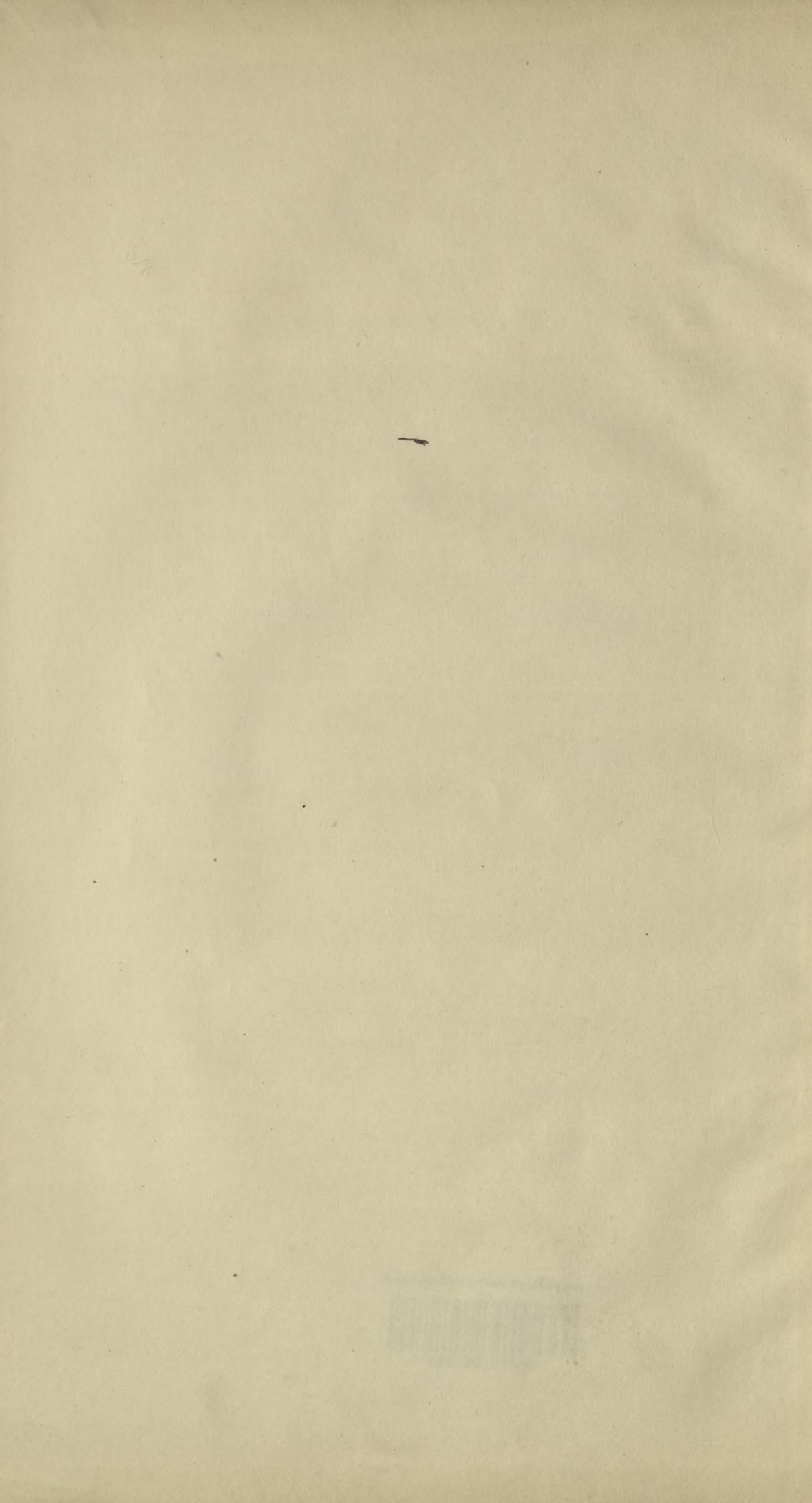


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301560



Erläuterungsbericht

zu dem

Entwurf eines Wasserwerks

für den Kreis Bergheim

von

HERM. EHLERT

Civilingenieur in Düsseldorf.

F. Nr. 25821



Gedruckt bei August Bagel in Düsseldorf.

*cg. 56
58*

[ca 1894]



W-301076



~~III 16472~~

~~BPK-3-12/2010~~
Akc. Nr. 3119 / 50

VORWORT.

Durch Beschluß des Kreisausschusses zu Bergheim wurde dem Verfasser der ehrenvolle Auftrag zu teil, einen Entwurf auszuarbeiten, welcher die Versorgung des ganzen Kreises Bergheim mit Trink- und Nutzwasser von einer Zentralstelle aus zum Gegenstande haben sollte. Dieser Beschluß und dessen Ausführung dürfte auch in weiteren Kreisen Interesse erregen, weil es meines Wissens der erste überwiegend landwirtschaftliche Verband in Preußen ist, der sich an ein solches Unternehmen wagt. Wohl sind in Preußen schon mehrere Wasserwerke vorhanden, welche größere industrielle Gebiete versorgen, wie das Wasserwerk für das nördliche westfälische Kohlenrevier, das Thyssen'sche Wasserwerk in Styrum, das Wasserwerk für den oberschlesischen Industriebezirk und die hierher zu rechnenden Wasserwerke der Städte Essen, Bochum, Dortmund usw.; aber alle haben ihre Unternehmungen auf einen sicheren Kundenkreis aufbauen können, welcher gewissermaßen in einer Zwangslage sich befand, insofern, als er sich das zu seinen Betrieben erforderliche Wasser nicht selbst zu beschaffen in der Lage war und das Zusammendrängen der Industrie dieser Gebiete überall lohnenden Absatz versprechende große und lange Rohrstrecken zu verlegen gestattete. Im vorliegenden Falle aber handelt es sich um ein Unternehmen, welches von einem Kreise geplant wird, dessen Bewohner zum überwiegenden Teil dem landwirtschaftlichen Berufe angehören. Während es sich bei den genannten größeren industriellen Wasserwerken um zahlreiche große, dicht beieinander liegende Abnehmer handelte, sind hier eine große Anzahl kleiner weit auseinander liegender Abnehmer zu berücksichtigen. Andererseits mußte aber auch wieder der in einem Teile des Kreises sich allmählich entfaltenden und eine große Zukunft versprechenden Braunkohlenindustrie Rechnung getragen werden, welche zwar heute noch keinen erheblichen Teil des abzusetzenden Wassers entnehmen wird, mit der Zeit aber doch in größerem Maße Berücksichtigung erheischen wird.

Am besten ließe sich diese Anlage vergleichen mit den umfassenden Wasserversorgungen der Rauhen Alb und des Heuberges in Württemberg, doch fehlt dort die Industrie, welche im vorliegenden Falle nicht ganz aus dem Auge gelassen werden durfte.

Bei dieser Sachlage erforderte die Bearbeitung des Entwurfes reife Überlegung, damit einerseits die Rentabilität kein allzu ungünstiges Bild ergebe und andererseits mit der Zeit eine erhebliche Vermehrung der Wasserabgabe möglich wird, ohne daß die einmal getroffenen grundsätzlichen Anordnungen der Anlage später eine Veränderung erfahren, welche alle Berechnungen zu Schanden werden läßt.

Zu der geringen finanziellen Leistungsfähigkeit der meisten der voraussichtlichen Abnehmer kommt noch die verschiedene Höhenlage der einzelnen zu versorgenden Ortschaften, welche zwischen + 125 m N. N. und + 65 m N. N. regellos zerstreut liegen, um die Entwurfsarbeit zu erschweren, sodaß dem Verfasser eine so interessante Aufgabe gestellt war, wie sie sich dem ausführenden Hydrotekten sehr selten bietet. Ob und wie weit es dem Verfasser gelungen ist, diese Aufgabe zweckmäßig zu lösen, wird der gütige Leser nach dem Durchblättern dieses Entwurfes selbst am besten beurteilen.

Leider ist es bei der Kürze der zur Ausarbeitung des Entwurfes zur Verfügung stehenden Zeit (der Versuchsbrunnen, die Grundlage des ganzen Entwurfes, ist zur Zeit der Abfassung dieses Berichtes erst zum Teil fertig gestellt und der Entwurf soll mit möglichster Beschleunigung zur Ausführung gelangen) nicht möglich gewesen, Detailzeichnungen dem vorliegenden Heftchen beizufügen, eine so wertvolle Ergänzung desselben diese auch gebildet haben würden. Andererseits aber würde dem Werkchen eine solche Fülle Material angegliedert werden, daß die Geduld der Mitglieder der über die Ausführung beschließenden Körperschaft dadurch wohl über Gebühr in Anspruch genommen würde. Hoffentlich ist es dem Verfasser vergönnt, in einer späteren Arbeit über die Ausführung zu berichten, wo dann das Versäumte nachgeholt werden kann.

Geographisches.

Der Landkreis Bergheim, Regierungsbezirk Cöln, wird begrenzt im Norden vom Kreise Grevenbroich, im Osten vom Stadt- und Landkreise Cöln, im Süden vom Kreise Düren, im Westen vom Kreise Jülich. Geographisch bildete er ursprünglich ein Hochplateau, welches der Länge nach in der Richtung von Süden nach Norden von der Erft durchströmt wird. Diese Hochfläche dacht sich im allgemeinen von Süden nach Norden ab. Der höchste im Süden gelegene Punkt, die Türnicher Höhe, liegt 142 m über N. N., während die Höhenlage im Norden bei Königshoven etwa + 102 m N. N. beträgt. Weiter nach Norden flacht sich das Gelände im allgemeinen ab, bis es bei Neuß in das Rheintal mit einer Höhenlage von etwa + 40 m N. N. übergeht. Dieses Hochplateau ist nun seiner ganzen Länge nach von der Erft ausgewaschen, welche sich bis auf eine Tiefe von + 85 m N. N. im Süden, und bis + 65 m N. N. im Norden, also um etwa 60 bis 40 m tief eingeschnitten hat. So bildet denn jetzt der ganze Kreis gewissermaßen ein langgestrecktes Tal, dessen Hänge auf dem linken Ufer sehr sanft sind, während das rechte Ufer von den steiler ansteigenden Höhen der Ville gebildet wird, die wegen ihrer reichen Braunkohlenablagerungen bekannt ist.

Geologisches.

Diese Braunkohlenlager bilden tertiäre Inseln, welche von diluvialen Ablagerungen um- und teilweise noch überlagert sind, aber nur auf dem rechten Erftufer sich vorfinden, nirgends aber auf das linke Erftufer hinübergreifen. Während so die höheren Lagen des Kreises geologisch dem Diluvium angehören, sind die Ablagerungen im Erfttale selbst jüngeren Ursprungs und gehören schon dem Alluvium an.

Im südlichen Teile des Kreises tritt noch der Neffelbach in die Erft, ebenfalls ein großes Alluvialgebiet durchfließend.

Auf der Dechenschen Karte (Blatt 35 des Entwurfs) ist die Grenze des Alluvialgebietes recht gut zu verfolgen, insbesondere fällt eine große Einbuchtung desselben nach Westen hin auf, welche von der Eisenbahn von Horrem nach Buir der Länge nach durchschnitten wird. Diese Alluvialbucht ist wenig besiedelt, gut bewaldet und dürfte auch wohl in Zukunft von dichterem Bepflanzung verschont bleiben. Außerdem liegen in ihrer Nähe die höchsten Punkte des Kreises, welche sich gegebenenfalls zur Anlage eines

Hochbehälters gut eignen, so daß es natürlich erscheint, wenn sich das Augenmerk zunächst auf diesen Geländestreifen richtete, als es sich darum handelte, die für die Wassergewinnung geeigneten Stellen auszusuchen.

Mächtigkeit der wasserführenden Schicht.

Es war zu erwarten, daß in diesem Alluvialgebiete größere Grundwassermengen anzutreffen sein würden, weil dieselben von einem großen, sehr sanft abgedachten Hinterlande gespeist werden, fast gar kein Meteorwasser durch sofortigen Abfluß verloren geht, sondern alles Wasser, was nicht verdunstet oder von der Pflanzendecke aufgenommen wird, in den Boden versickert. In der Tat haben die hier angestellten Bohrungen über alles Erwarten günstige Ergebnisse aufzuweisen. Die auf Blatt Nr. 19, 20 und 21 dargestellten Bohrprofile zeigen, daß nirgends, selbst bei 60 m Tiefe noch nicht, die wassertragende Schicht erreicht worden ist. Bei Bohrloch Nr. 1 wurde das Bohren bei 60 m Tiefe eingestellt, weil eine durch eisenhaltige Bindemittel zusammengekittete Schicht von Feuerstein dem Bohren einen so großen Widerstand entgegen setzte, daß die Kosten des tieferen Bohrens nicht im Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen gestanden hätten. Es ist aber wohl anzunehmen, daß mit dieser Schicht das Liegende des Diluviums und das Hangende des Tertiärs erreicht worden ist, deren feinkörnige Sande Ausbeute für Wassergewinnungszwecke nicht versprochen. Außer dem tiefen Bohrloch von 60 m sind noch einige bis zu 40 m und darüber abgestoßen und überall noch für Wassergewinnungszwecke günstige Verhältnisse nachgewiesen worden. Leider konnte wegen Mangel an verfügbaren Mitteln die untere Grenze der eigentlichen wasserhaltenden Schicht nirgends erreicht werden, da der Verfasser späterhin nur noch bis zu 20 m Tiefe zu bohren ermächtigt war.*

Grundwasserstand.

Das Grundwasser steht überall nur ein bis einige Meter unter Tage. Die durch die Bohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten bestanden aus ganz reinen Sand- und Kiesschichten von grauer und gelber Färbung und nur in den auf dem rechten Ufer der Erft abgetriebenen Bohrlöchern Nr. 5 und 7 zeigte sich der Kies stark mit Ton durchsetzt und daher weniger durchlässig, eine Erscheinung, welche erst wieder auf dem linken Ufer derselben in den Bohrprofilen auftritt (Nr. 12).

Verwerfung.

Auffällig erscheint die Tatsache, daß in dem Brunnen des Wasserwerkes der Sibyllagrube in Hemmersbach der Grundwasser-

* Erst nach Fertigstellung des Brunnens wurde dem Berichterstatter noch ein Bohrloch in der Nähe des Brunnens bis zur wasserhaltenden Schicht bewilligt. Dasselbe erreichte bei 72,70 m Teufe blauen Ton.

spiegel erst bei etwa 8 m unter Tage erreicht wird, während das nur etwa 20 m näher der Erft zu liegende Bohrloch Nr. 5 schon bei 6,1 m und Bohrloch Nr. 4 sogar schon bei 3,6 m den Grundwasserspiegel erreicht. Auch die in dem genannten Brunnen durchfahrenen Schichten sind viel fester, aus Ton und Kies zusammengebacken, als die in dem Bohrloch Nr. 5 angetroffenen. Von ortskundigen und sachverständigen Personen wird auch mitgeteilt, daß längs des Gemeindeweges Horrem-Hemmersbach abgeteufte Brunnen vielfach gar kein Wasser ergeben, weil sie nur tonige Schichten durchfahren, während weiter oben im Hange der Ville gelegene Brunnen gutes und reichliches Wasser ergaben. Also oberhalb und unterhalb des genannten Weges reine Kiesablagerungen und gutes Wasser, in der Mitte stark tonige Ablagerungen. Diese Scheidelinie macht fast den Eindruck einer Verwerfung, einer Schichtenverschiebung.

Abgesehen von dieser außerhalb des hier interessierenden Gebietes gelegenen tonigen Grenzscheide, zeigt das ganze untersuchte Gebiet eine so große Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschichten, wie sie vom Verfasser im Rheinlande noch nirgends beobachtet worden ist. Als größte ununterbrochene Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschichten im Rheinlande ist dem Verfasser nur die Mächtigkeit von 27 m bekannt (bei Geldern).

Größe des Niederschlagsgebietes.

Die erste Grundbedingung für eine genügende Wassermenge, genügende Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschichten, ist also vorhanden. Auch an genügender Ausdehnung des Wasserfeldes fehlt es nicht, denn es besitzt, soweit es untersucht worden ist, eine Ausdehnung von etwa $8 \times 6 \text{ km} = \text{etwa } 48 \text{ qkm}$. Die aus diesem Gebiete zu erschließende Grundwassermenge wird in erster Linie abhängen von der Regenmenge, die auf dasselbe fällt. Die mit Sicherheit anzunehmende Regenhöhe dürfte auf 0,700 m jährlich zu setzen sein. Die gesamte Menge der Jahresniederschläge auf diesem untersuchten Gebiete wäre demnach auf $48\,000\,000 \times 0,7 = 33\,600\,000 \text{ cbm}$ anzusetzen. Gering gerechnet kommen von diesen 30 % zur Versickerung, also rund $10\,080\,000 \text{ cbm}$, die als Grundwasser zur Verfügung stehen dürften.

Hierbei ist jedoch nur das durch Bohrungen untersuchte Gelände in Rücksicht gezogen worden. Zur Bildung von Grundwasser trägt aber auch derjenige Geländeteil noch bei, welcher sich darüber hinaus rechts und links bis zur Wasserscheide erstreckt. Rechnet man diesen hinzu, dann erhält man einen Geländeausschnitt, welcher längs des Erftflusses etwa 8 km, in der Breite aber etwa 20 km von Wasserscheide zu Wasserscheide mißt, so daß $8 \times 20 = 160 \text{ qkm}$ Grundwasser bildende Fläche vorhanden ist, ohne Rücksicht auf die oberhalb und unterhalb noch vorhandenen großen Auffangflächen, welche Grundwasser bildend, ergänzend sich anschließen.

Außer der Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschichten und deren Flächenausdehnung sind maßgebend für die Ergiebigkeit

einer Fassungsanlage: Richtung und Gefälle des Grundwasserspiegels und Durchlässigkeit des Grundwasserträgers, Weite des Brunnens und Absenkung des Brunnenwasserspiegels während des Betriebes.

Richtung und Gefälle des Grundwasserstromes.

Die Oberfläche des Grundwasserspiegels ist auf Blatt Nr. 32 in Horizontalkurven dargestellt. Nach diesen ist der Verlauf des Grundwassers ein fast genau nördlicher. Die Niveaukurven verlaufen fast genau von Westen nach Osten mit einer dem Erftflusse entsprechenden kleinen Einbuchtung nach Süden. Hieraus ergibt sich eine Grundwasserstromrichtung, welche die Erft unter spitzem Winkel trifft. Man erkennt also ganz deutlich die Speisung der Erft durch das Grundwasser und überzeugt sich leicht, daß, wenn die Wasserfassungsanlage weit genug von der Erft entfernt angelegt wird, ein Eintritt von Erftwasser in dieselbe gänzlich verhütet werden kann, was für die Reinheit des Wassers von der größten Bedeutung ist.

Das Gefälle des Grundwasserstromes beträgt zwischen den Querprofilen Ahe-Quadrath und Kerpen-Mödrath etwa 11,25 m auf 6750 m, also 0,001682, während das Geländegefälle auf dieselbe Länge 18 m, oder $18 : 6000 = 0,003$ beträgt.

Der größte Teil des Niederschlagsgebietes, soweit es für die Wassergewinnung in Frage kommt, liegt, wie ersichtlich, auf dem linken Ufer der Erft, und ist hiermit ein Fingerzeig gegeben, daß die Wasserfassungsanlage auch auf dem linken Ufer der Erft anzulegen sein dürfte, daß aber auch bei zu großer Entfernung von der Erft das Grundwasser so tief unter Tage steht, daß dessen Gewinnung mit einfachen Saug- und Druckpumpen nicht mehr zu bewirken ist. Es wird also im Interesse der Verhinderung etwaigen Zuflusses von der Erft und andererseits im Interesse günstiger Wasserhebung die Wasserfassung weit genug von der Erft, und wiederum nicht allzu weit landeinwärts gelegt werden müssen. Es dürfte genügen, wenn die Entfernung von der Erft so groß genommen wird, daß der abgesenkte Brunnenwasserspiegel immer noch höher bleibt, wie der Wasserspiegel der Erft und der benachbarten Oberflächengewässer.

Durchlässigkeit des Grundwasserträgers.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Grundwasser sich bewegt, hängt, wie bei offenen Wasserläufen, in erster Linie von dem Gefälle ab und wird des weiteren beeinflußt von der Durchlässigkeit des Grundwasserträgers, in ähnlicher Weise wie bei offenen Wasserläufen der Rauheitsgrad des Flußbettes die Geschwindigkeit beeinflußt. Diese Durchlässigkeit des Grundwasserträgers läßt sich nur durch Versuche bestimmen.

Nennt man die Geschwindigkeit des Grundwassers $= v$, das relative Gefälle $= r$ und den Durchlässigkeitsgrad des Grundwasserträgers $= k$ (Kornkoeffizient), so kann man die in dem

vorhergehenden Satze ausgesprochene Betrachtung umsetzen in die Gleichung

$$v = k \cdot r$$

Das relative Gefälle r ist, wie bereits früher erwähnt, im Durchschnitt $1:0,001682$. Um v zu bestimmen, ist noch der Wert von k zu ermitteln. Dieses ist auf dem Versuchswege erfolgt. Das hierbei eingeschlagene Verfahren gründet sich auf folgende Betrachtung:*

„Sei l die Dicke des Filtermaterials, welches durch ein Drahtsieb von dem darunter befindlichen Wasser getrennt ist, so muß eine bestimmte wirksame Druckhöhe H vorhanden sein, um das in dem Abflußkanal entweichende Wasser durch den Filtersand zu pressen. Nimmt man den Querschnitt des Abflußkanales verhältnismäßig groß an, so kann die Arbeit, welche zur Erzeugung der Bewegung außerhalb des Filtermaterials usw. gebraucht wird, der Filtrationsarbeit selbst gegenüber vernachlässigt werden. Man darf unter solchen Verhältnissen unbedenklich setzen:

$$H = l r = \frac{l v}{k}$$

und bestimmt hieraus:

$$k = \frac{l v}{H}$$

Die Geschwindigkeit v aber kann in diesem Falle beobachtet werden. Hat man festgestellt, in welchem Verhältnisse das Porenvolumen des Filtermaterials zu dem Gesamtvolumen desselben steht, so ergibt sich die wasserdurchlassende Fläche F des Filters. Multipliziert man diese Fläche mit der Geschwindigkeit, so folgt das pro Sekunde durchfließende Wasserquantum:

$$Q = F \times v$$

und man findet durch Elimination von v aus den vorstehenden Gleichungen

$$k = \frac{l Q}{F H}$$

in welcher Gleichung außer k sämtliche Größen bekannt sind.“

Es wurden nun die Bohrproben aus sämtlichen Bohrlöchern Filtrationsversuchen unterworfen und ergaben sich für den Koeffizienten k folgende Werte:

bei Bohrloch 1	$k = 1,5$
„ „ 2	$k = 1,3$
„ „ 3	$k = 2,6$
„ „ 4	$k = 2,0$
„ „ 5	$k = 0,6$
„ „ 6	$k = 1,1$
„ „ 7	$k = 1,8$
„ „ 8	$k = 0,7$
„ „ 9	$k = 0,4$
„ „ 10	$k = 1,1$
„ „ 11	$k = 0,7$
„ „ 12	$k = 0,1$

* Aus Lueger, Wasserversorgung der Städte, Seite 125.

bei Bohrloch 13	$k = 1,0$
„ „ 14	$k = 1,0$
„ „ 15	$k = 0,6$
„ „ 16	$k = 2,8$
„ „ 17	$k = 3,3$
„ „ 18	$k = 2,3$
„ „ 19	$k = 1,3$
„ „ 20	$k = 2,8$
„ „ 21	$k = 1,4$
„ „ 22	$k = 1,5$
„ „ 30	$k = 2,8$
„ „ 31	$k = 2,0$
„ „ 32	$k = 2,6$
„ „ 33	$k = 2,6$
„ „ 34	$k = 2,6^*$
	Mittel = 1,6

Diese Werte von k sind in Millimeter ausgedrückt. Es wäre aber wohl kaum zulässig, nunmehr behaupten zu wollen, daß diese Werte absolut richtige sind. Man muß vielmehr im Auge behalten, daß es wohl sehr schwer sein wird, aus dem Aushub eines Bohrloches eine so richtige Mischung des Kieses oder Sandes herauszugreifen, daß in derselben die Korngrößen ebenso verteilt sind, wie im Boden selbst, aber bei der nötigen Vorsicht wird es immerhin gelingen, ein den wirklichen Verhältnissen annähernd entsprechendes Gemenge aus jedem Bohrloch zur Untersuchung zu bringen, so daß man im Großen und Ganzen doch ein richtiges Bild von der Durchlässigkeit des Bodens erhalten wird. Das Mittel aus 27 Beobachtungen ist $k = 1,6$ mm. Das mittlere Grundwassergefälle ergibt sich aus den Grundwasser-Niveaukurven zu 0,001682, so daß, wenn es erlaubt ist, Mittelwerte zu verwenden, für das ganze untersuchte Gebiet sich eine Grundwassergeschwindigkeit ergibt von

$$\begin{aligned}
 v &= 0,0016 \times 0,001682 \text{ m} = 0,0027 \text{ mm in der Sekunde,} \\
 &= 0,162 \text{ mm in der Minute,} \\
 &= 9,72 \text{ mm in der Stunde,} \\
 &= 0,233 \text{ m auf den Tag.}
 \end{aligned}$$

Bei Bohrloch 3 war die Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschicht 57,78 m und etwa gleich groß bei Bohrloch 34, nämlich 56,20 m, bei keinem der anderen Bohrlöcher ist die untere Grenze derselben erreicht worden, obgleich sie bis zu 40 m abgeteuft sind, so daß man keinesfalls zu hoch greift, wenn man als Tiefe der Wasserschicht 56 m annimmt.

Um das freie Durchflußprofil des Grundwassers zu erhalten, muß noch die Porosität φ des Grundwasserträgers in die Rechnung eingefügt werden. Dieselbe ist nach den angestellten Versuchen

bei Bohrloch 1	$\varphi = 0,24$
„ „ 2	$\varphi = 0,23$
„ „ 3	$\varphi = 0,26$
„ „ 4	$\varphi = 0,26$
„ „ 5	$\varphi = 0,21$

* Bohrloch 34 wurde erst nach Beendigung des Pumpversuches fertiggestellt.

bei Bohrloch 6	$\varphi = 0,23$
" "	7 $\varphi = 0,28$
" "	8 $\varphi = 0,27$
" "	9 $\varphi = 0,25$
" "	10 $\varphi = 0,26$
" "	11 $\varphi = 0,26$
" "	12 $\varphi = 0,24$
" "	13 $\varphi = 0,23$
" "	14 $\varphi = 0,22$
" "	15 $\varphi = 0,22$
" "	16 $\varphi = 0,25$
" "	17 $\varphi = 0,26$
" "	18 $\varphi = 0,23$
" "	19 $\varphi = 0,23$
" "	20 $\varphi = 0,23$
" "	21 $\varphi = 0,23$
" "	22 $\varphi = 0,22$
" "	30 $\varphi = 0,26$
" "	31 $\varphi = 0,23$
" "	32 $\varphi = 0,22$
" "	33 $\varphi = 0,22$
" "	34 $\varphi = 0,22$
im Mittel	$\varphi = 0,24$

Für einen Streifen von 100 m Breite, gemessen in der Richtung der Grundwasserhorizontalen, ist demnach der freie Grundwasserquerschnitt $f = 100 \times 56 \times \varphi = 100 \times 56 \times 0,24 = 1344$ qm, und die Grundwassermenge, welche diesen Streifen in der Sekunde durchströmt

$$\begin{aligned}
 Q &= f \times v = 1344 \times 0,000027 = 0,0036 \text{ cbm,} \\
 &= 0,216 \text{ cbm in der Minute,} \\
 &= 12,96 \text{ cbm in der Stunde,} \\
 &= 311,04 \text{ cbm im Tag.}
 \end{aligned}$$

Würde man also eine Wasserfassungsanlage bauen, welche in der Richtung der Grundwasserhorizontalen ihre Wirksamkeit nur auf je 50 m rechts und links ausdehnt, so könnte man derselben täglich 311 cbm Wasser entnehmen, ohne daß dem übrigen Gelände Wasser entzogen wird, also ohne daß der Grundwasserspiegel im allgemeinen in weiterem Umkreise sinkt. Man kann nun leicht ermessen, welche Ausdehnung eine Grundwasserfassungsanlage in der Richtung der Grundwasserhorizontalen gemessen, haben muß, wenn sie eine bestimmte Ergiebigkeit haben soll. Hierbei wird die Absenkung im Brunnen während des Betriebes so groß sein, wie nötig ist, um dem Wasser die Geschwindigkeit zu geben, welche nötig ist, um zu dem Brunnen aus 50 m Entfernung herbei zu strömen. An der Grenze des Wirkungskreises des Brunnens wird die Geschwindigkeit des dem Brunnen zuströmenden Wassers unendlich klein sein, wird aber immer größer, je näher dem Brunnen, weil dieselbe Wassermenge durch immer kleinere Querschnitte hindurch muß, bis endlich die kleinste Querschnittfläche, der Brunnenmantel, die größte Geschwindigkeit aufweist. Die wachsende Geschwindigkeit bedingt wachsendes Gefälle, und so erscheint dann das Querprofil der Oberfläche des dem Brunnen

zufließenden Grundwassers als eine Parabel, welche den normalen Wasserspiegel an der Entnahmegrenze berührt. Um den Brunnen herum bildet sich ein Depressionstrichter, welcher annähernd die Form eines Paraboloides hat. Je größer die Absenkung im Brunnen, desto größer wird erklärlicherweise auch der Wirkungskreis des Brunnens.

