Die vorhin angegebenen Durlacher Wassermessungen zeigen, daß eine nennenswerthe Verstärkung der gefaßten Quellen zur Zeit niedern Standes nur aus dem Baseltborwasser bewirkt werden könnte. Dieses liegt jedoch zu nieder, als daß es ohne künstliche Mittel den Pumpen wohl zuzuführen wäre. Man muß sich also mit den gefaßten Quellen begnügen. Obwohl diese bei kleinem Wasser sehr herabgehen, so wäre es doch für Karlsruhe angenehm, wenn während der im Allgemeinen vorherrschenden Zeiten des Ueberflusses mehr Wasser als bisher zu den Pumpen ließe. Gegenwärtig liegen zwei 4 zöllige Röhren zwischen den Quellenhäusern und dem Maschinenhaus; wird eine dritte Röhre, die 5 Zoll weit werden soll, gelegt, so könnten im Ganzen 0,4 bis 0,5 Cubikfuß in der Sekunde zulaufen und die Maschinen könnten ihre Kraft ganz entwickeln. Dazu gehört freilich auch, daß das Pumpwerk, welches gegenwärtig in einem sehr traurigen Zustand sich befindet, gut hergestellt wird. Die beiden Wasserräder sind noch in brauchbarem Stande und vermögen einen Nugeffekt von 4 bis 4½ Pferdekraften zu liefern. Mit dieser Kraft können ganz wohl 0,4 Cubikfuß Wasser nach Karlsruhe gebracht und sollten dort noch auf ziemliche Höhe gehoben werden. Da man aber nicht in der Lage ist, den Zustand der ganzen bestehenden Wasserleitung in allen ihren Theilen genau untersuchen zu können, und die bisherigen Leistungen zu keinen großen Hoffnungen berechtigen, so nimmt man nur an, daß nach Ausführung der genannten Verbesserungen zur Zeit genügenden Wasservorraths in den Quellenhäusern die öffentlichen Brunnen und die andern an der bestehenden Leitung liegenden Ausgüsse kräftiger als bisher laufen wer-

den. Die Durlacher Leitung wird dann leisten, was ihr möglich ist, und damit muß man sich ihr gegenüber wohl begnügen.

Nach einem besondern Ueberschlag kosten die nothwendigen Verbesserungsarbeiten in Durlach 10,000 fl.

Es ist schon früher von der durch die Gebirgsformation erklärlichen Duellenarmuth der Anhöhen in der Umgebung von Karlsruhe die Rede gewesen und es ist auch dem mit der Gegend Vertrauten bekannt, daß, wenn die Durlacher Duellen nicht für Karlsruhe ausreichen, andere Duellen von Weingarten bis Malsch noch weniger genügen können. Eine weitere Aufzählung solcher kann daher unterlassen werden.

Andere Duellen.

Unter den laufenden Wassern, welche auch in trockener Zeit  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde zu liefern vermögen, könnte etwa noch der Alb gedacht werden. Würde man an einem Punkt, welcher 250 Fuß höher als Karlsruhe liegt, der Alb das erforderliche Wasser entziehen, für stete Reinigung desselben durch Sickerung sorgen und es sodann am Abhang des Gebirgs in der Art hinführen, daß es bei Ettlingen einen großen Sammelbehälter, der 200 Fuß höher liegen müßte, als Karlsruhe, speisen würde, so könnte von diesem Sammler die Röhrenleitung nach Karlsruhe abgehen und es würden keine Maschinen zur Hebung des Wassers erfordert. Die Wasserfassung müßte  $1\frac{1}{2}$  Stunden oberhalb Ettlingen erfolgen und die Leitungen von der Fassung bis zum Ettlinger Thor in Karlsruhe würden zusammen ungefähr  $3\frac{1}{4}$  Stunden lang werden. Ein solcher Entwurf hat zwei wichtige Gründe gegen sich. Der eine ist der Kostenpunkt. Die Mehrkosten gegenüber dem theuersten, Maschinen erfordernden, Plan wären so bedeutend, daß, abgesehen vom großen erstmaligen Aufwand, die Unterhaltungskosten und Zinsen des Mehraufwands größer wären, als die Unterhaltungs- und Betriebskosten eines auf künstliche Hebung des Wassers gegründeten Entwurfs. Ein anderer sehr wichtiger Grund ist neben der Nothwendigkeit einer künstlichen Reinigung des Wassers die Gefahr, daß es aus dem oberen Thal schädliche Bestandtheile mit sich führen kann, welche durch die Filtration nicht ganz zu beseitigen sind. Wäre eine solche Gefahr zur Zeit nicht in hohem Maße vorhanden, so kann sie jederzeit in der Zukunft durch Anlage von Fabriken herbeigeführt werden.

Wasserbezug aus der Alb.

Man muß also von einem derartigen Projekte absehen.

Unter solchen Umständen lag es nahe, daß man sein Augenmerk auf das sogenannte Horizontalwasser richtete. Sollte dieses die Herbeischaffung in Röhren lohnen, so müßte es viel besser sein, als das Pumpbrunnenwasser der Stadt, es müßte für alle Zukunft in aus-

Der Müppurr-Durlacher Wald beim Angarten ist ein großer Behälter sehr guten Wassers.

reichender Menge geschöpft werden können und der Verschlechterung nicht zugänglich sein.

Wir haben oben gesehen, welches Entstehung und Wesen jenes Wassers ist. Nach der Gestaltung und Höhenlage des Bodens in der Umgebung von Karlsruhe halte ich mich zu der Annahme berechtigt, daß der unter der Stadt sich langsam fortbewegende Wasserstrom eine Richtung hat, die sich durch die gerade Linie andeutet, welche vom Gebirg zwischen Ettlingen und Wolfartsweier über die Mitte von Karlsruhe nach Neureuth läuft. In dieser Richtung hat der Spiegel des unterirdischen Wassers auf eine Länge von beiläufig  $1\frac{1}{2}$  Stunden ein Gefäll von 27 Fuß. Im Rüppurrer Wald kommt man nämlich je nach der Jahreszeit bei 7—10 Fuß Tiefe, im Augarten bei 9—12 Fuß, am Ettlingershor bei 11—14 Fuß, am Ludwigsthor bei 17—20 Fuß, in Neureuth bei 34—37 Fuß Tiefe unter der durchschnittlichen Bodenhöhe von Karlsruhe auf Wasser. Es ist also schon deshalb wesentlich, bei der Auswahl eines geeigneten Plazes diesen oberhalb der Stadt zu suchen, weil alsdann das Wasser am wenigsten hoch zu heben ist. Die wichtigste Rücksicht ist aber die Güte des Wassers, welche, wie wir früher gesehen haben, von der Beschaffenheit des Bodens abhängt, den es auf seinem Wege durchläuft. In dieser Beziehung ist klar, daß man das Wasser näher seinem Ursprung und oberhalb aller eine Verschlechterung ermöglichenden Vertlichkeiten erschließen müsse. Die früher bezeichnete Richtung von Karlsruhe aus gegen das Gebirg verfolgend trifft man zunächst auf ein altes Flußbett (Schiefwiese, Bahnhofsterrain u.), sodann auf das höher gelegene zum Theil schon überbaute und zur naturgemäßen Erweiterung der Stadt bestimmte Augartenfeld, so fort abermals auf ein altes Flußbett, die Rüppurr-Gottesauer Bruchwiesen. Daß dieses Terrain nicht zur Wassergewinnung gewählt werden dürfe, darüber verliere ich keine Worte. Wenn es sich um Versorgung einer Stadt mit Trinkwasser handelt, so kann man in der Wahl des Bezugsorts nicht vorsichtig genug zu Werke gehen; man muß vollkommen sicher sein, daß man für alle Zukunft gutes Wasser erhält.

Jenseits dieses alten Flußbettes (welches bei Ettlingenweier und Durlach bis an den Fuß des Gebirges reicht, dazwischen aber einen Karlsruhe ziemlich nahe berührenden Bogen beschreibt) treffen wir, immer die genannte Richtung verfolgend, einen Kiesrücken, der sich ohne wesentliche Unterbrechung an den Fuß des Gebirges fortsetzt, größtentheils bewaldet, und daher vor allen verunreinigenden Einflüssen am

gesichertsten ist. Dieser Kiesrücken (Müppurrer- und Durlacherwald) tritt am nächsten an Karlsruhe heran, dort, wo der Weg vom Augarten am sogenannten rothen Häuschen vorbei in den Wald geht. Hier war daher die Stelle, wo nach äußeren Verhältnissen zu urtheilen, das reinste und reichlichste Wasser gefunden werden mußte. Nähere Untersuchungen sollten dies darthun, und gaben ein alle Erwartungen übertreffendes günstiges Resultat. Ueberall wo gebohrt und gegraben wurde, zeigte sich in geringer Tiefe ein schöner ziemlich grober Flußkies, ein vortreffliches Wasser und eine so hohe Lage des Spiegels, daß nach geschעהener Durchgrabung das Wasser in die tiefer liegenden Wiesen mit einem Gefäll von beiläufig 1 Fuß offen abfloß, und jetzt noch als „neue Quelle“ aus der kleinen Versuchsgrube in gleichbleibender Stärke abfließt. Man hatte also einen wirklichen Quellenbehälter aufgeschlossen. Es erklärt sich diese Erscheinung, welche für Karlsruhe von außerordentlicher Wichtigkeit ist, dadurch, daß das alte Flußbett, welches wie früher angegeben den Kiesrücken gegen die Ebene hin abgrenzt, mit einer mächtigen Lettablagerung ausgefüllt ist. Der Letten läßt das Wasser nicht durch, es muß sich also durch den ziemlich tief unter jenem liegenden Kies drängen, hat dabei einen größeren Widerstand zu überwinden als durch den Kiesboden im Wald und staut sich deshalb vor dem Letten auf. So kann daher die ganze zwischen dem alten Flußlaufe und dem Gebirg liegenden Fläche als ein großer Wasserbehälter angesehen werden. In diesem Behälter sammeln sich auch die Quellwasser, welche in der Gegend von Ettlingen versinken und welche nach der Beschaffenheit des Gesteins weniger Kalk enthalten als die Wasser bei Durlach, wie schon oben angedeutet worden ist. Die Quellen bei Durlach haben übrigens einen ähnlichen Entstehungsgrund, sie fließen streng genommen aus dem nämlichen Behälter, wie die „neue Quelle“ am Saum des Müppurrer Waldes. Läge am Fuß des Gebirges nächst oberhalb Durlach Kies statt Letten, so würden auch dort die Quellwasser unter dem Boden sich fortziehen und mit dem Wasser der Ebene vereinigen.

Daß Karlsruhe so nahe an dem Rande jenes großen Quellenbehälters liegt, ist für den Wasserbezug dieser Stadt ein überaus günstiger Umstand. Man kann das Wasserwerk in einer Entfernung von nur 1500 Fuß von der Ziegelhütte beim Augarten errichten, wo dasselbe so zu sagen vor dem Thore der Stadt steht, sobald sich der auf jenen vortrefflichen Bauplätzen durch zahlreiche Gebäude bereits angeordnete zukünftige südliche Stadttheil ausgebildet haben wird.

Man ist ferner in der Menge des zu gewinnenden Wassers fast unbeschränkt. Die Wasserschöpfarbeiten in den Versuchsgruben des Ruppurrer Waldes haben zwar zur Genüge dargethan, daß beim aller-niedersten Wasserstande die als nöthig erachteten  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde ohne allen Anstand geliefert werden können, allein es läßt sich durch eine einfache Betrachtung darthun, daß auf weit mehr Wasser gerechnet werden könnte.

