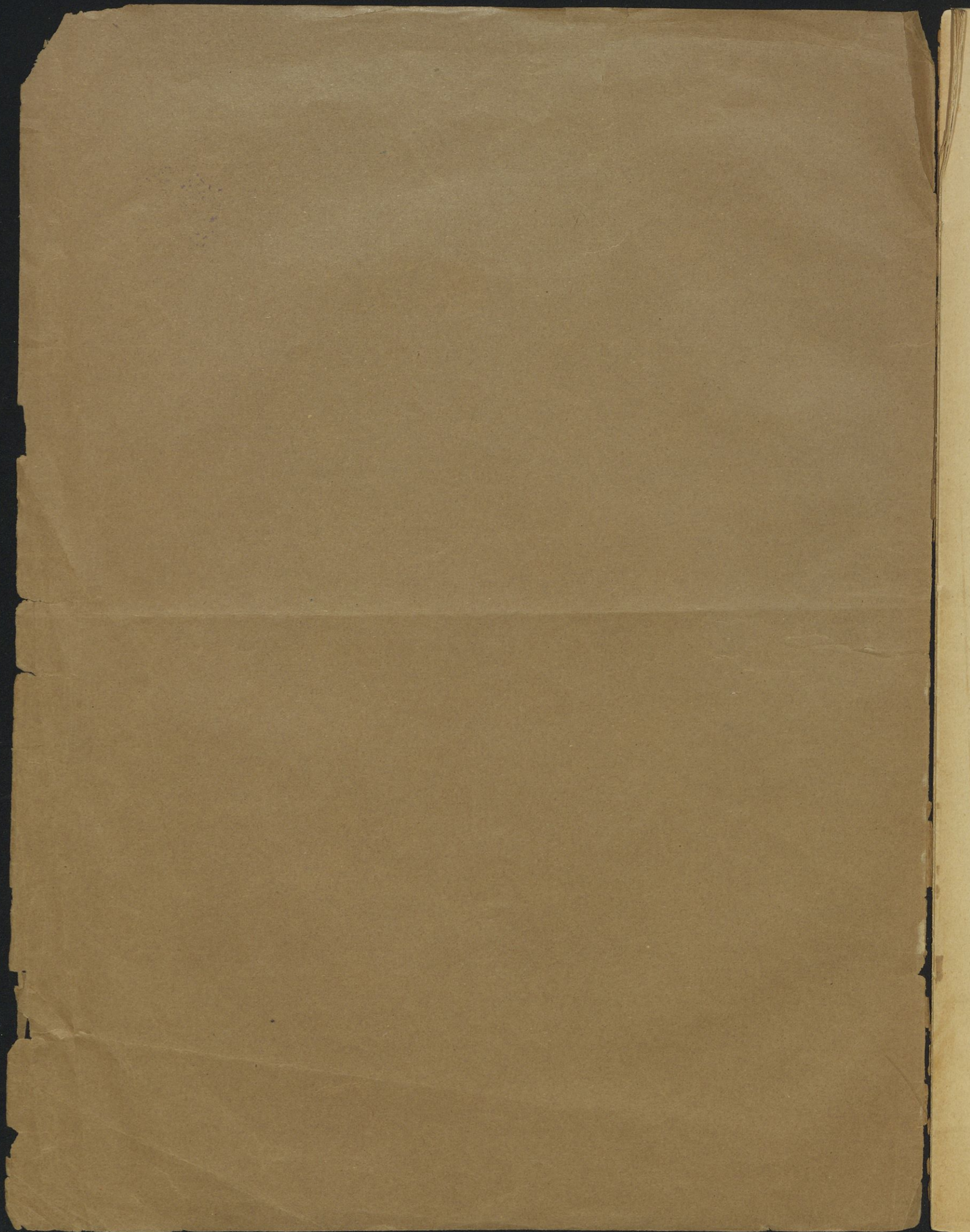


II 71547

an 3383 de 1890. XI-3

3



Zur

# Wasserversorgungs-Frage

der

## Landeshauptstadt Laibach.

Gutachten über Einladung der gemeinderäthlichen Wasserversorgungs-Commission

abgegeben von

**Dionys Stur,**

k. k. Oberbergrath, Director der geologischen Reichsanstalt in Wien.

### I.

#### Situation.

Die Landeshauptstadt Laibach liegt in einer Meereshöhe von circa 298 *m* (Südbahnhof). Als tiefster gemessener Punkt der Stadt Laibach kann der Wasserspiegel des Laibachflusses an der Peterskaserne mit 285.61 *m* bezeichnet werden.