In Wirklichkeit wird man die Ergiebigkeit der Grundwasserfassungsanlage dadurch steigern, daß man mit größeren Absenkungen arbeitet und so das Wasser von weiterher herbeizieht. Der Wirkungskreis des Brunnens schiebt sich weiter hinaus und in diesen Wirkungskreis tritt nun das Grundwasser von allen Seiten ein, von oben, von den Seiten und von unten her und ergänzt sich aus weiteren Bezirken, wobei allerdings eine kleine Senkung des Grundwasserspiegels in der Umgebung des Brunnens auftritt. Diese erstreckt sich jedoch selbst bei sehr durchlässigem Material selten über einige hundert Meter.

Bisher ist immer nur von dem Wasser die Rede gewesen, welches durch die Versickerung der meteorischen Niederschläge sich stetig wieder ergänzt. Aber auch eine vorübergehende Inanspruchnahme des Grundwasservorrates würde im vorliegenden Falle kaum Schaden bringen, vorausgesetzt, daß sie nicht dauernd ist und durch die größeren Regenperioden ein Ersatz des weggepumpten Grundwasservorrates erfolgt. Das untersuchte Gebiet hat eine Fläche von 160 qkm. Bei 24 % Porenvolumen und nur 56 m Mächtigkeit der wasserführenden Kiesschicht ergibt sich ein Grundwasservorrat von $160\,000\,000 \times 0,24 \times 56 = 2\,150\,400\,000$ cbm. Der Gesamtverbrauch des Wasserwerkes dürfte in absehbarer Zeit 4740 cbm pro Tag, im Jahre also $365 \times 4740 = 1\,730\,100$ cbm betragen. Selbst wenn nur aus dem Grundwasservorrat geschöpft würde, würde man mit demselben etwa $\frac{2\,150\,400\,000}{1\,730\,100} =$ zirka 980 Jahre auskommen, vorausgesetzt, daß man bis auf 56 m Tiefe absenken könnte.

Hierbei ist nur das untersuchte Gebiet in Frage gekommen; im ganzen ist der Grundwasservorrat aber vielmal größer, weil das Grundwasser bildende Gebiet ein vielmal größeres ist.

In Wirklichkeit wird für die Entnahme von täglich 4740 cbm aber nur das Grundwasser gehoben werden, welches in einem Streifen von $\frac{4740 \cdot 100}{311} = 1524$ m freiwillig abfließt, immer mittlere Werte für das ganze Gebiet vorausgesetzt.

Güte des Wassers.

Betreffs der Ergiebigkeit des Geländes dürften somit Zweifel nicht mehr vorhanden sein. Für die Bestimmung der Lage der Pumpstation kommt nunmehr als entscheidender Faktor noch die Güte des Wassers in Betracht. Aus sämtlichen Bohrlöchern wurden nach zehnstündigem Abpumpen Wasserproben entnommen und chemisch untersucht. Die Ergebnisse der von dem Chemiker Kyll in Cöln vorgenommenen Untersuchung sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Bohrloch No.	Tiefe des Bohrlochs		Wasser entnommen unter Tage m	Milligramm in Liter				
	im ganzen	unter Wasser		Chlor	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Härtegrade
1	37,50	36,25	26,—	1,53	0,48	—	—	7,7
2	36,0	34,01	25,—	1,53	Spur	—	—	7,7
3	59,0	57,78	50,—	1,30	„	—	—	8,8
4	40,0	36,44	30,—	2,10	0,44	vorh.	—	8,7
				1,80	0,36	vorh.	—	8,6
5	42,25	36,08	29,—	1,62	3,70	—	—	6,2
6	36,0	35,10	25,—	1,62	0,80	—	—	9,0
7	30,0	23,06	20,50	1,73	1,62	—	—	7,3
8	31,6	31,60	25,—	1,59	1,35	—	—	10,2
9	43,0	42,24	24,—	1,59	1,30	—	—	8,3
10	40,0	37,83	24,—	1,62	1,28	—	—	8,6
11	40,0	35,24	20,—	2,09	0,60	—	—	8,7
12	40,0	38,02	25,—	1,54	0,65	—	—	8,6
13	20,0	7,78	20,—	1,84	1,12	—	—	9,9
14	20,0	15,74	20,—	1,95	1,04	—	—	9,6
15	20,0	17,19	20,—	1,84	1,16	—	—	9,6
16	20,0	19,04	20,—	17,0 [?]	0,60	—	—	9,0
17	20,0	19,53	20,—	2,17	0,48	—	—	10,1
18	20,0	19,53	20,—	16,90	2,2	—	—	7,3
19	20,0	19,25	20,—	1,92	0,46	—	—	8,2
20	20,0	18,01	19,—	1,52	0,32	—	—	8,3
21	20,0	13,14	20,—	2,20	0,86	—	—	8,2
22	20,0	7,10	20,—	2,00	1,04	—	—	10,2
30	40,0	35,73	23,5	1,92	0,52	—	—	9,7
31	40,0	39,54	25,—	1,37	0,28	—	—	9,4
32	40,0	38,14	24,—	1,95	0,60	—	—	8,7
33	40,0	37,60	24,5	1,62	1,52	—	—	6,7

2 malige Untersuchugn

Infolge organischer Substanz gelblich gefärbt.

*

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Wässer mit Ausnahme des der Bohrung 4 durchweg solche sind, daß die Anlage eines Probebrunnens bei keiner der Bohrungen, mit Ausnahme der genannten, einem Bedenken unterliegt. Bei Bohrung 4 macht sich der Einfluß der Bebauung geltend. Die salpetrige Säure rührt von einem Composthaufen her, der sich in der Nähe des Bohrloches befindet, obgleich das Wasser aus einer Tiefe von 30 m genommen war.

Da die Anlage eines Probebrunnens immer mit sehr erheblichen Kosten verbunden ist, so ist es selbstverständlich, daß man ihn so zu legen sucht, daß er später als Betriebsbrunnen dienen kann. Damit entscheidet man sich eigentlich schon bei der Bestimmung über die Lage des Probebrunnens für die Lage der Pumpstation. Man wird also schon bei der Wahl des Platzes für den Probebrunnen alle diejenigen Momente ins Auge fassen müssen, welche später für die Anlage der Pumpstation maßgebend sein können.

Die größte Grundwassermenge wird dort zu haben sein, wo der Grundwasserstrom die größte Durchflußfläche und die größte

* Bohrloch 34 war zu dieser Zeit noch nicht fertiggestellt.

Geschwindigkeit hat. Die freie Durchflußfläche hängt ab von der Porosität des Kieses φ und von der Wassertiefe, die größte Geschwindigkeit von dem Gefälle und der mittleren Korngröße k . Die Porosität schwankt nur in geringen Grenzen, ist am größten bei Bohrloch 3, 7, 8, 10, 11, 17, **30**. Das Gefälle des Grundwassers ist am größten bei Bohrloch 30. Die mittlere Korngröße k ist am größten bei Bohrloch 3, 16, 17, 20, **30**, 32, 33. Die Tiefe des Grundwasserstromes dürfte überall gleich anzunehmen sein, solange man sich nicht zu weit von dem Talweg entfernt.

Für die Güte des Wassers ist ein möglichst geringer Gehalt an Salpetersäure maßgebend und das gänzliche Fehlen von salpetriger Säure und Ammoniak. Hier stehen an erster Stelle die Bohrlöcher 1, 2, 3, 11, 12, 16, 17, 19, 20, **30**, 31, 32. Sehr wichtig ist auch bei sonst gleichen günstigen Verhältnissen die Entfernung von der Erft. In der nassen Jahreszeit sind Teile der Erftniederung der Überschwemmung ausgesetzt und die Gefahr einer Verunreinigung des Wassers im Überschwemmungsgebiet und dessen Nähe ist eine naheliegende. Die spätere Pumpstation darf unter keinen Umständen der Gefahr ausgesetzt werden, daß Hochwasser in die Brunnenanlage derselben dringt. Dieser Gefahr sind von den bisher aufgeführten guten Bohrlöchern nicht ausgesetzt die Bohrlöcher 11, 12, 20, 21, **30**, 32, 33.

Also was Ergiebigkeit und Güte anbelangt, bietet die Lage bei Bohrloch 30 die meiste Gewähr für gutes Gelingen. Anders liegt es bezüglich der Brennstoffzufuhr. Hier würden sich von den Bohrlöchern mit guten Ergebnissen in hydrologischer und chemischer Hinsicht am besten jene eignen, welche an der rechten Seite der Erft, an der die Kohlengruben verbindenden Kleinbahn, liegen. Aber gerade dieser Vorteil dieser Lage dürfte mit der Zeit zum Nachteil werden, denn hier setzt zunächst die Bebauung ein, und damit rückt die Gefahr einer späteren Verunreinigung des Wassers näher. In der Nähe von Bohrloch 32 liegen die Klärwerke der Braunkohlengruben und verbietet sich damit die Anlage des Wasserwerkes an jener Stelle schon von selbst. Bohrloch 33 wird schon vom Hochwasser der Erft beeinflusst und in der Nähe von Bohrloch 3, nämlich bei Bohrloch 4, zeigt sich heute schon der Einfluß der Bebauung durch Salpetersäuregehalt des Wassers. Als nächste Stelle kommen die Bohrlöcher an der Sindorfer Straße, 6, 8, 9, 10, in Betracht, soweit es sich um bequeme Brennstoffzufuhr handelt. Aber 6, 8, 9 liegen noch im Bereich des Überschwemmungsgebietes und 10 liegt zu nahe am sogen. Sindorfer Entwässerungsgraben, welcher die Abwässer von Sindorf in tragem Laufe abführt, meistens sogar stagniert.

Die Lage des Bohrloches 30 ist zwar gegenwärtig für die Brennstoffzufuhr keine sehr günstige, dürfte aber mit der Zeit dadurch eine bedeutende Verbesserung erfahren, daß der Weg von der Pliesmühle nach Ahe ausgebaut wird.

Dagegen bietet die Lage der Pumpstation bei Bohrloch 30 in Bezug auf Gesamtanordnung des Wasserwerkes den großen Vorteil, daß es fast im Mittelpunkt des Kreises gelegen ist, und von hier aus die Versorgung des Kreises mit Wasser in Bezug auf im Versorgungsgebiet zu erreichende Druckhöhe die bequemste

wird. So wird es möglich werden, daß man während des Ganges der Pumpen den Druckverlust nach dem sehr entfernten Norden des Kreises durch größere Förderhöhe der Pumpen wieder ausgleicht, während bei mehr südlicher Lage der Pumpstation kaum mehr wie der Druck des Hochbehälters auf der Höhe bei Türnich zur Verfügung steht, der nicht ausreicht, um dem nördlichsten Ende des Kreises, z. B. bei Königshoven, Wasser unter genügendem Versorgungsdruck zuzuführen. Bei Bohrloch 30 kann das Wasser so hoch gedrückt werden, daß das Druckgefälle sowohl zum Hochbehälter bei Türnich wie nach Königshoven ein nahezu gleiches wird, und der Druckverlust auf dem Wege nach Königshoven erst von der Pumpstation an rechnet, statt von dem Hochbehälter bei Türnich aus. Daß dadurch ein großer Betrag an Rohrverlegungskosten gespart wird, leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß sonst die nach dem Norden des Kreises führenden Rohrleitungen erheblich weiter genommen werden müssen, als es der Fall ist, wenn die Pumpstation in der Mitte des Kreises liegt. Eine oberflächliche Berechnung ergab einen Vorteil von etwa 70 000 *M* zu Gunsten der Pumpstation bei Bohrloch 30.

Eine Bebauung in diesem Gebiete ist auch nicht zu erwarten und oberhalb erstreckt sich ein großes Grundwassergebiet, welches später ohne große Schwierigkeiten durch einfache Gefälleleitung der Pumpstation angegliedert werden kann.

Aus diesen Gründen mußte die Entscheidung für die Anlage des Probebrunnens zu Gunsten der Lage in der Nähe des Bohrloches 30 fallen, und hier wurde denn auch die Anlage desselben beschlossen.

In der Nähe des Bohrloches 30 wurde ein Gelände von etwa 2,37 ha erworben, welches so gewählt ist, daß die Anlage von Wohnstätten in der Nähe des Brunnens ausgeschlossen werden kann, indem die Fronten zu beiden Seiten der Straße von Sindorf nach Ahe, an welcher die Anlage geplant ist, auf 230 m Länge angekauft sind. Ein Anbau dahinter ist nicht möglich und für den sehr unwahrscheinlichen Fall, daß sich im Zuge der Straße oberhalb und unterhalb Wohnstätten ansiedeln sollten, kann durch wasserdichte Gruben leicht ein Schutz für die Anlage geschaffen werden. Aber eine solche Besiedelung ist in dieser rein landwirtschaftlich ausgenutzten Gegend fern von den geschlossenen Orten kaum zu erwarten. Das erworbene Gelände liegt auf rund + 74 m N. N., der Grundwasserspiegel daselbst auf + 70,20, der Wasserspiegel der Erft an der Brücke nordöstlich von Widdenau am 3. Oktober 1903 auf + 67,97 m N. N. Das Überschwemmungsgebiet der Erft reicht bis etwa + 68,2 m N. N. hinauf — größere Überflutungen werden durch den Flutkanal verhindert —, der Rand desselben bleibt außerdem auch beim höchsten Hochwasser immer noch über 500 m entfernt. Also selbst bei einer Absenkung des Brunnenwasserspiegels im Betriebe bis zu 2 m bis auf + 68,20, wie sie höchstens vorkommen wird, wird immer noch keine Bewegung des Grundwassers von der Erft her zum Brunnen eintreten.

In der Umgebung des Brunnens lagert über den wasserführenden Kies- und Sandschichten eine 2 bis 3 m dicke Lehm-

decke; eine Verunreinigung des Grundwassers durch Düngung der unliegenden Felder ist also auch wohl als ausgeschlossen zu betrachten.

Der Versuchsbrunnen ist von der Erdoberfläche bis 12 m Tiefe als gemauerter Kesselbrunnen von 3 m l. W. und von da ab bis auf 24 m Tiefe als Bohrbrunnen ausgeführt. Das Mauerwerk des Kesselbrunnens ist aus besten Ringofensteinen in Zementmörtel im Verhältnis von 1 : 3 vollkommen wasserdicht ausgeführt und auf einem buchenen Kranz durch Baggern gesenkt. 1 m und 2 m über der unteren Schneide des Kranzes sind je 8 gußeiserne Düsen mit rechteckigem Querschnitte in das Mauerwerk eingelassen, welche eine Verbindung des äußeren Grundwassers mit dem im Brunnen befindlichen Wasser ermöglichen und von innen verschlossen werden können, wodurch nach Belieben der untere Teil des Brunnens durchlässig oder undurchlässig gemacht werden kann.

Der untere Teil des Brunnens wurde durch eine 0,8 m weite Bohrung bis zu 24 m Tiefe ausgeführt. Nachdem das 0,8 m weite Bohrloch in der Mitte der Sohle des gemauerten Kesselbrunnens niedergebracht war, wurde in dasselbe zentrisch ein mit Schlitz versehenes Rohr aus Kupfer eingelassen, welches bis auf den Boden der 0,8 m weiten Bohrung reicht. Der 0,2 m weite Zwischenraum zwischen dem Bohrfutter und dem Kupferrohr wurde mit gewaschenem und gesiebt Kies in drei Korngrößen so ausgefüllt, daß zunächst um das Kupferrohr eine zirka 6 bis 7 cm dicke Schicht Kies von 8 mm Korngröße, um diese eine 6 bis 7 cm starke Schicht Kies von 5 mm Korngröße und zu äußerst eine gleich dicke Schicht Kies von 2 mm Korngröße zu liegen kommt. Hierauf wurde das Bohrfutter von 0,8 m Weite ausgezogen und das Grundwasser erhält freien Zutritt zum Kupferrohr durch die eingebrachten Kiesschichten hindurch.

Mit dem Bau des Brunnens ist am 19. Oktober 1903 begonnen und am 19. Januar 1904 die Abteufung beendet worden. Die durchfahrenen Bodenschichten waren die folgenden:

von	0,0	bis	1,0	Mutterboden und Lehm,
„	1,0	„	3,0	festgelagerter Lehm mit Kies,
„	3,0	„	7,55	Kies,
„	7,55	„	12,20	Sand mit Kies,
„	12,20	„	14,35	Kies,
„	14,35	„	15,10	gelber feiner Kies,
„	15,10	„	15,66	grauer sandiger Kies,
(„	14,66	„	14,86 eingelagerter Ton),
„	15,66	„	32,00	grauer Sand mit Kies,
„	32,00	„	40,75	gelber Sand mit Kies,
„	40,75	„	43,00	grauer Sand mit Kies,
„	43,00	„	45,15	gelber Sand mit Kies,
„	45,15	„	48,00	grauer Sand mit Kies,
„	48,00	„	55,00	Kies,
„	55,00	„	57,30	gelber Sand mit Kies,
„	57,30	„	60,00	grauer Sand mit Kies,
„	60,00	„	65,50	weißer Sand, Kies,
„	65,50	„	66,25	feiner grauer Sand,

von 66,25 bis 68,50 grauer Sand und Kies,
„ 68,50 „ 72,70 grauer feiner Sand,
„ 72,70 ab blauer Ton.

Die mittlere Korngröße k in diesem Bohrloch ergibt sich zu 2,6 mm.

Soweit diese Ergebnisse sich über die Tiefe des Brunnens hinaus erstrecken, sind sie die Ergebnisse des Bohrversuchs, welcher nachträglich als Bohrloch 34 neben dem Brunnen bewilligt und ausgeführt wurde, um die Tiefenlage der wasserhaltenden Schichten festzustellen. Bemerkenswert ist, daß sich bei der Ausbaggerung des Brunnens in einer Tiefe von etwa 7 bis 10 m ein Nest feinen Sandes vorfand, welches sich sonst an keiner Stelle wieder vorfand, selbst nicht in den in der nächsten Nähe des Brunnens niedergebrachten Beobachtungsröhren.

In der Tiefe von 60 m wurde weißer Sand angetroffen. Diese feinkörnigen weißen Sande bilden nach der Ansicht des Berichterstatters den Detritus der Kreideformation und gehören dem Tertiär an. Ihre feinkörnige tonige Beschaffenheit machen sie für Wasser ziemlich undurchlässig und kann daher in dieser Tiefe die obere Grenze der undurchlässigen Schicht angenommen werden.

Der Grundwasserspiegel lag an der Stelle des Brunnens zur Zeit, als mit dem Abteufen des Brunnens begonnen wurde, 3,57 m unter Tage und ist während der Abteufungsarbeiten und des Probepumpens noch um einige Centimeter gestiegen. Die Mächtigkeit der wasserführenden Kies- und Sandschichten beträgt daher $60,0 - 3,57 = 56,43$, oder rund 56 m. Es ist dies ein außerordentlich günstiges Ergebnis, das wenig seinesgleichen finden dürfte.

Nach Fertigstellung des Brunnens und bevor mit dem Probepumpen begonnen wurde, wurde von der Brunnenmitte aus nach vier Richtungen hin je eine Reihe von Abessynierröhren zur Beobachtung des Grundwasserspiegels während des Probepumpens eingerammt. Die Entfernung zwischen diesen einzelnen Beobachtungsröhren war am kleinsten in der Nähe des Brunnens, 5 m, und nahm immer mehr zu, je weiter das betreffende Rohr vom Brunnen entfernt lag (zuletzt etwa 120 m). Vergl. Bl. 30 und 31.

Zur Beobachtung des Wasserspiegels im Brunnen wurde in letzterem ein Schwimmer eingebaut, dessen Zeiger die Absenkung des Wasserspiegels an einer nach Centimeter eingeteilten Latte direkt abzulesen gestattete. Zum Abpumpen wurde eine Centrifugalpumpe mit 200 mm Zu- und Abflußöffnung, und zur Messung der Wassermenge wurde ein Poncelet-Überfall von 200 mm Breite benutzt.

Am 22. Januar wurde mit dem Pumpen begonnen und dieses 29 Tage lang ohne Unterbrechung Tag und Nacht fortgesetzt. Während dieser Zeit wurde halbstündlich die Spiegelabsenkung im Brunnen und die Wassermenge am Überfall gemessen, und dreimal täglich der Grundwasserspiegel um den Brunnen herum in den Beobachtungsröhren eingemessen. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind hier nicht aufgeführt, weil sie an dieser Stelle unnötig Raum wegnehmen würden.

Das Verhalten des Grundwasserspiegels während des Probepumpens ergibt sich aus der Darstellung der Grundwasser-

horizontalen auf Blatt 31. Auf Blatt 30 ist auch ein Schaubild gegeben, welches das Verhältnis zwischen Spiegelabsenkung im Brunnen und Ergiebigkeit darstellt. Es wurde mit drei verschiedenen Spiegelabsenkungen gepumpt, mit 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m, und ergeben sich für diese Absenkungen folgende Ergiebigkeiten:

1. Ergiebigkeit bei 1,0 m Spiegelabsenkung im Brunnen ca. 27 sl,
2. Ergiebigkeit bei 1,5 m Spiegelabsenkung im Brunnen ca. 42 sl,
3. Ergiebigkeit bei 2,0 m Spiegelabsenkung im Brunnen ca. 56 sl,

Es dürfte von Interesse sein, mit diesen wirklich gefundenen Ergebnissen die Ergebnisse der Rechnung zu vergleichen.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens wird aus der bekannten Thiemschen Gleichung:

$$Q = \pi \cdot k \cdot \varphi \frac{H_0^2 - (H_0 - s)^2}{\log. \text{ nat. } \frac{R}{r}}$$

gefunden. In dieser Gleichung bedeutet:

Q die Wassermenge in cbm pro Sekunde,

π 3,14,

k den Kornkoeffizienten, im vorliegenden Falle 0,0026,

φ die Porosität des Kiesel, im vorliegenden Falle 0,22,

H_0 die Wassertiefe, im vorliegenden Falle 56 m,

s die Spiegelabsenkung, im vorliegenden Falle 1,0, 1,5 und 2,0 m,

R die größte Entfernung vom Brunnen, wo während des Pumpens noch eine Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels bemerkbar ist,

r den Halbmesser des Brunnens, im vorliegenden Falle 0,2 m.

Setzt man diese Werte in die obige Gleichung ein, so erhält man:

für 1,0 m Spiegelabsenkung:

$$Q = 2,14 \cdot 0,0026 \cdot 0,22 \frac{56^2 - 55^2}{\log. \text{ nat. } \frac{270}{0,2}} = 0,0287 \text{ cbm} = \underline{28,7 \text{ sl}},$$

für 1,5 m Spiegelabsenkung:

$$Q = 3,14 \cdot 0,0026 \cdot 0,22 \frac{56^2 - 54,5^2}{\log. \text{ nat. } \frac{270}{0,2}} = 0,0415 \text{ cbm} = \underline{41,5 \text{ sl}},$$

für 2,0 m Spiegelabsenkung:

$$Q = 3,14 \cdot 0,0026 \cdot 0,22 \frac{56^2 - 54^2}{\log. \text{ nat. } \frac{270}{0,2}} = 0,0537 \text{ cbm} = \underline{53,7 \text{ sl}}.$$

Man sieht, die Rechnungsergebnisse stimmen mit den Ergebnissen des Versuchs sehr gut überein.

Bei der Entnahme von 53 bis 56 sl führte jedoch das Wasser einzelne kleine feine Sandkörner mit sich. Es ist dies ein Zeichen, daß der Brunnen überanstrengt worden ist. Es wird sich also nicht empfehlen, bei der dauernden Entnahme auf eine solche Höhe zu gehen, sondern sich mit einer Ergiebigkeit von etwa 41 bis 42 sl zu begnügen, damit keine Versandung des Brunnens eintritt. Da man aber, wie später gezeigt werden wird, mit zwei Pumpmaschinen mit je 30 sl = zusammen 60 sl wird genötigt sein zu pumpen, so empfiehlt es sich, noch einen zweiten Brunnen auszuführen, welcher mit dem bereits ausgeführten verbunden wird. Dieser Brunnen wird ähnlich wie der erste ausgeführt, nur wird er nicht 3 m, sondern nur 1,50 m im Lichten weit, und das

Mauerwerk auch nicht 12 m, sondern nur 6 bis 7 m tief, dafür aber das Filterrohr um so länger, so daß doch die gesamte Tiefe von 24 m herauskommt. Ein solcher Brunnen kostet nach der Offerte von W. Stappen in Viersen rund 4500 *M.*

Die Verbindungsleitung zwischen diesem Brunnen und dem Hauptbrunnen wird so weit genommen, daß später noch ein dritter Brunnen auf dieser Seite mit dem Hauptbrunnen verbunden werden kann, während auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls später noch zwei weitere Brunnen angeschlossen werden können, so daß auch bei einer Verdoppelung der Anlage noch sämtliches Wasser aus dem schon jetzt dem Kreise gehörigen Grundstücken entnommen werden kann.

Was die Güte des Wassers betrifft, so haben die chemischen und bakteriologischen Untersuchungen eine völlig einwandfreie Beschaffenheit ergeben. Mit der Untersuchung waren betraut die Herren Dr. Trenzen vom chemischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Aachen, Th. Kyll, Chemiker in Cöln und Dr. Loock, Stadt- und Gerichtschemiker in Düsseldorf. Jedem dieser Herren wurden drei Proben des Wassers, jede Probe 5 l enthaltend, zur chemischen Untersuchung und außerdem drei Proben zur bakteriologischen Prüfung zugesandt. Die Proben wurden durch Herrn Dr. Trenzen entnommen und zwar die erste Probe einige Tage nach Beginn des Probepumpens, die zweite 14 Tage nach Beginn des Pumpens und die dritte mit Schluß der vierwöchentlichen Pumpperiode.

Von den Analysen der drei Chemiker sind bis zum Schlusse dieses Berichtes nur diejenigen des Herrn Dr. Trenzen eingegangen und nachstehend im Auszuge wiedergegeben. Eine Zusammenstellung sämtlicher Analysen folgt in einem besonderen Anhang.

Die chemischen Untersuchungen hatten folgendes Ergebnis:

	1. Probe g im Liter	2. Probe g im Liter	3. Probe g im Liter
Suspendierte Stoffe	0,0008	0,001	0,0004
Darin organische Substanzen	0,0000	0,0001	0,0000
Abdampfrückstand bei 110°	0,2738	0,3026	0,2826
Kieselsäure	0,0068	0,0039	0,0126
Tonerde	0,0043	0,0023	0,0031
Eisen	0,00008	0,00005	0,00005
Kalk	0,0891	0,0935	0,0911
Magnesia	0,0124	0,0155	0,0148
Chlor	0,0136	0,0146	0,0130
Salpetersäure	0,0128	0,0116	0,0118
Salpetrige Säure	0,0000	0,0000	0,0000
Ammoniak	0,0000	0,0000	0,0000
Schwefelsäure	0,0216	0,0256	0,0261
Schweflige Säure	0,0000	0,0000	0,0000
Kohlensäure	0,1434	0,1441	0,1483
Freie Kohlensäure	0,0082	0,0083	0,0072
Gesamthärte	10,1°	10,2°	10,1°
Bleibende Härte	2,4°	2,5°	2,2°

Das Resultat der bakteriologischen Untersuchung ist folgendes:
 Die 1. Probe, Aussaat etwa 18 Stunden nach Probeentnahme, enthielt im cem 80 entwickelte Keime;
 die 2. Probe, Aussaat etwa 7 Stunden nach der Probeentnahme, enthielt im cem 56 entwickelte Keime;
 die 3. Probe, Aussaat unmittelbar nach der Probeentnahme, enthielt im cem 8 entwickelte Keime.

Verdächtige Keime waren nicht vorhanden.

Der Versuchsbrunnen hat also nach jeder Richtung hin sehr befriedigende Ergebnisse geliefert.

Wasserbedarf.

Nach der Bestimmung des Herrn Landeshauptmannes Dr. Renvers soll als ausreichend angesehen werden eine Wassermenge von

50 l pro Tag und Kopf der Einwohnerschaft,
 50 l pro Haupt Großvieh,
 15 l pro Stück Kleinvieh.

Außerdem soll, wo auf eine Vermehrung der Bevölkerung gerechnet werden kann, ein Zuschlag von 25 % gemacht werden. Nach der letzten Volkszählung vom 1. Dezember 1900 hatte der Kreis eine Einwohnerzahl von im ganzen 47518 Seelen, wofür abgerundet 50000 gesetzt werden mögen. (Vergl. die Zusammenstellung S. 23). Die Viehzählung ergab am gleichen Tage:

3818 Pferde	}	20859 Stück Großvieh,
17041 Haupt Rindvieh		
2869 Schafe	}	15921 Stück Kleinvieh.
13052 Schweine		

(Vergl. die Zusammenstellung S. 23). Für diese Zahlen mögen abgerundet gesetzt werden 21000 und 16000.