Wir haben nämlich gesehen, daß ein steter Kreislauf der Verdunstung, des atmosphärischen Niederschlages und der Fortbewegung des Wassers über oder unter dem Boden nach den Gesetzen der Schwere vorhanden ist, es kann daher die Höhe der mittleren Regenmenge der mittleren Höhe des unterirdischen Wasservorraths (wobei der den größern Theil des Raums einnehmende Kiesboden weggedacht werden muß) in einem Behälter, wie wir ihn in vorliegendem Falle zu betrachten haben, wohl ohne Anstand als gleich angenommen werden. Setzen wir die mittlere Regenmenge von Karlsruhe nur gleich 2 Fuß (sie ist im Mittel aus 35 Jahre 25,5 p. Zoll), so ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Zugang (und Abgang) in der Masse des Horizontalwassers von 2 Cubikfuß auf jeden Quadratfuß Oberfläche.

Sind für die Stadt  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Sekunde nöthig, so ist das Bedürfniß fürs ganze Jahr  $2,5 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 = 78,840,000$  Cubikfuß, oder rund 80 Millionen Cubikfuß. Nachdem auf den Quadratfuß Oberfläche 2 Cubikfuß zu rechnen sind, erfordert es daher eine Fläche von 40 Millionen Quadratfuß oder von 1000 Morgen, um jenen Bedarf zu liefern. Nun liegen allein etwa 2000 Morgen zusammenhängenden Walds in dem Gebiete des natürlichen Zulaufes der Wasserfassung, und das ganze Gebiet, welches nöthigen Falls leicht beigezogen werden könnte, beträgt 3000 bis 4000 Morgen.

Ich muß wiederholen, daß diese Betrachtungsweise nur deßhalb mit einiger Sicherheit hier Platz greift, weil durch die starke Lettenwand, welche das alte Flußbett um den Kiesrücken und den Fuß des Gebirges zieht, ein wirklicher Behälter gebildet wird. Um für alle Fälle außer dem Bereiche der Schwankungen der Wasserstände zu sein, muß man natürlich jenes Wasserbecken unter dem möglichen niedersten Stande aufschließen. Die Wasserfassung ist deßhalb so projektirt, daß ihre Sohle 6' unter dem gegenwärtigen Wasserstande (dem wahrscheinlich niedersten, der je wieder eintreten wird) liegt.

Mit dem Gesagten dürfte der große Wasserreichtum des vorgeschlagenen Platzes klar gemacht sein. Gehen wir nun zu einem andern

wichtigen Punkt, der Beschaffenheit des Wassers, über. War zwar zu vermuthen, daß aus einer so großen, meist bewaldeten und nur mit einer schwachen Humusschichte bedeckten Kiesfläche, welche Zuflüsse sehr reinen Wassers aus dem Sandsteingebirge aufnimmt, ein gutes Wasser hervorgehen müsse, so war doch die chemische Analyse und das praktische Erproben der Eigenschaften des Wassers nöthig.

Herr Hofrath Dr. Belgien hatte schon im Januar 1856 das Wasser einer in den Wiesen nächst Kleinrüppurr zum Vorschein kommenden Quelle (welche nach meiner Ansicht aus dem nämlichen Behälter ihren Ursprung nimmt), analysirt und in 100,000 Cubikcentimetern 25 Gramme fester Bestandtheile gefunden. Die Analyse des neuen Wassers vom Rüppurrer Wald lieferte nach der Erklärung des Herrn Hofraths im Wesentlichen dasselbe Resultat, wie jene der eine halbe Stunde entfernter liegenden Kleinrüppurrer Quelle.

Es zeigt sich hieraus, da in der gleichen Menge des Durlacher Röhrenwassers 28 Gramme fester Theile enthalten sind, daß das Wasser des Rüppurrer Waldes (der neuen Quelle) weicher ist, als jenes.

Herr Professor Dr. K. Seubert berechnete für beide Wasser die auf Calciumoxyd reducirte Menge hartmachender (die Seife zersetzender) Stoffe in 100,000 Theilen, und fand daraus

für das Durlacher Wasser	15,62
für das neue Wasser	13,45

Theile solcher Stoffe. Das für die Versorgung von Karlsruhe vorgeschlagene Wasser enthält also um  $\frac{1}{7}$  weniger hartmachender Stoffe als das Durlacher Quellwasser.

Inzwischen haben auch Versuche mit dem neuen Quellwasser für die Bierbrauerei, Färberei und für häusliche Zwecke die erfreulichsten Resultate geliefert, und es darf daher wohl mit Zuversicht behauptet werden, daß der von mir vorgeschlagene Platz auch hinsichtlich der Güte des Wassers sehr günstig ist.

Bezüglich der Temperatur des Wassers ist zu bemerken, daß sie ständig 8° R. beträgt.

Fassen wir die Resultate des bisher Gesagten nun kurz zusammen:

- 1) Die bisherige Wasserversorgung Karlsruhes ist sehr ungenügend, das ohnehin sehr harte Pumpbrunnenwasser muß von Jahr zu Jahr sich verschlechtern, die reichliche Beibringung guten Wassers sowohl zur Ermöglichung laufender Brunnen in allen Stockwerken der Häuser, als zur Verschönerung der Groß. Residenz mit springenden Wassern ist ein Zeitbedürfniß.

Folgerungen.

- 2) Eine neue Wasserleitung muß möglichst vollkommen für die gegenwärtigen Bedürfnisse und in voller Würdigung wahrscheinlicher Erweiterung in der Zukunft angelegt werden; man muß daher auf eine mittlere Wassermenge von  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß in der Secunde rechnen.
- 3) Es ist in der Umgebung kein nach Menge und Güte entsprechendes Wasser vorhanden, welches hereingeleitet mit eigenem Druck in Karlsruhe auf die erforderliche Höhe steigt; künstliche Hebung ist daher nothwendig.
- 4) Die bestehende Durlacher Leitung kann zwar wieder in ordentlichen Stand gesetzt und auf ein etwas größeres mittleres Wasserergebniß gebracht werden, allein damit wird im Wesentlichen an der jetzigen Sachlage nichts verändert und eine neue Leitung von viel größerer Leistungsfähigkeit ist nicht zu umgehen.
- 5) Sowohl hinsichtlich des Reichthums an Wasser, als der Güte desselben, und der Nähe an der Stadt ist die zweckmäßigste und allein zu empfehlende Stelle zur Gewinnung des Wassers für eine neue Leitung der Ruppurrer Wald in der Nähe des Augartens.

Wahl des Platzes  
für die Wasser-  
werks-Gebäude.

Sobald sich die feste Ueberzeugung von der Richtigkeit des letztern Satzes gebildet hatte, vereinfachte sich die Sache sehr; man konnte nur noch fragen, ob es nicht, ohne Benachtheiligung der Zweckmäßigkeit, angehe, das Wasserwerk selbst (die Maschinegebäulichkeiten u.) ganz nahe bei der Stadt, etwa vor dem Friedrichsthor, zu errichten, im Uebrigen waren nicht vielerlei Projekte möglich. Die nähere Erwägung der Verhältnisse stellte die Beantwortung jener Frage dahin fest, daß es völlig unrathsam sei, das Wasserwerk entfernt von dem Plage der Wassergewinnung aufzustellen. Um dies zu erläutern, muß angeführt werden, daß der Spiegel des Quellwassers im Ruppurrer Wald, je nachdem der Stand sehr hoch oder sehr nieder ist, 7 bis 10 Fuß unter der mittleren Höhe der Straßen von Karlsruhe liegt. Um für alle denkbaren Fälle in der Zukunft nie Wassermangel befürchten zu müssen, nehme ich an, daß die Sohle des gedeckten Canales, in welchem sich die Quellwasser sammeln, 6 Fuß tiefer als der niederste Stand (nach der Erfahrung dieses Winters) gelegt werde. Die Sohle des Canales, welcher den Hebmaschinen das Wasser zuführt, liegt also 16 Fuß unter der mittleren Oberfläche der Stadt, ziemlich ebensoviel unter dem Kiesboden im Ruppurrer Wald, etwa 7 Fuß unter der Oberfläche der Gottesauer Bruchwiesen. Soll nun das Quellwasser aus

dem Wald zuvor in die Nähe des Friedrichsthors gehen, und erst dort zur Vertheilung in die Stadt gehoben werden, so muß es in einer heiläufig 4000 Fuß langen Leitung abfließen. Diese Leitung könnte entweder ein gemauerter Canal oder eine weite Röhre sein. Sie läge wegen des Gefälles, welches sie bis in den Sammelbehälter am Friedrichsthor haben müßte, noch tiefer als 7 Fuß unter den Wiesen am Friedrichsthor, ihre Ausmündung läge sogar etwa 5 Fuß unter der Sohle des Landgrabens. Diese Leitung wäre also beständig auf die ganze Länge von dem schlechten Wasser der sumpfigen Wiesen umgeben, welches das Bestreben hätte, durch jede undichte Stelle in dieselbe einzudringen. Dazu kommt, daß die Errichtung des Wasserwerks am Friedrichsthor, zu dessen Betreibung die Wasserkraft der Alb benutzt werden muß, wenn ein wohlfeiler Betrieb stattfinden soll, wegen Ableitung des Wassers durch den Landgraben eine unzumuthliche Vertiefung des letztern beim Friedrichsthor fast zur Bedingung macht und außerordentlich große Kosten veranlaßt.

Ein weiterer ungünstiger Umstand für die Errichtung des Wasserwerks in der Nähe des Friedrichsthors ist der dort sich vorfindende schlechte Baugrund. Am Rande des Ruppurrer Waldes dagegen kommen alle Gebäude auf festen Kies zu stehen und veranlassen daher möglichst geringe Fundationskosten.

Man würde eigentlich nur deswegen, damit einige Gebäude mehr sich an die Stadt in der Nähe des Eisenbahngüterschoppens anreihen, einen viel größern Aufwand machen und sich der sichern Gefahr aussetzen, daß das gute Wasser verdorben, somit das Wesentlichste was erreicht werden soll, wieder aufgegeben oder mindestens auf's Spiel gestellt würde.

Um letzterer Gefahr auszuweichen, müßte das Wasser aus der Fassung im Wald zunächst so hoch gehoben werden, daß es in einer in trockenem Boden liegenden Leitung zum Friedrichsthor abgeführt werden könnte. Man hätte also außer der Hebmachine am Friedrichsthor eine zweite im Walde nöthig. Es liegt auf der Hand, daß auch diese Anordnung nicht empfohlen werden kann.

Bedenkt man zu alledem noch, daß, wenn das Wasserwerk bei den Quellen errichtet wird, sogleich von der Ziegelhütte an Abzweigungen an die Hauptröhre gelegt und also die Gebäude und Fabriken vor dem Thor auf wenigst kostende Weise mit Wasser versehen werden können, so wird man finden, daß es nicht zweckmäßig wäre, aus

einem ganz untergeordneten Grunde von jener Stelle für das Wasserwerk abzuweichen.

Abwasserkraft.

Von ganz entscheidender Wichtigkeit sind die Kosten der Gewinnung einer Wasserkraft zum Betrieb des Werkes in beiden Fällen.

In dem einen Fall wird der obere Werkkanal (von der Schleuse bei der Rüppurrer Kirche abgehend) nur bis in die Nähe des rothen Häuschens geführt. Nachdem die Kraft benützt ist, geht das aus der Alb entnommene Wasser wieder der Alb zu. Der untere Werkkanal soll nämlich über die Bruchwiesen unter dem Flossgraben und der Landstraße von Karlsruhe nach Rüppurr durchgeführt werden und sodann über die Beierthheimer Wiesen gehen um nächst oberhalb der Eisenbahnbrücke in die Alb wieder einzumünden. Es ist vorausgesetzt, daß eine (übrigens nicht bedeutende) Vertiefung des jetzigen Albbettes von der Eisenbahnbrücke bis zur Beierthheim-Bulacher Brücke vorgenommen werde. Auf diese Weise erhält man ein nutzbares Gefälle von 10 Fuß beim niedersten Stand der Alb und von 6 Fuß bei Hochwasser derselben. Man kann ohne Anstand bei steigender Alb auch mehr Wasser in den Canal lassen und so, was an Gefälle verloren geht, durch größere Wassermenge ersetzen. Man entzieht dem jetzigen Bette der Alb das Wasser nur von Rüppurr bis zur Eisenbahnbrücke, also auf einer Strecke, woselbst kein Gebrauch von der Alb gemacht wird, als in Klein-Rüppurr. Die dortige Mühle muß aber immerhin erworben werden, wenn man Wasserkraft haben will.