Als höchstgelegenes Gebäude darf ohne Weiteres das Laibacher Schloss, jetzt k. k. Strafanstalt, mit 364 *m* M. H. betrachtet werden. Der weitaus grösste Theil der Gebäude der Stadt wird trotzdem auf einem Terrain gelegen sein, dessen Meereshöhe zwischen 302 und 290 *m* schwanken dürfte.

Das Centrum der Stadt ist in ein weites Thor placirt, welches zwischen dem Schlossberge einerseits und dem Šiškaberge andererseits auf natürlichem Wege entstanden ist und welches die Niederung der Laibacher Moormulde von dem diluvial-tertiären Becken Laibach's, resp. Oberkrain's, scheidet. Von diesem Thore nun dehnt sich die Stadt Laibach einerseits nach Süden gegen das Moor, andererseits nach Norden und Nordosten gegen das Steinfeld der Save aus.

#### Das Laibacher Moorbecken.

Das Laibacher Moorbecken ist ringsum von Gebirgen, die geologisch vorzüglich dem Karste angehören, eingeschlossen. Das Karstgebirge ist im Allgemeinen weit niedriger als die Alpen, indem es nur einzelne und wenige Erhebungen besitzt, die die Schneegrenze erreichen. Jedenfalls entspringt der Hauptzufluss des Moorbeckens, die Laibach, aus dem niedrigsten echten Karstgebirge, welches sich von Laibach in der Richtung gegen Triest und Fiume ausdehnt. Das Karstgebirge, so weit es hier in Betracht kommen kann, besteht vorzüglich aus Schiefen des Carbons, aus Kalken und Schiefen der Triasformation, aus Kalken und Sandsteinen der Kreide- und Eocän-Formation und ist in dieser Hinsicht den Gebirgen von Oberkrain gleich zusammengesetzt. Das diesem Gebirge entströmende Wasser kann also a priori von dem oberkrainischen Wasser nicht wesentlich verschieden sein.

Bei dem Umstande aber, dass das Karstgebirge keine Schneeregion besitzt und den Südwinden ausgesetzt ist, wird das demselben entquellende Wasser nicht so kühl sein können, wie das der nördlich liegenden Alpen. Ferner hat das Karstquellenwasser infolge dessen, dass es gezwungen ist, bald unterirdisch zu fließen, bald aber in vertieften Karst-Dolinen und Kesseln, auf welchen die Bodencultur vorzüglich concentrirt erscheint, in unzähligen Windungen mit dem Culturboden in Berührung zu kommen, ja zu stagniren, bei Hochwasser den Culturboden weit zu überschwemmen, mit organischen Substanzen, Abfällen aller Art lange in Berührung zu bleiben, genug Gelegenheit so sehr verunreinigt zu werden, dass es mitunter ungeniessbar wird.

Dieses schon an und für sich nicht kühle und zeitweilig mehr oder minder unreine Karstwasser wird ferner noch im Moorbecken, die dortige Torfbildung verquerend, mit den Moorwässern hinreichend gemengt, so dass es dann, als Laibachwasser die Stadt durchfließend, trüb, opalisirend, viel Satz an das Flussgerölle ablagernd, also jedenfalls als höchst verunreinigt sich präsentirt.

## Das oberkrainische diluvial-tertiäre Becken.

Das oberkrainische Becken ist in der südlichen Hälfte seiner Ausdehnung allerdings von demselben Gebirge umgeben, welches das Moorbecken einsäumt; auch dieses Karstgebirge nimmt nirgends den Charakter der Alpenregion an. Doch sind die aus diesem Theile der Umrandung in das oberkrainische Becken einmündenden Karstwässer wegen der natürlichen Lage des Beckens und wegen des Verlaufes der Flüsse unschädlich. Alle vom Süden einmündenden Karstwässer nimmt die am südlichsten Rande des oberkrainischen Beckens gegen Osten fließende Laibach auf und führt sie auf dem kürzesten Wege der unteren Save zu. Ferner bedeutet das Bett des Laibachflusses die tiefste Drain-Linie des oberkrainischen Beckens. Alle Theile dieses Beckens vom Laibachflusse gegen Norden liegen höher. Die Zone, in welcher das unreine Wasser der Laibach sich mit den höher fließenden Wässern der Save mischen kann, erscheint daher sehr schmal und auf den südlichsten Theil des Beckens beschränkt.

Im Norden dagegen ist auf der Linie Stein-Höflein-Neumarkt-Sava einerseits und Sava-Radmansdorf-Krainburg andererseits das oberkrainische Becken von wunderbar geformten Hochalpengebirgen (Grintovec im Nordosten, Triglav im Nordwesten) umsäumt.

Echte Alpenflüsse: die Wurzner Save, der Rothweinbach, die Wocheiner Save, die Neumarkter Feistritz, der Kankerfluss und die Steiner Feistritz, in den Hochalpen entspringend, führen die möglichst reinsten und frischesten Alpenquellen-Wässer dem oberkrainischen Becken zu.