Hiernach berechnet sich der gesamte Wasserbedarf:

$$50000 \times 0,050 = 2500 \text{ cbm}$$

$$21000 \times 0,050 = 1050 \text{ ,,}$$

$$16000 \times 0,015 = 240 \text{ ,,}$$

$$\text{Summa } \underline{3790 \text{ cbm}}$$

$$\text{Hierzu } 25 \% \text{ Zuschlag} = \underline{950 \text{ cbm}}$$

$$\text{Im ganzen } \underline{4740 \text{ cbm.}}$$

Die Zunahme der Bevölkerung beträgt jährlich $1\frac{1}{2} \%$. Nach 20 Jahren würde sich unter Zugrundelegung dieser Zunahme die Bevölkerung vermehren auf $47518 \times 1,015^{20} = 65490$ Seelen. 4740 cbm würden also pro Tag und Kopf ergeben

$$\frac{4740 \cdot 1000}{65490} = 72 \text{ Liter}$$

Diese Wassermenge halte ich nach meinen Erfahrungen im vorliegenden Falle für vollkommen ausreichend, da die Abnehmer in ihrer weit überwiegenden Mehrzahl der Landwirtschaft angehören. Die im Kreise vertretenen Industrien werden keine größeren Wassermengen abnehmen, weil sie meist in der Lage sind, sich selbst Wasser genug zu verschaffen, soweit es sich um Wasser für industrielle Zwecke handelt, und ihr Bedarf an ganz reinem Wasser nur ein sehr geringer ist.

Aus diesen Gründen wurde bei der Aufstellung des Entwurfs auch davon abgesehen, demselben eine größere Wassermenge zu grunde zu legen, als die oben nachgewiesenen 4740 cbm pro Tag.

Aus den Ergebnissen der hydrologischen Untersuchung geht jedoch hervor, daß es gar keine Schwierigkeiten machen wird, wenn sich wirklich später ein größerer Wasserbedarf herausstellt, dieses Mehr an Wasser zu beschaffen, es würde sich höchstens um Anlage weiterer Fördermaschinen und Ausführung einiger weniger größerer Speisestränge handeln, die entweder als Parallelstränge neben die schon vorhandenen, oder als ganz neue für sich bestehende Speisestränge auszuführen wären, welche direkt in das Gebiet zu führen wären, wo sich ein großer Wasserbedarf herausstellen sollte.

An und für sich bietet aber die Aufstellung einer dritten Maschine, für welche von vornherein Platz gelassen ist, schon Sicherheit genug, um einen um 50 % höheren Verbrauch vorübergehend zu decken.

Es wäre nicht zweckmäßig, schon jetzt im Hinblick auf die Erweiterung der maschinellen Anlagen das Augenmerk weiter zu richten, da nicht abzusehen ist, wie nach etwa 20 Jahren sich die Maschinenindustrie entwickelt haben wird, wo möglicherweise mit ganz andern Verhältnissen gerechnet werden muß, als sie heute vorliegen.

Von Interesse dürfte folgende Tabelle sein, welche „Lueger, Wasserversorgung“ entnommen ist, und den Wasserbedarf der einzelnen Gruppen der Albwasserversorgung während der Jahre 1885 bis 1890 angibt.

„Bei der bekannten württembergischen Albwasserversorgung wird für Gewerbebetrieb, öffentliche und Gemeindefürsorge im allgemeinen wenig Wasser verbraucht; in der Hauptsache handelt es sich um den Privatverbrauch für Menschen und Haustiere etc. Nach den Aufzeichnungen des Staatstechnikers für das öffentliche Wasserversorgungswesen sind pro Kopf und Tag in den Jahren 1885 bis 1890 nachstehende Ziffern erhoben worden.*

Gruppe	1885		1886		1887		1888		1889		1890		Mittel	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Eyb-Gruppe	—	69	70	71	71	69	75	75	77	81	82	72	75	73
Obere Fils-Gruppe	—	70	67	72	70	87	73	71	70	75	83	84	72	77
Blau-Gruppe	—	80	71	77	85	76	86	78	98	85	91	91	86	81
Blaubeurer Lauter-Gruppe	—	95	91	90	94	92	98	91	71	71	71	67	85	84
Untere Fils-Gruppe	—	92	90	96	87	102	83	75	88	107	101	106	90	96
Münsinger Lauter-Gruppe	—	95	87	82	80	95	70	76	73	84	85	80	79	85
Zwiefalter-Gruppe	—	94	89	89	90	111	90	69	73	78	89	79	86	87
Untere Schmiech-Gruppe	—	91	111	125	131	120	114	101	112	115	122	125	120	113
Obere Schmiech-Gruppe	—	87	89	83	92	83	92	83	83	85	87	81	88	84

* I bedeutet in der Tabelle den Zeitraum vom 1. Januar bis 30. Juni, II jenen vom 1. Juli bis 31. Dezember. Die Zahlen sind auf ganze Liter abgerundet.

Auf den mit Trinkwasser versorgten Ortschaften der rauhen Alb besteht Wasserentnahme à discrétion; bei dem Interesse, welches die Bewohner an einem sparsamen Betriebe haben, ist indessen wegen gegenseitiger Überwachung die Wasserverschwendung sehr gering. Der öffentliche Verbrauch für Straßenbespritzen, Feuerlöschen etc. ist sehr unbedeutend, ebenso der gewerbliche, da fast ausschließlich der landwirtschaftliche Betrieb vorherrscht. Man darf also die vorstehenden Zahlen für ähnliche Verhältnisse unbedenklich anwenden, bezw. als maßgebend für den Wasserverbrauch an Orten mit relativ großem Viehstande betrachten. Sie verdienen besonders als Maximalziffern unter sonst gleichen Umständen Vertrauen, weil die Albbewohner außer dem Leitungswasser keinerlei andere Bezugsquellen haben. Die Versorgung darf heute als reichlich angesehen werden; ursprünglich betrug der Verbrauch nur zwischen 50 und 60 l pro Kopf und Tag.“

Wasserverteilung, Versorgungszonen, Rohrnetz.

Die verschiedene Höhenlage der einzelnen mit Wasser zu versorgenden Orte, die unzusammenhängende Lage der hoch gelegenen Orte unter sich verursacht erhebliche Schwierigkeiten bei der Anordnung des Rohrnetzes. Der höchste zu versorgende Ort, Bottenbroich, liegt auf + 127 m N. N., der tiefst gelegene, Morken, auf + 55 m N. N. Dabei ist Bottenbroich etwa 16 km nach Süden, Morken etwa 18 km nach Norden von der Pumpstation entfernt. Nur 2 km seitlich von Morken aber liegt Königshoven mit einer Höhenlage von + 98,6 m N. N. Der für die Anlage des Hochbehälters am meisten geeignete Punkt liegt in der Nähe von Bottenbroich auf + 140,5 m N. N., etwa 30 km von Königshoven entfernt. Bei dieser Entfernung ist an eine Versorgung dieser Orte aus einem gemeinsamen Hochbehälter nicht zu denken, weil die Reibungsverluste so enorme würden, daß bei vernünftigen Rohrdimensionen entweder kein Wasser bis nach Königshoven usw. gelangen würde, oder man müßte so große Rohrdimensionen wählen, daß die Kosten des Rohrnetzes außer Verhältnis zur Wassermenge stände, welche nach dem nördlichen Ende des Kreises gefördert werden soll.

Dazu kommt, daß eine große Anzahl hoch gelegener Orte von diesen beiden genannten Punkten weit entfernt liegt, wie diejenigen, welche auf den Höhen bei Aussem und bei Buir liegen. Nun wäre zwar die Möglichkeit geboten, diese Orte dennoch gemeinsam zu versorgen, wenn von der ziemlich in der Mitte des Kreises gelegenen Pumpstation aus direkt ins Rohrnetz gepumpt würde. In diesem Falle aber müßte das Wasser von den Maschinen auf eine Druckordinate von etwa + 171 m N. N. gedrückt werden, damit von hier aus alles Wasser mit Druckgefälle sowohl zum Hochbehälter bei Bottenbroich als auch nach Morken, Königshoven, Aussem und Buir abfließen könnte. Dadurch würde aber in den tiefst gelegenen Orten, wie Morken usw., während des Ganges der Maschinen ein Wasserdruck von $171 - 55 = 116 \text{ m} = 11,6 \text{ Atm.}$ hervorgerufen. Ein solcher Druck ist aber unzulässig, ganz abgesehen davon, daß dadurch das Wasser unnötig hoch gehoben

werden müßte. Es erschien daher angebracht, an eine Teilung des Versorgungsgebietes in mehrere Druckzonen zu denken. Dabei sollte aber immer die Möglichkeit der Versorgung dieser verschiedenen Zonen von einer einzigen Pumpstation im Auge behalten werden. Hierbei ist eine möglichst zentrale Lage der Pumpstation Hauptbedingung, da nur in diesem Falle Doppelleitungen vermieden werden und die erforderlichen Druckleitungen, welche zu den einzelnen Versorgungszonen führen, die kleinsten Durchmesser erhalten können.

Die einzelnen Versorgungszonen erhalten je einen besondern Hochbehälter, der die ganze Zone beherrscht und in der Zeit, wo die Pumpen nicht arbeiten, zur Speisung des Versorgungsgebietes ausreicht.

Es sind aus diesen Erwägungen heraus drei Versorgungszonen eingerichtet, deren eine einen Erdbehälter bei Türnich (Bottenbroich), die zweite einen Turmbehälter bei der Fasanerie oberhalb Quadrath, die dritte einen Turmbehälter bei Königshoven erhält.

1. Zum Versorgungsgebiet des Erdbehälters bei Türnich gehören folgende Ortschaften:

Name des Ortes	Einwohnerzahl	Grossvieh		Wasserbedarf pro Tag			Summa der Spalten 5, 6 und 7	25% Zuschlag zu Spalte 8	Gesamt-Wasser- bedarf pro Tag	Grösster Stundenver- brauch = 60% des Tages- verbrauchs	Grösster Minutenver- brauch 1/60 von Spalte 11
		Stück	Stück	Menschen cbm	Grossvieh cbm	Kleinvieh cbm					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bottenbroich . . .	426	1295	664	125,45	64,75	9,96	200,160	50,040	250,200	15,012	0,250
Brüggen	952										
Balkhausen . . .	594										
Türnich	537	294	152	36,80	14,70	2,28	53,780	13,445	67,225	4,034	0,067
Mödrath	736										
Kerpen	3022	1089	347	162,00	54,45	5,205	221,655	55,414	277,069	16,624	0,277
Langenich	208										
Bergerhausen . .	207										
Manheim	868	463	608	43,40	23,15	9,12	75,670	18,918	94,588	5,675	0,095
Blatzheim	1073										
Niederbolheim . .	286	1295	1080	67,95	64,75	16,20	148,900	37,225	186,125	11,168	0,186
Buir	1541										
Götzenkirchen . .	366	377	253	107,40	18,85	3,795	130,045	32,511	162,556	9,753	0,163
Hemmersbach . . .	536										
Horrem	1196										
Ichendorf	867	162	180	43,35	8,10	2,70	54,150	13,538	67,688	4,061	0,068
Sindorf	969										
Sehrath	370	570	264	66,95	28,50	3,96	99,410	24,853	124,263	7,456	0,124
Etzweiler	421										
Heppendorf . . .	593	1369	500	29,65	68,45	7,50	105,600	26,400	132,000	7,920	0,132
Summa	15828	7734	4454	791,40	386,70	66,81	1244,910	311,220	1556,130	93,369	1,556

2. Zum Versorgungsgebiet des Turmbehälters bei Quadrath gehören folgende Ortschaften:

Quadrath	867	161	159	43,35	8,05	2,355	53,785	13,446	67,231	4,034	0,067
Grube Fortuna . . .	263	—	—	13,15	—	—	13,150	3,288	16,438	0,986	0,016
Oberaussem	1069	436	351	53,45	21,80	5,265	80,515	20,129	100,644	6,039	0,101
Büsdorf	455	—	—	22,75	—	—	22,750	5,688	28,438	1,706	0,028
Fliesteden	522	—	—	26,10	—	—	26,100	6,525	32,625	1,958	0,033
Glessen	1095	—	—	54,75	—	—	54,750	13,688	68,438	4,106	0,068
Niederaussem . . .	820	566	518	41,00	28,30	7,770	77,070	19,268	96,338	5,780	0,096
Auenheim	185	—	—	9,25	—	—	9,250	2,313	11,563	0,694	0,012
Übertrag	5276	1163	1028	263,80	58,15	15,420	337,370	84,345	421,715	25,303	0,421

Name des Ortes	Einwohnerzahl	Grossvieh		Wasserbedarf pro Tag			Summa der Spalten 5, 6 und 7	25 % Zuschlag zu Spalte 8	Gesamt-Wasser- bedarf pro Tag	Grösster Stundenver- brauch = 6/10 des Tages- verbrauchs	Grösster Minutenver- brauch 1/60 von Spalte 11
		Stück	Stück	Menschen	Grossvieh	Kleinvieh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Uebertrag . .	5276	1163	1028	263,80	58,15	15,420	337,370	84,345	421,715	25,303	0,421
Rheidt	423	2107	1721	32,50	105,35	25,815	163,665	40,916	204,581	12,275	0,205
Hüchelhoven .	227										
Rath	91	—	—	4,55	—	—	4,550	1,139	5,689	0,341	0,006
Garsdorf	261	—	—	13,05	—	—	13,050	3,263	16,313	0,979	0,016
Wiedensfeld . .	255	110	101	12,75	5,50	1,515	19,765	4,944	24,709	1,483	0,025
Montagsend . .											
Frauweiler . . .	293	569	137	35,60	28,45	2,055	66,105	16,526	82,631	4,958	0,083
Buchholz	242										
Winkelheim . . .	177	4·2	316	98,95	24,10	4,740	127,790	31,948	159,738	9,584	0,160
Bergheim-Kenten . .	1979										
Summa	9224	4431	3303	461,20	221,55	49,545	732,295	183,081	915,376	54,923	0,916

3. Zu dem Versorgungsgebiet des Turmbehälters bei Königshoven gehören folgende Ortschaften:

Ahe	402	1150	1056	51,95	57,50	15,840	125,290	31,323	156,613	9,397	0,157
Widdendorf . .	121										
Thorr	516	229	88	14,80	11,45	1,320	27,570	6,893	43,463	2,068	0,034
Zieverich . . .	296										
Paffendorf . . .	643	380	184	32,15	19,00	2,760	53,910	13,478	67,388	4,043	0,067
Glesch	994	413	432	49,70	20,65	6,480	76,830	19,208	96,038	5,762	0,096
Blerichen	439	1230	340	139,20	61,50	5,100	205,800	51,450	257,250	15,435	0,257
Kirdorf	208										
Bedburg	2137	416	257	31,35	20,80	3,355	56,005	14,001	70,006	4,200	0,070
Lipp	500										
Millendorf . . .	127	353	244	21,80	17,65	3,660	43,110	10,778	53,888	3,233	0,054
Caster	430										
Tollhausen . . .	62	64	67	47,55	3,20	1,005	51,755	12,939	64,694	3,882	0,065
Oberschlag- Muchhaus	125										
Geddenberg . . .	163	533	465	59,75	26,65	6,975	93,375	23,344	116,719	7,003	0,117
Broich	393										
Epprath	208	681	744	85,55	34,05	11,160	130,760	32,690	163,450	9,807	0,163
Morken-Harf . .	1195										
Königshoven . .	1711	1578	1849	81,45	78,90	27,735	188,085	47,021	235,106	14,106	0,235
Kirchherten . .	1138										
Grotenherten . .	491	—	—	18,85	—	—	18,850	4,713	23,563	1,414	0,024
Pütz	377	—	—	10,70	—	—	10,700	2,675	13,375	0,803	0,013
Kleintroidsdorf .	214	—	—	33,45	—	—	33,450	8,363	41,813	2,509	0,042
Kirchtroidsdorf .	669	532	624	54,85	26,60	3,360	90,810	22,703	113,513	6,811	0,114
Niederembt . . .	1097	672	652	41,10	33,60	9,780	84,480	21,120	105,600	6,336	0,106
Oberembt	822	64	67	8,40	3,20	1,005	12,605	3,151	15,756	0,945	0,016
Tollhausen . . .	168	315	263	49,70	15,75	3,945	69,395	17,349	86,744	5,205	0,087
Esch	994	316	449	22,75	15,80	6,735	45,285	11,321	56,606	3,396	0,057
Angelsdorf . . .	455	351	322	98,05	17,55	4,830	120,430	30,108	150,538	9,032	0,151
Elsdorf	1961	—	—	23,50	—	—	23,500	5,875	29,375	1,763	0,029
Giesendorf . . .	470	—	—	41,85	—	—	41,850	10,463	52,313	3,139	0,052
Berrendorf . . .	837	—	—	13,80	—	—	13,800	3,450	17,250	1,035	0,017
Grouven	276	—	—	13,80	—	—	13,800	3,450	17,250	1,035	0,017
Wüllenrath . . .	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	20921	9277	8103	1046,05	463,85	121,545	1631,445	407,866	2039,311	122,359	2,040

Zusammenstellung.

Zone 1	15828	7734	4454	791,40	386,70	66,81	1244,910	311,220	1556,130	93,369	1,556
Zone 2	9224	4431	3303	461,20	221,55	49,545	732,295	183,081	915,376	54,923	0,916
Zonen 1 u. 2	25052	12165	7757	1252,60	608,25	116,355	1977,205	494,301	2471,506	148,292	2,472
Zone 3	20921	9277	8103	1046,05	463,85	121,545	1631,455	407,866	2039,311	122,359	2,040

Die Wasserzuführung zu den einzelnen Zonen von der gemeinsamen Pumpstation aus ist nun so gedacht, daß bei den Maschinen zwei Hauptdruckwindkessel aufgestellt werden, in deren jeden jede einzelne Maschine sowohl, als auch einzelne Maschinengruppen von je zwei Maschinen oder auch alle drei Maschinen drücken können. Von diesen Windkesseln aus gehen zwei gesonderte Druckleitungen. Die eine führt über Thorr, Zieverich in das Versorgungsnetz der Zone 3 mit dem Hochbehälter bei Königshoven, die andere quer durch das Erfttal durch Ichendorf und einerseits in den Hochbehälter bei der Fasanerie, andererseits von Ichendorf über Horrem, Mödrath, Türnich in den Hochbehälter hierselbst. Bei der Zone 3 liegen die Verhältnisse einfach, indem die Maschinen das Wasser in das Rohrnetz drücken, wo ein Teil direkt zum Verbrauch gelangt, der überschießende Teil geht in den Turmbehälter bei Königshoven. Sowie dieser gefüllt ist, wird dies durch selbsttätiges elektrisches Signal an der Pumpstation angezeigt und der Betrieb nach dieser Zone hin wird eingestellt, um wieder aufgenommen zu werden, wenn ein zweites selbsttätiges elektrisches Signal anzeigt, daß der Wasservorrat in diesem Behälter zur Neige geht.

Der gesamte Wasserbedarf dieser Zone beträgt 2039 cbm. Die Leistung einer Pumpmaschine beträgt stündlich 108 cbm. Um diesen größten Wasserbedarf von 2039 cbm zu fördern, muß demnach eine Pumpmaschine $\frac{2039}{108} =$ rund 19 Stunden gehen.

Bis Zieverich, auf 5 km Länge, hat die Druckleitung einen Durchmesser von 350 mm und der Druckverlust bis dahin beträgt nach den bekannten Tabellen 0,3 m auf den km, auf 5 km also 1,5 m. Nun verteilt sich die Wassermenge von 108 cbm in der Stunde oder 1,8 cbm in der Minute auf zwei Stränge von 200 mm l. W., deren einer im Erfttal über Bedburg—Morken, der andere über Elsdorf—Niederembt—Kirchherten zum Behälter bei Königshoven führt mit einer mittleren Länge von 17,2 km. Jeder dieser Stränge führt 0,9 cbm Wasser in der Minute und der Druckverlust beträgt 1,4 m auf den km bei einer Wassermenge von 0,9 cbm in der Minute und bei einer Rohrweite von 200 mm, auf 17,2 km also 24,08 m. Der gesamte Druckverlust beträgt also $1,5 + 24,08 = 25,58$ m. Der höchste Wasserspiegel im Behälter bei Königshoven soll auf + 120 m N. N. liegen, es wird also das Wasser an der Pumpstation auf die Druckordinate $120 + 25,58 = 145,58$ m N. N. gehoben werden müssen. Da der abgesenkte Wasserspiegel voraussichtlich auf + 69 m N. N. liegen wird, so haben die Pumpen für diese Zone das Wasser $145,58 - 70,20 = 75,38$ m zu heben.

Etwas verwickelter liegt die Sache bei der Versorgung der Zonen 1 und 2. Deren Behälter liegen mit ihrem höchsten Wasserspiegel auf + 140 N. N. Diese beiden Behälter werden durch ein gemeinsames Druckrohr gespeist. Aber der erstere der beiden Behälter liegt nur 5 km, der letztere 13 km von der Pumpstation entfernt. Der Druckverlust nach den beiden Behältern wird also ein verschiedener sein und der Behälter bei der Fasanerie sich zuerst

füllen, und dann erst wird das Wasser zum Erdbehälter übertreten. Der erste Behälter muß daher mit einem Schwimmkugelschluß versehen werden, damit er, wenn gefüllt, kein Wasser überlaufen läßt, und nach seiner Füllung alles Wasser, was die Maschine liefert, zum Erdbehälter bei Türnich fließt. Die Wassermenge, welche in diesen beiden Zonen im Tage verbraucht wird, beträgt 2471,5 cbm. Bei der Stundenleistung einer Maschine von 108 cbm kann diese Wassermenge in $\frac{2471,5}{108} = 23$ Stunden gehoben werden.

Die ungünstigste Druckhöhe wird sich herausstellen, wenn der Turmbehälter bei der Fasanerie gefüllt ist und nunmehr 108 cbm in der Stunde = 1,8 cbm in der Minute 13 km weit durch die vorgesehene 250 mm weite Leitung gedrückt werden müssen. Der Druckverlust bei dieser Förderung beträgt auf den km 1,8 m, auf 12,2 km also $13 \times 1,8 = 21,95$ m. Da der Erdbehälter mit seinem höchsten Wasserspiegel auf + 140 N. N. liegt, ist also das Wasser an der Pumpstation auf die Druckordinate $140 + 21,95 = 161,95$ m N. N. zu heben, oder, da der abgelenkte Wasserspiegel im Brunnen, wenn der in Aussicht genommene zweite Brunnen im Betriebe ist, auf + 69 N. N. liegt, beträgt die manometrische Förderhöhe $161,95 - 69 = 92,95$.

Der von dieser Leitung zunächst versorgte Ort Ichendorf liegt mit seinen tiefst gelegenen Häusern auf etwa + 80 N. N., der Druckverlust bis dahin (3 km Entfernung) beträgt $3 \times 1,80 = 5,4$ m und die Druckordinate in Ichendorf also $161,95 - 5,40 = 156,55$ N. N., der Druck in der Leitung also $156,55 - 80 = 76,55$ m = 7,6 Atm. Der Ort kann also noch aus der Druckleitung versorgt werden. Wenn die Pumpen nicht gehen, also die Versorgung direkt aus dem Erdbehälter bei Türnich erfolgt, beträgt der Wasserdruck noch $140 - 80 = 60$ m = 6,0 Atm.

Da alle Pumpen und Windkessel auf eine manometrische Druckhöhe von 100 m eingerichtet sein sollen, so ist ersichtlich, daß ohne Umstände nach einfachem Umschalten der betreffenden Absperrschieber mit jeder Pumpe in das Versorgungsgebiet jeder Zone gepumpt werden kann.

Aus den dem Entwurfe beigegebenen Schaubildern läßt sich aber auch erkennen, daß auch, wenn die Pumpen still stehen, die Versorgung jeder Strecke aus den zugehörigen Hochbehältern in ausreichender Weise erfolgt, auch zur Zeit des größten Stundenverbrauchs. Der geringste Versorgungsdruck in diesem Falle ist 9,52 m in Bottenbroich, dann folgen Grube Fortuna mit 17,04 m, Königshoven mit 16 bis 39,96 m, Kirhherten mit 17,70 bis 26 m, Oberembt mit 24,55 m usw. bis Bergheim mit 72,06 m. Hierbei ist stets vorausgesetzt, daß alle Strecken das Stundenmaximum führen.

Zwischen den beiden Endpunkten der Zonen 3 und 1 Manheim—Wüllenrath wird über die Höfe Bochheim und Sittarderhof sofort eine Verbindung mit 125 mm Durchmesser ausgeführt, welche erforderlichenfalls ein Übertreten des Wassers aus Zone 1 in das Netz der Zone 3 gestattet. An dieser Stelle wird der Druck in Zone 1 um etwa 21 m höher sein, als in der benach-

barten Strecke der Zone 3, so daß erforderlichenfalls eine Steigerung des Druckes ermöglicht wird. Dadurch wird gleichzeitig der Druck in Kirchherten, welcher, wenn das Stundenmaximum nur aus dem Behälter bei Königshoven entnommen wird, nur 17 m beträgt, etwas erhöht, indem dann dieser Stelle von zwei Seiten Wasser zuströmen kann. Damit aber andererseits ein Überlaufen des Behälters in Königshoven vermieden wird, müßte am Einlauf desselben ein Schwimmkugelventil angebracht werden.

In der ersten Zeit wird diese Notwendigkeit sich nicht bemerkbar machen, weil der Zeitpunkt, wo das Stundenmaximum verbraucht wird, noch in weiter Ferne liegt, vielleicht erst in 15 bis 20 Jahren eintreten wird. Bis dahin bleiben die Schieber bei Manheim und Wüllenrath, welche die Trennung der beiden Zonen bewirken, geschlossen.

Weitere Notverbindungen zwischen den einzelnen Zonen liegen zwischen Sindorf und Kerpen. Diese Verbindungen brauchen jetzt nicht ausgeführt zu werden und wird es von der Erfahrung im Laufe der Jahre abhängen, ob sich für diese Verbindungen wirklich eine Notwendigkeit herausstellt. Falls die Verbindung zwischen Sindorf und Kerpen ausgeführt wird, kann die Strecke Pumpstation—Sindorf bis zum Abzweig der Straße nach Heppendorf unterbrochen werden, und bekommen dann die Orte Sindorf und Heppendorf ihr Wasser von Kerpen her und damit einen geringeren Druck wie bisher (8,5 Atm.), nämlich nur 6,5 Atm., welcher für die Versorgung günstiger ist.

Der Ort Quadrath würde, wenn direkt an die nach dem Turmbehälter bei der Fasanerie führende Druckleitung angeschlossen, einen zu hohen Druck bekommen, wenigstens in seinen unteren Teilen; es ist deshalb die Druckleitung um diesen Ort herumgeführt von Ichendorf, oberhalb Schloß Schlenderhahn vorbei nach der Fasanerie, wo ein Höhenpunkt mit + 125 N. N. sich vorfindet. Hier wird ein Turmbehälter von 15 m Höhe erbaut und von diesem aus die Orte Quadrath, Kenten und Bergheim durch ein 125 mm weites Rohr versorgt. Bei der geringen Entfernung und dem geringen Wasserverbrauch der Orte führt dieses Rohr noch mehr als ausreichend Wasser unter dem mindesten Druck von 3,8 Atm. an der höchsten Stelle. Der Wasserverbrauch der Orte beträgt nämlich höchstens 0,227 cbm in der Minute; bei dieser Wasserförderung beträgt der Druckverlust im 125 mm weiten Rohr 0,90 m pro km. Der höchst gelegene Teil des Ortes Quadrath liegt auf + 100 N. N. (Forsthaus Jägerhaus), etwa 0,6 km vom Hochbehälter entfernt. Der höchste Wasserspiegel desselben liegt auf + 140 N. N. Der Druckverlust bis dahin beträgt aber nur $0,6 \times 0,9 = 0,54$ m, so daß also dort noch ein Druck von $140 - (100 - 0,54) = 39,46$ m = 3,9 Atm. herrscht. Der tiefst liegende Teil hat einen Druck von $140 - 80 - (2,5 \times 0,9) = 57,75$ m = 5,7 Atm.

Sindorf und Heppendorf sind mit den Behältern der Zonen 1 und 3 verbunden, sind aber direkt an das Druckrohr angeschlossen, weil sonst doppelte Rohrstrecken von den Behältern nach hier gelegt werden müßten.

Die ganze Rohrnetzanlage ist so ausgiebig bemessen, daß, abgesehen von der Aufstellung einer dritten (Reserve-) Maschine, welche vielleicht in den nächsten Jahren erfolgen dürfte, eine grundsätzliche Erweiterung der Anlage nicht erforderlich werden wird. Sollte vielleicht nach 15 oder 20 Jahren eine erhebliche Steigerung des Verbrauchs eintreten, so wäre in erster Linie das Augenmerk darauf zu richten, die bisherigen Druckverluste zu mindern und damit die Leistung der Maschinen zu steigern, indem man ihnen dann eine größere Umdrehungszahl zumutet. Eine wesentliche Verminderung der Druckverluste könnte aber dadurch eintreten, daß man die Zuführungsstränge zu den einzelnen Zonen vermehrt. So würde eine erhöhte Leistungsfähigkeit für die Zone 1 erreicht werden, wenn von der Pumpstation aus ein weiterer Speisestrang über Sindorf nach Kerpen, event. Gymnich geführt wird, der gleichzeitig für die Versorgung der außerhalb des Kreises liegenden Orte Gymnich, Dirmerzheim, Lechenich, Wissersheim, Rath, Nörvenich, Oberbolheim dienen könnte. Für die Zone 3 wird eine vermehrte Zufuhr geschaffen werden können durch einen weiteren Strang von Zieverich aus über Desdorf, Ohndorf, Niederembt.