In dem andern Falle wird der obere Werkkanal bis in die Nähe des Friedrichsthors verlängert und nach Benützung der Kraft das Abwasser in den Landgraben geleitet. Wird dieser dort um 2 Fuß vertieft, so erhält man ein nutzbares Gefälle von 8 Fuß bei gewöhnlichem und von nicht ganz 6 Fuß bei hohem Stand des Landgrabens. Man kann auch, wenn dem Landgraben ein gleichförmiges Gefälle abwärts gegeben wird, nur eine beschränkte Wassermenge aus der Alb in denselben fließen lassen, weil sonst die Keller der Stadt Roth leiden würden; die Wasserkraft kann daher, auch wenn mehr Wasser aus der Alb zu entnehmen wäre, nicht verstärkt werden. Jedes Steigen des Landgrabens vermindert somit die Wasserkraft. Bei diesem Projekte würde die Alb von Rüppurr abwärts bis zur Wiedereinmündung des Landgrabens bei kleinem Wasser ziemlich trocken liegen. Man würde also Beierthheim, Bulach und der Militärschwimmschule im Sommer den größten Theil der Alb wegnehmen. Es folgt daraus die Nothwendigkeit von Entschädigungen an Berechtigte und die Verlegung der

Militärschwimmschule an den neuen Wasserwerkskanal. Um nicht auch der Appenmühle das Wasser zu entziehen, muß von der Schafbrücke über den Landgraben oberhalb Mühlburg bis gegen die Grünwinkler Albbücke durch sehr hochliegendes Feld ein Canal angelegt werden, welcher der Alb wieder so viel Wasser aus dem Landgraben zuleitet, als ihr bei Rüppurr entzogen worden.

Für beide Fälle wurden die Kosten berechnet, woraus sich ergab, daß im zweiten Falle die kleinere und unbeständigere Wasserkraft wegen den großen dadurch veranlaßten Arbeiten und Entschädigungen 134,000 fl. mehr kostet als im ersten Fall.

Es ist übrigens unbestritten, daß der jetzige Zustand des Landgrabens ein sehr bedauerlicher ist und daß hier geholfen werden sollte. Um zu helfen, muß man dem Landgraben vor Allem einen möglichst raschen Ablauf verschaffen. Dies geschieht, indem man ihm am Friedrichsthor seine jetzige Höhe läßt und ein gleichförmiges thunlichst großes Gefäll durch die Stadt, in welcher die Sohle des Grabens abgepflastert sein sollte, gibt. Unten, nicht oben, sollte man vertiefen und dann namentlich auch die Mühlburger Mühle beseitigen. Lauft das Wasser im Landgraben stets rasch ab, so wird kaum mehr reines Wasser als bisher notwendig sein, um den Canal sauber zu halten. Zeigt sich übrigens zweckmäßig, auch mehr reines Wasser als bisher in denselben zu leiten, so kann dies, sobald das neue Wasserwerk (am Rande des Rüppurrer Waldes) ausgeführt ist, jederzeit dann geschehen, wenn die Alb mehr Wasser führt, als für den Betrieb der Appenmühle erfordert wird. Diese Wasserzuleitung in den Landgraben kann durch den Floßgraben, Mittelbruchgraben oder durch einen neu anzulegenden höheren Canal erfolgen.

Man sieht aus diesen Erörterungen, daß die Landgrabenfrage unabhängig von der neuen Wasserleitung behandelt werden kann und daß sie vortheilhafter und zweckmäßiger getrennt behandelt wird.

Ausführlicheres über diesen Gegenstand und Alles was damit zusammenhängt, habe ich in meinem ersten Gutachten vom Oktober 1856 niedergelegt. Nachdem übrigens die Wasserleitungs-Commission der Ansicht beigetreten ist, daß das Wasserwerk am Rande des Rüppurrer Waldes in der Nähe des Augartens seine allein geeignete Stellung finde, kann ich hier weitere Erörterungen unterlassen und zur näheren Betrachtung des damit in seiner Grundlage festgestellten Entwurfes einer neuen Wasserleitung übergehen.

Bedingungen  
für den Entwurf  
einer neuen  
Wasserleitung.

Nach den Beschlüssen, welche im Laufe der Verhandlungen gefaßt wurden, soll der Entwurf folgenden Bedingungen und Ansprüchen Rechnung tragen:

- a) Die Durlacher Leitung soll vorerst im Wesentlichen ihrer bisherigen Ausdehnung nach erhalten werden. In Karlsruhe werden die bestehenden Ausläufe beibehalten, einige davon übrigens mit der neuen Leitung verbunden; in Durlach soll durch verstärkten Zulauf von den Quellenhäusern zum Maschinenhaus dafür gesorgt werden, daß in Zeiten von Wasserreichtum die Karlsruher Brunnen kräftiger ausgeben; auch sollen die Pumpen und ihre Verbindungen mit den Wasserrädern angemessenen Verbesserungen zur Beseitigung des derzeitigen sehr schlechten Zustandes unterworfen werden.

Wie schon oben angedeutet wurde, belaufen sich die Kosten der hierdurch bedingten Arbeiten auf 10,000 fl. Dieser Aufwand ist Sache des alten Wasserleitungsunternehmens; er berührt das neue Unternehmen nicht und es wird daher dieser Gegenstand hier nicht weiter ausgeführt.

- b) Die neue Wasserleitung soll so angelegt werden, daß in allen Stockwerken der Häuser in der ganzen Stadt laufende Brunnen eingerichtet werden können und daß die Wassermenge für eine Bevölkerung von 40,000 Seelen auch dann ausreicht, wenn die Durlacher Leitung für Karlsruhe aufgegeben würde. Weitere öffentliche Brunnen zu den jetzt an der Durlacher Leitung bestehenden sollen nicht in Betracht kommen.
- c) Die Bedürfnisse für das Großh. Residenzschloß, den Hofbezirk, die übrigen Großh. Gebäude und Gärten sind einzeln festgestellt. Es würde zu weitläufig sein, hier alle Ausgußröhren nach Lage, Weite, Steighöhe u. s. w. aufzuzählen, und wird wohl genügen, eine Zusammenstellung davon zu geben. Zu bemerken ist nur, daß die größte Höhe über dem Boden, in welcher noch ein kräftiger Ausguß aus Aufsteigröhren erfolgen soll, 55 Fuß beträgt, und daß zwei Springbrunnen (der eine auf dem Rasenplatz hinter dem Schloßthurm, der andere im Erbprinzengarten) die Höhe und Stärke der großen Fontäne im Schwesinger Garten haben müssen. Ein solcher Springbrunnen hat eine Strahlbreite von 9 Linien, eine Strahlhöhe von 42 Fuß und wirft in der Secunde 214 Cubitzoll Wasser aus.

Die Zusammenstellung der Bedürfnisse ist folgende:

10 Spring- und Zierbrunnen, wovon 5 bereits an der Durlacher Leitung angebracht sind, erfordern in der Sekunde . . . . .	0,57460 C.'
10 ständig laufende Brunnen mit 14 Röhren, wovon 6 bereits vorhanden sind; 10 dieser Röhren zu 300 Maas in 1 Stunde, 4 zu 150 Maas, bedürfen in der Sekunde . . . . .	0,05556 C.'
56 Hahnenbrunnen zu ständiger Benutzung, wovon 8 bereits bestehen; zu 100 Maas in 1 Stunde angenommen, erfordern sie in 1 Sekunde . . . . .	0,08624 C.'
	} 0,14180 C.'

Ganzer zukünftiger Bedarf, wenn die Fontänen im Gang sind 0,71640 C.'

Die bisherige Berechtigung des Großh. Hofes an der Durlacher Leitung beträgt:

für 5 Fontänen . . . . .	0,07860 C.'
für 6 ständig laufende Röhren	0,01752 C.'
für 8 Hahnen . . . . .	0,01232 C.'
	} 0,02984 C.'
	zusammen 0,10844 C.' in 1 Sekunde.

Ich habe schon früher angeführt, daß die Wassermasse, welche mit der bei Röhrenleitungen als zweckmäßig erkannten mittleren Geschwindigkeit (3') in der Hauptröhre abgeführt werden kann, von mir zu 2½ Cubikfuß in einer Sekunde angenommen worden ist. Diese Wassermasse reicht bei Voraussetzung des durch Erfahrung anderer Städte bestätigten Bedürfnisses von 100 Maas auf jeden Kopf der Bevölkerung in 24 Stunden, zwar nur für 38,880 Seelen, und für Zierbrunnen bleibt dann nichts übrig, allein es kann, wenn einmal mit 2½ Cubikfuß nicht mehr ausgereicht wird, auch ohne Nachtheil die Geschwindigkeit des Wassers in der Hauptröhre noch gesteigert werden. Bei 4' Geschwindigkeit wird die Wassermenge 3½ Cubikfuß, welche für 40,000 Einwohner bei gleichzeitiger Befriedigung des obigen Bedürfnisses des Großh. Hofes genügt.

Wasserverbrauch  
unter verschiedenen  
Voraussetzungen.

Für die nächste Zeit und die derzeitige Ausdehnung Karlsruhe's wird freilich weniger erfordert. Kommen außer dem Bedarf für den Großh. Hof mit 0,71640 Cubikfuß noch für 25,000 Einwohner zu 100 Maas im Tag 1,6075 Cubikfuß in Rechnung, und bleibt die Durlacher Leitung außer Betracht, so ist die stärkste Wasserausgabe an Sommertagen 2,3239 Cubikfuß in der Sekunde. Sind die Springbrunnen nicht

im Gang, so gehen davon 0,5746 Cubiffuß ab und die größte Leistung ist 1,7493 Cubiffuß.

Ist das Ausgeben der Durlacher Leitung ebenfalls, als einen Theil des Bedürfnisses befriedigend, in Rechnung zu bringen (in trockener Jahreszeit 0,209 Cubiffuß), so bleibt als Arbeit der neuen Wasserleitung noch 1,5403 Cubiffuß.

Bis eine ganz allgemeine Betheiligung der gegenwärtigen Bevölkerung Karlsruhes an der neuen Wasserleitung eingetreten ist, wird auch diese Zahl nicht erreicht. Bei der Berechnung, welche weiter unten folgen wird, nehme ich für die ersten Jahre nur 1,2 Cubiffuß an.

Alle diese Annahmen beruhen auf der Unterstellung eines gleichförmigen Wasserverbrauchs während Tag und Nacht. Offenbar ist aber unter Tag und zu gewissen Stunden der Verbrauch größer, die Leitung muß daher stets mehr zu liefern im Stande sein, als den durchschnittlichen Bedarf. Darum wird man auch mit den kleinsten Durchschnittszahlen keinen geregelten Betrieb zu führen im Stande sein, man muß immer größere Zahlen annehmen. Erfahrungsgemäß steigert sich sowohl die Betheiligung als der Wasserverbrauch rasch, sobald die Vortheile einer gut eingerichteten und gutes Wasser liefernden Leitung erkannt sind. Man darf sich also nicht abschrecken lassen, wenn, so lange das Unternehmen noch nicht besteht, wenig Theilnehmer zum Voraus sich melden. Gewöhnlich wartet die Mehrzahl ab, was aus einer Sache werden will, und erst wenn Jeder sich durch Thatsachen überzeugen konnte, kommt die Menge nach. So geht es im Allgemeinen mit allen derartigen Unternehmungen. Man muß deshalb nur dafür sorgen, daß die Unternehmung in ihrer Anlage eine möglichst vollkommene wird; besteht sie einmal, so wird sie sich selbst empfehlen.