Das oberkrainische Becken selbst ist eine kesselförmige, von NW. gegen SO. ausgedehnte Niederung, deren Ränder durch die Orte: Sava, Radmanskendorf, Krainburg, Lack, Laibach, Lustthal, Stein, Kanker, Höflein (Preddvor) und Neumarkt angedeutet werden. Die obgenannten Alpenflüsse haben diese Niederung zur sogenannten Diluvialzeit mit ihrem Schutte (Schotter) erfüllt, geebnet und sich selbst in der Jetztzeit in diese Schuttmassen tief eingewühlt. Dies gilt namentlich von der Save selbst und von der Kanker, die heute bis 20 m tief unter dem ursprünglichen Niveau der Schotterebene fließen. Diese diluviale Schotterebene des oberkrainischen Beckens erscheint durch ein mässig hohes, schöngeformtes Mittelgebirge, dessen vier gut markirte Theile durch die Berge: Grossgallenberg, Flödnig, Vranšica und Debeli Vrh bezeichnet werden, in zwei grosse Theile getrennt: in die grössere Schotterebene von Krainburg und in die kleinere Schotterebene von Laibach. Beide Theile der Schotterebene sind sowohl längs der Save, als auch längs der Steiner Feistritz mit einander in directer Verbindung. Eine dritte derartige Verbindung der beiden Schotterebenen verdient in vorliegendem Falle eine ganz besondere Beachtung. Diese Verbindung ist vom Südrande der Krainburger Schotterebene bei Vodice angefangen über Polje, Skaručna und Šmartno (St. Martin a. d. Save) ganz deutlich erhalten, während ein Theil dieser Verbindung zwischen St. Martin und St. Veit von der Save durchbrochen und weggeräumt erscheint.

Es sei noch erwähnt, dass das die oberkrainische Mulde im Norden umrandende Hochalpengebirge durchaus nicht als ein reines Kalkgebirge sich darstellt, aus welchem man ein möglichst hartes Wasser zu erwarten hätte. Ganz abweichend von anderen Theilen der Kalkalpen sind die Karawanken in ihrem Kerne aus Schieferen und Sandsteinen der Silur- und Carbonformation zusammengesetzt, zwischen und über welchen allerdings Kalke und Dolomite der Silur-, Carbon- und Triasformation so dislocirt sind, dass sie zumeist die höchsten Theile der Bergzüge bilden. Die auf dieses Gebirge fallenden Meteorwässer durchziehen ebenso die Kalk- und Dolomitmassen, wie sie über schiefrige Gesteine zu fließen genöthigt sind. Sie haben also Gelegenheit Bestandtheile des Schiefer- und des Kalkgebirges aufzunehmen, daher als ein Mittelding zwischen Schiefer- und Kalkwässern, also zwischen weichen und harten Wässern, dem Gebirge zu entfließen.

### Der Schuttkegel von Oberkrain.

Einige wenigen Angaben sind zur Belehrung über die Lage der Schotterebenen des oberkrainischen Beckens hinreichend. Es folgen nachstehende, die Schotterebene umrandende Orte mit beigesetzter Meereshöhe:

Kokra-Höflein, Mündung des Kankerflusses in die Ebene . . . . .	480 m
Krainburg, Mündung der oberen Save in die Ebene . . . . .	385 „
Stein, Mündung der Steiner Feistritz in die Ebene . . . . .	380 „
Laibach, Mündung der Laibach in die Ebene . . . . .	298 „
Lustthal, Ausfluss der Save aus dem Oberkrainer Becken . . . . .	270 „

Hieraus ersieht man, dass der tiefste Punkt der oberkrainischen Mulde bei Lustthal liegt und dass die Schotterebene von da sowohl gegen W. und NW. als auch gegen N. ansteigt und am Nordrande, also am Fusse der sie einfassenden Alpen, respective an der Mündung der Alpenflüsse in das oberkrainische Becken, die grösste Höhe erreicht. Die Schotterebene des oberkrainischen Beckens ist also von NW. und N. gegen S. und SO. geneigt. Man kann daher nicht fehlen, wenn man die oberkrainische Schotterebene als einen einheitlichen Schuttkegel betrachtet, der von den Alpenflüssen: Obere Save, Kanker und Steiner Feistritz gemeinschaftlich aufgeschüttet wurde und dessen höchste Punkte an den Mündungen dieser Alpenflüsse in die Ebene, dessen tiefster Rand oder Fuss längs der Laibach, von Laibach bis Lustthal, zu suchen ist.

Aus den Generalstabs-Specialkarten und den bisher durchgeführten Arbeiten der Wasser-Commission zu Laibach ergeben sich folgende specielle Daten über die Gestaltung der Oberfläche des oberkrainischen Schuttkegels.