Besonders erwähnt muß werden, daß der Druckstrang für die Versorgung der Zonen 1 und 2 quer durch das Erfttal nach Ichendorf verlegt werden soll. Hier ist bekanntlich noch kein Weg vorhanden. Ein diesbezügliches Projekt schwebt noch, jedoch würde dies nur dann für das Kreiswasserwerk von erheblichem Nutzen sein, wenn der Weg ziemlich gradlinig von der Pumpstation nach Ichendorf geführt würde. Ein Umweg über Ahe, wie er auch schon geplant ist, hätte weniger Wert für das Wasserwerk, weil dadurch ein Umweg von etwa 2 km verursacht würde und das Wasser in Ahe in spitzem Winkel geführt werden müßte. Man könnte zwar auch die Straße Sindorf—Ahe benutzen, würde aber dadurch einen Umweg von etwa 1 km machen. Dieser km würde aber einen Mehraufwand von etwa 15 000 *M* erfordern. Da der Weg von Ichendorf nach der Pumpstation aber auch der Kohlenzufuhr zum Wasserwerk zu statten kommt, so würde es sich empfehlen, dem Projekt des Ausbaues dieses Weges näher zu treten. Sollte sich dieses Projekt nicht verwirklichen lassen, so würde es sich doch empfehlen, den Druckrohrstrang in der geplanten Weise quer durchs Erfttal zu führen, auch auf die Gefahr hin, auf einem Teil des Weges wegen des schlechten Untergrundes den Rohrstrang auf steinerne Pfeiler zu setzen.

In einem Punkt weicht der Entwurf von den Vorschriften des Herrn Landeshauptmanns Dr. Renvers ab, nämlich, was die Wasserergiebigkeit der Hydranten betrifft. Die Vorschrift vom 12. Januar 1903 verlangt, daß die Hydranten 5 sl Wasser geben sollen. Dies bedingt sehr große Rohrweiten, welche in keinem Verhältnisse zur gewöhnlichen Verbrauchsmenge stehen. Dadurch werden insbesondere kurze Endstränge sehr häufig mit stagnierendem Wasser gefüllt erhalten, welches später für Genußzwecke nicht mehr brauchbar ist, und die Teilnehmer an solchen Strecken werden genötigt sein, vor jedesmaligem Gebrauch, nament-

lich des Morgens, erst eine größere Menge Wasser ablaufen zu lassen, für welches sie, trotzdem es für sie wertlos ist, die tarifmäßige Gebühr entrichten müssen. Es ist deshalb durchweg die Anordnung getroffen, daß alle Endstränge, welche keine zu große Länge haben, mit 60 und 50 mm Rohrdurchmesser ausgeführt werden sollen. Solche Stränge führen für gewöhnlich nur Wasser für einige wenige Haushaltungen, vielleicht 1 bis einige cbm im Tage, in der Sekunde beim höchsten Verbrauch also vielleicht nur $\frac{0,06 \cdot 2000}{3600} = 0,003$ l und würden bei dieser Wassermenge das Wasser noch mit einem ganz verschwindenden Druckverlust selbst auf mehrere 100 m weiter führen können. Um aber 5 sl Wasser abführen zu können, müßten, wenn nicht allzugroße Druckverluste entstehen sollen, schon Röhren von 80 bis 100 mm Durchmesser verwendet werden. Hat nun eine solche Strecke etwa 200 m Länge, so beträgt der Inhalt dieser Strecke bei 100 mm Durchmesser $7,8 \times 200 = 1560$ l und bei 80 mm $5,03 \times 200 = 1006$ l, während der ganze tägliche Verbrauch dieser Strecke manchmal diese Wassermenge nicht erreicht, oder sie kaum übersteigen wird. Denn ein kleiner bäuerlicher Anschluß dürfte kaum mehr wie 200 bis 300 l pro Tag gebrauchen. Das Wasser wird also mindestens an Frische einbüßen, wird aber auch vielfach von Eisen rot gefärbt und daher meist nicht verwendbar sein.

Außerdem ist zu bemerken, daß die Häuser keine große Höhe haben und der Dachfirst selten über 10 m über der Straßenkrone sich erheben wird, und die Wassermenge, die zum Löschen eines solchen kleinen Hauses erforderlich ist, eine ganz geringe sein wird, also auch eine engere Leitung zur Zuführung des Wassers genügt. Wo aber der Leitungsdruck ein zu geringer ist, mußte natürlich die Zuführungsleitung zum Hydranten auf 80 mm bemessen werden.

Wenn man für solche Fälle für den Hydranten 2,5 sl rechnet, dürfte für den Brandfall ausreichend gesorgt sein. Ein Beispiel möge dieses erläutern. In der Ortschaft Buir beträgt der geringste Druck zur Zeit des größten Stundenverbrauchs 25 m, wenn die Maschinen still stehen und nur aus dem Erdbehälter Wasser zufließt und unterwegs überall das Stundenmaximum entnommen wird, am entferntest gelegenen Ende, dem Bahnhofs. Am ungünstigsten liegt die Strecke 23, welche ca. 300 m lang ist und 60 mm l. W. hat. Am letzten Hydranten kommt das Wasser bei 2,5 sl noch mit einem Druck von $25 - 5,7 = 19,3$ m an. Der Druckverlust im Schlauch von 50 mm l. W. beträgt etwa 0,05 m pro m. Die Hydranten sind 80 m voneinander entfernt, bei einem Brande in der Mitte zwischen zwei Hydranten sind also 40 m Schlauch notwendig; der Reibungsverlust im Schlauch beträgt also noch etwa 2 m und man wird am Mundstück des Strahlrohrs noch einen Druck von $19,3 - 2 = 17,3$ m haben. Damit dürfte man wohl alle ländlichen Gebäude genügend bestreichen können. Hierbei ist aber immer vorausgesetzt, daß die Maschinen nicht gehen und unterwegs das Stundenmaximum entnommen wird. In Wirklichkeit werden aber diese ungünstigen

Umstände wohl niemals zusammentreffen und daher der Druck im allgemeinen ein noch viel größerer sein, wie 25 m, der hier als Ausgangspunkt der Rechnung angenommen worden ist.

Dieser als Beispiel ausgewählte Strang ist aber tatsächlich einer der am ungünstigsten gelegenen im ganzen Kreise, an den übrigen Orten sind die Verhältnisse günstiger, ausgenommen Bottenbroich, so daß meines Erachtens kein Bedenken besteht, in solchen Fällen, wo an den Endsträngen nur einzelne Anschlüsse liegen, von der Forderung, daß die Hydranten dort 5 sl Wasser führen sollen, abzugehen. Bei der sehr großen Zahl solcher Stränge wird dadurch die Anlage ganz erheblich billiger. Bei ungefähr 45 000 m solcher kleinen Leitungen bedeutet diese Abweichung von den Vorschriften des Herrn Landeshauptmanns eine Ersparnis von ungefähr 30 000 bis 40 000 *M.*

Entsprechend der geringeren Wassermenge sind die Hydranten, welche auf solchen kleineren Rohrleitungen sitzen, auch etwas kleiner als die übrigen; sie haben nur 50 mm Ventilweite gegenüber 65 mm bei den normalen Hydranten. Die Bajonettklaue dagegen, in welche das Standrohr zum Anschrauben des Schlauches eingesetzt wird, ist selbstverständlich bei allen gleich.

Soweit es möglich und ohne allzugroße Kosten durchführbar ist, ist eine Verbindung der verschiedenen Rohrleitungen durchgeführt, um so viel Stellen wie möglich Wasser von zwei Seiten zuzuführen, damit bei eintretenden Rohrbrüchen Ersatz geschaffen werden kann. Naturgemäß ist dies bei einem so ausgedehnten Rohrnetz nicht überall möglich, weil sonst zu viel unrentable Strecken gebaut werden müßten; aber bei zukünftigen Erweiterungen wird man das Augenmerk immer darauf richten müssen, solche Verbindungen zu schaffen.

Über Notverbindungen zwischen den einzelnen Zonen ist weiter oben schon das notwendige gesagt.

Die Hochbehälter.

Die Hochbehälter haben den Zweck:

1. Wasservorrat zu halten für Zeiten, wenn die Pumpen stillstehen, mag dieses nun der notwendigen Reinigung wegen oder deshalb geschehen, weil die Behälter gefüllt sind und ein augenblickliches Weiterpumpen keinen Zweck hat;
2. einen Ausgleich herbeizuführen zwischen Verbrauch und Pumpenleistung, welche sich nur selten decken werden.

Am durchsichtigsten ist dieses Verhältnis beim Behälter der Zone 3. Die folgende Tabelle gibt ein Bild des Verbrauchs in den einzelnen Tagesstunden und der gleichzeitigen Pumpenleistung, wobei bemerkt werden muß, daß mangels genügender Erfahrung in rein ländlichen Bezirken, Beobachtungen zu grunde gelegt sind, welche in Berlin gemacht wurden. Die Pumpen gehen 19 Stunden mit einer Leistung von 108 cbm in der Stunde. Der größte Tagesverbrauch beträgt 2040 cbm (Bruchteile cbm sind für ganze angenommen).

Tages- stunde	Stündl. Leistung der Ma- schinen cbm	Wasserverbrauch		Fehl- betrag cbm	Ueber- schuss cbm	
		in % des Tagesver- brauchs	in cbm			
6— 7	108	5,2	106	—	2	Morgens
7— 8	108	6,2	127	19	—	
8— 9	108	5,1	104	—	4	
9—10	108	6,5	133	25	—	
10—11	108	6,5	133	25	—	
11—12	108	6,2	127	19	—	
12— 1	108	4,6	94	—	14	Mittags
1— 2	108	5,1	104	—	4	
2— 3	108	5,5	113	5	—	
3— 4	108	5,5	113	5	—	
4— 5	108	5,1	104	—	4	
5— 6	108	4,8	98	—	10	
6— 7	108	5,3	109	1	—	Abends
7— 8	108	5,1	104	—	4	
8— 9	108	4,6	94	—	14	
9—10	108	3,7	76	—	32	
10—11	108	2,4	49	—	59	
11—12	108	1,8	37	—	71	
12— 1	108	1,0	20	—	88	Mitternacht
1— 2	—	1,2	25	25	—	
2— 3	—	1,3	27	27	—	
3— 4	—	1,5	31	31	—	
4— 5	—	2,3	47	47	—	
5— 6	—	3,5	72	72	—	
	2052	100,0	2047	301	306	

Der Behälter für Zone 3 müßte also einen Mindestinhalt von $306 \text{ cbm} = \frac{306 \cdot 100}{2040} = 15 \%$ des größten Tagesverbrauchs haben. In dem Entwurf ist er mit 600 cbm angenommen und zwar aus folgenden Gründen:

1. weil der wirkliche Nutzinhalt des Behälters sich nicht ganz mit dem nominellen Inhalt deckt. Es ist dies durch die Form des Behälters, durch die mehr oder minder schwierigen Konstruktionen bei der Einmündung der Rohrleitungen in den Behälter und durch die Unmöglichkeit bedingt, den Behälter bis zum obersten Rande zu füllen, weil der Überlauf immer etwas unter dem oberen Rande angebracht werden muß, um ein Überschwappen des Wassers zu vermeiden;
2. weil immer noch eine kleine Notreserve bleiben muß für den Fall, daß bei der Inbetriebsetzung der Pumpen kleine Aufenthalte oder Störungen vorkommen sollten;
3. weil bei ausnahmsweise forciertem Betriebe ein großer Behälterinhalt erforderlich sein kann;
4. event. noch weitere außerhalb des Kreises liegende Ortschaften angeschlossen werden könnten;

5. weil für die erste Zeit nur etwa 1200 cbm täglich gebraucht werden und hierfür ein elfstündiger Pumpenbetrieb genügt. In diesem Fall muß aber die Wasserreserve für die Zeit in der die Pumpen nicht gehen, eine bedeutend größere sein, wie die nachstehende Tabelle zeigt:

Tages- stunde	Stündl. Leistung der Ma- schinen cbm	Wasserverbrauch		Fehl- betrag cbm	Über- schuß cbm	
		in % des Tagesver- brauchs	in cbm			
6— 7	—	5,2	63	63	—	Morgens
7— 8	—	6,2	75	75	—	
8— 9	108	5,1	62	—	46	
9—10	108	6,5	78	—	30	
10—11	108	6,5	78	—	30	
11—12	108	6,2	75	—	33	
12— 1	108	4,6	56	—	52	Mittags
1— 2	108	5,1	62	—	46	
2— 3	108	5,5	66	—	42	
3— 4	108	5,5	66	—	42	
4— 5	108	5,1	62	—	46	
5— 6	108	4,8	58	—	50	
6— 7	108	5,3	54	—	54	Abends
7— 8	—	5,1	62	62	—	
8— 9	—	4,6	56	56	—	
9—10	—	3,7	45	45	—	
10—11	—	2,4	29	29	—	
11—12	—	1,8	22	22	—	
12— 1	—	1,0	12	12	—	Mitternacht
1— 2	—	1,2	15	15	—	
2— 3	—	1,3	16	16	—	
3— 4	—	1,5	18	18	—	
4— 5	—	2,3	28	28	—	
5— 6	—	3,5	42	42	—	
	1188	100,0	1200	483	471	

Wie bereits erwähnt, soll der Wasserspiegel des Behälters der Zone 3 auf + 120 N. N. liegen. Der höchste Geländepunkt bei Königshoven liegt an der Straße zwischen Hohenholz und Kirchherten, wo in dem Meßtischblatt die Höhenkurve 105 die Straße schneidet. Hier muß also ein Turmbehälter erbaut werden. Es ist ein schmiedeeiserner Behälter nach System Intze vorgesehen, welcher nominell 600 cbm faßt. Derselbe ist durch eine mittlere ringförmige Wand in zwei Hälften geteilt, so daß im Bedarfsfall zwecks Reinigung und Anstrich eine Hälfte ausgeschaltet werden kann. Der eiserne Behälter wird durch eine Ummantelung aus Ziegelmauerwerk gegen die Einwirkung der Wärmeschwankungen geschützt und soll architektonisch etwas reicher ausgebildet werden, als es die nackte Zweckmäßigkeit erfordert.

Mit Rücksicht auf die event. Verbindung zwischen Zone 1 und 3 bei Wüllenrath und Manheim soll das Einmündungsrohr mit Schwimmkugelabschluß versehen werden.

Der Hochbehälter wird mit selbsttätigem elektrischen Wasserstandsmeldeapparat versehen, welcher in der Pumpstation durch Glockensignal anzeigt, wenn der Behälter gefüllt ist und wenn derselbe bis auf ein bestimmtes Maß leer gelaufen ist. Wenn man will, kann man auch einen Apparat mit Zeigerwerk aufstellen, welches den jeweiligen Stand des Wassers im Behälter auf der Pumpstation auf einem Zifferblatt anzeigt und außerdem mit Allarmsignal „voll“ und „leer“ ausgerüstet ist. Bei der Empfindlichkeit derartiger Apparate aber möchte ich von der Verwendung derselben abraten. Für den Betrieb genügen solche Apparate vollkommen, welche nur „voll“ und „leer“ anzeigen und außerdem vielleicht die Möglichkeit bieten, sich zwischendurch hier und da von dem Wasserstand im Behälter zu überzeugen. Dieses geschieht dadurch, daß man durch den Druck auf einen Knopf in der Pumpstation ein elektrisches Lätewerk in Bewegung setzt, welches durch die Anzahl der Glockenschläge die Anzahl der Teile oder Stufen angibt, auf welche der Behälter gefüllt ist.

Außerdem muß eine direkte telephonische Verbindung zwischen dem Wasserturm und der Pumpstation vorhanden sein, damit bei Untersuchungen und Besichtigungen des Behälters oder Rohrnetzes eine direkte Verbindung mit der Pumpstation möglich ist. Diese selbsttätigen Wasserstandsmeldeapparate und die Telephonverbindungen mit der Pumpstation sind für alle Behälter erforderlich.

Die Zone 2 hat nach der Tabelle auf Seite 23 einen größten Tagesverbrauch von rund 732 cbm. Zur Förderung dieses Wasserquantums muß eine Pumpmaschine, welche 108 cbm in der Stunde leistet, $\frac{732}{108} =$ rund 7 Stunden gehen. Der erforderliche Inhalt des Hochbehälters ergibt sich aus der nachstehenden Tabelle, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Behälter nur eine Reserve zu fassen braucht, der für die Zeit ausreicht, wann die Pumpen still stehen. Während des Ganges der Pumpen wird der Behälter gefüllt gehalten, weil die Höhenlage desselben niedriger ist, wie die des Erdbehälters und deshalb erst dann das Wasser in den Erdbehälter strömt, wenn der Behälter bei der Fasanerie gefüllt ist.

Tages- stunde	Wasserverbrauch		
	in % des Tagesver- brauchs	in cbm	
7— 8	5,1	38	Abends
8— 9	4,6	34	
9—10	3,7	27	
10—11	2,4	18	
11—12	1,8	14	
12— 1	1,0	8	Mitternacht
1— 2	1,2	9	
2— 3	1,3	10	
3— 4	1,5	11	
4— 5	2,3	17	
5— 6	3,5	26	
	28,4	212	

Hiernach würde ein Behälterinhalt von 212 cbm ausreichend sein. Hierbei ist aber zu bedenken, daß bei der Zone 2 sich wahrscheinlich sehr bald die Notwendigkeit herausstellen wird, mehr außerhalb des Kreises Bergheim liegende Ortschaften anzuschließen und sich hier eigentlich die Entwicklung des Versorgungsgebiets am wenigsten voraussehen läßt. Es ist deshalb im Entwurf angenommen, daß der Behälter für Zone 2 mit 400 cbm ausgeführt wird, um allen Eventualitäten ruhig entgegensehen zu können. Dieser Behälter soll ebenso wie der bei Königshoven als Intze-Doppelbehälter ausgeführt werden und erhält ebenso wie der Königshovener Behälter eine Höhe von 15 m, da der höchste Wasserspiegel, wie bereits früher ausgeführt worden ist, auf + 140 N. N. liegen soll, während das zur Verfügung stehende Gelände bei der Fasanerie auf + 125 N. N. liegt.

Auch dieser Behälter erhält an der Einmündung des Druckrohrs Schwimmkugelschluß, da er in direkter Verbindung mit dem Druckrohr für den Erdbehälter der Zone 1 steht, in welchem zeitweilig ein weit größerer Druck herrscht, als zu seiner Füllung erforderlich ist. Es würde also unter Umständen Wasser statt in den Erdbehälter der Zone 1 zu laufen, aus dem Turmbehälter der Zone 2 über- und weglaufen.

Der Erdbehälter der Zone 1, welche einen größten Wasserverbrauch von 1556 cbm im Tage hat, wäre mit $1556 \times 0,15 = 234$ cbm Inhalt ausreichend bemessen. Da aber dieser Behälter als Ergänzungsbehälter unter Umständen für alle drei Versorgungszonen dient, so ist hier eine starke Vermehrung des Inhalts angebracht, umso mehr, als die Kosten eines Erdbehälters pro cbm Nutzinhalt nur etwa 20 bis 25 \mathcal{M} ausmachen. Es ist deshalb der Inhalt dieses Behälters auf 1000 cbm angenommen.

Dieser Behälter liegt auf + 140,5 N. N. und wird teils in die Erde, teils über die Erde zu liegen kommen, so daß sein höchster Wasserspiegel auf + 140 N. N. zu liegen kommen wird. Er wird aus Stampfbeton hergestellt in zwei vollständig voneinander getrennten Abteilungen, welche während des Betriebes die Ausschaltung je einer Hälfte ermöglichen. Jede Hälfte besteht aus drei Kammern, welche mit Kappengewölbe überdeckt sind, die ihrerseits wieder auf Gurtbogen ruhen. Der höchste Wasserstand in den Kammern beträgt 3,45 m, weil bei dieser Höhe die Baukosten des Behälters die geringsten werden.

Der ganze Behälter wird 1 m hoch mit Erde überdeckt, und so den Einwirkungen der Wärmeschwankungen entzogen. Vor dem eigentlichen Behälterraum liegt die sogenannte „Schieberkammer“, in welcher die Schieber und Klappenventile liegen, welche zur Bedienung des Behälters erforderlich sind.

Zu dem Behälter führt nämlich nur ein einziger Rohrstrang, welcher zugleich Einlauf und Auslauf darstellt. Leisten die Pumpen mehr, als der augenblickliche Verbrauch beträgt, so fließt das von den Maschinen geförderte überschüssige Wasser durch diesen Strang in den Behälter. Ist aber der augenblickliche Verbrauch größer, als die Leistung der Pumpen, so fließt aus dem Behälter Wasser in das Versorgungsgebiet, weil durch die Entnahme von Wasser aus dem Röhrrnetz des Versorgungsgebietes

der Druck geringer wird. Weil der Behälter aus zwei vollkommen getrennten Hälften besteht, gabelt sich dieser zum Behälter führende Strang in der Schieberkammer nach den beiden Hälften des Behälters zu. Da es aber erwünscht ist, daß das aus- und eintretende Wasser im Behälter zirkuliert, so ist jeder einzelne Ast des Rohrstranges wieder in zwei Äste gegabelt, von denen der eine für den Eintritt, der andere für den Austritt des Wassers in die betreffende Kammer dient. Die ersteren Äste sind mit nach innen öffnenden, die letzteren mit nach außen öffnenden Rückschlagkappen versehen und die Eintritts-Äste bis in die hinterste Ecke des Behälters geführt. Durch Schließung einzelner Gurtbogenöffnungen und Offenhaltung anderer wird dadurch ein steter Austausch zwischen eintretendem und austretendem Wasser gewährleistet.

Der Behälter wird mit ausreichenden Lüftungsvorrichtungen versehen, der Raum in der Schieberkammer wird durch Fenster hell beleuchtet.

Wasserhebung.

Pumpmaschinen.

Aus der Erörterung über den Versuchsbrunnen geht hervor, daß der tiefste abgesenkte Wasserspiegel auf der Ordinate + 69 N. N. liegt, während in der Erörterung über das Rohrnetz gezeigt worden ist, daß das Wasser, um mit dem nötigen Druck in das Versorgungsgebiet zu gelangen, auf + 145,58 N. N. bzw. auf + 161,95 N. N. gehoben werden muß. Wie aus der Besprechung über die Wasserverteilung und das Rohrnetz weiter unten hervorgeht, sollen die Fördermaschinen so eingerichtet sein, daß jede Maschine imstande ist, in jede beliebige Zone zu drücken.

Der gesamte Wasserbedarf ist, wie bereits früher nachgewiesen, auf 4740 cbm im Tage berechnet. Diese Wassermenge soll im allgemeinen in 22 Stunden gehoben werden, damit zwei Stunden zum Putzen der Maschinen frei bleiben, und soll sich auf zwei Maschinen verteilen. Genau wird sich diese Einteilung zwar nicht festhalten lassen, weil die Wassermengen, welche die verschiedenen Versorgungszonen erhalten, voneinander abweichen. Da aber die eine Maschine für die andere eintreten soll und kann, so wird es sich immer ermöglichen lassen, daß für jede Maschine zwei Stunden Zeit zum Putzen bleiben. Es sind also zur Hebung der genannten Wassermenge $2 \times 22 = 44$ Maschinenstunden zur Verfügung, so daß in der Stunde von einer Maschine gehoben werden $\frac{4740}{44} = 107$ cbm oder $\frac{107 \cdot 1000}{60 \cdot 60} = 29,72$ l oder abgerundet 30 l in der Sekunde = 1,8 cbm in der Minute = 108 cbm in der Stunde.

Die größte Förderhöhe wird sich ergeben, wenn der Erdbehälter bei Türnich gefüllt wird. Dieser liegt 13 500 m von der Pumpstation entfernt und liegt mit seinem höchsten Wasserspiegel auf + 140 N. N. Die Druckleitung dorthin soll 250 mm l. W. erhalten. Bei dieser Entfernung und diesem Durchmesser der Leitung wird der Druckverlust h in dieser Strecke sich berechnen aus der Formel:

$$h = \lambda \frac{L v^2}{d \cdot 2g}$$

In dieser Formel bedeutet:

λ einen Koeffizienten = 0,0219,

L = die Länge des Rohrstranges in m = 13305 m,

v = die Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung (bei 0,030 cbm in der Sekunde = 0,61 m),

d = Durchmesser des Rohrs in m,

g = die Beschleunigung der Schwere = 9,81.

Ausgerechnet ergibt die Formel:

$$h = 21,95 \text{ m.}$$

Die geometrische Förderhöhe beträgt $140 - 69 = 71$ m, dazu obigen Reibungsverlust von 21,95 m ergibt eine gesamte Widerstandshöhe von $71 + 21,95 = 92,95$ m. Man erhält hieraus für die Arbeitsleistung der Maschinen $L = \frac{30 \cdot 92,95}{75} = 37,14$ Pferdestärken, am gehobenen Wasser gemessen.

Hier tritt einem die Frage entgegen, welche Betriebskraft am besten zu wählen ist. Naturkräfte wie Wasser und Wind sind von vornherein ausgeschlossen, weil ersteres nicht vorhanden ist und beide zeitweilig unzuverlässig sind. Bei einem Betriebe, von dem jedoch mit der Zeit das ganze wirtschaftliche Leben des Kreises abhängig sein wird, muß jede Unzuverlässigkeit ohne weiteres ausgeschlossen bleiben. Es bleiben also nur künstlich erzeugte Betriebskräfte übrig und hier scheidet auch wieder die Elektrizität aus, weil eine größere Zentrale, an welche der Betrieb angegliedert werden könnte, nicht vorhanden ist. Es bleibt also nur Dampf- oder Kraftgasbetrieb. Bei der vorliegenden Größe der Maschinen ist ungefähr die Grenze erreicht, wo beide Betriebsarten sich gleich teuer stellen und es ist nachstehend der Versuch gemacht worden, die Kosten der beiden Betriebsarten miteinander zu vergleichen. Für Kraftgas ist eine Sauggasgeneratoranlage angenommen und als Brennstoff Industriebriketts von 5000 Wärmeinheiten Heizkraft vorausgesetzt.

Betriebskosten.

Die Betriebskosten werden sich sehr nach der mehr oder minder vollkommenen Ausnützung der Anlage richten. Da die volle Ausnützung des Werkes erst nach einer Reihe von Jahren erfolgen wird, so ist es richtiger, den wirklichen Verbrauch der Rechnung zu grunde zu legen, welcher sich im mittleren Stadium der angenommenen Lebensdauer des Werkes einstellen wird.

Die wirkliche Höchstleistung des Werkes beträgt, wenn alle drei Maschinen täglich 22 Stunden im Betrieb gehalten werden, $3 \times 108 \times 22 = 7128$ cbm pro Tag. Die tägliche Durchschnittsleistung wird dann etwa $\frac{2}{3}$ davon sein, also $= 7128 \times \frac{2}{3} = 4752$ cbm pro Tag, im Jahresdurchschnitt gerechnet. Dieses dürfte also die mittlere Leistung des Wasserwerks im Tage nach etwa 15 bis 20 Jahren sein.

In Wirklichkeit wird aber der Betrieb sehr klein anfangen und vielleicht nach zehn Jahren eine mittlere Wasserförderung von $\frac{2}{3} \times 4752 = 3166$ cbm erforderlich machen. Da jede Maschine 108 cbm in der Stunde hebt, so sind dafür erforderlich

$\frac{3166}{108} = 29,3$, oder abgerundet 30 Maschinenstunden täglich. In 300 Arbeitstagen macht dieses $30 \times 300 = 9000$ Maschinenstunden im Jahr.

Der niedrigste abgesenkte Wasserspiegel im Brunnen liegt auf + 69 N. N. Die Druckordinate, auf welche das Wasser gehoben wird, liegt für Zonen 1 und 2 auf + 161,95 N. N. und für Zone 3 auf + 145,58 N. N. Da für beide die geförderte Wassermenge annähernd die gleiche ist, so ist es zulässig, für die Rechnung die mittlere Druckordinate von $\frac{161,95 + 145,58}{2} = + 153,75$, oder rund + 153 N. N. anzunehmen, weil die Behälter während des Pumpens nie ganz gefüllt sind. Die manometrische Förderhöhe beträgt dann $153 - 69 = 84$ m. Die Leistung jeder Maschine berechnet sich dann bei 30 l Förderung in der Sekunde (= 108 cbm in der Stunde) auf $\frac{30 \cdot 84}{75} = 33,6$ Pferdestärken, am gehobenen Wasser gemessen.