Wasserfassung  
und Speisung der  
Pumpen.

Die Quellenfassung zur Gewinnung der nöthigen  $2\frac{1}{2}$  Cubiffuß Wasser ist ein unterirdischer Canal von 2' Weite und mindestens 3' Höhe, dessen Sohle 6 Fuß unter dem jüngsten niedrigsten Wasserstand liegt. Dieser Canal wird in den Kiesboden des Waldes gelegt, und so ausgeführt, daß durch seine Fugen das Wasser aus dem Kies in das Innere treten kann. Er läuft beiläufig 200 Fuß von den Wiesen entfernt, ziemlich parallel mit dem Waldrande. Seine Länge habe ich früher zu 1500 Fuß angenommen; nach den Ergebnissen bei dem Stück des Canales, welches im Herbst 1857 probeweise ausgeführt wurde, halte ich nun aber eine Länge von 500 Fuß für hinreichend. Jedenfalls wird man nicht mehr ausführen, als sich nothwendig zeigt,

da man jederzeit nach Bedürfnis den bestehenden Canal verlängern oder neue Canäle in anderer Richtung anschließen kann, um größere Flächen des Wasserbehälters (der Kiesbank) aufzuschließen. Bei der ersten Versuchsgrube im Jahr 1856, welche 60' lang, 8' breit war und 4—5' Wassertiefe hatte, ergab sich bei fortwährendem Schöpfen ein Zudrang von 0,4 Cubikfuß in der Secunde. Durch die neueren Arbeiten wurde die alte Grube, nachdem inzwischen der Wasserstand in Folge der Trockenheit sich um 1 Fuß gesenkt hatte, etwas erweitert und auf 7 Fuß Wasserhöhe vertieft. Der Wasserzudrang war der Art, daß bei ständigem Ablauf von 1 Cubikfuß in 1 Sekunde, der Wasserspiegel nur um 2 Fuß gesenkt werden konnte. Man kann nun zwar nicht nach einfacher Proportion schließen, daß, wenn für 1 Cubikfuß Wasser in der Sekunde 70 Fuß Canallänge nöthig sind, für  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß alsdann 175 laufende Fuß Canal erfordert werden, doch aber halte ich mich zu der Annahme berechtigt, daß 500 Fuß genügen werden. Jedenfalls ist, sobald das Wasserleitungsunternehmen zur Ausführung reif ist, die erste Arbeit die Herstellung der Wasserfassung in jener Länge, wie sie für ständiges Ausgeben des größten Bedürfnisses erforderlich wird, was durch Pumpversuche leicht sich herausstellen läßt.

Wäre meine neuere Annahme von 500 Fuß Länge zu klein, müßte (was nicht wahrscheinlich ist), die Länge sehr viel größer werden, so würde dieß nur eine unwesentliche Kostenvermehrung veranlassen. Die früher von mir angenommene Canallänge von 1500 Fuß ist übrigens im Ueberschlag stehen geblieben. Daß ein weit über das Bedürfnis hinausgehender Wasserreichthum in der durch die Lettenwand der Wiesen eingeschlossenen Kiesfläche des Waldes ständig vorhanden sein müsse (namentlich wenn man das Wasserbecken 6 Fuß unter seinem niedersten Stande aufschließt), dieß geht aus den früher gegebenen Erläuterungen und aus der überraschenden Ergiebigkeit der beschränkten Versuchsgrube selbst bei dem unerhört niedern Wasserstand der verflossenen Monate zur Genüge hervor.

Der allezeit mit Wasser gefüllte unterirdische Canal (die Wasserfassung) steht in Verbindung mit einem (zwar zugänglichen, aber ebenfalls mit Erde überdeckten) Behälter, von welchem eine Röhre von geringer Länge zur Speisung der Pumpwerke ins Maschinenhaus führt. Indem dort die Pumpen das Wasser schöpfen, um es der Stadt zuzuführen, suchen sie den Saugkasten zu leeren. Die Folge davon ist, daß der Wasserspiegel im Saugkasten sich tiefer stellt, als im Behälter, in diesem tiefer als in der Wasserfassung und dem von

ihr aufgeschlossenen großen natürlichen Wasserbehälter, daß also das Wasser ständig den Pumpen zufließt, so lange sie in Thätigkeit sind. Da der mit Wasser gefüllte Querschnitt der Fassung zum mindesten 6 Quadratfuß hält, so muß das zum Behälter laufende Wasser eine Geschwindigkeit von  $\frac{2,5}{6}$  oder annähernd 4 Zoll haben, wozu nur eine äußerst geringe Druckhöhe (Gefäll) erforderlich ist. Der Wasserspiegel im Saugkasten wird nur wenige Zolle tiefer stehen als in der die Wasserfassung umgebenden Kiesmasse, der Stand in dieser wird sich nach der Länge der Fassung und dem der Jahreszeit zc. entsprechenden Wasserreichthum überhaupt richten. Die Fassung muß so lange werden, daß in der trockensten Jahreszeit durch Ausschöpfen des Wasserbedarfs für die Stadt höchstens eine Senkung von 3 Fuß entstehen kann.

Um für die Zukunft nicht die geringste Gefahr zu laufen, daß der natürliche Behälter im Gebiete der Wasserfassung in Menge oder Reinheit des Wassers nachläßt, auch um in der Verlängerung der Fassung oder Anlage neuer Sammelkanäle nicht behindert zu sein, muß dahin gewirkt werden, daß die ganze in südsüdöstlicher Richtung vom Wasserwerk liegende Waldfläche von beiläufig 6000 Fuß Breite und 12,000 Fuß Länge (Durlacher- und Rüppurrer-Gemarkung) nie ausgerodet und zu Feld- oder Wohnplätzen verwendet werde. Auch muß eine erst seit einigen Jahren in der Nähe des zukünftigen Wasserwerks bestehende kleine Anstalt aus dem Gebiete dieses Werks alsbald entfernt werden.

Erhebung  
des Wassers.

Das Wasser muß nun so hoch gehoben werden, daß ein genügender Druck vorhanden ist, um die Widerstände, welche es bei seiner Bewegung findet, zu überwinden, und um in der Stadt so hoch in die Höhe zu steigen, als verlangt wird. Es ist früher bemerkt worden, daß im Großh. Residenzschloß (auch im Theater) in 55 Fuß Höhe über dem Boden noch ein kräftiger Ausfluß statt finden muß. Ist dafür gesorgt, daß diese Bedingung erfüllt wird, so ist auch genügender Druck vorhanden, um die große Fontäne im Schloßgarten auf die Höhe von 42 Fuß springen zu machen, und in der Stadt wird das Wasser je nach der geringeren oder größern Entfernung vom Wasserwerk bei 75 bis 40 Fuß Höhe über den Boden noch ausströmen. Auf die letztere Höhe steigt das Wasser noch am Mühlburger Thor, als dem entferntesten Stadttheil; 40 Fuß Höhe genügt aber für ein dreistöckiges Haus.

Zur Erreichung dieser Zwecke muß das Wasser durch die am Gewinnungsort aufzustellenden Maschinen über den niedrigsten Stand 100 bis 130 Fuß hoch gehoben werden, je nachdem es in den Röhren-

leitungen im Allgemeinen eine Geschwindigkeit von 2 Fuß oder von 3 Fuß hat. Bei 2 Fuß Geschwindigkeit gehen 1,73 Cubikfuß, bei 3 Fuß Geschwindigkeit 2,596 Cubikfuß in der Sekunde zur Stadt, indem die Haupttröhre vom Werk bis zum Friedrichsthor zu  $10\frac{1}{2}$  Zoll Weite angenommen ist. Vergleicht man die angegebenen Wassermengen mit den früher unter verschiedenen Voraussetzungen berechneten, so wird man finden, daß innerhalb der angegebenen Grenzen bis auf eine vielleicht sehr ferne Zukunft Allem Genüge gethan wird. Die Röhre, in welche das Wasser durch die Maschinen gehoben wird, und jene in welcher es seinen Druck auf die Röhrenleitung ausübt, wird übrigens noch höher als 130 Fuß über dem niedersten Wasserstand gemacht, damit auch, wenn es je erfordert werden sollte, ein noch größerer Druck (von 145 Fuß) ausgeübt, also noch mehr Wasser als 2,596 Cubikfuß in die Stadt und dort auf die nöthige Höhe geführt werden kann.

Lägen Anhöhen in der nächsten Nähe der Stadt, so würde man sehr wohl daran thun, einen großen Behälter, welcher das dringendste Wasserbedürfniß für mehrere Tage zu fassen und bei Feuersbrunst sogar im Falle unterbrochener Hauptleitung oder Stillstand des Wasserwerks schnell große Mengen zu liefern vermöchte, in solcher Höhe zu erbauen, daß von dort aus der nöthige Druck zur Verbringung des Wassers an alle wichtigeren Localitäten ausgeübt werden könnte. Man würde dann entweder alles von den Maschinen geschöpfte Wasser oder den in Folge stets wandelbaren Bedürfnisses jeweils nicht verbrauchten Theil desselben dem Sammelbehälter zuführen.

Sammelbehälter.

Leider bestehen solche Anhöhen nicht. Ein künstlicher Behälter in der Nähe des Wasserwerks von genügender Ausdehnung und 140 Fuß Höhe über dem Boden würde enorme sich nicht lohnende Kosten veranlassen; von einem solchen kann daher nicht die Rede sein. Dagegen mag es der Zukunft vorbehalten bleiben, daß der Aufwand nicht gescheut wird, in einem der Gärten in der Nähe des Großh. Residenzschlosses einen Sammelbehälter etwa 60 Fuß über dem Boden anzulegen. Ein künstlicher Hügel, mit Anlagen bedeckt, könnte das Mauerwerk des Behälters umschließen, seine Spitze könnte mit einem Pavillon gekrönt sein und an seinen Abhängen wären leicht prachtvolle Wasserfälle anzulegen, welche von Zeit zu Zeit durch den ganzen Inhalt des sonst als Borrathsbehälter für die Stadt dienenden Sammlers gespeist würden.

Beim vorliegenden Entwurf mußte also von der Anlage eines großen Sammelbehälters abgestanden werden. Damit übrigens in kurzer Zeit keine großen Schwankungen in der Höhe der Wasserfülle

entstehen können, wird das Steigrohr und das Druckrohr oben so viel erweitert, als es wohl angeht; auch muß ständig der Gang der Maschinen sich nach dem Sinken oder Steigen der Wassersäule beschleunigen oder mäßigen. Außerdem ist zu erwarten, daß nach dem Beispiel anderer Städte in den Häusern selbst Sammelbehälter aufgestellt werden, welche den nothwendigsten Wasserbedarf für einige Tage zu fassen vermögen. Diese Einrichtung ist zur ausgiebigeren Vernehmung des einem Hause zustehenden Wasserrechts, sowie bei Brandunfällen oder zeitweiliger Unterbrechung der Röhrenleitung sehr zweckmäßig.

Kraftbedarf für die Wasserhebung.

Es ist nun zu erörtern, welche Kraft nothwendig ist, welcher Art also die Maschinen sein müssen, damit die nach Umständen nöthigen Wassermengen auf die genannten Höhen gefördert werden können.