Der mechanische Nutzeffekt der Pumpen ist zu 0,93 und der volumetrische Nutzeffekt der Pumpen zu 0,97 anzusetzen, so daß bei Dampf erforderlich werden:

$$\frac{33,6}{0,93 \cdot 0,97} = 37,3 \text{ effektive Pferdestärken.}$$

Die Gasmotorenfabriken nehmen den Wirkungsgrad der Pumpen im ganzen, wohl mit Rücksicht auf Riemenübertragung, zu nur 0,80 an und ergibt sich unter dieser Annahme eine Leistung der Maschinen von $\frac{30 \cdot 84}{0,80 \cdot 75} = 42$ effektive Pferdekraften.

Bei Dampf hätte man also $9000 \times 37,3 = 335700$ Pferdekraftstunden im Jahr, bei Gasmotoren $9000 \times 42 = 378000$ Pferdekraftstunden im Jahr.

Der Dampfverbrauch pro indizierte Pferdekraft und Stunde beträgt bei guten einzylindrigen Dampfmaschinen 9,8 kg. Der Wirkungsgrad von Dampfmaschinen in dieser Größe ist etwa 0,81, so daß also pro effektive Pferdekraft und Stunde gebraucht werden $\frac{9,8}{0,81} = 12,1$ kg Dampf.

Industriebriketts mit einem Heizwert von 5000 Wärmeeinheiten weisen eine Leistung auf von $\frac{D}{B} \eta_1 \eta_2 \frac{p}{\lambda}$ (Hütte 1899 S. 828), worin bedeutet:

D = erzeugte Dampfmenge in kg,

B = verbrannter Brennstoff in kg,

η_1 = Wirkungsgrad der Feuerung = 0,8—0,9, im Mittel = 0,85,

η_2 = Wirkungsgrad der Heizfläche = 0,61—0,87, im

Mittel = 0,74,

p Heizwert des Brennstoffs in Wärmeeinheiten,

λ = Wärmemenge, welche zur Erzeugung von 1 kg Dampf erforderlich ist = 600 W.-E.

Setzt man diese Werte ein, so erhält man:

$$\frac{D}{B} = 0,85 \cdot 0,74 \frac{5000}{600} = 5,24,$$

d. h. mit 1 kg Briketts kann man 5,24 kg Wasser verdampfen. Ausgeführte Versuche haben eine 5,24 bis 5,53fache Verdampfung ergeben.

Zur Verdampfung von 12,1 kg, oder für 1 effektive Pferdekraft und Stunde sind erforderlich $\frac{12,1}{5,24} = 2,3$ kg Briketts.

Nach den Angaben der Firma Gebr. Körting, Aktiengesellschaft, beträgt der Verbrauch an Briketts bei einer Sauggasanlage pro Stunde und Pferdekraft 0,65 kg.

Der Brennstoffverbrauch beträgt also im Jahr bei Dampf $335700 \times 2,3 = 772120$ kg = 77,2 Doppellader, bei Kraftgas $378000 \times 0,65 = 245700$ kg = 24,6 Doppellader.

Hierbei darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß bei Dampfbetrieb der Verbrauch an Brennstoff fast immer proportional bleibt der Maschinenleistung, bei Gasbetrieb dagegen eine Ersparnis an Brennstoff nicht eintritt, wenn dieselben nicht voll in Anspruch genommen werden. Da aber beide Betriebsarten auf die höchste Leistung eingerichtet sein müssen, weil es vorkommen kann, daß die Pumpen sowohl in Zonen 1 und 2 als auch in Zone 3 drücken, also einmal auf + 161,95 N.N. das andere Mal auf + 145,58 N.N. das Wasser heben müssen, so muß genau genommen, für die Gasmotorenanlage immer die größere Förderhöhe von 92,95 m, statt der mittleren von 84 m angesetzt werden. Dadurch erhöht sich aber der Brennstoffverbrauch beim Gasmotorenbetrieb auf $24,6 \cdot \frac{92,95}{84,00} = 27,2$ Doppellader.

Bei der vergleichenden Berechnung der Betriebskosten muß auch im Auge behalten werden, daß bei der Anwendung von Generatorgas zum Betrieb von vornherein drei Pumpmaschinensysteme aufgestellt werden müssen, gegenüber zwei Dampf-pumpensystemen, weil erstere infolge von Teeransatz verschmutzen und alle zwei bis drei Wochen zur Reinigung gänzlich auseinander genommen werden müssen. Dafür fällt allerdings der Schornstein fort, der bei der Dampfanlage erforderlich ist, auch werden die Gebäude um etwa 80 qm kleiner. Diese Mehrkosten der Gebäude bei Dampfbetrieb dürften aber aufgewogen werden durch die erforderlich werdenden Aufbewahrungsgruben für Teer und Gaswasser. Die Kosten der maschinellen Anlagen werden sich in beiden Fällen auf etwa 80000 M belaufen.

Die Verzinsung und Tilgung wird man bei beiden Betriebsarten gleich setzen, dagegen muß aber die außerordentliche Abschreibung bei der Gasanlage zu $7\frac{1}{2}$ % genommen werden, gegenüber 5 % bei der Dampfanlage, weil die Abnutzung und Reparaturkosten viel höher sind.

Von einschneidender Bedeutung sind die Kosten für Schmiermittel und Putzwolle. Dieselben darf man bei Gasmotoren auf das drei- bis vierfache setzen wie bei der Dampfmaschine. Man kann für diese Betriebsbedürfnisse etwa 0,5 ℔ pro Stunde und Pferdekraft setzen, während bei Dampf ein Satz von 0,17 ℔ genügt.

Außerdem kommt bei Gasmotoren in Betracht die Kühlwassermenge, welche nach Angabe von Gebr. Körting 2,5 cbm pro Betriebsstunde ausmacht. Der Selbstkostenpreis ist mit etwa $2\frac{1}{2}$ ℔

pro cbm in Rechnung zu stellen. Bei 9000 Maschinenstunden kommen also $9000 \times 2,5 = 22500$ cbm Kühlwasser zur Berechnung à $2\frac{1}{2} \mathcal{M} = 570 \mathcal{M}$.

Ferner ist Wasser erforderlich zur Reinigung des Gases. Das auf den Scrubber rieselnde Wasser ist auch noch mit etwa 5 cbm täglich oder mit 1500 cbm für 300 Arbeitstage in Rechnung zu stellen und sind hierfür $1500 \times 2,5 \mathcal{M} = 37 \mathcal{M}$ einzusetzen.

Ferner ist für Reinigungsmaterial und für Neuausfütterung des Generators ein Betrag von etwa 300 \mathcal{M} jährlich einzusetzen. Die Personalkosten werden bei beiden Betriebsarten gleich sein.

Unter Berücksichtigung dieser Einzelheiten erhält man folgende vergleichende Kostenzusammenstellung für ein Jahr:

Nr.	Bezeichnung der Ausgabe	für Dampf- betrieb		für Gas- betrieb	
		\mathcal{M}	¢	\mathcal{M}	¢
1	Gehälter und Löhne:				
	1 Obermaschinist . 1800 \mathcal{M}				
	1 zweiter Maschinist 1500 „				
	2 Heizer 2160 „	5 460	—	5 460	—
2	Brennstoff: 77,2 bzw. 27,2 Doppellader Briketts à 80 \mathcal{M} .	6 176	—	2 176	—
3	Schmiermittel usw. . 335 700 Pferdekraftstunden à 0,17 ¢ bzw. 378 000 Pferdekraft- stunden à 0,5 ¢	570	—	1 890	—
4	Kühlwasser und Reinigungs- wasser 570 \mathcal{M} + 37 \mathcal{M} = rund			600	—
5	Erneuerung und Unterhaltung der Generatoren usw.			300	—
6	Zinsen 4%, Tilgung $1\frac{1}{2}\%$ von je 80 000 \mathcal{M}	4 400	—	4 400	—
7	Außerordentliche Abschreibung 5% bzw. $7\frac{1}{2}\%$ von 80 000	4 000	—	6 000	—
	Summa	20 606	—	20 826	—
	Werden statt der Einzylinder- maschinen Verbundmaschinen aufgestellt, so ermäßigt sich der Brennstoff - Verbrauch im Verhältnis von $\frac{7,8}{9,8}$, also auf $6176 \frac{7,8}{9,8} = 4815,28 \mathcal{M}$ und die Betriebskosten für Dampfbetrieb ermäßigen sich dann um $6176 - 4815,28 \mathcal{M} =$	1 360	72		
	Alsdann betragen die jährlichen Betriebskosten	19 245	28	20 826	—

Man sieht, daß der Dampfbetrieb der billigste werden wird. Man darf ferner nicht übersehen, daß die Kraftgasanlagen noch

nicht ganz aus dem Versuchsstadium herausgekommen sind und daß sich möglicherweise die Kosten beim Kraftgasbetrieb auf die Dauer noch höher stellen werden. Wird doch schon bei einer Zusammenstellung von Betriebskosten im Ingenieurkalender 1904 S. 135 der Preis pro Pferdekraftstunde bei dieser Größe der Maschinen für Kraftgas und Dampf gleichmäßig auf 5,5 \mathcal{M} angegeben. Weiterhin ist zu beachten, daß die Gasanlage geschickteres Personal, genaue Beobachtung und viel Aufmerksamkeit erfordert und einen gerade bei Wasserwerken zu vermeidenden unsaubern Eindruck macht.

Unter diesen Umständen hat der Verfasser es vorgezogen, in den Entwurf den Betrieb mit Dampf aufzunehmen, umsomehr, als dieser Betrieb eine größere Elastizität hat, die um so willkommener sein muß, als die Maschinen wechselseitig füreinander eintreten sollen und bei nicht voller Ausnutzung die Kraftgasanlage nicht mehr so ökonomisch arbeitet wie der Dampfbetrieb.*

* Um jedoch die Frage der Betriebsart möglichst von allen Seiten zu beleuchten, ist vorstehender Passus des Erläuterungsberichtes vor der Drucklegung der Firma Gebr. Körting, Akt.-Ges. vom Verfasser vorgelegt worden und hat sich dieselbe hierauf wie folgt geäußert. Der Bericht ist absichtlich ohne jeden Kommentar wiedergegeben.

„Herr Ehlert war so freundlich, uns seinen Bericht über das Kreiswasserwerk Bergheim zur Verfügung zu stellen, um uns Gelegenheit zu geben, uns dazu zu äußern.

Der Bericht zeigt, daß, soweit der Gasmaschinenbetrieb in Frage kommt, Herr Ehlert eine nicht zu verkennende und, wie zugegeben werden muß, gegenüber dem, in bezug auf das Anbieten von Neuerungen häufig unvorsichtigem Vorgehen seitens mancher Vertreter der Gasmaschinen-Industrie, wohl gerechtfertigte Vorsicht hat walten lassen.

Wie aber bei jeder technischen Neuerung, so sind auch die Fortschritte auf diesem Gebiete nicht bei allen Erzeugern die gleichen gewesen, und der Wert der verschiedenen Erzeugnisse daher auch ein sehr verschiedener. Die hierunter folgenden Erläuterungen entsprechen den Erfahrungen, die wir an einer großen Zahl derartiger von uns erstellten Anlagen gesammelt haben.

Auf die einzelnen Punkte des Berichtes eingehend, bemerken wir zunächst bezüglich des Brennstoffverbrauches, daß die Anheizungskosten bei beiden Betriebsarten fortgelassen sind, wohl wegen der Annahme, daß sie bei beiden Systemen gleich seien und deshalb vernachlässigt werden könnten. Das ist aber nicht ganz der Fall.

Die Generatoren werden bei längeren Betriebspausen einfach wie Öfen behandelt, indem man den Zug abstellt. Dadurch wird der Brennstoffverlust während der Pausen ein sehr kleiner und die Generatoren, besonders bei den hier in Frage kommenden Briketts, sind sofort wieder betriebsfähig. Bei den Dampfkesseln tritt während längeren Betriebspausen dagegen ein solcher Wärmeverlust ein, daß ein längeres Anheizen wieder nötig ist.

Daher zeigen Wasserwerke mit Dampfbetrieb, die mit längeren und kürzeren Pausen arbeiten, erhebliche Abweichungen zwischen den theoretischen Berechnungen und den in der Praxis gefundenen, welche in erster Linie auf diese Verluste zurückzuführen sind, allerdings aber auch darauf, daß die Wasserwerke vielfach nur mit teilweiser Geschwindigkeit der Maschinen laufen, wodurch die Nutzwirkung der Kessel erheblich sinkt. Wir sehen aber davon ab, die Ersparnisse beim Gasbetrieb in Zahlen auszudrücken, sondern beschränken uns darauf, die Sache erwähnt zu haben.

Es ist ferner richtig, daß die Gasmaschinen am günstigsten mit voller Beanspruchung arbeiten; wenn also, wie im vorliegenden Falle, 2 verschiedene Förderzonen vorhanden sind, so wird man die Gasmaschinen für die höchste Förderhöhe bemessen müssen und sie arbeiten ungünstiger, wenn sie auf niedrige Förderhöhe arbeiten. Im vorliegenden Fall ist aber der Höhen-Unterschied zwischen den verschiedenen Zonen nicht sehr groß, denn die Leistung der Maschine beträgt bei der Förderung auf die Zone 3 rund 91% der Förderung auf die Zonen 1 und 2. Bei diesem kleinen Unterschied nimmt der Verbrauch der Gasmaschinen an Brennstoff für die eff. Pferdekraft gerechnet, so verschwindend wenig zu, daß

es nicht nötig ist, einen Zuschlag auf die berechneten 24,6 Doppellader zu machen. Sonst würde das auch beim Dampfbetrieb geschehen müssen; denn wenn auch die Dampfmaschinen in weiten Grenzen einen ziemlich gleichbleibenden Verbrauch haben, so nimmt bei geringerer Belastung der Brennstoffverbrauch zu, weil die Dampfkessel bei milderer Belastung nicht mehr so günstig arbeiten, als wenn sie voll beansprucht sind, während dagegen die Generatoren im Nutzeffekt innerhalb sehr weiten Grenzen nicht abnehmen.

Was die Verwendung von 3 Pumpmaschinensystemen bei Gasmaschinenbetrieb gegenüber 2 Dampfpumpsystemen anbetrifft, so hat man nirgends, weder in Wasserwerken, noch in den einen ebenso sicheren Betrieb erfordernden Elektrizitätswerken bislang eine derartige Vorsichtsmaßregel für nötig erachtet. Wir verweisen auf die vielen hundert Anlagen, die wir ausführten und besonders auch auf die Wasserwerke in Alzey, Luxemburg, Leutzsch, Celle usw. Die genannten Werke arbeiten mit Anthrazit oder Koks, Alzey sogar vielfach mit einem sonst unverkäuflichen Abfallkoks, so daß die Lage dieser Werke, wegen des vielfach größeren Schlackenreichtums des Brennstoffes an sich, viel ungünstiger ist, als die des geplanten Bergheimer Werkes, welches schlackenfreien Brennstoff benutzt.

Würde man allerdings voraussetzen müssen, daß bei den Braunkohlen-Briketts Teer entstände, wie das in der Tat bei Anlagen für Braunkohlen-Vergasung, die wir bei unserer Konkurrenz sahen, befürchtet werden muß, so würde für eine öftere Reinigung der Maschinen zu sorgen sein. Wäre es uns nicht gelungen, den Teer zu beseitigen, so würden wir eine Anlage für Braunkohlen-Briketts nicht existenzberechtigt halten. Da das bei Briketts-Vergasung im vollen Umfange möglich ist, so fallen auch die Konsequenzen, bezüglich größerer Sicherheit durch ein drittes Pumpwerk fort. Es fällt aus obigem Grunde auch der Aufbewahrungsort für Teer und ferner auch für Gaswasser fort, da letzteres etwa in der Beschaffenheit, wie das bei den Gasanstalten gewonene, ebenfalls nicht erzeugt wird. Die Kosten der Baulichkeiten werden daher beim Gasmaschinenbetrieb billiger als bei Dampf.

Bezüglich der besonderen Abschreibung für den Generator, können wir eine solche nicht gut heißen. Die Erfahrung lehrt, daß die Generatoren, wenn sie ordnungsgemäß ausgeführt sind, eine fast unbegrenzte Haltbarkeit haben und bei weitem nicht die Unkosten in der Erhaltung verursachen wie Dampfkessel.

Als ein Beispiel für viele erwähnen wir eine Anlage der Stadt Hannover, die seit 8 Jahren mit Generatorbetrieb arbeitet. Es handelt sich um eine Pumpanlage für Kanalwasser. Dieselbe besitzt nur einen Generator, weil als Reserve Leuchtgas vorhanden ist. Nach einer noch kürzlich vom Leiter dieser Werke Herrn Baudirektor Bock dem Unterzeichneten gegenüber gemachten Äußerung, hat der Generator noch nicht ein einziges Mal Veranlassung zu einer Betriebsstörung gegeben. Er ist heute noch in dem ursprünglichen Zustand. Eine Erneuerung der Ausmauerung ist noch nicht nötig gewesen und wird auch auf absehbare Zeit nicht nötig sein.

Der genannte Direktor betonte gerade als besonderen Vorteil die Bedürfnislosigkeit der Generatoranlage. Dabei ist zu bemerken, daß auch diese Anlage mit Koks arbeitet, der Schlacken gibt, wodurch eher ein Grund zu Verletzungen der Ausmauerung gegeben ist, als bei Briketts.

Setzt man daher die Unkosten für die Erhaltung der Dampfkessel gleich denen für die Generatoren, so hat man mehr getan, als notwendig.

Was die Kosten für Schmier- und Putzstoffe angeht, so standen in der Tat früher die Gasmaschinen ungünstiger als die Dampfmaschinen, weil die Schieber der ersten reichlich und mit gutem Schmieröl versehen werden mußten. Das ist aber seit längerer Zeit und bei unseren Maschinen ausschließlich anders geworden und der Ölverbrauch unserer Gasmaschinen stellt sich nicht höher als der der Dampfmaschinen. Es liegen Zahlen vor über ältere Wasserwerke mit noch nicht so vollendeten Gasmaschinen wie die heutigen, wonach der Ölverbrauch für die Stunde und Pferdekraft einschließlich Pumpe 4 g beträgt. Bei einem Ölpreise von 0,60 *M* das kg beträgt also der Ölverbrauch nur 0,12 *M*. Der Unterschied gegenüber den bei Dampfmaschinen angenommenen Zahlen beträgt also zu gunsten der Gasmaschinen 115 *M*., für welchen man mehr wie reichlich die notwendigen Putzstoffe beschaffen kann. Die heutigen Anlagen arbeiten noch günstiger, man ist daher mindestens berechtigt, beim Gasbetrieb keinen höheren Verbrauch als beim Dampfbetrieb einzusetzen, zumal wenn man bedenkt, daß wegen der kühl gehaltenen Wandungen der Gasmaschinenzylinder das hierfür benutzte Öl viel billiger sein kann, als das bei modernen Dampfmaschinen mit hohen Drücken und besonders mit überhitztem Dampfe.

Bezüglich der Kühlwassermenge muß bemerkt werden, daß die von unserer Firma angegebenen 2,5 cbm das für die Scrubber zu benutzende Wasser mit enthalten. Es wäre ja in der Tat unrichtig, wenn man für die Kühlwerke das durch die Wasserwerkspumpe auf 100 m hoch geförderte Wasser verwenden würde, wenngleich auch unter Verwendung solchen Wassers der dafür angesetzte Preis reichlich hoch erscheint. Man kann doch eigentlich für die Pumpen nur den Mehrpreis an Brennstoff in Ansatz bringen und würde für die 2,5 cbm nicht mehr als 1 kg gebrauchen. Die Kosten würde man ohne weiteres verringern können, wenn man mit Hilfe eines Strahlapparates betrieben mit Druckwasser, Wasser aus dem vorhandenen Brunnen ansöge, und unter einem für die Kühlzwecke geeigneten Druck den Generatoren und Scrubbern zuführt. Man würde dadurch die aus dem Druckrohre zu entnehmende Wassermenge auf weniger als die Hälfte verringern.

Will man aber die Gasmaschinenanlage den Dampfanlagen gleich stellen, so muß man berücksichtigen, daß die Dampfmaschinenanlage doch auch besondere Pumpen besitzt und zwar in Gestalt des Kondensators, welcher eine wesentlich höhere Menge fördern muß, als bei den Gasmaschinen und ferner in Gestalt der Speisepumpen. Wenn man daher überhaupt das mit den Hauptpumpen zu fördernde Wasser nicht benutzen will, so würde es zweckmäßig erscheinen, neben diesen bei der Gasmaschinenanlage auch eine kleine Pumpanlage aufzustellen, nur für das Kühlwasser vom Gasmotor und Scrubber. Die für diese Pumpe notwendige Kraft ist so gering, daß sie einer besonderen Anrechnung nicht bedarf. Aus diesem Grunde halten wir, wenn man eine Kapitalerhöhung für die Beschaffung einer solchen Pumpanlage von 2000 *M.*, was sehr reichlich erscheint, ansetzt, es nicht für gerechtfertigt, für die Gasmaschinen Wasserkosten in Ansatz zu bringen, wenn das nicht auch für die Dampfmaschinen geschieht.

Aus den oben geschilderten Gründen bezüglich der Haltbarkeit der Generatoren, halten wir den Betrag für die Beschaffung einer neuen Ausmauerung der letzteren in Höhe von 300 *M.* auch für eine unnötige Belastung.

Die Personalkosten sind beim Gasmaschinenbetrieb unbedingt günstiger, als bei Dampf. Die einzige an den Generatoren während des Betriebes vorzunehmende Arbeit, ist die Beschickung derselben in größeren Zeiträumen mit stündlich ungefähr 30—35 kg Briketts, eine Arbeit, die auf jeden Fall der Wärter der Gasmaschine mit übernehmen kann und muß. Während die Vorschriften für die Dampfkessel besagen, daß die Heizer die Kessel nicht verlassen dürfen, können die Generatoren durchaus sich selbst überlassen bleiben. Die Heizerkosten können daher vollständig gespart werden.

Unter Berücksichtigung aller dieser Einwendungen würden wir in der Gegenüberstellung die folgenden Zahlen für den Betrieb der Braunkohlen-Brikett-Vergasungsanlage für richtig und angesichts obiger Darlegungen reichlich halten:

1. Gehälter und Löhne, 1 Obermaschinist und ein zweiter Maschinist	3300,00 <i>M.</i>
2. Brennstoff 24,6 Doppellader	1960,00 „
3. Schmieröl und Putzwolle	570,00 „
4. und 5. fallen fort	
6. Zinsen und Tilgung für 55 000 <i>M.</i> (einschl. Pumpe für Kühlwasser)	3025,00 „
7. Außerordentliche Abschreibung	4000,00 „
	<hr/>
	12855,00 <i>M.</i>

Es würde also zu gunsten der Braunkohlen-Vergasungsanlage ein Unterschied von 7—8000 *M.* bestehen, ohne Rücksicht auf die Ersparnisse durch Baukosten, und dieser entspricht auch mindestens demjenigen, was im allgemeinen bei derartigen Anlagen heute gefunden wird.

Die Angaben im Ingenieur-Kalender haben keinen Anspruch auf allgemeine Richtigkeit. Sie sind, wie schon aus der Bezeichnung „Dowson-gas“ hervorgeht, für gänzlich veraltete Verhältnisse aufgestellt, aber können auch dafür nur ganz einseitig gefärbt sein. Wenngleich die Herkunft der Zahlen nicht erkennbar ist, so ist es doch zweifellos, daß nur Anthrazit für die Vergasung dabei in Frage kam, der teurer sich stellt, als die gewöhnliche Steinkohle. Der Vorteil ist in vorliegendem Falle umso mehr auf seiten der Kraftgasanlagen, weil in beiden Fällen der gleiche Brennstoff zur Verwendung gelangt.

Die Tatsachen lehren eine erhebliche dauernde Vermehrung der Kraftgasanlagen. Sie lehren ferner, daß die Dampfmaschinenfabriken nicht beschäftigt sind und sich gezwungen sehen, zum Bau von Gasmaschinen überzugehen. Dafür sind nur die wesentlichen Ersparnisse, welche der Gasmaschinenbetrieb mit sich bringt, die Ursache. Man ver-

Es sind demnach im Entwurf zwei Dampfmaschinen vorgesehen, welche das ganze benötigte Wasserquantum von 4740 cbm in 22 Stunden heben sollen, und ist gleichzeitig der Raum für die Aufstellung der Maschinen und Kessel so groß gewählt, daß ohne weiteres eine dritte Pumpmaschine und ein dritter Kessel zur Reserve aufgestellt werden können. Damit ist die wirkliche Gesamthöchstleistung des Werkes auf $3 \times 24 \times 108 = 7776$ cbm pro Tag gebracht, gegenüber einem wirklichen Höchstbedarf von 4740 cbm.

Die Leistung einer jeden Maschine ist, wie angegeben, auf 37,14 Pferdestärken berechnet, am gehobenen Wasser gemessen. Der mechanische Wirkungsgrad einer solchen Maschinen- und Pumpenanlage ist nach vorliegenden Garantiezahlen auf 0,75 anzusetzen und ergibt unter dieser Voraussetzung die Leistung einer Maschine $\frac{37,14}{0,75} = 49,5$ indizierte Pferdekkräfte.

Über die einzelnen Abmessungen der Maschinen hier Angaben zu machen, halte ich nicht für angezeigt, da die anbietenden Maschinenfabriken bei ihren Angeboten sich ihrer vorhandenen Modelle bedienen werden und es nicht im Interesse des Kreises liegt, hier unnützerweise bindende Vorschriften zu geben, die bei der Vergebung der Maschinen nur erhöhte Preise zu Tage fördern würden. Man wird es zweckmäßigerweise den anbietenden Fabriken überlassen, ihre Abmessungen selbst zu wählen, sofern sie nur den sonstigen Anforderungen entsprechen, welche im Submissionsprogramm aufgestellt sind. In diesem Programm wird man wesentlich folgendes zu berücksichtigen haben:

Die Umdrehungszahl der Pumpen soll nicht viel mehr wie 50 betragen, damit bei einer möglicherweise eintretenden großen Saughöhe keine Störungen im Betriebe vorkommen. Die Pumpenkolben sollen Taucherkolben sein und von der Stange des Dampfkolbens direkt angetrieben werden. Jede Pumpe soll eine besondere Saugleitung und besonderen Saugwindkessel besitzen, außerdem besondere Windhauben über jedem Druckventil, und einen besonderen Druckwindkessel, der mit den andern Wind-

gleiche nur die statistischen Zahlen der Elektrizitätswerke. Es liegt ja auch nahe, daß das nicht anders sein kann, weil bei den Gasmaschinen der Weg zur Benutzung des Heizwertes der Kohle ein viel direkterer und mit wesentlich geringeren Verlusten arbeitender Prozeß ist, als wenn man aus der Kohle erst Dampf erzeugt und damit Dampfmaschinen betreibt.

Hierneben fällt besonders ins Gewicht, daß die Gasmaschinen an sich gegenüber den Dampfmaschinen einen wesentlich höheren Nutzeffekt besitzen, der bei Maschinen, wie sie hier in Frage kommen, mehr als 100 % beträgt.

Die Unsauberkeit der Anlage läßt sich beim Gasmaschinenbetrieb ebenso gut und leicht wie bei den Dampfmaschinen vermeiden.

Was zum Schluß die Geschicklichkeit des Personals anbetrifft, so muß man berücksichtigen, daß eine große Zahl der heutigen Gasmaschinen sich in den Händen gänzlich ungeübter Menschen befindet und vor allem darunter diejenigen für den Lichtbedarf in Geschäftshäusern, Hotels und dergl. und der Anlagen für das Kleingewerbe.

Trotzdem befriedigen diese Anlagen durchaus, und man kann sich der Überzeugung nicht verschließen, daß eine besondere Geschicklichkeit für die Gasanlagen doch nicht angewendet zu werden braucht und die Vorbildung, welche ein guter Heizer für einen Dampfkessel nötig hat, für Generatorenanlagen nicht vorhanden zu sein braucht.

Für die Richtigkeit der obigen Mitteilungen können Belege aus der Praxis beigebracht werden.“

kesseln so verbunden ist, daß alle Windkessel und alle Pumpen durcheinander geschaltet werden können. Die Saug- und Druckventile sollen genügend großen Querschnitt haben, damit geringe Hubhöhe der Ventile möglich ist. Zu Saug- und Druckventilen sollen Umlaufhähne vorhanden sein, um das Angehenlassen der Pumpen zu erleichtern, außerdem sind Vorrichtungen anzubringen, um Luft in die Windkessel nachzufüllen. Saug- und Druckventile sollen leicht zugänglich sein und alle Teile der Pumpe so angeordnet sein, daß sie eine Besichtigung und Auswechslung aller Teile leicht gestatten.

Pumpen und Maschinen sollen liegend angeordnet sein, weil dadurch eine bessere Übersichtlichkeit und Reinlichkeit gewahrt wird. Aus diesem Grunde wird auch die Sohle des Maschinenhauses 1,72 m unter Straßenkrone gelegt. Der Maschinenhausfußboden kommt dadurch auf Ordinate + 72,28 N. N. zu liegen, während die Ordinate des im normalen Betriebe abgesenkten Wasserstandes zu + 69 N. N. angenommen ist. Die Unterkante Druckventil liegt im allgemeinen 0,80 m über Maschinenhausfußboden, also auf $72,28 + 0,80 = 73,08$ N. N., so daß sich eine größte Saughöhe ergibt von $73,08 - 69 = 4,08$ m.

Die Druckhöhe wird bei der Ausschreibung statt zu 92,95 zu 100 m anzugeben sein, damit man auch gelegentlich den Betrieb etwas forcieren kann.

Die Leistung von 49,5 indizierten Pferdekräften liegt ungefähr an der Grenze, wo es fraglich wird, ob man besser Einzylinder- oder Verbundmaschinen nimmt. Was die letzteren an Dampf sparen, erfordern sie andererseits mehr an Zinsen, Tilgung, Abschreibung und Schmiermitteln, so daß es bis zur endgültigen Vergabung eine offene Frage bleiben kann, welche Art Maschinen hier zur Verwendung kommen sollen. Den besten Aufschluß hierüber gibt demnächst die Submission auf die Maschinenanlage; in den Entwurf sind Einzylindermaschinen aufgenommen, doch ist der Raum, der im Maschinenhausentwurf vorgesehen, groß genug, um in demselben auch Verbundmaschinen aufstellen zu können. Die im Entwurf vorgesehenen Einzylindermaschinen sind Kondensationsmaschinen mit Dampfmantel, mit vom Regulator abhängiger Rider-Schiebersteuerung und einer Umdrehungszahl von 50 bis 60 in der Minute. Die Dampfkolbenstange geht durch und treibt die Pumpe direkt an. Der Dampfzylinder ist vorn und hinten fest gelagert, die Geradeführung ist zylindrisch gebohrt, das Schwungrad auf zwei nachstellbare Lagerböcke fest gelagert, der Kondensator auf der andern Seite des Schwungrades durch Kurbelzapfen direkt angetrieben. Alle Teile der Maschine befinden sich oberirdisch, nur die Rohrleitungen liegen unter dem Maschinenflur.

Das Schwungrad ist ziemlich groß zu wählen, um einen möglichst großen Gleichförmigkeitsgrad zu erzielen. Es wird mit einer Sperrklinkenvorrichtung versehen, um die Maschine leicht in Betrieb setzen zu können. Diese Sperrklinkenvorrichtung, das Dampfzulaßventil und das Wechselventil werden möglichst nahe beieinander angeordnet, so daß der Wärter beim Anlassen der Maschine gar keinen Weg zu machen braucht, sondern alles von

seinem Standplatz aus besorgen kann. Daß außerdem vollkommene Schmiervorrichtungen, Wasserablaßhähne, Sicherheitsventile an den Pumpen anzubringen sind, bedarf wohl kaum noch besonderer Erwähnung.

Der Kondensator erhält sein Einspritzwasser einmal durch eine besondere Saugleitung aus dem Brunnen und andererseits als Reserve aus der Druckleitung.

Dampfkessel.

Der Dampfverbrauch einer Dampfmaschine wie die vorhin beschriebene, bemißt sich nach vorhandenen Garantiezahlen zu 10 bis 11 kg pro Stunde und Pferdekraft. Rechnet man der Sicherheit wegen mit der größeren Zahl, so ergibt sich für jede Dampfmaschine ein Dampfverbrauch von $49,5 \times 11 = 544,5$ kg. An Verlust durch Kondensation kann man 10 % annehmen, so daß der Dampfverbrauch pro Stunde und Maschine $544,5 + 54,5 =$ rund 600 kg ergibt.

Zur Dampferzeugung soll die in der Nähe vorhandene gesiebte und gebrochene Braunkohle mit rund 2300 Wärmeeinheiten verwendet werden. Die Leistung dieses Brennstoffes ergibt sich aus folgender Formel:

$$\frac{D}{B} = \eta_1 \eta_2 \frac{p}{\lambda} \text{ („Hütte“ 1899 S. 828).}$$

In dieser Formel bedeutet:

D = die mit 1 kg Brennstoff erzeugte Dampfmenge,

B = das Gewicht der Brennstoffmenge,

η_1 = den Wirkungsgrad der Feuerung = 0,8 bis 0,9, im Mittel 0,85,

η_2 = den Wirkungsgrad der Heizfläche = 0,61 bis 0,87, im Mittel = 0,74,

p = den Heizwert des Brennstoffes = 2300 Wärmeeinheiten,

λ = die Wärmemenge in Wärmeeinheiten, die zur Erzeugung von 1 kg Dampf erforderlich ist = rund 600 W.-E.

Setzt man diese Werte in obige Formel ein, so erhält man die Leistung des Brennstoffes

$$\frac{D}{B} = 0,85 \cdot 0,74 \cdot \frac{2300}{600} = 2,41,$$

d. h. mit 1 kg des Brennstoffes können 2,41 kg Dampf erzeugt werden.

Da pro Maschinenstunde 600 kg Dampf erforderlich sind, so ergibt die zur Speisung einer Maschine erforderliche Brennstoff-

$$\text{menge } \frac{600}{2,41} = 248,8 \text{ kg, rund 250 kg.}$$

Die Kesselheizfläche, welche erforderlich ist, um diese Dampfmenge mit genannter Brennstoffmenge zu erzeugen, berechnet sich aus der Formel („Hütte“ 1899 I S. 828):

$$H = \Theta \ln \frac{T - t}{T_1 - t}, \text{ worin } \Theta = \frac{B(1 + L)}{k} c_p$$

In dieser Formel bedeutet:

H = die Heizfläche in qm,

T = die Verbrennungstemperatur auf dem Roste = 2225° C.

(„Hütte“ 1899 I S. 315),

- T_1 = die Temperatur, mit welcher die Heizgase die Feuerungszüge des Kessels verlassen, zu 300°C . angenommen,
 t = die Temperatur des Wassers im Kessel = 170° ,
 B = die Brennstoffmenge in kg pro Stunde,
 L = die Luftmenge, welche zur Verbrennung von 1 kg Brennstoff tatsächlich erforderlich ist = $5,33 \text{ kg}$,
 k = den Wärmedurchgangskoeffizienten, d. h. den stündlichen Wärmedurchgang in Wärmeeinheiten pro qm für 1° Temperaturunterschied zwischen den Feuerungsgasen und dem Wasser, im Mittel = $0,23$,
 c_p = $0,24$, die spezifische Wärme der Heizgase bei konstantem Druck.

Hiernach ist zunächst

$$\Theta = \frac{250 (1 + 5,33)}{23} \cdot 0,24 = 16,51$$

$$H = 16,51 \cdot 1 n \frac{2225 - 170}{300 - 170} = 45,6 \text{ qm.}$$

Berechnet man mit dieser Heizfläche die Endtemperatur der abziehenden Heizgase, so findet man dieselbe aus der Formel:

$$T_1 = t + (T - t) e^{-\frac{H}{\Theta}} = 170 + (2225 - 170) 2,72 - \frac{45,6}{16,51} = 299^\circ \text{C.}$$

Hiernach wäre also die Heizfläche für eine Maschine mit $45,6 \text{ qm}$ ausreichend groß bemessen. Es wird sich jedoch empfehlen, die Kessel so groß zu nehmen, daß man imstande ist, mit einem Kessel zwei Maschinen in Betrieb zu halten. Es vereinfacht dies den Betrieb außerordentlich, und man wird auch bei weniger guter Wartung des Kessels niemals in Verlegenheit kommen, selbst wenn man einmal mit einer Maschine den Betrieb bei außergewöhnlichen Gelegenheiten forcieren wollte. Da die zweite Pumpe aber nur auf $144,08 - 69 = 75,08 \text{ m}$ zu heben hat, so entwickelt sie nur $\frac{30 \cdot 75,08}{75} = 30$ effektive Pferdekkräfte, am gehobenen Wasser gemessen. Der zugehörige Kessel kann also im Verhältnis von $\frac{30}{37,14}$ kleiner sein als $45,6$, nämlich $45,6 \times \frac{30}{37,14} = 36,7 \text{ qm}$. Man wird also zweckmäßig einen Kessel von $45,6 + 36,7 = \text{rund } 82 \text{ qm}$ aufstellen. Ein zweiter gleichfalls 82 qm Heizfläche besitzender Kessel soll als Reserve aufgestellt werden. Später, wenn einmal drei Maschinen im Betrieb sein werden, kann dann in zwei Kesseln der erforderliche Dampf leicht erzeugt und ein dritter Kessel kann dann zur Reserve aufgestellt werden.

Aus diesen Erwägungen heraus sind in dem Entwurf zwei Dampfkessel von je 82 qm Heizfläche vorgesehen und das Kesselhaus so groß entworfen, daß Platz für einen dritten Kessel vorhanden ist.

Die Roste der Kessel sollen mit Rücksicht auf die kostspielige Zufuhr der Kohlen per Achse so gewählt werden, daß eine möglichst gute Ausnutzung des Brennstoffes stattfindet. Es soll deshalb die Geschwindigkeit der zugeführten Luft v so gering wie möglich gewählt werden und ebenso das Verhältnis der freien Rostfläche zur gesamten Rostfläche m . Wählt man erstere zu $1,5 \text{ m}$, letzteres

zu 0,3, so ergibt sich das Verhältnis von Brennstoffmenge zur Rostfläche („Hütte“ I 1899 S. 831):

$$\frac{B}{R} = \frac{4680 \text{ m v}}{L} = \frac{4680 \cdot 1,5 \cdot 0,3}{10,66} = 200 \text{ kg}$$

d. h. auf 1 qm Rostfläche soll nicht mehr wie 200 kg Brennstoff verbrannt werden. Bei 500 kg Brennstoff pro Stunde wäre dann eine Rostfläche erforderlich von

$$\frac{500}{200} = 2,5 \text{ qm.}$$

Hierbei ist angenommen, daß die zu verbrennende Brennstoffmenge doppelt so groß ist, wie für eine Maschine von 37,14 HP erforderlich ist, während tatsächlich eine Maschine von 37,14 HP und eine Maschine von 30 HP, am gehobenen Wasser gemessen, damit bedient wird. Die Abmessungen sind also reichlich.

Es sind in dem Entwurf Zweiflammrohrkessel mit Treppenrostfeuerung vorgesehen, welche so tief gelegt sind, daß die Braunkohlen, welche per Achse angefahren werden, möglichst ohne daß sie noch einmal in die Höhe gehoben werden müssen, dem Feuerungstrichter beim Auskippen aus dem Wagen ungefähr von selbst entgegenrutschen. Zu diesem Zweck führt von der Hauptzufuhrstraße ein erhöhter Weg hinter das Kesselhaus, wo ein Wendeplatz angelegt ist, der es ermöglicht die Kohle direkt aus der Karre auf eine nach dem Feuerungstrichter zu geneigte Bühne aufzuschlagen, von wo sie dann mit ganz geringer Nachhilfe in die Feuerung gelangt. Diese Bühne ist so groß, daß auf derselben 3 bis 4 Doppelwagen Braunkohlen gelagert werden können, so daß ein besonderer Kohlenschuppen nicht erforderlich ist.

Unter dieser Bühne befindet sich der Heizerstand mit einer Breite von 3,5 m und einer geringsten lichten Höhe von 2,5 m, in welchem sich auch die Speisevorrichtungen und Manometer befinden.

Die Feuerungsgase streichen von der Feuerung durch die Flammrohre zuerst nach hinten, streichen dann unter den Kesseln her wieder nach vorne zurück, streichen dann in die Höhe und gehen über den Kesseln wieder nach hinten und unten in den Rauchkanal, der in den Schornstein führt, welcher zwischen Maschinenhaus und Kesselhaus steht.

Der Raum, welcher vor und hinter dem Schornstein zwischen Maschinenhaus und Kesselhaus sich ergibt, wird vorne als Treppenhaus ausgebildet, während er hinten im unteren Teile als Lagerraum, im oberen Teile als Werkstätte benutzt wird. Sowohl von dem vorderen Treppenhaus aus, als auch von dem hinten gelegenen Lagerraum aus ist eine rasche Verbindung zwischen Kesselhaus und Maschinenhaus durch besondere Türen möglich.

Es wird sich empfehlen, um an Kohlen zu sparen, sowohl einen Economiser zur Erwärmung des Speisewassers, als auch einen Dampfüberhitzer anzulegen. Beide können bei der im Entwurf vorgesehenen Anordnung der Kessel leicht angebracht werden. Die Ersparnis ist immer groß genug, um die Kosten der Anlage und deren Verzinsung und Tilgung reichlich zu decken und außerdem noch nennenswerte Ersparnisse an Brennmaterial zu machen.

In dem Entwurf sind diese beiden Apparate nicht eingezeichnet, um die Zeichnung nicht undeutlich zu machen.

Rauchkanäle und Schornstein.

Die Luftgeschwindigkeit v_g im letzten Feuerzuge soll möglichst unter 6 m in der Sekunde bleiben. Nach der „Hütte“ I 1899 S. 831 berechnet sich die Luftgeschwindigkeit nach der Formel:

$$v_g = \frac{B}{R} \frac{G}{3600 \cdot a}$$

Hierin bedeutet:

B = die Brennstoffmenge pro Stunde in kg,

R = die Rostfläche in qm,

G = die durch die Verbrennung erzeugte Gasmenge pro kg Brennstoff in cbm,

a = das Verhältnis des Querschnittes des letzten Zuges zur Rostfläche, angenommen zu 0,25.

Setzt man diese Werte in obige Gleichung ein, so erhält man:

$$v_g = \frac{500}{2,5} \frac{9,5}{3600 \cdot 0,25} = 2,11 \text{ m.}$$

Der Querschnitt des letzten Zuges ist $0,25 \times 2,50 = 0,625$ qm. Der Querschnitt des Hauptrauchkanals für drei Kessel wird demnach $= 3 \times 0,625 = 1,87$ qm haben müssen, wenn alle drei Kessel gleichzeitig im Feuer sind, was wohl niemals vorkommen wird.

Die Berechnung des Schornsteins erfolgt in der Regel nach der von Reiche'schen Formel $d = 0,09 B^{0,4}$ bei Verwendung von Braunkohle, worin d den oberen lichten Durchmesser des Schornsteins, B die Brennstoffmenge pro Stunde bedeutet. Da aber hier nur Braunkohle im allgemeinen angegeben ist, ohne nähere Bestimmung des Heizwertes, so läßt sich diese Formel nicht ohne weiteres hier verwenden, so gute Werte sie auch für Steinkohlen ergibt. Besser ist es im vorliegenden Falle, die vereinfachte Peclet'sche Formel zu verwenden, welche die obere Schornsteinweite von der abzuführenden Gasmenge abhängig macht. Dieselbe lautet:

$$d = k \cdot L^{0,4},$$

worin bedeutet:

d = den oberen lichten Durchmesser des Schornsteins,

k = einen Koeffizienten = 0,64,

L = die abzuführende Gasmenge in kg pro Sekunde = $13,5$ kg pro kg Brennstoff.

Die drei Kessel würden zusammen brauchen $3 \times 500 = 1500$ kg Brennstoff und eine Gasmenge abführen von $1500 \times 13,5 = 20250$ kg in der Stunde $= \frac{20250}{3600} = 5,62$ kg in der Sekunde.

Rechnet man hiernach die Peclet'sche Formel aus, so erhält man: $d_0 = 0,64 \cdot 5,62^{0,4} = 0,64 \cdot 1,995 = 1,276$ m.

Die von Reiche'sche Formel würde ergeben:

$$d_0 = 0,09 \cdot 1500^{0,4} = 1,674 \text{ m.}$$

Würde man dagegen das den 1500 kg Braunkohlen entsprechende Gewicht Steinkohlen, etwa $\frac{1500}{3} = 500$ kg Stein-

kohlen zu grunde legen, so erhält man nach von Reiche:

$$d_0 = 0,10 \cdot 500^{0,4} = 1,51 \text{ m.}$$

Die „Hütte“ gibt in I 1899 S. 834 für beste Braunkohle bei einem Verhältnis von $\frac{B}{R} = 200$ das Verhältnis von $\frac{R}{O}$, d. h. Rostfläche zum oberen Querschnitt = 6 an.

Da $R = 3 \times 2,5 = 7,5$ qm ist, so ist

$$O = \frac{7,5}{6} = 1,25 \text{ qm, oder hieraus } d_0 = \sqrt{\frac{1,25 \cdot 4}{\pi}} = 1,27 \text{ m.}$$

Dieser letztere Wert stimmt mit der Peclet'schen Formel fast genau überein. Für den vorliegenden Entwurf ist $d_0 = 1,3$ m gewählt worden.

Die Höhe nimmt man gewöhnlich = $25 \times d$, im vorliegenden Falle wäre dies $25 \times 1,3 = 32,5$ m. Gewählt ist eine Höhe von $h = 35$ m.

Die Berechnung der Standfestigkeit des Schornsteins ist nach den neuesten in dieser Richtung ergangenen Vorschriften durchgeführt. Dementsprechend ist der seitliche Winddruck auf 150 kg pro qm, das Gewicht des Mauerwerks zu 1600 kg pro cbm und der größte zulässige Druck auf den qem zu 15 kg angenommen.

Die Standfestigkeitsberechnung folgt hierunter:

Statische Berechnung des Schornsteins von 35 m Lufthöhe und 1,30 m oberer lichter Weite nach dem Ministerialerlaß vom 30. April 1902.

Querschnittform des Schaftes: rund, Querschnittform des Sockels: quadratisch.

Es ist in m:

Die Schafthöhe $h = 20,00$. Der obere innere Schafthalbmesser = 0,65. Der obere äußere Schafthalbmesser = 0,85. Der untere innere Schafthalbmesser = 0,90. Der untere äußere Schafthalbmesser = 1,25. Halbmessenzunahme für 1 m Höhe = 0,04. Die Wandstärke der obersten Trommel = 0,20. Die Zunahme der Wandstärke für die folgenden Trommeln = 0,05.

Das Schaftmauerwerk besteht aus Radialsteinen in verlängertem Zementmörtel. Das Gewicht desselben in kg/cbm ist $g = 1600$ kg.

Der Mörtel besteht aus Zement, Kalk und Sand 1 : 2 : 6.

Das Sockelmauerwerk besteht aus Ziegelsteinen in verl. Zementmörtel.

Das Gewicht desselben in kg/cbm ist $g_1 = 1600$ kg.

Das Grundbaumauerwerk besteht aus Ziegelsteinen in Kalkmörtel.

Das Gewicht desselben in kg/cbm ist $g_2 = 1600$ kg.

Bezeichnet in m:

r_0 den oberen inneren Halbmesser einer Säule, R_0 den oberen äußeren Halbmesser einer Säule, r den unteren inneren Halbmesser einer Säule, R den unteren äußeren Halbmesser einer Säule, h die Höhe der ganzen Säule, z die Höhe einer Schaftr trommel, δ die Wandstärke einer Schaftr trommel, D_m den mittleren äußeren Durchmesser einer Schaftr trommel, d_m den mittleren inneren Durchmesser einer Schaftr trommel, so ist:

1. Das Gewicht einer Trommel $G^1 = \pi \cdot z \cdot \delta \cdot (R_0 + r)$ g, wenn R_0 den oberen äußeren und r den inneren unteren Halbmesser bezeichnen.

Das Gewicht des Schaftes über der Schaftsohle ergibt sich aus der Summe der Trommelgewichte, oder — bei gleichen Trommelhöhen und gleichen Trommelabsätzen — auch durch die Formel:

$$G = \frac{\pi h}{3} (R^2 + RR_0 + R_0^2 - [r^2 + rr_0 + r_0^2]) g.$$

2. Der Winddruck $P = n \cdot pF$ und das Winddruckmoment $M = P \cdot s$, wenn p den Winddruck für den qm, F die senkrechte Querschnittfläche und s den Abstand des Schwerpunktes derselben über der betrachteten Lagerfuge bezeichnen. Bei einem Winddrucke $p = 150 \text{ kg/qm}$ erhält man:

$$\text{für die runde Säule } n = 0,67; P = 100 (R + R_0) h$$

$$M = \frac{100}{3} (R + 2R_0) h^2;$$

3. Der Winddruck auf den Sockel ist $P_1 = n \cdot 2 R h_1$; bezeichnet P den Winddruck auf den Säulenschaft und M das Winddruckmoment auf die Schaftsohle, so ist das Winddruckmoment auf die Sockelsohle $M_1 = M + h_1 (P + \frac{1}{2} P_1)$.

4. Der Widerstand der Säule gegen Winddruck in kg/qm:

$$p_0 = q \frac{G}{\left(1 + \frac{2R_0}{R}\right) h^2}; \text{ hierin ist für runde Säulen } q = 4,5.$$

Der Durchgangspunkt der Mittelkraft aus Eigengewicht und Winddruck, d. i. der Ausschlag des Druckmittelpunktes von der Mitte der Lagerfuge in m: $a = \frac{M}{G}$.

$$\text{Für die Sockelsohle } a_1 = \frac{M_1}{\text{Schaftgewicht } G + \text{Sockelgewicht } G_1}.$$

Der größte zulässige Wert des Ausschlages von der Mitte

$$c = \frac{R}{2} + \frac{r}{4}$$

5. Die kleinste Kernweite $k = u R \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)$, hierin ist für runde Querschnitte $u = 0,250$, unter der Voraussetzung, daß der äußere Umfang des Querschnittes dieselbe Form wie der innere Umfang hat.

6. Der betrachtete Querschnitt in qm für runde Form $f = \pi (R^2 - r^2)$.

7. Die Pressung der Lagerfuge durch das Eigengewicht in kg/qcm: $S_0 = \frac{G}{f \cdot 10000}$.

8. Die Spannungen, welche bei Biegezugfestigkeit auftreten würden, sind in kg/qcm $S'' = S_0 \left(1 + \frac{a}{k}\right)$; $S' = S_0 \left(1 - \frac{a}{k}\right)$

9. Die größte Kantenpressung unter Voraussetzung klaffender Lagerfugen an der Windseite in kg/qcm: $S_m < S'' + S'$, oder genau $S_m = S'' + S' \left(\frac{a - k}{c - k}\right)^2$; hierin ist S' nicht dem Vorzeichen nach, sondern absolut zu nehmen.

Gewichte der Schafttrommeln.

Bezeichnung der Trommel	Höhe z	Obere äussere Halbmesser R _o	Untere innere Halbmesser r	Wandstärke δ	Gewicht G ¹
1	5,00	0,85	0,75	0,20	8 032
2	5,00	0,95	0,80	0,25	10 992
3	5,00	1,05	0,85	0,30	14 318
4	5,00	1,15	0,90	0,35	18 024
Gesamtgewicht der Säule					51 366

Gewichte des quadratischen Sockels.

Bezeichnung der Trommel	Höhe	Obere äussere Seitenlänge	Untere innere Seitenlänge	Wandstärke	Gewicht
5	5,00	2,66	1,81	0,51	36 320
6	5,00	2,83	1,75	0,64	46 880
7	5,00	4,27	1,69	0,77—1,29	58 160
Gesamtgewicht des Sockels					141 360
Das gesamte Schaftgewicht G =					192 726

Stabilitätsberechnung für den Schaft und Sockel.

Für vorstehend bezeichnete Schornsteinteile ist:	Säule über Lagerfuge I (Schaftsohle)	Säule über der Sockelsohle
Oberer äusserer Halbmesser in m	0,85	Sockelhalbmesser R _s = 1,315
Unterer äusserer Halbmesser in m	1,25	Sockelhöhe h _s = 1,615
Oberer innerer Halbmesser in m	0,65	0,82
Unterer innerer Halbmesser in m	0,90	0,845
1. Gewicht G in kg	51 366	G + G _s = 192 726
2. Winddruck P in kg	4200	auf d. Sockel P _s = 2047 4200 6247
3. Winddruckmoment M in kgm	39333	M _s = 5 050 39 333 44 383
4. Ausschlag des Druckmittelpunktes a in m	0,76	a _s = 0,25
Zulässige Grösse des Ausschlages c in m	0,85	1,02
5. Kleinste Kernweite k in m	0,47	0,48
6. Der betrachtete Querschnitt f in qm	2,36	14,56
7. Pressung durch Eigengewicht S ₀ in kg/qcm	2,17	1,32
8. Hilfsspannungen in kg/qcm $\left\{ \begin{array}{l} S'' = S_0 \left(1 + \frac{a}{k}\right) \\ S' = S_0 \left(1 - \frac{a}{k}\right) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 5,66 \\ 0,61 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,01 \\ 0,63 \end{array} \right.$
9. Grösste Kantenpressung S _m < S'' + S'; S _m = S'' + S' $\left(\frac{a-k}{c-k}\right)^2$	3,64	2,11

Bodenbeanspruchung unter der Grundbausohle.

- Es sei: $h_2 =$ Tiefe des Grundbaues = 2,52 m;
 $b =$ Seite der quadratischen Grundplatte . = 6,01 m;
1. Die Bodenfläche in qm ist $f_2 = b^2 = 36,12$ m;
 2. Das Gewicht des Grundbaues in kg ist, wenn J_2 den Inhalt bezeichnet, $G_2 = J_2 \cdot g_2 = 75,75$ cbm.
Schaftgewicht $G = 51366$ kg
Sockelgewicht $G_1 = 141360$ „
Grundbaugewicht $G_2 = 121200$ „
Gesamt-Schornsteingewicht $G_0 = 313926$ „
 3. Ist $P =$ Winddruck und $M =$ Winddruckmoment auf den Säulenschaft, $P_1 =$ Winddruck und $M_1 =$ Winddruckmoment auf den Sockel, so ist das auf die Grundbausohle wirkende Winddruckmoment $M_2 = M_1 + h_2 (P + P_1) = 60125$.
 4. Der Ausschlag des Druckmittelpunktes von der Mitte ist $a_2 = \frac{M_2}{G_0} = 0,19$.
 5. Die kleinste Kernweite ist $k_2 = 0,118 \cdot b = 0,71$.
Damit keine Zugspannungen und kein Abheben der Grundplatte stattfindet, muß $a_2 < k_2$ sein, welche Bedingung hiernach erfüllt ist.
 6. Die Pressung der Bausohle durch das Eigengewicht in kg/qcm ist $S_0 = \frac{G_0}{f_2 \cdot 10000} = 0,87$.
 7. Die größte Kantenpressung am Rande der Grundplatte in kg/qcm ist $S'' = S_0 \left(1 + \frac{a_2}{k_2}\right) = 1,11$.
Dieselbe ist demnach geringer als die zulässige Beanspruchung des Bodens von 3,00 kg/qcm.

Anordnung und Gebäulichkeiten der Pumpstation.

Auf dem Gelände der Pumpstation sollen untergebracht werden außer der Wasserfassungsanlage, über welche schon des näheren berichtet ist:

1. das Maschinen- und Kesselhaus und damit verbunden
2. eine Werkstätte und Lager für Schmier- und Putzmaterialien,
3. Dienstwohnungen und zwar:
 - a) für den 1. Maschinisten,
 - b) für den 2. Maschinisten,
 - c) für den Rohrmeister,
 - d) für einen Heizer oder einen Rohrleger,
4. ein Schuppen für Geräte und Ersatzteile, Blei, Strick usw.,
5. ein offener Lagerplatz für Röhren, Formstücke usw.,
6. ein Abort für das Betriebspersonal,
7. ein Schuppen für Holz zum Anheizen,
8. Stallungen.

Das Maschinen- und Kesselhaus soll in Backsteinrohbau, der Bedeutung des Werkes entsprechend in reicherer Ausbildung derart ausgeführt werden, daß ausgesuchte Türnicher Ringofensteine für die Ansichtsflächen und im Innern des Mauerwerkes gute Hintermauerungssteine verwendet werden. Das Dach soll mit glasierten Falzziegeln gedeckt und dadurch dem Ganzen ein freundliches Aus-

sehen gegeben werden. Im Innern sind einfach mit Leimfarbe getünchte und mit Linien abgesetzte Wandflächen in Aussicht genommen.

Um eine möglichst geringe Saughöhe auch bei der größten Inanspruchnahme des Brunnens zu erzielen, ist der Fußboden des Maschinenhauses 1,72 m unter Terrain gelegt und damit die Aufstellung direkt gekuppelter liegender Kondensationsmaschinen ermöglicht worden.

Der Eingang zum Maschinenhaus erfolgt durch einen Zwischenbau zwischen Maschinen- und Kesselhaus. Von diesem Zwischenbau aus kann man auf bequemen Treppen sowohl in den Maschinenraum als auch auf die Sohle des ebenfalls vertieft liegenden Kesselhauses hinter die Kessel gelangen.

In seinem mittleren Teile wird dieser Zwischenbau durch den Schornstein eingenommen, und der hintere Teil in zwei Geschosse geteilt. Der obere Teil enthält eine Werkstätte, während der untere Teil ein Lager für Schmier- und Putzmaterialien birgt. Sowohl von der Werkstätte als vom Lagerraum aus kann man in bequemer Weise zum Maschinenhause, zur Kohlenbühne und zum Heizerstand unter der Kohlenbühne gelangen, sodaß eine stete bequeme Verbindung zwischen Kessel- und Maschinenhaus vorhanden ist.