A. Nächste Zukunft. Die Durlacher Leitung besteht noch und für die Stadt hat die neue Leitung 1,2 Cubikfuß in der Sekunde zu liefern. Die Widerstandshöhe wird zu 100 Fuß angenommen.

a. Die Fontänen gehen nicht:

$$\text{Kraftbedarf } \frac{1,2 \cdot 54 \cdot 100}{500} = \dots \dots \dots 12,96 \text{ Pferde}$$

$$\text{dazu wegen Wasserverlust in den Pumpen } \frac{1,296}{\text{zusammen}} \dots \dots \dots 14,256 \text{ Pferde}$$

rund 15 Pferde.

b. Auch die Fontänen sind im Gang:

Diese verbrauchen 0,5746 Cubikfuß oder rund 0,6 Cubikfuß in der Sekunde, also noch die Hälfte mehr wie bei a.

$$\text{Der Kraftbedarf ist deßhalb } \frac{3}{2} \cdot 14,256 = 21,384 \text{ Pferde}$$

rund 22 Pferde.

B. Die Durlacher Leitung bleibt unberücksichtigt; die neue Leitung hat 25,000 Einwohner vollständig zu versorgen.

a. Ohne Fontänen:

Wassermasse 1,7493 Cubikfuß,

Widerstandshöhe 100 Fuß,

Krafterforderniß 21 Pferde.

b. Mit Fontänen:

Wassermasse 2,3239 Cubikfuß,

Widerstandshöhe 130 Fuß,

Krafterforderniß 36 Pferde.

C. Es sind 2,596 bis 3 Cubikfuß in der Sekunde zu liefern.

Kraftbedarf 40 bis 50 Pferde.

Der letztere Fall, daß über 40 Pferdekräfte zum Betrieb des Wasserwerks erfordert werden, dürfte in so fernere Zeit liegen, daß er füglich einstweilen außer Acht gelassen werden kann.

In den ersten Jahren wird eine Kraft von 15 bis 20 Pferden Dampfmaschinen. das höchste Erforderniß sein. Steigert sich der Wasserverbrauch bis zu  $2\frac{1}{2}$  Cubikfuß, so wird allmählig bis zu doppelt soviel Kraft nöthig.

Wir unterstellen zunächst, daß nur Dampfmaschinen in Anwendung kommen. Man wird nach obigen Berechnungen vorerst mit einer Maschine von 20 Pferdekräften ausreichen; jedoch erfordert die Vorsicht, eine gleichstarke Reservemaschine aufzustellen, damit keine längere Betriebsstörung bei zeitweiser Dienstuntauglichkeit einer der beiden Maschinen eintritt. Ist der Wasserverbrauch soweit gesteigert, daß ständig mehr als 20 Pferdekräfte nöthig sind, so müssen beide Maschinen in Thätigkeit sein und es ist eine dritte Maschine in Reserve erforderlich.

Bei reinem Dampfmaschinenbetrieb müßte daher in der Anlage der Gebäulichkeiten der Raum für drei Maschinen von 20 Pferdekräften vorgesehen sein und zwei solcher Maschinen wären alsbald aufzustellen. Mit der Aufstellung der dritten Maschine könnte zugewartet werden, bis der Wasserverbrauch sich so gesteigert hat, daß längere Perioden eintreten, in denen mit einer Maschine nicht mehr ausgereicht wird.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß mit Maschinen von nominell 20 Pferden nöthigenfalls mehr geleistet werden kann, als die Arbeit von 20 Pferdekräften (10,000 Fuß=Pfund), denn in der Regel sind die Maschinen stärker, als sie von der Fabrik angegeben werden. Man wird also lange nicht in die Lage kommen, eine dritte Maschine aufzustellen.

Die Kostspieligkeit der Unterhaltung von Dampfmaschinen gegenüber jener von Wasserrädern hat zur Ueberlegung geführt, wie ohne allzubedeutende Schwierigkeiten und Kosten eine Wasserkraft gewonnen werden könnte.

Schon weiter oben, als es sich um die Erörterung der zweckmäßigsten Stelle für das Wasserwerk handelte, ist gesagt worden, daß von der Alb oberhalb der Rüppurrer Mühle ein Kanal abgeführt werden solle, dessen Wasser nach erfolgter Benutzung zum Betrieb des Werks in einem andern Kanal, der nächst der Brücke über die Eisenbahn endet, wieder in die Alb zurückgeht. Es wurde dort auch erwähnt, daß bei Niederwasser der Alb ein nutzbares Gefäll von 10 Fuß, beim höchsten Stand der Alb ein solches von 6 Fuß gewonnen werde, wenn eine Abvertiefung bis zur Veiertheim-Bulacher Brücke durchgeführt wird.

Wasserkraft  
und deren Vorzüge.

Bisher wurde immer die Wassermenge der Alb bei kleinem Stand zu 30 bis 40 Cubikfuß angenommen. Messungen, welche nach der ganz außerordentlichen Trockenheit des Jahres 1857 in den ersten Tagen des Januar gemacht wurden, zeigten, daß das Minimum der Wassermenge nur gleich 25 Cubikfuß gesetzt werden könne. Freilich sind so niedere Stände sehr selten, doch darf man immerhin auch sie nicht außer Acht lassen, um so weniger, als das Aerar bedeutende Wässerungsberechtigungen hat, die zum Nachtheil der Klüppurrer Mühle benützt werden können. Mit 25 Cubikfuß Wasser und 10 Fuß Gefäll kann ein Nugeffekt von 19 bis 20 Pferden erzielt werden. Für die meiste Zeit darf man auf 30 Cubikfuß rechnen; alsdann ist eine nutzbare Kraft von 22 bis 24 Pferden vorhanden. Steigt das Wasser der Alb, wodurch das disponible Gefäll kleiner wird, so kann mehr Wasser in den Kanal gelassen werden. Beim höchsten Stand sind noch 6 Fuß nutzbares Gefälle vorhanden. Um ebenfalls eine Kraft von 22 Pferden wie bei größerem Gefäll zu haben, muß die Wassermenge auf 50 Cubikfuß gesteigert werden. Dieß hat keinen Anstand, da die mittlere Wassermenge der Alb zu 70 Cubikfuß anzunehmen ist.

Die Kanäle sind hiernach auf Abführung von mindestens 50 Cubikfuß zu bemessen. Nach dem Entwurf erhält der obere Werkkanal auf 7000 Fuß Länge  $1\frac{3}{4}$  Fuß Gefälle und 10 Fuß Sohlenbreite; der untere Werkkanal hat (mit Zurechnung der Albstrecke von der Eisenbahnbrücke bis zur Veiertheim-Bulacher Brücke) eine Länge von 8000 Fuß und soll ein Gefälle von  $2\frac{1}{2}$  Fuß und (vom Werk bis zur Alb) 8 Fuß Sohlenbreite erhalten.

Die Verwendung der Wasserkraft wird am zweckmäßigsten mittelst einer Turbine erfolgen. Würde nur Wasserkraft in Anwendung kommen, so müßten vorsichtshalber zwei Turbinen eingestellt werden, damit nicht leicht eine Unterbrechung des Betriebs eintreten könnte. Allein da die Wasserkraft nur zu 22 Pferden anzunehmen ist, womit nicht länger ausgereicht wird, sobald mehr als 1,8 Cubikfuß in die Stadt zu fördern sind, und da bei anhaltend strenger Kälte ein Einfrieren der Werkkanäle zu befürchten ist, auch sonstige Störungen möglich sind, so kann doch nicht umgangen werden, bei der ersten Anlage eine Dampfmaschine von 20 Pferden aufzustellen. Diese Dampfmaschine wird in der nächsten Zukunft, so lange keine Unterbrechung im Gang der Turbine eintritt, nicht arbeiten. Sie wird also vorerst Reservemaschine. Steigt der Wasserverbrauch in der Stadt zu solchem Maße, daß die Kraft der Turbine nicht mehr ausreicht, also ständig die Dampfmaschine mit-

arbeiten muß, so ist erforderlich, daß eine zweite Dampfmaschine in Reserve aufgestellt wird. Alsdann kann im Nothfall über 60 bis 70 Pferde (in 1 Turbine und 2 Dampfmaschinen) verfügt werden. Damit dürfte für eine sehr ferne Zukunft ausgereicht werden. Zunächst kommt nur die Aufstellung einer Dampfmaschine (außer der Turbine) in Betracht; für die spätere Aufstellung einer zweiten Dampfmaschine sollte bei der Bauanlage der Platz jetzt schon vorgesehen werden.

Die Mehrkosten der ersten Anlage, wenn die Wasserkraft der Alb benutzt wird, gegenüber der ausschließlichen Verwendung von Dampfkraft sind zu 49,000 fl. berechnet. Dieser Mehraufwand lohnt sich aber reichlich, indem die Betriebskosten, wie weiter unten erläutert werden wird, bei thunlichster Verwendung von Wasserkraft so wesentlich niedriger ausfallen, daß die kapitalisirte jährliche Ersparniß viel größer ist, als der erste Mehraufwand der Anlage.

Zur Wasserförderung selbst werden zwei Saug- und Druckpumpwerke, jedes mit zwei einfach wirkenden Cylindern von 15 Zoll Durchmesser, dienen.

Pumpen.

Eines dieser Pumpwerke ist als Reservemaschine für's andere zu betrachten, da ein Pumpwerk im Stande sein muß, im Falle der Unbrauchbarkeit des andern den dringendsten Wasserbedarf der Stadt zu liefern. Im Allgemeinen und namentlich in den ersten Jahren wird gewöhnlich, sowie nur eine Kraftmaschine, auch nur ein Pumpwerk im Gange sein. In späteren Jahren dagegen wird der vermehrten Ausdehnung des Wasserverbrauchs entsprechend mit einer dritten Kraftmaschine auch ein drittes Pumpwerk erfordert werden.

Damit keinerlei längere Stockung im Wasserwerksbetrieb aus Anlaß von Reparaturen u. an den Maschinen entstehe, wird die Verbindung derselben so geordnet, daß jede Kraftmaschine jedes Pumpwerk treiben kann. Eine Unterbrechung könnte also nur eintreten, wenn der Zufall wollte, daß alle Kraftmaschinen oder alle Pumpen gleichzeitig arbeitsunfähig würden.

Zur Schonung der Maschinen und zur Erzielung möglichst gleichförmiger Arbeit soll das Wasser auf seinem Wege von den Pumpen zum Steigrohr durch einen Windkessel gehen. Die Anordnung, daß das Wasser von den Pumpen in ein erstes vertical stehendes Rohr (Steigrohr) gehoben wird, um oben in ein zweites, das Druckrohr, überzugehen, wovon schon auf Seite 25 wegen Anlage von Sammelbehältern die Rede war, ist nothwendig, damit der immer ungleichförmige Gang der Pumparbeit nicht auch auf die große Masse des

Windkessel,  
Steig- und Druck-  
rohr.

in den Röhrenleitungen enthaltenen Wassers sich fortpflanzt, wodurch Verluste an lebendiger Kraft und nachtheilige Rückwirkungen auf die Röhrenleitung verursacht würden.

Die Verbindung zwischen Steigrohr und Druckrohr wird für die nach Umständen veränderlichen Druckhöhen an drei Punkten bewirkt. Der unterste Ueberlauf ist bei 90 Fuß Höhe über dem Wasserspiegel im Saugkasten, der zweite und dritte je 15 Fuß höher angebracht.

Wasserturm.

Das Steigrohr und das Druckrohr werden zu beiden Seiten des Dampfmaschinenkamins aufgestellt. Um diese drei verticalen Röhren wird ein Mauermantel gezogen. So entsteht, was man gewöhnlich Wasserturm nennt. Um das Kamin (zwischen demselben und den Wasserrohren) läuft eine eiserne Wendeltreppe, damit man überall leicht beikommen kann.

Diese Anordnung hat nebenbei den Vortheil, daß man im Winter durch die vom Kamin verbreitete Wärme es in der Hand hat, die Temperatur im Thurm beiläufig auf der Wassertemperatur zu halten, somit eine starke Abkühlung oder gar ein Einfrieren des Wassers in den Verticalröhren zu verhindern, während eine starke Erwärmung des Wassers im Sommer ebenfalls leicht abgehalten werden kann.