Die Lage auf dem Grundstücke der Pumpstation ist so gewählt, daß, wenn der Weg von Ichendorf nach der Pumpstation zur Ausführung gelangt, dieser auf der Nordseite des Maschinenhauses in etwa 24 m Entfernung vorbeigeführt werden kann, so daß, wenn noch ein zweites gleich großes Maschinenhaus an das jetzt projektierte angebaut werden sollte, noch ein 5 m breiter Vorgarten zwischen dem neuen Maschinenhaus und der Straße bleibt.*

Die Achse des jetzt projektierten Maschinenhauses geht durch den Brunnen, sodaß die Saugleitung möglichst gerade nach dem Maschinenhause geführt werden kann. Vom Maschinenhaus zum Brunnen wird unter der Straße her ein gemauerter Kanal gebaut, in welchem die Saugrohre liegen, deren jede Maschine ein eigenes erhält.

Die Zufuhr der Kohlen zum Kesselhaus erfolgt auf einem besonders angelegten erhöhten Wege, welcher von der Straße Sindorf—Ahe südlich der Pumpstation abzweigt und in leichtem Bogen mit leichter Steigung (etwa 1 : 250) auf einen Wendeplatz hinter dem Kesselhaus führt, wo die Kohlen auf der Außenkante der Kohlenbühne aufgeschlagen und so ohne weitere Handarbeit dem Kessel zugeführt werden. Sollte später der Weg Ichendorf—Pumpstation ausgebaut werden, so wird der Zufuhrweg zum Kesselhaus, der jetzt an die Straße Sindorf—Ahe anschließt, sich an diesen neuen Weg anschließen müssen.

Was die zu erbauenden Dienstwohnungen anbelangt, so ist es unbedingt erforderlich, daß der 1. Maschinist und ein Heizer auf der Pumpstation Wohnung haben, damit stets eine mit allen Handhabungen vertraute Persönlichkeit zur Hand ist. Ferner halte ich es für sehr wünschenswert, daß auch der Rohrmeister

* Nachträglich ist die Trace des Weges so geändert, wie es aus dem Lageplan, Blatt 29 hervorgeht.

auf der Pumpstation wohnt, da seine Dienste zu jeder Tages- und Nachtzeit in Anspruch genommen werden, und es höchst mißlich ist, wenn derselbe nicht in der zentralen Anlage wohnt und in jedem Falle erst irgendwo in einer der vielen Ortschaften gesucht werden muß, da ja ein Wohnungswechsel bei solchen Personen ein häufiger ist, wenn sie in Mietwohnungen Unterkunft finden. Auf der Pumpstation sollten bei der zentralen Lage derselben zum Kreise meiner Ansicht nach alle Fäden für den praktischen Betrieb zusammenlaufen, da dieselbe doch telephonisch mit allen Ortschaften des Kreises, soweit möglich ist, verbunden werden muß.

Eine vierte Dienstwohnung sollte für einen 2. Maschinisten vorgesehen werden; da dieser aber vorerst noch nicht benötigt wird, wäre es zweckmäßig, diese vierte Wohnung einstweilen einem Rohrleger zu überlassen, welcher als Gehilfe des Rohrmeisters diesem auch stets zur Hand sein muß.

Die Dienstwohnungen für den 1. Maschinisten und für den Rohrmeister sollen in einem Hause untergebracht werden, und soll jede dieser Wohnungen im Erdgeschoß zwei Zimmer und Küche und im Dachgeschoß je zwei Zimmer enthalten. Die beiden Wohnungen für den Heizer und den Rohrleger sind ebenfalls in einem Hause untergebracht und enthalten je ein resp. zwei Zimmer und Küche im Erdgeschoß und je zwei Zimmer im Dachgeschoß.

Bei der ländlichen Abgeschlossenheit dieser Dienstwohnungen ist es erforderlich, dieselben mit Stallungen zu versehen, damit die Bewohner derselben in der Lage sind, sich eine Ziege oder eine Kuh zu halten und die nötigen Futtermittel unterzubringen. Je zwei Stallungen sind unter einem Dache untergebracht und sollen die Stallgebäude so auf der Grenze zwischen den zu beiden Wohnhäusern gehörigen Gärten aufgestellt werden, daß die zu je einem Hause gehörigen Stallungen nur von der Seite zugänglich sind, an welcher auch das betreffende Wohnhaus liegt, damit Streitigkeiten möglichst vermieden werden.

Zu jedem Wohnhaus soll ein Stück Gartenland gegeben werden, welches zwischen die Inhaber der betreffenden Dienstwohnung verteilt wird und durch Drahtzaun von dem Nachbargarten getrennt wird.

Außer diesen kleinen Ställen für die Dienstwohnungen wird noch ein Stall für zwei schwere Arbeitspferde zu bauen sein. Es wird sich nämlich empfehlen, für das Wasserwerk eigenes Fuhrwerk zu halten für folgende Transporte:

1. Anfuhr der Kohlen,
2. Abfuhr von Betriebs- und Unterhaltungsmaterialien, Rohren, Schiebern usw. von der Eisenbahn,
3. Beförderung der Reparaturkolonnen zur Baustelle.

Die Anfuhr der Kohlen könnte zwar auch im Verdingungswege vergeben werden, allein, da für den unter 3 genannten Zweck stets Fuhrwerk bereit sein muß, so wird es zweckmäßig sein, das Pferdmaterial durch die Kohleanfuhr regelmäßig auszunutzen. In den ersten Jahren dürfte der Kohlenverbrauch etwa 22 Ma-

schinenstunden \times 250 kg = 5500 kg täglich betragen. Da auf jede Karre 2000 kg geladen werden können, so ist nur täglich dreimalige Hin- und Rückfahrt erforderlich. Die Entfernung von der Grube wird betragen, wenn der neue Weg fertiggestellt sein wird, ca. 3 km, entsprechend einer Fahrzeit von 40 Minuten, Hin- und Rückfahrt also zusammen $2 \times 40 = 80$ Minuten = 1 Stunde 20 Minuten. Rechnet man für Laden und Abstürzen jedesmal 20 Minuten, so ist für eine Fuhre erforderlich eine Zeit von zwei Stunden, für drei Fuhren also zusammen $3 \times 2 = 6$ Stunden. Bei einem Arbeitstage von 10 Stunden bleiben also noch verfügbar für kleine Fuhren vier Stunden. Rechnet man die Selbstkosten für Pferd, Kutscher, Geschirr usw. auf den Tag mit 8 \mathcal{M} , so kostet, wenn das Pferd sonst keine Verwendung finden könnte, die Abfuhr der Kohlen $\frac{8,00}{5,500} = 1,64$ \mathcal{M} pro Tonne = 8,2 \mathcal{S} pro Zentner, jedenfalls nicht oder nicht viel teurer als wenn man die Abfuhr im Verdingungswege vergibt. Dabei hat man aber das Fuhrwerk noch für andere Zwecke frei.

Für den Betrieb gibt es nämlich immer noch eine Anzahl kleiner Fuhren zu leisten, wie Abholen von Rohren, Formstücken, Schiebern, Hydranten, Wassermessern, Blei, Strick, Öl usw. von der Bahn, für welche im Laufe des Jahres immer noch erhebliche Beträge entrichtet werden müßten. Diese Fuhren hätte man also frei.

Am wichtigsten ist jedoch die stete Bereitschaft von Fuhrwerk bei vorkommenden Rohrbrüchen. Im Falle eines Rohrbruches muß sofort eine Arbeitskolonne zur Unfallstelle abrücken und muß Röhren, Formstücke, Blei, Strick, Schmelzofen und Schmelzkessel, Schüppen, Hacken und Werkzeug für die Rohrleger mitnehmen. Diese Fuhren wird man aber, wenn man sich auf Mietfuhrwerk verlassen muß, niemals zur rechten Zeit haben können, während jedoch jede Stunde Verzögerung große Verluste bringen kann. Für diesen Fall ist angesichts der großen Entfernungen, mit denen hier gerechnet werden muß, eigenes Fuhrwerk dringend zu empfehlen.

Da mit der Zeit der Betrieb sich vergrößern wird, ist für diesen Zweck ein Stall für zwei Pferde vorgesehen, dem auch eine Kutscherstube beigefügt ist.

Während des Baues des Wasserwerkes können die unter 4 bis 7 im Eingange dieses Abschnittes aufgeführten Baulichkeiten für Zwecke der Bauleitung Verwendung finden.

Die Abtritts- und Düngergruben müssen natürlich vollkommen dicht in reichlicher Größe hergestellt werden und werden mehrmals im Jahre mit einer Handpumpe entleert und der Inhalt als Dünger auf das Gelände gefahren. Eine Gefahr der Verseuchung des Wassers entsteht dadurch nicht, weil das Grundwasser 3,0 bis 3,5 m unter Tage steht und eine mehrere Meter mächtige Lehmedecke dasselbe vor allen Verunreinigungen schützt.

Die Hausanschlüsse.

Die Herstellung der Hausanschlüsse soll in Bleirohr erfolgen. Die Anwendung von schmiedeeisernen Rohren für Wasserleitungs-

zwecke, auch wenn sie verzinkt sind, halte ich nicht für zweckmäßig, weil ein Rosten derselben mit der Zeit unausbleiblich ist. Jede noch so geringe Biegung, jedes Abschneiden der Rohre entblößt das Eisen von dem schützenden Zink und von diesen Angriffsstellen aus beginnt dann das Rosten der Rohre. Ist das Wasser nicht sehr reich an freier Kohlensäure, so bildet sich ein Rostschlamm, welcher das Wasser trübt und es zum Waschen und zu Genußzwecken unbrauchbar macht. Enthält das Wasser viel freie Kohlensäure, so bildet sich an den verwundeten Stellen eine harte Kruste von Oker, welche mit der Zeit den Querschnitt des Rohres so verengt, daß der Zufluß des Wassers nahezu vollständig unterbunden ist. In St. Johann a. d. Saar ist es vorgekommen, daß der Querschnitt eines 26 mm weiten Rohres an einer solchen Stelle auf 5 bis 6 mm zusammengeschnürt war. Der Einwand der Gefahr einer Bleivergiftung, welcher in früheren Jahren hier und da gegen die Verwendung von Bleirohrleitungen für Wasserleitungszwecke erhoben wurde, dürfte heute wohl nicht mehr gemacht werden, nachdem sich seine Hinfälligkeit nach jahrzehntelangem Betriebe mit Bleirohren herausgestellt hat. Mit Ausnahme von Süddeutschland werden heute überall in Deutschland Bleirohrleitungen für Wasserleitungszwecke verwendet und haben sich gut bewährt. Eine bedenkliche Auflösung von Blei in Wasser dürfte nur in dem Falle stattfinden, daß das Wasser monatelang im Rohre steht und dann direkt getrunken wird, wie es in einer lange leerstehenden Wohnung aus einer Leitung strömt.

Es könnte noch erwogen werden, ob an den Stellen, wo ein hoher Druck herrscht, nicht anderes Material für Hausanschlüsse verwendet werden sollte. Ich bin aber der Meinung, daß bei den hier in Frage kommenden Drücken bis etwa 8 Atm. noch keine Veranlassung vorliegt, vom Blei abzugehen, wenn die nötigen Wandstärken zur Anwendung gelangen. Zur Verwendung sollen folgende Rohrweiten gelangen:

Lichter Durchmesser	Wandstärke	Gewicht pro m	Betriebsdruck bei 4facher Sicherheit
20 mm	6 mm	5,6 kg	15 Atm.
26 mm	7 mm	8,3 kg	15 Atm.
30 mm	8 mm	10,8 kg	13 Atm.

Im Durchschnitt wird also bei einem höchsten Druck in der Leitung von 8 Atm. eine fast achtfache Sicherheit vorhanden sein. Nur bei Leitungen von 30 mm l. W. wird sie etwas geringer sein, etwa sechs- bis siebenfach. Dazu kommt, daß man in tief gelegenen Orten mit hohem Druck keine so große Leitungen verwendet; denn schon durch eine 20 mm weite Leitung gehen bei einem Druckverlust von etwa 4 bis 5 m auf 10 m Länge (dies dürfte etwa die Länge einer Anschlußleitung sein) 2 bis 2,5 cbm in der Stunde. Da aber 4,5 m Druckverlust bei einem vorhandenen Druck von ca. 80 m gar keine Rolle spielen, so erhellt daraus, daß man aus einer Leitung von 20 mm l. W. noch weit größere Wassermengen in der Stunde entnehmen kann, da es fast in allen

Fällen genügt, wenn noch ein Druck von 30 bis 40 m übrig bleibt, also 40 bis 50 m für Druckverlust aufgewendet werden kann. Es könnten also mit einer Leitung von 20 mm l. W. bei einem Druck von 80 m = 8 Atm. noch Abnehmer befriedigt werden, welche bis zu 100 cbm pro Tag, also etwa 35000 cbm im Jahre gebrauchen.

Auf der anderen Seite halte ich es auch nicht für gut, die Zuleitung kleiner als 20 mm zu nehmen, damit bei Verwendung von Wasser zu Badzwecken oder zu Feuerlöschzwecken kein Aufenthalt in der Wasserentnahme erfolgt. In höheren Lagen mit geringem Druck wird eine solche Rohrweite auch für kleinere Anschlüsse erforderlich sein, damit die Abnehmer nicht allzulange auf das Füllen ihrer Gefäße zu warten brauchen. In den höchsten Ortslagen, wo vielleicht nur 2 Atm. = 20 m Druck vorhanden sind, sollte der Druckverlust nicht mehr wie etwa 0,5 bis 1 m betragen (auf 10 m Länge der Anschlußleitung), dann läuft durch eine solche 20 mm weite Anschlußleitung eine Wassermenge von 13 bis 18 l in der Minute, in der Stunde also 680 bis 1080 l. Bei dieser Leitung wird ein gewöhnlicher Kücheneimer von etwa 10 l Inhalt in $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Minuten gefüllt sein.

Der Anschluß der Bleirohrleitung an das gußeiserne Straßenrohr erfolgt in der Weise, daß zunächst das gußeiserne Straßenrohr angebohrt wird; um das Rohr wird dann eine Schelle gelegt, welche in ihrem vorderen Schilde eine mit Gewinde versehene Öffnung hat, welche auf das gebohrte Loch zu liegen kommt. Zwischen Rohr und Schild der Schelle kommt eine Gummiverpackung zu liegen, welche durch Schrauben fest an das Rohr angepreßt wird. In das Schraubengewinde des Schildes wird ein Messingstück eingeschraubt, welches am anderen Ende mit einem Lötzapfen versehen ist, an welchen das Bleirohr angelötet wird. Die Bleirohr-Anschlußleitung wird durch ein Absperrventil unterbrochen, welches möglichst außerhalb der eigentlichen Fahrbahn der Straße zu liegen kommt. Dieses Ventil wird von der Straße aus durch eine Schlüsselstange zugänglich gemacht, welche durch ein Hülsrohr geht, das von der Straßenoberfläche bis auf das Ventil herunter geht und oben mit einer Straßenkappe, deren Deckel zu öffnen ist, zum Öffnen und Schließen zugänglich gemacht wird.

Dieses Ventil dient den Zwecken der Verwaltung zur Absperrung der Leitung bei Außerbetriebstellung und kann bei kleineren Häusern auch als Hauptabsperrventil für die Bewohner des Hauses bei Frostwetter dienen. Bei größeren Häusern empfiehlt es sich, im Innern des Hauses noch ein zweites Ventil anzubringen, welches im Keller liegt und mit Entleerung versehen ist, damit bei Frostwetter die Abnehmer leicht ihre Leitung absperren und von Wasser entleeren können.

Es kann auch das erstere Ventil mit selbsttätiger Entleerung versehen werden und kann dann möglichst dicht an das Haus oder in dasselbe verlegt werden. Bei allen Anschlüssen aber, welche an einem Hauptspeisestrang liegen, müssen beide Ventile eingebaut werden, damit nicht bei Störungen einer Anschlußleitung der ganze Hauptspeisestrang außer Betrieb gesetzt werden muß.

Im Innern des Hauses, hinter dem zweiten Ventil kommt der

Wassermesser zu stehen und zwar unbedingt frostfrei. Wo er nicht im Keller aufgestellt werden kann, muß er in einem frostfrei gelegenen Zimmer oder in einem gemauerten Schacht aufgestellt werden, damit er Zerstörungen durch Frost nicht ausgesetzt ist.

Bis hierher wird der Kreis die Anschlußleitung unentgeltlich herstellen. Die innere Leitung geht zu Lasten des Anschließenden.

Die Abgabe des Wassers nach Wassermessern empfiehlt sich am meisten. Es wird dadurch einer übermäßigen Vergewendung am sichersten vorgebeugt und dadurch ganz erheblich an Anlagekosten und später an Vergrößerungskosten der Anstalt gespart, wenn auch die einmalige Beschaffung der Messer eine erhebliche Ausgabe bedingt. Immerhin wird sie sehr viel kleiner sein als die Kosten für die größere Anlage oder die spätere Vergrößerung. Wo eine Abgabe nicht nach Wassermessern stattfindet, ist der Verbrauch pro Tag und Kopf sehr viel größer und übersteigt oft das Doppelte des richtigen Verbrauchs und dementsprechend muß auch die Anlage viel größer gebaut werden als es sonst nötig ist. Andererseits soll aber auch darauf gehalten werden, daß mit dem Wasser nicht geheizt wird und deshalb muß eine bestimmte Wassermenge bezahlt werden, gleichviel, ob sie gebraucht ist oder nicht. Diese Wassermenge kann je nach der voraussichtlichen Rentabilität des Werkes festgesetzt werden und ist in der nachfolgenden Rentabilitätsberechnung darüber ausführlich berichtet. Diese Rentabilitätsberechnung ist zur Information des Kreis Ausschusses demselben bereits früher vorgelegt worden und hier wiederholt, und kann deshalb hier darauf verwiesen werden.

Wo außergewöhnlich lange Anschlußleitungen notwendig werden, sollen diese nach dem Beschlusse des Kreis Ausschusses auf Kosten des Kreises hergestellt werden, wenn der Anschließende sich verpflichtet, so viel Wasser zu entnehmen, daß der dafür zu zahlende Wasserzins mindestens 10 % der Anlagekosten beträgt.

Rentabilität.

Nach dem Beschlusse der Kreiswasserwerkskommission vom 7. Dezember 1903 sollte für jeden Anschluß ein Mindestsatz von 1 \mathcal{M} monatlich erhoben werden, wofür 5 cbm Wasser geliefert werden. Jeder cbm Wasser, welcher über diese 5 cbm hinaus gebraucht wird, soll mit 15 \mathcal{N} berechnet werden.* Auf dieser Grundlage soll nun versucht werden, ein Bild der Rentabilität zu geben. Der denkbar günstigste Fall wäre der, daß sämtliche Häuser des Kreises angeschlossen werden.

Im ganzen Kreise können etwa 9000 Wohnhäuser angeschlossen werden. Diese würden eine jährliche Mindestabgabe zu zahlen haben von $12 \times 1 \times 9000 = 108000 \mathcal{M}$ und erhalten dafür eine Wassermenge von $5 \times 12 \times 9000 = 540000$ cbm.

Die höchste Abgabe am Tage würde 4740 cbm betragen. Der mittlere Tagesverbrauch ist erfahrungsgemäß auf $\frac{2}{3}$ des

* Diesen Beschluß hat die Wasserwerkskommission unterm 14. März 1904 dahin umgeändert, daß für jedes Haus monatlich 2 \mathcal{M} als Mindestsatz zu zahlen sind. Nur kleinere Häuser mit weniger als 50 qm bebauter Fläche zahlen einen ermäßigten Preis von 1 Mark pro Monat, wenn bei diesen Häusern nicht mehr wie 1 Stück Großvieh vorhanden ist.

größten Tagesverbrauchs anzusetzen, also zu $4740 \times \frac{2}{3} = 3160$ cbm. Der mittlere jährliche Verbrauch ist $= 3160 \times 365 = 1153400$ cbm. Von diesen werden als Mindestsatz abgegeben 540000 cbm gegen eine feststehende Einnahme von 108000 \mathcal{M} . Der Rest $1153400 - 540000 = 613400$ cbm wird zu 15 \mathcal{S} verkauft, ergibt also eine Einnahme von $613400 \times 0,15 = 92010$ \mathcal{M} . Die gesamte Einnahme an Wasserzins dürfte sich also auf höchstens $108000 + 92000 = 200010$ \mathcal{M} belaufen.

Als weitere Einnahmequellen kommen in Betracht:

1. Pacht aus Grundbesitz. Das zur Verpachtung zur Verfügung stehende Gelände wird sich vielleicht auf 10 Morgen stellen, wofür an Pacht vielleicht eingenommen werden 10×30 $\mathcal{M} = 300$ \mathcal{M} .
2. Einnahme für Privathydranten, welche plombiert und nur bei Feuersgefahr benutzt werden dürfen, $50 \times 5 = 250$ \mathcal{M} .
3. Gewinn aus dem Installationsgeschäft für Privateinrichtungen rund 1500 \mathcal{M} .

Was die Ausgaben anbetrifft, so ist zunächst der Verbrauch an Kohlen festzustellen.

Es sind jährlich 1153000 cbm zu heben. Die mittlere Förderhöhe beträgt etwa 84 m. Die gesamte Wassermenge soll mit Rücksicht auf Feiertage in 300 Tagen gehoben werden, pro Tag also $\frac{1153400}{300} = 3845$ cbm. Jede Pumpmaschine fördert in der Stunde 108 cbm. Es sind also täglich $\frac{3845}{108} =$ rund 36 Maschinenstunden erforderlich. Die Leistung jeder Maschine beträgt $\frac{108 \cdot 1000}{60 \cdot 60} = 30$ l pro Sekunde und bei einer Förderhöhe von 84 m bedeutet dieses eine Arbeitsleistung von $\frac{30 \cdot 84}{75} = 33,6$ Pferdekkräfte, am gehobenen Wasser gemessen.

Nimmt man den Wirkungsgrad der Anlage mit 0,73 an, so ergibt sich eine Arbeit der Maschinen in indizierten Pferdekkräften von $\frac{33,6}{0,73} =$ rund 46 Pferdekkräfte.

Der Dampfverbrauch pro indizierte Pferdekraft und Stunde dürfte bei der vorliegenden Größe der Maschinen mit 9,8 kg anzunehmen sein, sodaß sich ein Dampfverbrauch ergibt von $46 \times 9,8 = 440,8$ kg, dazu 10 % Verlust mit 44,1 kg, in Summa $440,8 + 44,1 = 484,9$ kg, rund 485 kg Dampf pro Maschinenstunde.

Mit 1 kg Brennstoff (erdige Braunkohle) kann eine Dampfmenge von 2,14 kg erzeugt werden, es sind also pro Maschinenstunde notwendig $\frac{485}{2,14} =$ rund 200 kg Braunkohlen.

Bei täglich 36 Maschinenstunden sind also erforderlich $36 \times 200 = 7200$ kg Braunkohlen und bei 300 Arbeitstagen jährlich $300 \times 7200 = 2160000$ kg $= 216$ Doppelwagen. Der Preis der rohen Braunkohle stellt sich frei Pumpstation, wenn der Weg von Ichendorf nach der Pumpstation ausgebaut ist, auf 50 \mathcal{M} pro Doppelwagen, so daß sich also der jährliche Aufwand an Kohlen bemißt auf $216 \times 50 = 10800$ \mathcal{M} . Mit Rücksicht darauf jedoch, daß im gewöhnlichen Betriebe diese theoretisch ermittelten

Zahlen meist stark überschritten werden infolge von Unachtsamkeit der Heizer, Undichtigkeiten, Störungen und Unterbrechungen im Betriebe, größerem Wassergehalt der Kohle, daß ferner für die Wohnungsheizung der Bediensteten eine große Menge Kohlen verbraucht werden, sollen diesem Betrage von 10800 *M* noch rund 3000 *M* zugeschlagen werden, so daß sich der Posten Kohlenverbrauch auf 13800 *M* stellen wird.

Als Anlagekapital dürfte 2200000 *M*,* der Zinsfuß zu 4 % und die Tilgung zu $1\frac{1}{2}$ % angenommen werden, so daß sich die Verzinsung zu $2200000 \times 0,04 = 88000$ *M* und die regelmäßige Tilgung zu $2200000 \times 0,015 = 33000$ *M* ergibt.

Eine besondere Abschreibung müßte noch für die maschinellen Anlagen vorgesehen werden und dürfte diese bei der gleichmäßigen Anstrengung und guten Instandhaltung mit 5 % ausreichend bemessen sein. Die Kosten der maschinellen Anlagen (Dampfmaschinen und Kessel) werden ungefähr 80000 *M* betragen, die Abschreibung hierfür also $80000 \times 0,05 = 4000$ *M*.

An Gehältern werden erforderlich sein: Für den Dirigenten des Werkes 3600 *M*, für den Rohrmeister 1800 *M*, für den Obermaschinisten 1800 *M*, für einen zweiten Maschinisten 1500 *M*, für zwei Heizer je 1080 *M*, für zwei Wassermesser- und Streckenkontrolleure je 1200 *M*; für Bureauunkosten und Schreibhilfe sind etwa 2400 *M* nötig; für die Unterhaltung des Rohrnetzes werden erforderlich sein ein Rohrleger mit 1200 *M*, vier Erdarbeiter mit je 900 *M* und an Material für die Unterhaltung rund 1000 *M*. Für die Unterhaltung der Gebäude sind etwa 300 *M* einzusetzen. An Schmier-, Putz-, Beleuchtungs- und Verpackungsmaterial werden erforderlich sein rund 1200 *M*. An Vergütung für die Provinz für die Benutzung der Straßen, für Versicherungen, Steuern und sonstige kleine Unkosten und zur Abrundung sind einzusetzen etwa 4240 *M*.

Wir erhalten sonach bei voller Ausnutzung des Werkes folgende Rentabilitätsberechnung:

A. Einnahmen:	
1. Wasserzins	200010 <i>M</i>
2. Pachteinnahe	300 „
3. Gebühren für Privathydranten	250 „
4. Gewinn aus dem Installationsgeschäft	1500 „
Summa	202060 <i>M</i>
B. Ausgaben:	
1. Zinsen	88000 <i>M</i>
2. Regelmäßige Tilgung	33000 „
3. Außerordentliche Abschreibung auf Maschinen und Kessel	4000 „
4. Kohlen	13800 „
5. Schmier-, Putz-, Beleuchtungs- und Verpackungs- materialien	1200 „
Übertrag	140000 <i>M</i>

* Der später aufgestellte genaue Kostenanschlag weist ein Anlagekapital von 2250000 *M* nach. (S. S. 63.)

	Übertrag	140 000	<i>M</i>
6. Unterhaltung des Rohrnetzes:			
1 Rohrleger	1200		<i>M</i>
4 Arbeiter à 900 <i>M</i>	3600		„
Materialien	1000	5800	„
7. Unterhaltung der Gebäude		300	„
8. Gehälter:			
Dirigent	3600		<i>M</i>
Rohrmeister	1800		„
Obermaschinist	1800		„
2. Maschinist	1500		„
2 Heizer à 1080 <i>M</i>	2160		„
2 Kontrolleure	2400	13 260	„
9. Bureauunkosten und Schreibhilfe		2400	„
10. Vergütung an die Provinz, Steuern, Versicherungen, Gebühren und sonstige kleine Ausgaben und zur Abrundung		4240	„
	Summa	166 000	<i>M</i>

Zusammenstellung.

A. Einnahmen	202 060	<i>M</i>
B. Ausgaben	166 000	„
	Überschuß	36 000 <i>M</i>

Wenn also der Anschluß an das Wasserwerk ein allgemeiner ist, wird sich eine gute Rente für das Werk ergeben, auch wenn man annimmt, daß inzwischen das Anlagekapital sich noch etwas erhöht hat gegenüber den angenommenen 2 200 000 *M*.