Der Thurm wird bis unter die Krönung 140 Fuß, das Kamin 150 Fuß hoch.

Gebäude.

Um den Thurm gruppiren sich das Maschinenhaus, Kesselhaus, Wohnhaus und Schoppen. Diese Gebäulichkeiten kommen an das Eck des Waldes nächst der Einmündung des vom Augarten am rothen Häuschen vorüberziehenden Weges zu stehen.

Röhrenweg.

Vom Wasserturm aus läuft unter dem genannten Weg hin die 10½ Zoll weite Hauptröhre zur Stadt. Sie geht bei der Floßgrabenbrücke am Augarten auf die Müppurrer Straße über und folgt dieser bis zum Friedrichsthor (Anfang der Steinstraße).

Die Wohngebäude, Gewerbe, Fabriken und öffentlichen Anstalten, in deren Nähe diese Hauptröhre vorübergeht (Augarten, Centralgarten, Landesgestüt, Glock'sche Fabrik, Bahnhof u.), können durch kurze Zweigleitungen aus ihr leicht mit Wasser versehen werden. Zu den Gebäuden an der Eitlinger Straße (Christofle'sche Fabrik u.) kann eine Zweigröhre durch eine der Augartenalleen ebenfalls von dieser Hauptröhre abgehen. Beim Kostenanschlag wurde übrigens auf diese Zweige keine Rücksicht genommen, weil sie zunächst, so lange die Augärten noch nicht dichter bebaut sind, mehr Sache der betreffenden Privaten als der Allgemeinheit des Unternehmens zu sein schienen.

Die 10 $\frac{1}{2}$  Zoll weite Röhrenfahrt theilt sich beim Friedrichsthor in die zwei städtischen Hauptleitungen. Die eine davon zieht möglichst direct dem Mühlburgerthor, als dem vom Wasserwerk entferntesten Punkt, zu und durchläuft dabei die Stein-, Spital-, Erbprinzen-, Karls- und Langestraße, wobei die (innern) Röhrendurchmesser allmählig abnehmend 8 $\frac{1}{2}$ , 7, 6, 5, 4 und endlich 3 Zoll sind. Die zweite Hauptleitung geht durch die Kronenstraße dem Schlosse zu; die Weiten der Röhren sind 6 $\frac{1}{2}$ , 5, 4 $\frac{1}{2}$  und 4 Zoll. Letztere Weite endigt bei der großen Fontäne hinter dem Schloß. Eine 3zöllige Leitung bis zum Theater bringt diese zweite Hauptleitung in nochmalige Verbindung mit dem städtischen Röhrenetze. Der nothwendige weitere Zusammenhang der Hauptleitungen mittelst Röhren von größerer Weite als 3 Zoll soll dadurch hergestellt werden, daß ein 5zölliger Röhrenstrang zwischen der Kronenstraße und Erbprinzenstraße (Ludwigspiaz) auf dem Wege durch die Langestraße, Karl-Friedrichstraße, den innern Zirkel und die Walbstraße angenommen ist. Außerdem sollen Röhren von 2 $\frac{1}{2}$  bis 3 Zoll Weite durch fast alle anderen Straßen gelegt werden. Die Hauptleitungen correspondiren dadurch an verschiedenen Punkten mit einander, und es kann — sofern nur auf der Strecke vom Werk bis zum Friedrichsthor keine Unterbrechung vorkommt — kaum je einmal ein empfindlicher Wassermangel eintreten.

An den meisten Punkten der Stadt, namentlich den volkreicheren, wird bei vorübergehender Unterbrechung der directen Leitung auf Umwegen (durch die längeren Röhrenfahrten anderer Straßen) Wasser beigebracht werden. Da ein wirkliches Netz von mit einander verbundenen Röhren vorhanden ist, so wird überhaupt das Wasser sich je nach Umständen auf dem einen oder andern Wege immer in der Richtung bewegen, in der es am wenigsten Widerstände zu überwinden hat.

Nach Ausführung dieses Röhrennetzes kann in jedes Haus der Stadt (ausgenommen einige einzeln stehende Gebäulichkeiten) auf kurzem Wege Wasser geleitet werden. Diese kurzen Abzweigungen werden zwar auf Privatrechnung herzustellen sein, wie dieß auch anderwärts üblich ist, doch sind bei der ersten Anlage der städtischen Leitungen sehr viele Röhren mit Ansätzen (zum spätern Anschluß von Abzweigungen) anzulegen, damit im Allgemeinen die Haupttröhren nachträglich nicht angebohrt werden müssen.

Würde man das neue Röhrennetz ganz unbekümmert um die Durlacher Leitung ausführen, so träfe es sich sehr häufig, daß zwei

Röhren in einer Straße lägen. In dem östlichen Stadttheil, auf welchen sachgemäß die Durlacher Leitung sich beschränken sollte, ist dieß natürlich dort nicht zu vermeiden, wo jene Leitung fortbestehen soll und man die Vortheile der neuen Leitung, welche jene nicht bieten kann, doch ebenfalls besitzen will. Allein überall dort (wie im westlichen Stadttheil), wo ohne Nachtheil für einen im Uebrigen zweckentsprechenden Fortbestand der Durlacher Leitung Brunnen, welche bisher von ihr gespeist wurden, aus der neuen Leitung versehen werden können, wird man dieß thun müssen. In einigen Fällen kann man sofort die alten Röhrenfahrten liegen lassen und an die neuen anschließen, in andern Fällen aber, wo die alten Röhren zu eng sind, werden sie herausgenommen und die noch brauchbaren Stücke an passenden Plätzen verwendet.

Nachdem auf diese Weise ein Theil der bisher von Durlach gespeisten öffentlichen Brunnen an die neue Leitung übergeht, können dagegen einige andere nicht hoch über dem Boden neu anzulegende Ausflüsse, welche für Zwecke des Großherzoglichen Hofes verlangt sind, noch der Durlacher Leitung zugetheilt werden. Dieß ist der Fall mit 4 Hahnen in den Stallgebäuden, 1 Brunnen und 4 Hahnen in den Gemüsegärten beim Durlacher Thor.

Wassermangel und ungenügende Kraft schließen die Benützung der alten Leitung für die hohen Aufsteigröhren im Großherzoglichen Residenzschloß, Theater ic. sowie für die Zierbrunnen vollständig aus. Darum soll einerseits aus der Kronenstraße die Hauptleitung zu der Fontäne hinter dem Schloßthurm gehen, anderseits ferner am Eck der Waldstraße und des innern Zirkels ein 4zölliger Röhrenstrang abzweigen, von welchem aus die verschiedenen Bedürfnisse des botanischen Gartens, des Theaters und der übrigen Gebäude dieses Bezirks befriedigt werden und welcher sofort mittelst eines 3zölligen Röhrenstrangs hinter dem Schloß mit der ersten Leitung wieder zusammenhängt.

Die von der neuen Leitung zu speisenden Ausflüsse sind, nach Bezirken abgetheilt, folgende:

a) Residenzschloß mit Bibliothekbau, Küche, Hoftheater, Intendantz, Botanik ic.

5 Fontänen (1 große auf dem Rasenplatz hinter dem Schloßthurm, 2 in den kleinen Gärten, 2 in der Botanik),

4 ständig laufende Brunnen,

30 Hahnenbrunnen und außerdem

7 Aufsteigröhren, die nur bei Feuersgefahr gebraucht werden sollen.

- b) Fasanengarten  
 2 Fontänen,  
 4 ständig laufende Röhren,  
 3 Hahnen.
- c) Schloßgartenkaserne und hintere Baumschule  
 3 Hahnen.
- d) Stallgebäude  
 4 Hahnen.
- e) Erbprinzengarten  
 1 Fontäne,  
 1 Hahnenbrunnen.
- f) Kunstschule  
 1 laufender Brunnen,  
 2 Hahnen.
- g) Schloßplatz  
 2 Fontänen auf den Rasenplätzen, für die zwar die Beibehaltung der bestehenden Röhrenfahrten angenommen ist, welche aber wegen reicheren Wasserbezugs besser mit der neuen Leitung verbunden werden.

Die Leitungen liegen im Allgemeinen 6 Fuß tief im Boden, um die äußeren Temperaturwechsel genügend vom Wasser abzuhalten und Beschädigungen der Röhren durch Fuhrwerke und andere äußere Einwirkungen zu verhindern. Die Röhren selbst sollen von Eisen (aufrecht) gegossen sein. In neuester Zeit hat man zwar Röhren von Glas gefertigt und die wohlfeile Fabrikation von Röhren aus Kalkstein ist in Aussicht gestellt, nachdem Proben mit beiden angestellt wurden. Ich glaube aber, daß für ein Unternehmen wie das vorliegende, welches, wenn beschossen, rasch zur Ausführung gebracht werden soll und von dem man mit Recht in allen Beziehungen vollständige Zweckmäßigkeit erwarten wird, nichts gewählt werden darf, was noch nicht durch reise Erfahrung erprobt ist. Mir scheint die Zweckmäßigkeit dieser Arten von Röhren für alle Fälle der Anwendung noch nicht über jeden Zweifel erhaben zu sein, und ich kann daher für den speziellen Fall der hiesigen Wasserleitung einen sehr großen Versuch damit nicht empfehlen. Dagegen dürfte es am Platz sein, für einzelne Röhrenfahrten von dem einen oder andern genannten Material Anwendung zu machen, um zur Erprobung dieser neuen Methoden beizutragen und die betreffenden Unternehmungen, die für viele Fälle alle Beachtung verdienen, zu unterstützen.

Einiges über die Art der Ausführung der Leitungen.

Die gußeisernen Röhren erhalten Flanschen, die abgedreht werden und, nach Einlegung von Bleischeiben, das Mittel zur wasserdichten Verschraubung bieten. Von Strecke zu Strecke werden Röhren mit Stopfbüchsenverschluß eingeschaltet, damit eine ungehinderte Verkürzung oder Verlängerung der zwischenliegenden Röhrenfahrten thunlich ist. Obwohl die Temperaturwechsel, welche die unter dem Boden liegenden Röhren erleiden, sehr unbedeutend sind, so dürfen dieselben bei der großen Länge der an einander hängenden Leitungen doch nicht außer Acht gelassen werden. Auch können während des Einlegens oder bei späterer Aufgrabung einzelner Strecken bedeutendere Verschiebungen eintreten.

Sämmtliche Röhren müssen vor ihrer Annahme auf einen Druck von 15 Atmosphären geprüft werden.

Um nach Erforderniß einzelne Röhrenstrecken entleeren oder abschließen zu können, müssen an passenden Stellen Abschlußvorrichtungen (bei weiten Röhren Schieber, bei engeren Röhren Regelhahnen) angebracht und Verbindungsröhren in die tiefer liegenden Stadtcanäle vorhanden sein.

Damit die Luft, welche vom Wasser in die Röhren mitgeführt wird und sich an höheren Punkten der Leitung als großes Hinderniß der Bewegung des Wassers ansammelt, von Zeit zu Zeit entweichen kann, werden sogenannte Luftspunden an geeigneten Stellen von Strecke zu Strecke aufgesetzt. Wo sich eine Leitung in zwei oder mehrere Zweige theilt, werden Theilkasten angebracht. Es sind dies von der Straße aus zugängliche Schachte, in denen mittelst der angebrachten Schieber und Hahnen die Wasservertheilung regulirt werden kann.

Feuerhahnen.

In allen jenen Theilkasten, welche in der Nähe von Gebäuden liegen, sollen zugleich Vorrichtungen angebracht sein, um bei Brandunfällen Schläuche oder Spritzenröhren aufschrauben zu können. Um diese Feuerhahnen gehörig wirksam zu machen, werden die von der Brandstätte abliegenden Theile der Röhrenleitung abgesperrt, wodurch eine gesteigerte Wasserausgabe in der Nähe des bedrohten Platzes erzielt wird. Man wird damit in vielen Fällen die transportablen Spritzen entbehrlich machen und kann jedenfalls in kürzester Zeit viel größere Wassermassen an die bedrohten Stellen werfen, als mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln. In Hamburg sind zu diesem Zweck in allen Straßen und Gassen auf durchschnittlich 130 Fuß Entfernung sogenannte Nothposten angebracht, Röhren von 3 bis 4 engl. Zoll innerer Weite, welche von der Straße geöffnet werden können.

Schwennbrunnen.

Sodann ist es zur Reinigung der im Sommer oft die Luft ver-

pehenden Straßenrinnen und der Auspülung der Stadtkanäle durchaus nothwendig, daß an passenden, dem vorhandenen Gefäll der Rinnen entsprechenden Stellen Hahnen mit geringer Ausgußhöhe über dem Boden angebracht werden. Diese Schwenkhahnen sind dem Publikum verschlossen und werden vom Aufsichtspersonal nach Erforderniß vorübergehend geöffnet. Man wird dieselben in breiten Straßen bei Laternenständern neben der Rinne, in schmalen Straßen an Häusern anbringen, wobei dann kleine Dohlen durch das Trottoir zu legen sind. Auch diese Brunnen (in Paris bornes-fontaines genannt) können in Brandsfällen sehr nützliche Dienste leisten.

In Paris kommt auf 1000 Fuß Rinnenlänge 1 solcher Brunnen; er wird 3 Stunden (dreimal je 1 Stunde) des Tages geöffnet und wirft in 1 Stunde 6420 Liter (4280 Maas) aus.

Im Ueberschlag sind als Bedürfniß an gußeisernen Röhren für Stadt und Hofbezirk zusammen 12,216 Centner in Rechnung gezogen. Es ist ferner vorerst auf 60 Feuerhahnen und 30 Schwenkbrunnen für die Stadt Rücksicht genommen.

Die Leitungsröhren, welche in die Häuser gehen, sind von Blei; ihre geringste innere Weite soll 8 Linien betragen. Jede solche Privatleitung steht unter Verschuß eines Regulirhahmens, der nur vom Aufsichtspersonal gestellt werden darf. Jeder Ausguß im Haus — auch bei ständig laufenden Brunnen — muß mit einem Hahnen versehen sein, um nöthigen Falls geschlossen werden zu können. Je nach dem Wasserrecht, welches ein Hauseigentümer erwirbt oder miethet, können ein oder mehrere Hahnen, laufende Brunnen, Springbrunnen u. angelegt werden. Der Wasserbezug wird durch die Stellung des Regulirhahmens, an welcher der Private keinerlei Veränderung vornehmen darf, sowie durch Vertrag geregelt. Man kann Ausgußröhren in allen Stockwerken, in Küchen, über Waschbecken und Badwannen, in Werkstätten, Waschküchen u. anlegen. Man füllt Behälter zur Sammlung eines Vorraths für besondere Fälle; man kann, wo es die übrigen Einrichtungen zulassen, sogenannte Water-Closets haben u. Sogar zum Betrieb von hydraulischen Pressen, zu Hebvorrichtungen, für andere vorübergehende Kraftäußerungen in Gewerben kann das für's Haus erworbene Wasserrecht verwendet werden.

Die Einzelheiten der Anlage und der Einrichtungen der Wasserleitung können hier nicht durch Beschreibung klar gemacht werden. Dazu bedürfte es der Vielfältigung der Pläne und Ueberschläge. Es muß daher auf meine schriftlichen Gutachten mit ihren Beilagen verwiesen werden.

Verforgung der  
Häuser.

Kostenanschlag.

Ich will hier noch anfügen, daß in der Kostenberechnung für die Brunnen und Springbrunnen im Großh. Hofbezirk nur einfache Stöcke, Schaalen und Behälter ohne weitere plastische Zuthaten vorausgesetzt sind. Würde daher für angemessen gefunden, an einzelnen Punkten mehr für architektonisches Aeußere zu thun, so wären die bezüglichen Mehrkosten gegenüber einer einfachen Ausstattung noch zuzuschlagen.

Da für die Stadt keine öffentlichen Brunnen in Betracht kommen sollen, die Abzweigungen für Privaten aber auf deren Rechnung gehen, so enthält der Ueberschlag in diesem Betreff nur die Kosten der Hauptleitungen. Dagegen war es bei der genauen Angabe der Bedürfnisse des Großh. Hofes thunlich, alle darauf bezüglichen Arbeiten im Ueberschlag zu berücksichtigen.

Der im März 1857 aufgestellte Ueberschlag weist folgende Kosten des beschriebenen Entwurfes nach:

#### A. Bei ausschließlicher Verwendung von Dampfkraft.

1. Güterentschädigung und Wassergewinnung . . . . .	26,000 fl.
2. Gebäude . . . . .	49,000 fl.
3. Maschinen . . . . .	45,000 fl.
4. Röhrenleitung . . . . .	275,000 fl.
	Zusammen 395,000 fl.

#### B. Bei theilweiser Verwendung von Wasserkraft.

1. Güterentschädigung und Wasserfassung . . . . .	26,000 fl.
2. Gebäude (Wasserrthurm, Maschinenhaus, Kesselhaus, Wohngebäude, Oekonomiegebäude u.) . . . . .	48,000 fl.
3. Maschinen (Dampfmaschine, Turbine, Pumpen, Kessel, Steigrohr, Druckrohr, Ramin u.) . . . . .	35,000 fl.
4. Besondere Kosten für Gewinnung der Wasserkraft (Ankauf der Ruppurrer Mühle, Werkkanäle, Brücken, Schleußen, Vertiefung der Alb u.) . . . . .	60,000 fl.
5. Röhrenleitung:	
a. vom Maschinenhaus zum Friedrichsthor . . . . .	41,183 fl.
b. durch die Kronenstraße bis zum Hofbezirk . . . . .	11,193 fl.
c. durch die Steinstraße über's Rondel, Erbprinzenstraße bis Erbprinzengarten . . . . .	18,049 fl.
d. sämtliche sonstige städtische Leitungen . . . . .	138,850 fl.
e. Leitungen und Einrichtungen für den Großh. Hof . . . . .	65,725 fl.
	Zusammen 444,000 fl.

Somit sind die ersten Anlagekosten bei Anwendung der Wasserkraft der Alb gegenüber der ausschließlichen Verwendung von Dampfmaschinen um  $444,000 - 395,000 = 49,000$  fl. höher.

Die Ueberschläge sind so gehalten, daß keine Ueberschreitung derselben, sondern eher Ersparnisse zu erwarten sind, vorausgesetzt, daß nicht außerordentliche unvorhergesehene Verhältnisse eintreten und daß die Ausführung mit Umsicht, mit der nöthigen Raschheit und mit Benutzung günstiger Preisconjunctionen erfolgt.

Man kann übrigens unter allen Umständen erreichen, daß eine gewisse als Maximum anzusehende Summe von etwa 350,000 fl. an für die erste Zeit nicht überschritten wird, wenn man vorerst nur das Nothwendigste herstellt, wobei namentlich in der Ausdehnung des Köhlerrennegeres Spielraum gegeben ist. Von den oben unter 5 d. mit 138,850 fl. überschlagenen Leitungen könnte allenfalls noch ein größerer Theil zurückgestellt bleiben.

Auch wenn, wie zu wünschen ist, das vollständige Unternehmen von Anfang an in Aussicht genommen wird, sollte doch zuvörderst die Hauptleitung durch die Kronenstrasse und jene durch die Stein-, Spital-, Erbprinzen- und Waldstrasse mit den verschiedenen Zweigen im Hofbezirke, wo beide Leitungen zusammentreffen, ausgeführt werden. Erkennt das Publikum sofort die große Nützlichkeit und Annehmlichkeit der neuen Einrichtung, so wird es selbst auf möglichste Erweiterung dringen und die Stadt wird durch gesicherte Betheiligung der Privaten leichter zu weiterem Aufwande schreiten können. Man dürfte dann auch besser als jetzt in der Lage sein, zu beurtheilen, ob und welcher Theil der Anlagekosten der Förderung des Gemeinwohls von der Stadt zum Opfer zu bringen sei, oder ob Alles durch Abgabe von Wasserrechten an Privaten gedeckt werden könne und solle, oder ob gar ein gewinnbringendes Unternehmen daraus zu machen sei. Die Erfahrungen anderer Städte zeigen, daß die Privatbetheiligung Jahr um Jahr in steigendem Verhältniß zunimmt.

Das neue Wasserleitungsunternehmen soll wie das frühere auf Rechnung der Stadt ausgeführt werden, und für den Antheil des Großh. Hofes wird das Alexar (wohl am geeignetsten wieder durch Zahlung einer Annuität) entsprechende Vergütung leisten. Obwohl die Bestimmung des Vertheilungsmaßstabes keine technische Frage ist, so wird es doch der Sache dienlich sein, wenn hier schon eine, zwar ganz unmaßgebliche, Ansicht über die Art der Kostentheilung ausgesprochen wird.

Befreiung der  
Kosten.

Wir haben auf Seite 21 gesehen, daß die für die Großh. Hofverwaltung zeitweise (wenn die Fontainen spielen) nöthige Wassermenge 0,71640 Cubikfuß in der Sekunde ist, während die bisherige Berechtigung an der Durlacher Leitung 0,10844 Cubikfuß beträgt. Es handelt sich also um ein neues Bedürfnis von  $0,71640 - 0,10844 = 0,60796$  Cubikfuß. Die neue Leitung (insbesondere Röhrenfahrten, Maschinen etc.) wird für 2,5 Cubikfuß angelegt, also in runder Zahl für das Vierfache der für den Großh. Hof zeitweise weiter zu liefernden 0,60796 Cubikfuß. Ich nehme daher an, daß an den Herstellungskosten derjenigen Einrichtungen, welche für den Großh. Hof und die Stadt gemeinsam dienen, das Aerar einen Viertel zu tragen habe; dazu kommen die ganzen Kosten der ausschließlich für Zwecke des Großh. Hofes bestimmten Einrichtungen.

In den Voranschlagsübersichten sind unter A die Posten 1, 2, 3, unter B die Posten 1, 2, 3, 4 gemeinsam; unter A. 4 und B. 5 betreffen a, b, c ebenfalls gemeinsamen Zwecken dienende Röhrenfahrten, wogegen 5 d ganz der Stadt, 5 e ganz dem Großh. Hof angehört.

Hiernach wäre beim Projekt A der Antheil des Großh. Hofes

$$\frac{26,000 + 49,000 + 45,000 + 41,183 + 11,193 + 18,049}{4} + 65,725$$

= rund 114,000 fl.

Aus ähnlicher Rechnung ergibt sich bei Projekt B der Hofantheil zu 126,250 fl.

Die ersten Anlagkosten dürften sich daher wie folgt vertheilen:

A mit zusammen 395,000 fl.:

zu 114,000 fl. für den Großh. Hof, zu 281,000 fl. für die Stadt;

B mit zusammen 444,000 fl.:

zu 126,250 fl. für den Großh. Hof, zu 317,750 fl. für die Stadt.

Betriebskosten.

Entscheidend für die Wahl des einen oder andern Projektes sind die jährlichen Betriebskosten.

Auf Seite 26 sind die Kräfte angegeben worden, welche unter verschiedenen Unterstellungen zum Betrieb des Wasserwerks erfordert werden. Bei einer Wasserförderung von 1,2 Cubikfuß sind 15 Pferde, wenn auch die Fontainen gehen, 22 Pferde nöthig. Rechnen wir zunächst die jährlichen Betriebskosten bei ausschließlicher Verwendung von Dampfkraft, ohne Rücksicht auf die Kosten der Unterhaltung der Röhrenleitung, der Aufsicht über dieselbe in der Stadt und der Verwaltung und Verrechnung.