Wesentlich ungünstiger wird sich aber das Ergebnis in den ersten Jahren stellen. Das Ergebnis im ersten und zweiten Jahre dürfte aber wohl kaum als maßgebend angenommen werden, da erfahrungsgemäß erst nach etwa drei Jahren das Unternehmen sich mehr und mehr einbürgern wird. Für diesen Zeitpunkt dürfte als richtig anzunehmen sein, daß etwa die Hälfte aller Häuser, also etwa 4500 angeschlossen sind. Dann ergibt sich folgende Rentabilitätsübersicht:

A. Einnahmen:

1. Wasserzins	100 005	<i>M</i>
2. Pachteinnahme	300	„
3. Gebühren für Privathydranten	250	„
4. Gewinn aus dem Installationsgeschäft	1500	„
	Summa	102 055 <i>M</i>

B. Ausgaben:

1. Zinsen, 4 % von 2 000 000 <i>M</i> (das Anlagekapital ist etwas kleiner, weil weniger Anschlüsse vorhanden sind)	80 000	<i>M</i>
2. Tilgung, 1½ % von 2 000 000 <i>M</i>	30 000	„
3. Abschreibung auf Maschinen und Kessel (bleibt)	4 000	„
4. Kohlen (wird weniger)	6 900	„
5. Schmier-, Putz-, Beleuchtungs- und Verpackungsmaterialien (wird weniger)	700	„
6. Unterhaltung des Rohrnetzes (bleibt)	5 800	„
7. Unterhaltung der Gebäude (bleibt)	300	„
	Übertrag	127 700 <i>M</i>

	Übertrag	127 700 <i>M</i>
8. Gehälter (es fallen aus ein Maschinist und ein Heizer)	13 260 — 2 680 =	10 680 „
9. Bureauunkosten und Schreibhilfe (bleibt)		2 400 „
10. Vergütung an die Provinz usw.		4 220 „
	Summa	<u>145 000 <i>M</i></u>

Zusammenstellung:

A. Einnahmen	102 055 <i>M</i>
B. Ausgaben	<u>145 000 „</u>
	Fehlbetrag 42 945 <i>M</i>

Ein kleiner Vorteil wird für das Werk darin liegen, daß die zu 1 *M* monatlichem Mindestbetrag herangezogenen Häuser die ihnen zustehenden 5 cbm Wasser nicht gebrauchen, sondern weit darunter bleiben werden, aber hierdurch wird nur an Kohlen und dergleichen gespart. Die Hauptausgaben für Verzinsung und Tilgung werden dadurch nicht berührt. Es ist also fraglich, ob der von der Kommission gewählte Modus der Berechnung des Wasserzinses der richtige ist. Wenn auch noch eine Gebühr von den Gemeinden erhoben wird für Benutzung des Wassers zum Besprengen der Straßen und Benutzung der Hydranten bei Feuersgefahr, so läßt sich doch kaum ein so großer Fehlbetrag beseitigen. Es erscheint mir deshalb notwendig, eine Erhöhung des Wasserzinses vorzunehmen und zwar eine stufenmäßige, je nach dem Nutzungswerte des angeschlossenen Grundstücks. Es erfordert dieses auch die Billigkeit, denn ein kleines Arbeiterhaus wird in der Regel nur 2 bis 3 cbm Wasser gebrauchen, während ein besseres Haus von städtischer Bauart mit den ihm zustehenden 5 cbm Wasser auskommen wird und auch nicht mehr als 1 *M* monatlich bezahlt. Hier müßte auf den Charakter des Hauses doch auch Wert gelegt und bessere Häuser höher herangezogen werden.

Eine Erhöhung des Wasserpreises auf 20 *S* würde auch kein günstigeres Ergebnis aufweisen, wenn der Mindestsatz auf 1 *M* monatlich stehen bleibt, wie folgende Berechnung lehrt.

Die halbe jährliche Durchschnittsleistung wäre

$$\frac{1\,153\,400}{2} = 576\,700 \text{ cbm}$$

Davon gehen ab 4500 Häuser mit	
je 60 cbm =	<u>270 000 „</u>
bleiben	<u>306 700 cbm</u>
ergibt	61 340 <i>M</i>
dazu 4500 · 12 <i>M</i>	<u>54 000 „</u>
zusammen	115 340 <i>M</i>

Es bleibt also immer noch ein Fehlbetrag von 145 000 — (115 340 + 300 + 250 + 1500) = 27 610 *M*.

Will man also den Wasserpreis von 15 *S* pro cbm beibehalten, so kann der Fehlbetrag nur beseitigt werden, wenn der Mindestsatz pro Haus im Durchschnitt um $\frac{42945}{4500} = 9,54$ oder rund um 10 *M* erhöht wird, d. h. der Durchschnittsmindestsatz müßte etwa 22 *M* betragen, statt wie der Kommissionsbeschluß lautet, 12 *M* jährlich.

Ich möchte deshalb bitten, auf meinen Vorschlag einzugehen, den ich in § 11 meines der Wasserwerkskommission vorgelegten Tarifentwurfs näher präzisiert habe. Dieser lautet:

Der Preis des Wassers beträgt 15 \mathcal{M} für das Cubikmeter, jedoch ist von jedem angeschlossenen Grund- oder Gebäudebesitz ein Mindestsatz zu zahlen, gleichviel, ob die nach Maßgabe desselben auf den Monat entfallende Wassermenge verbraucht worden ist oder nicht. Zu diesem Zwecke wird jedes angeschlossene Haus oder Grundstück zu einer der nachstehenden Stufen eingeschätzt. Der zu zahlende Wenigstbetrag stellt sich für den Monat:

in Stufe	I	auf 1,20 \mathcal{M} ;	Wassermenge hierfür	3 cbm
„	II	„ 1,60 „	„	4 „
„	III	„ 2,00 „	„	5 „
„	IV	„ 2,40 „	„	6 „
„	V	„ 2,80 „	„	8 „
„	VI	„ 3,20 „	„	10 „
„	VII	„ 3,60 „	„	12 „
„	VIII	„ 4,00 „	„	14 „
„	IX	„ 4,40 „	„	16 „
„	X	„ 4,80 „	„	18 „
„	XI	„ 5,20 „	„	20 „
„	XII	„ 6,00 „	„	22 „

Bei der Bezahlung wird jedes angefangene Cubikmeter für voll gerechnet.

Baukosten.

Nach den aufgestellten speziellen Kostenanschlägen stellen sich die Baukosten wie folgt:

I.	Grunderwerb	13 180,00 \mathcal{M}
II.	Vorarbeiten und Wassergewinnung:	
	a) Bohrungen	17 500 \mathcal{M}
	b) Brunnen u. Saugleitungen	<u>22 000 „</u> 39 500,00 „
III.	Gebäude und maschinelle Anlagen an der Pumpstation:	
	a) Maschinen- u. Kesselhaus	45 500 \mathcal{M}
	b) Maschinen u. Dampfkessel	7 6400 „
	c) Schornstein	4 000 „
	d) Stollen für die Saugleitungen	3 800 „
	e) Stall und Lagerschuppen	7 100 „
	f) Wohnhaus	15 000 „
	g) „	13 600 „
	h) Stallgebäude für die Beamtenwohnungen	2 300 „
	i) Wasserleitungsinstallat.	<u>700 „</u> 168 400,00 „
IV.	Wassertürme und Hochbehälter:	
	a) Wasserturm bei Königshoven	35 000 \mathcal{M}
	b) Wasserturm bei der Fasanerie	30 750 „
	c) Erdbehälter bei Türnich	<u>25 000 „</u> 90 750,00 „
V.	Rohrnetz	<u>1 470 000,00 „</u>
	Übertrag	1781 830,00 \mathcal{M}

	Übertrag	1781830,00	M
VI.	Hausanschlüsse und Wassermesser . . .	102500,00	„
VII.	Rohrnetz und Hausanschlüsse in Horrem und Hemmersbach, die bereits ausgeführt sind	80715,12	„
VIII.	Telephon- und Wasserstands-Fernmelde- Anlage	15000,00	„
IX.	Werkzeuge, Geräte, Einrichtungen . . .	5000,00	„
X.	Projekt und Bauleitung	65000,00	„
XI.	Insgemein, Regulierungen, Bauzinsen, Be- wahrung, unvorhergesehene Arbeiten und Abrundung	199954,88	„
	Summa	<u>2250000,00</u>	M

Düsseldorf, den 14. März 1904.

H. Ehlert, Civilingenieur.

Anhang.

Analysen des Wassers.

I. Analysen des Herrn Dr. Trenzen in Aachen:

Gegenstand der Untersuchung	Art der Untersuchung	Probe vom	Probe vom	Probe vom
		30.1.1904	6. 2. 1904	20. 2. 1904
		g im Liter	g im Liter	g im Liter
Suspendierte Stoffe	Gewogen nach 4tägig. Stehen in geschlossener Flasche .	0,0008	0,001	0,0004
Darin organische Substanzen	Durch Glühverlust bestimmt	0,0000	0,0001	0,0000
Abdampf-Rückstand	1000 ccm in der Platinschale eingedampft, hinterlassen bei 100°	0,2740	0,3048	0,2836
	„ 110°	0,2738	0,3026	0,2826
	„ 140°	0,2634	0,2927	0,2706
	„ 180°	0,2619	0,2632	0,2554
	„ Rotglühhitze	0,1490	0,1466	0,1484
	nach Rückverwandlung der Oxide in Carbonate . . .	0,2314	0,2336	0,2328
Analyse des Rückstandes	Im Rückstande sind enthalten			
Kieselsäure SiO ₂	Der in HCl unlösliche Teil des Rückstandes mit HF und H ₂ SO ₄ abgeraucht .	0,0068	0,0039	0,0126
Titansäure TiO ₂	Colorimetrisch mit H ₂ O ₂ .	0,0003	0,0003	0,0004
Thonerde Al ₂ O ₃	Im Filtrate der SiO ₂ mit NH ₄ (OH) gefällt nach Abzug der später ermittelten Eisenmenge	0,0043	0,0023	0,0031
Eisen FeO ₃	a) titrimetrisch mit KMnO ₄ (Reduktion mit PdH ₂ electrolytisch	0,00009	0,00006	0,00005
	b) colorimetrisch mit Rhodankalium in besonderer Probe	0,00008	0,00005	0,00005
	c) organisch gebundenes Eisen	0,0000	0,0000	0,0000
Mangan MnO	Als Sulfur abgeschieden, als Sulfat gewogen	0,0001	0,0000	0,0000
Kalk CaO	Als Oxulat gefällt, als Oxid gewogen	0,0891	0,0935	0,0911
Magnesia	Gefällt als Mg(NH ₄)PO ₄ , gewogen als Mg ₂ P ₂ O ₇ . .	0,0124	0,0155	0,0148
Alkalien	Die Alkalien wurden in besonderer Probe bestimmt als Sulfat gewogen, das Kalium als Kaliumplatinchlorid bestimmt, vom Gesamtgewicht abgezogen ergibt sich das Natrium als Differenz.			
a) Natrium als Na ₂ O	Na ₂ O	0,0098	0,0091	0,0092
b) Kalium als K ₂ O	K ₂ O	0,0003	0,00025	0,0001
Chlor Ch	a) maßanalytisch nach F. Mohr mit Correctionswerten nach L. Winkler	0,0131	0,0148	0,0126
	b) gewichtsanalytisch . . .	0,0136	0,0146	0,0130
Salpetersäure anhydrit N ₂ O ₅	a) nach Marx-Trommsdorf .	0,0132	0,0124	0,0128
	b) nach Ulsch durch Reduktion zu Ammoniak . . .	0,0128	0,0116	0,0118
	c) nach der Ulsch'schen Wasserstoffdefizitmethode .	0,01265	0,01185	0,0119
Salpetrigsäure anhydrit N ₂ O ₃	a) nach der Methode von Griess, modifiziert von Illosvay und Lunge . . .	0,000001	0,00000	0,00000
	b) nach Trommsdorf mit Zinkjoditstärkelösung . .	0,00000	0,00000	0,00000

Gegenstand der Untersuchung	Art der Untersuchung	Probe vom 30.1.1904	Probe vom 6.2.1904	Probe vom 20.2.1904
		g im Liter	g im Liter	g im Liter
Salpetrigsäure anhydrit N ₂ O ₃	c) nach Preusse mit Metaphenyldiamin, verbessert von Frenenius	0,00000	0,00000	0,00000
Ammoniak NH ₃	a) fertig gebildetes Ammoniak nach Miller	0,000002	0,00000	0,000002
	b) Albuminoidammoniak nach Wanklyn, Chapmann und Shmith	0,00000	0,00000	0,00000
Schwefelsäure SO ₃	Gewichtsanalytisch	0,0216	0,0256	0,0261
Schweflige Säure SO ₂	Nach Destillation und Oxydation mit Brom	0,0000	0,0000	0,0000
Schwefelwasserstoff H ₂ S	Nach E Fischer mit Dimethylanilinsulfat	0,00000	0,00000	0,00000
Phosphorsäure P ₂ O ₅	Nach Sonnenschein-Finkener	0,0000	0 0000	0,00000
Kohlensäure CO ₂	1. Gesamtkohlensäure			
	a) gewichtsanalytisch	0,1356	0
	b) maßanalytisch	0,1434	0,1441	0,1483
	2. Freie Koklensäure nach Pettenkofer	0,0082	0,0083	0,0072
	3. Freie und halbgebundene Kohlensäure als Mittel aus nach verschiedenen Methoden erhaltenen Werten	0,0715	0,0761	0,0791
Sauerstoff	Maßanalytisch nach L. W. Winkler	1,8 ccm	2,1 ccm	2,2 ccm
Organische Substanzen	Der Sauerstoffverbrauch zur Oxydation der organischen Substanzen nach der Methode von F. Schulze beträgt für 1000 ccm	0,00039	0,000382	0,00037
Kohlenstoff	Der Kohlenstoff der im Abdampfückstande enthaltenen organischen Substanzen beträgt nach der Methode v. Wolff-Degener und Herzfeld annähernd	0,0006	0,0004	0,0005
Stickstoff	Stickstoff in den nicht flüchtigen organischen Substanzen nach Dittmar und Robinson	0,000	0,0000	0,0000
Skatol, Indol, Phenol usw.	Prüfung mit Diazobenzol-sulfosäure nach P. Griess	geringe Spur	keine Spur	keine Spur
Härte	In deutschen Härtegraden			
	a) Gesamthärte	10,1°	10,2°	10,1°
	b) bleibende Härte	2,4°	2,5°	2,3°

Bakteriologische Untersuchung.

Gegenstand	Untersuchung des frischen Tropfens		Zeit zwischen Herstellung der Platten und Zählung	Temperatur des Raumes in dem die Platten sich befanden	Zahl der zur Entwicklung gelangten Kolonien aus 1 ccm Wasser	Art der gefundenen Organismen; eine Identifizierung hatte nicht statt, nach dem allgemeinen Bilde waren verdächtige Keime nicht vorhanden
	im hohlen Objekt-träger	im gefärbten Deckglaspräparat				
Probe vom 26. 1. 1904. Beobachtung und Aussaaterfolgte ca. 18 Stunden nach der Probenahme.	Nichts abnormes.	Ver-einzelte Mikro-organismen.	5 × 24 Stund.	ca. 20° C.	80	Kokken und Stäbchen
Probe vom 6. 2. 1904. Beobachtung nach 18 Stunden, Aussaat nach 7 Stunden.	Nichts abnormes.	desgl.	5 × 24 Stund.	ca. 20° C.	56	Kokken und Stäbchen
Probe vom 23. 2. 1904. Beobachtung nach 18 Stunden, Aussaat am Ort der Probenahme.	Nichts abnormes.	desgl.	5 × 25 Stund.	ca. 20° C.	8	Kokken und Stäbchen (ausserdem Penicillium prodigiosum in 1 Exemplar).

**Gutachten betreffs des Wassers aus dem Versuchsbrunnen
der Kreis Bergheimer Wasserwerksanlage auf Grund örtlicher
Besichtigung, sowie chemischer und bakteriologischer
Untersuchung.**

Das in Frage stehende Wasser ist vollkommen klar, hell und farblos, ohne jegliche Trübung, auch beim Erwärmen auf 40 bis 50° C ohne wahrnehmbaren Geruch. Die Temperatur des Wassers betrug am 20. Februar 1904 am Ausflußrohre des Versuchsbrunnens 10° C und es ist nach Lage der Verhältnisse nicht zu befürchten, daß die Temperatur im Sommer bedeutend steigen, oder bei starkem Frost wesentlich tiefer sinken wird.

Sind die physikalischen Eigenschaften des Wassers zum Genuße einladend, so ist der chemische und bakteriologische Befund derart, daß nichts gegen die Benutzung desselben zu Genuß sowie zu Haushalts- und gewerblichen Zwecken einzuwenden ist.

Mineralische Gifte, Arsen-Bleiverbindungen usw. sind auch nicht in Spuren in einem Quantum von 1 l nachzuweisen. Da Fabriken selbst in weiterer Entfernung nicht bestehen, so war auch eine Infizierung des Wassers mit organischen Giften nicht zu befürchten.

Die suspendierten Stoffe, im Höchsthalle 1 mg pro Liter, bestehen bei weitem überwiegend aus aufgeschwemmten Kies- und Tonteilchen; organische Substanzen waren darin bis auf die minimalste Spur nicht nachzuweisen.

Der feste Rückstand, bei 100° C getrocknet, im Mittel 0,2874 pro Liter betragend, setzt sich hauptsächlich aus Calcium- und Magnesium-Carbonat, -Sulfat, event. -Nitrat, Natriumchlorid, dann der Menge nach abnehmend aus Kieselsäure, Tonerde, Titan, Kalium, Eisen, Mangan und schließlich organischen Substanzen zusammen.

In erster Linie kommen die Verbindungen des Calciums und Magnesiums in Betracht, ersteres ist vorzugsweise als Bicarbonat, geringen Teils auch als Sulfat, letzteres meist als Sulfat, zum Teil aber auch als doppelkohlensaures Salz zugegen, wie es sich aus dem Versuch und einer angestellten Berechnung ergibt.

Die Mengen des Calciums, im Mittel 0,091 und die des Magnesiums, 0,0134 g pro Liter, sind nicht so bedeutend, daß die Härte des Wassers die Verwendung zu irgend welchen häuslichen und gewerblichen Zwecken erschwerete, andererseits erhöhen sie jedenfalls, vornehmlich durch ihre teilweise Bindung an Kohlensäure, die Annehmlichkeit als Genußwasser.

Natrium, rund 0,009 g in 1000 cem, anscheinend nur an Chlor gebunden als Kochsalz, ist nicht in so starkem Maße vorhanden, daß es den Schluß auf auch nur einigermaßen große Verunreinigung aus Zuflüssen von menschlichen Behausungen zuließe.

Der Gehalt an Kieselsäure, Tonerde, Mangan und Kalium, an sich in geringen Mengen zur Beurteilung eines Wassers ziemlich indifferenten Stoff, ist in diesem Falle so unbedeutend, daß er gar nicht in Betracht gezogen zu werden braucht.

Eisen, als Oxydulcarbonat im Durchschnitt 0,08 mg pro 1000 cem, nimmt ebenfalls in so unerheblichem Maße an der

Zusammensetzung teil, daß es weder die geringsten Unannehmlichkeiten für die Benutzung des Wassers zu häuslichen oder industriellen Zwecken, noch Gefahr für das Auftreten der Crenothrix oder ähnlicher Fadenbakterien bietet, zumal Eisen in organischer Bindung überhaupt nicht nachzuweisen war.

Die Schwefelsäure, hauptsächlich wohl an Magnesium, dann auch an Calcium gebunden, bleibt trotz der Menge von 0,0256 SO₃ im Liter doch noch bedeutend unter dem Grenzwerte, den die meisten Kommissionen als Maximalzahl angenommen haben. Sie entstammt wohl hauptsächlich der natürlichen Beschaffenheit der Bodenschicht.

Schweflige Säure und Schwefelwasserstoff sind in diesem Wasser überhaupt nicht vorhanden.

Ammoniak und salpetrige Säure, die meistens auf örtlich oder zeitlich naheliegende Zersetzungs Vorgänge tierischer oder pflanzlicher Materie hinweisen, sind in so ganz minimalen Spuren, dem millionsten Bruchteil eines Grammes in 1000 g Wasser enthalten, daß größere Mengen Wasser benutzt werden mußten, um durch die bekannten schärfsten Reagentien eine einwandfreie Schätzung zu ermöglichen.

Salpetersäure dagegen, bei genügender Oxydationsfähigkeit des Bodens das unschädliche Endprodukt der Zersetzung organischer Stickstoffverbindungen, ist in relativ größerer Menge zugegen. Doch wenn dieselbe auch, wie es nach angestellten Berechnungen der Fall zu sein scheint, wenigstens teilweise an organische Basen gebunden ist, so steht trotzdem ihre Menge mit durchschnittlich 0,0118 g im Liter noch hinter der zulässigen zurück; es liegt also auch hier kein Grund zur Beanstandung als Genußwasser vor. Außerdem ist wahrscheinlich, daß der Gehalt an Salpetersäure abnehmen wird, wenn die unliegenden Äcker wieder mit Kulturgewächsen bestanden, das von der Düngung herrührende Ammoniak, in diesem Falle wahrscheinlich das Ausgangsprodukt zur Bildung der Salpetersäure, vollständig absorbiert werden. Daß nur Salpetersäure, aber keine Zwischenprodukte der Oxydation vorliegen, beweist die genügende Oxydationsfähigkeit des Bodens. Zudem bezeugt das Ausbleiben der Griess'schen Reaktion auf Skatol, Indol, Kresol usw. in den beiden zuletzt entnommenen Proben, daß keine Spur Tier- oder Menschenharn bis zu der Tiefe, aus der das Grundwasser gehoben wird, dringt. Es kommt noch hinzu, daß das Wasser auch noch freien Sauerstoff gelöst enthält, ein weiterer Beweis, daß dieses Wasser noch im Stande ist, eine oxydierende Wirkung auf etwaige verunreinigende Zuflüsse auszuüben.

Die organischen Substanzen (flüchtige konnten im Destillat überhaupt nicht nachgewiesen werden), sind nach dem Sauerstoffverbrauch, der im Mittel 0,00038 g zur Oxydation pro Liter beträgt, auch nur in mäßigem Verhältnisse zugegen. Wird dabei berücksichtigt, daß dieselben keinen Albuminoidammoniak und keine nachweisbaren Mengen organischen Stickstoffs enthalten, so scheinen dieselben harmloser Natur zu sein.

Das Wasser erweist sich demnach, soweit die chemische Analyse Schlüsse zu ziehen erlaubt, als durchaus brauchbar zu Genußzwecken.

Daß auch der Benutzung für gewerbliche Zwecke nichts entgegensteht, ergibt sich ebenfalls aus den Analysendaten. Der Gehalt an Carbonaten des Calciums und Magnesiums, an Sulfaten, Chloriden und Nitraten ist nicht so hoch, daß irgend einer Benutzung für industrielle Anlagen etwas im Wege stände.

Auch ist von dem zur Untersuchung gelangten Wasser keine Schädigung der Leitungsrohre zu befürchten, da der Gehalt an freiem Sauerstoff und freier Kohlensäure kein so bedeutender ist, daß er irgend welche nachteiligen Prozesse chemischer Auflösung in Blei- und Eisenrohren zu bewirken im stande wäre.

Was schließlich das Resultat der bakteriologischen Untersuchung anbetrifft, so ist nach der Zahl der in 1 ccm zur Entwicklung gekommenen Kolonien das Wasser wohl als völlig einwandfrei zu bezeichnen. Die Arten der Bakterien zu bestimmen, war nicht angängig, doch spricht der Umstand, daß stets nur zwei Arten zum Nachweis gebracht werden konnten, dafür, daß allem Anscheine nach pathogene Keime bis jetzt nicht in dem Wasser vorhanden sind.

Aachen, den 2. März 1904.

gez. Dr. C. Trenzen.

II. Analysen des Herrn Dr. Loock, Düsseldorf.

Düsseldorf, den 15. März 1905.

Betr. Untersuchung von „Wasser“

Die hieramts eingebrachten Proben „Wasser“, bezeichnet „Kreiswasserwerk Bergheim“, wurden einer eingehenden chemischen und bakteriologischen Untersuchung mit untenstehendem Ergebnis unterzogen:

In 1 l bei 15° sind enthalten Gramme

	I	II	III
Gesamtrückstand getrocknet bei 100° C	0,2920	0,2920	0,3040
Glührückstand	0,2192	0,2240	0,2400
Kalk	0,0920	0,0680	0,0640
Magnesia	0,0177	0,0173	0,0308
Natron	0,0155	0,0155	0,0155
Eisenoxyd	0,00005	0,00005	0,0001
Schwefelsäure	0,0156	0,0166	0,0234
Kieselsäure	0,0113	0,0100	0,0095
Salpetersäure	0,0122	0,0134	0,0143
Salpetrige Säure	0,0000	0,0000	0,0000
Ammoniak	0,0000	0,0000	0,0000
Chlor	0,0177	0,0177	0,0177
Verbrauch von Kaliumpermanganat .	0,0059	0,0074	0,0044
Organische Stoffe	0,0295	0,0370	0,0220
Härtegrade	11,7	11,62	13,9
In 1 ccm sind enthalten Keime . . .	87	26	3.

Das Wasser ist in chemischer und bakteriologischer Hinsicht einwandfrei und auf Grund seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung für eine Zentralwasserversorgung durchaus geeignet.

gez. Dr. Loock.

Anmerkung: Herr Chemiker Kyll in Cöln hat Analysen bis jetzt nicht eingereicht.

Berichtigung.

Auf S. 45 Zeile 2 von unten ist unrichtigerweise statt der „Verbrennungstemperatur auf dem Rost“ die „Temperatur der vollkommenen Verbrennung“ und auf S. 46 Zeile 5 von oben statt der „tatsächlich erforderlichen Luftmenge“ die zur „vollkommenen Verbrennung auf dem Roste erforderliche Luftmenge“ angegeben.

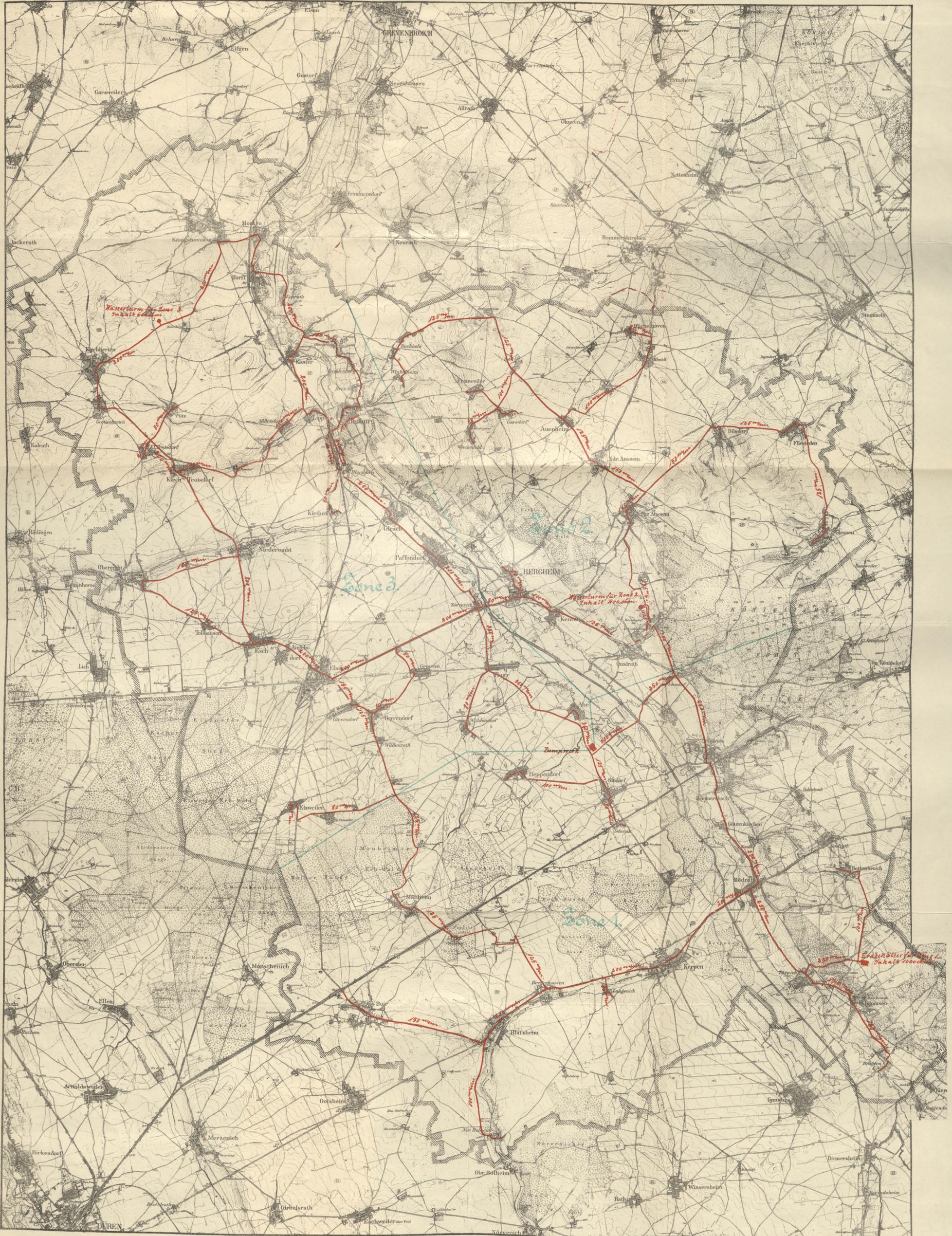
Erstere ergibt sich aus der Formel $T = \eta_1 \frac{(1-\sigma) p}{(1+L) C_p}$ worin η_1 den Wirkungsgrad der Feuerung (0,8—0,9), σ das Ausstrahlungsverhältnis (für Innenfeuerung = 0,20—0,30), L etwa 1,25 bis $2,00 \times 5,33$ bedeutet. Bei Anwendung dieser Werte erhält man für die für eine Maschine erforderliche Heizfläche Werte von 34 bis 43 qm.

An den gewählten Abmessungen der Kessel wird hierdurch nichts geändert.

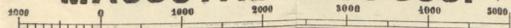




UEBERSICHTSPLAN DES KREISWASSERWERKS BERGHEIM.



MASSTAB 1:50 000.



Düsseldorf, des 31. Januar 1904

H. Müller
Civilingenieur



S. 61

LIBRARY

WYDZIAŁ

B

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



IV-301076

16472

Kdn., Czapskich 4 — 678, 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301560