Der Maschinenbetrieb erfordert an ständigem Personal:

1 Maschinist, jährlicher Gehalt . . . . .	700 fl.
2 Heizer (Tag- und Nacharbeit) zu 400 fl. . . . .	800 fl.
	<u>1500 fl.</u>

Dampfmaschinen von der Stärke, wie sie hier erfordert werden, und mit so veränderlicher Arbeit bedürfen einschließlic des Anheizungs-materials 7 Pfund Steinkohlen für eine Pferdekraft in jeder Stunde. Die doppelt so starken Maschinen der Hamburger Stadtwasserkunst sollen zwar nur die Hälfte brauchen; ich halte aber nicht für rathsam, so nieder zu rechnen. Wird die Kohle aus halb Saarbrücker und halb Offenburger gemischt, so dürfte der Centner auf 30 fr. zu stehen kommen.

Wenn nun mit 15 Pferden das ganze Jahr hindurch, mit 7 weiteren, während die Fontänen gehen (an 200 Tagen 12 Stunden täglich) gearbeitet werden muß, so wird an Kohlen erfordert

(365 . 24 . 15 + 200 . 12 . 7) 7 Pfund = 10,374 Centner, welche zu 30 fr. kosten . . . . .	5187 fl.
dazu für Maschinist und Heizer . . . . .	1500 fl.
ferner für Del und Fett, Bugmaterial, Reparatur der Maschinen, Tagelöhner w. . . . .	613 fl.

So findet man die jährlichen Kosten des Betriebs zu . . . 7300 fl.

Diese Kosten entstehen für die Förderung von 1,2 Cubiffuß in jeder Secunde in 365 mal 24 Stunden, und von 0,6 Cubiffuß in jeder Secunde in 200 mal 12 Stunden, oder auf's ganze Jahr gleichförmig vertheilt für durchschnittlich 88,412 Maas in 1 Stunde.

[Demnach verursachen 100 Maas in 1 Stunde (24 Dhm im Tag) 8 fl. 16 fr. an jährlichen Maschinenbetriebskosten.]

Ueber die Berechtigung an der Durlacher Leitung sind (nach Seite 21) für den Großh. Hof (in der Secunde)

0,14180 — 0,02984 = 0,11196 C.' während des ganzen Jahrs, und  
0,57460 — 0,07860 = 0,49600 C.' an 200 Tagen während je 12 Stunden zu liefern. Der Antheil an obigen Betriebskosten dafür berechnet sich aus

$365 \cdot 24 \cdot 0,11196 + 200 \cdot 12 \cdot 0,496$	7300 zu rund 1350 fl.
$365 \cdot 24 \cdot 1,2 + 200 \cdot 12 \cdot 0,6$	

Benützt man die Wasserkraft der Alb, so erhält man nach früherer Berechnung bei niederstem bekanntem Abwasserstand 19 bis 20 Pferdekraft, bei gewöhnlichem Stand 22 bis 24 Pferdekraft. Um möglichst wenig zu Gunsten der Wasserkraft zu rechnen, nehme ich an, daß das ganze Jahr an Dampfkraft nur 15 Pferde weniger erfor-

berlich sind, als bei ausschließlicher Verwendung der letztern. Die Betriebskosten werden dann sein:

200 . 12 . 7 . 7 = 1176 Centner Kohlen zu 30 fr. . . . .	588 fl.
Maschinenmeister und Gehülfen . . . . .	1200 fl.
Unterhaltung u. (auch des Wasserwerks) . . . . .	812 fl.
Zusammen	2600 fl.

Dieser Betrag ist sehr hoch gerechnet; denn in Wirklichkeit wird, so lange nicht mehr als 22 Pferde gebraucht werden, Dampfkraft nur bei Störung in der Nutzung der Wasserkraft nothwendig sein. Ist die Dampfkraft längere Zeit entbehrlich, so werden statt 2600 fl. höchstens 1500 fl. an Betriebskosten erwachsen.

Ich rechne übrigens 2600 fl., oder eine Ersparniß gegen reinen Dampfmaschinenbetrieb von nur 7300 — 2600 = 4700 fl., welche eintritt, wenn mittelst eines Mehraufwands bei der ersten Anlage von 49,000 fl. (siehe Seite 37) Wasserkraft benutzt wird. Da die jährlichen Zinsen von 49,000 fl. zu  $4\frac{1}{2}\%$  (rund) 2200 fl. betragen, so bleibt demnach immerhin eine jährliche Ersparniß von 4700 — 2200 = 2500 fl., welche capitalisirt einen erstmaligen Weniger-Aufwand von 55,555 fl. darstellt.

Der Mehraufwand der ersten Anlage von 49,000 fl. für Benutzung der Abwasserkraft zum Werkbetrieb (Entwurf B.) ist daher nur ein scheinbarer; in Rücksicht auf die jährlich wiederkehrenden Ausgaben ist der Entwurf B., welcher zu 444,000 fl. überschlagen ist, um 55,555 fl. wohlfeiler als der Entwurf A. Diese Zahl stellt die Vortheile der Verwendung von Wasserkraft noch sehr mäßig dar; wird, wie für lange Zeiträume mit Wahrscheinlichkeit geschehen kann, der jährliche Aufwand nur zu 1500 fl. statt 2600 fl. angenommen, so ist der Nutzen der Wasserkraft einer erstmaligen Ersparniß von 80,000 fl. gleich zu achten.

Diese Resultate lassen die Verwendung der Abwasserkraft zum Werkbetrieb als ökonomisch und rätlich erscheinen.

Lassen wir die Zahl 2600 fl. für die jährlichen Betriebskosten stehen. Damit werden durchschnittlich in 1 Stunde 88,412 Maas in die Stadt gefördert, von welchen 16,089 Maas für den Großh. Hof abgehen, also 72,323 für die Stadt verbleiben.

Nach dem Verhältniß von 16,089 zu 72,323 vertheilen sich die jährlichen Betriebskosten von 2600 fl. wie rund 480 fl. zu 2120 fl. für den Großherzoglichen Hof und die Stadt.

Das städtische Anlagecapital ist 317,750 fl., wovon die jährlichen Zinsen zu  $4\frac{1}{2}$  % betragen . . . . . 14,300 fl.  
Schlägt man hierzu die Kosten des Maschinenbetriebs . . . . . 2120 fl.  
ferner für Verwaltung, Aufsicht über die Leitung und

Kostenpreis des  
Wassers.

Unterhaltung derselben . . . . . 1580 fl.  
so stellt die Summe von . . . . . 18,000 fl.  
den jährlichen Totalaufwand für Lieferung von 72,000 Maas Wasser in der Stunde dar. Demnach kommen 100 Maas in der Stunde (24 Dhm im Tag) auf jährlich 25 fl., 100 Dhm im Tag auf 104 fl. 10 fr. jährlich zu stehen.

Da hierbei das ganze Anlagecapital der Leitung, welche ein größeres Wasserquantum als das berechnete zu liefern vermag, schon in Rechnung genommen ist, so wird in der Zukunft bei erfolgendem stärkerm Betrieb, welcher dann mit weiterer Dampfkraft bewirkt werden muß, trotz der Kosten des Dampfbetriebs das Wasser wohlfeiler. Wir haben nämlich oben gesehen, daß die Förderung von 88,412 Maas in der Stunde mittelst Dampfkraft einschließlich 1500 fl. für Personal 7300 fl., ohne Personal 5800 fl. kostet. Steigert sich die Wasserförderung auf  $88,412 + 72,323 =$  rund 160,000 Maas in der Stunde, so steigt der jährliche Aufwand in der Voraussetzung, daß immer noch das erste Anlagecapital zu  $4\frac{1}{2}$  % zu verzinsen ist, etwa auf folgenden Betrag:

a. Die früher berechnete Summe von . . . . .	18,000 fl.
b. Die Förderungskosten von 88,412 Maas mit Dampf- kraft . . . . .	5800 fl.
c. Für vermehrtes Personal . . . . .	800 fl.
d. Zinsen weiteren Aufwands für Maschinen, Bauten und Röhrenleitungen . . . . .	3500 fl.
e. Weiterer Zuschlag für Verwaltung, Aufsicht und Unterhaltung . . . . .	700 fl.
	Zusammen 28,800 fl.

wornach die 100 Maas in 1 Stunde jährlich 18 fl., 100 Dhm in 24 Stunden 75 fl. kosten werden.

Aus diesen Berechnungen, welche zum Theil auf ungünstigeren Schlusßbetrachtung. Voraussetzungen beruhen, als man zu machen berechtigt wäre, und aus der Vergleichung der Resultate mit dem Preis des Wassers in anderen Städten ergibt sich, daß bei einigermaßen großer Betheiligung schon von Anfang billige Preise gestellt und dennoch mit der Zeit aus den Erträgnissen die Anlagekosten getilgt werden können. Wenn auch

in den ersten Jahren die Stadt einige Dpfer bringen muß, so kann sie solche sehr wohl rechtfertigen. Die vielen Vortheile, welche eine gute Wasserleitung bietet, werden für die Gesamtheit und für den Einzelnen sich bald indirect auch in materiellem Gewinn bemerklich machen. Außer vielem Andern wird größere Annehmlichkeit für den Fremden, Bequemlichkeit für den Einwohner, Förderung der bestehenden Gewerbe und Erweckung neuer die Folge einer zeitgemäßen Wasserversorgung der Stadt sein. Es wird also zum Wohlstand und Aufblühen Karlsruhes ein sehr wirksamer Hebel eingesetzt.

Schlussantrag.

Ich schließe hiermit, den zu 444,000 fl. überschlagenen Entwurf zur baldigen Ausführung empfehlend.

### Erläuterungen zur topographischen Karte.

Auf der beigehefteten Karte (welche unter Zugrundlegung der Lorenz'schen vom Jahr 1828 gefertigt ist, und in Manchem den neuesten Zustand daher nicht vollständig darstellen dürfte) ist mit blauer Farbe das auf die Durlacher Leitung Bezügliche, mit rother Farbe der vorgeschlagene neue Entwurf angedeutet. Durch einen grünen Ton sind die tiefliegenden Gelände (alte Flussläufe, größtentheils mit Lehm Boden oder Letten ausgefüllt) hervorgehoben.

Der ehemalige Flußarm, an dessen Ufern Rüppurr, Gottesau, Durlach liegen, gibt deutlich die Grenze des mit dem Gebirg zusammenhängenden Kiesrückens an, welcher als großer Wasserbehälter angesehen werden kann (siehe Seite 25 — 29).

Mit voller rother Linie ist der Kanal aus der Alb zum Betrieb der Turbine (oberer Werkkanal) und ebenso jener, welcher das Wasser der Alb wieder zuführt (unterer Werkkanal) angegeben. Die Strecke der Alb, welche roth punktiert ist, soll gleichförmiges Gefäll durch Vertiefung des Bettes erhalten (siehe Seite 32, 41, 42).

Noth gestrichelt ist die Wasserfassung eingezeichnet (siehe Seite 36 — 38).

Mit „Wasserhebwerk“ ist die Lokalität bezeichnet, wo die Gebäude zu errichten sind, welche die Maschinen und Einrichtungen zur Wasserförderung und die Räumlichkeiten für das zum Betrieb nöthige Personal enthalten (siehe Seite 38, 43, 44).

Vom Wasserwerk zum Friedrichsthor ist die Hauptleitung und in der Stadt das neu anzulegende Röhrennetz mit rothen Linien angedeutet (siehe Seite 44 — 47).

Die blauen Linien in der Stadt sind beizubehaltende Röhrenfahrten der Durlacher Leitung (siehe Seite 45, 46).