1. Von der Linie Kanker-Höflein-Vodice-St. Martin-St. Veit-Laibach liegen folgende Daten über die Höhenverhältnisse der Längsaxe des oberkrainischen Schuttkegels vor:

Kanker-Höflein, Mündung der Kanker und Anfang des Schuttkegels . . .	480	m	M. H.
Höhe des Schuttkegels zwischen Olševk und Visoko . . . . .	444	"	"
" " " bei Luže (Lausach) . . . . .	430	"	"
" " " zwischen Mitterdorf und Oberfeld . . . . .	418	"	"
" " " " St. Georgen und Ober-Fernig . . . . .	387	"	"
" " " westlich von Unter-Fernig . . . . .	372	"	"
" " " in Unter-Fernig . . . . .	370	"	"
" " " bei Pod potom, südlich von Unter-Fernig . . . . .	366	"	"
" " " " Plana Gmajna . . . . .	356	"	"
" " " " Vodice . . . . .	348	"	"
" " " pri Benkotu . . . . .	332	"	"
" " " bei Skaručna . . . . .	327	"	"
" " " beim Rebol . . . . .	320	"	"
" " " bei Šmartno . . . . .	318	"	"
" " " " Ober-Gamling . . . . .	314	"	"
Die Brücke über die Save bei Brod . . . . .	303	"	"
" " " " " " Ježica . . . . .	294	"	"
Der Nordrand der Laibacher Schotterebene bei Vižmarje . . . . .	314	"	"
Höhe des Schuttkegels im Westen des Pulverthurmes . . . . .	305	"	"
" " " am Pulverthurme . . . . .	301	"	"
" " " " Friedhofe von Laibach . . . . .	300	"	"
" " " " Südbahnhofe . . . . .	298	"	"

2. Aus der Linie: Krainburg-Zwischenwässern-St. Veit-Laibach hebe ich folgende Daten über die Höhenverhältnisse des Westrandes des oberkrainischen Schuttkegels hervor:

Höhe des Schuttkegels bei Krainburg . . . . .	385	m	M. H.
" " " " Mitterfeichting im W. der Save . . . . .	386	"	"
" " " an der Kreuzung der Strasse und Bahn bei Drulovka, westlich von der Save . . . . .	379	"	"
" " " bei Prebačevo im O. der Save . . . . .	376	"	"
" " " " Žerjavka . . . . .	372	"	"
" " " " Jama im W. der Save . . . . .	372	"	"
" " " " Savsko Polje . . . . .	366	"	"
" " " Na Terdinah bei Terboje im O. der Save . . . . .	365	"	"
" " " bei Gmajna im W. der Save . . . . .	352	"	"
" " " " Požarje im O. der Save . . . . .	352	"	"
" " " " St. Nikolai im W. der Save . . . . .	347	"	"
" " " " Medvode, Zusammenfluss der Save mit der Sora . . . . .	313	"	"
" " " " Stanežice im W. der Save . . . . .	323	"	"
" " " zwischen Stanežice und Vižmarje . . . . .	321	"	"
" " " bei St. Veit . . . . .	318	"	"
" " " zwischen Savlje und Poljane . . . . .	310	"	"
" " " vor dem Pulvermagazine . . . . .	305	"	"
" " " am Pulverthurme . . . . .	301	"	"
" " " " Friedhofe von Laibach . . . . .	300	"	"
" " " " Südbahnhofe in Laibach . . . . .	298	"	"

3. Von der Linie: Stein-Grossmannsburg-Terzin-Depalavas-Beričevo-Zalog, als der östlichen Umrandung des oberkrainischen Schuttkegels, liegen folgende Daten vor:

Anfang des Schuttkegels bei Stein . . . . .	380	m	M. H.
Höhe des Schuttkegels oberhalb Šmarca . . . . .	355	"	"
" " " unterhalb Šmarca . . . . .	338	"	"
" " " bei Obermannsburg . . . . .	317	"	"
" " " " Schloss Ebensfeld . . . . .	309	"	"
" " " " Loka . . . . .	308	"	"
" " " " Terzin . . . . .	298	"	"

Höhe des Schuttkegels unterhalb Depalavas . . . . .	293 m M. H.
„ „ „ bei Beričevo . . . . .	278 „ „ „
Save-Spiegel bei Struga . . . . .	261 „ „ „
Höhe des Schuttkegels bei Zadobrova . . . . .	278 „ „ „
„ „ „ am Südbahnhofe zu Zalog . . . . .	270 „ „ „

4. Neben diesen drei Längsprofilen des oberkrainischen Schuttkegels möge hier auch ein Querprofil Erörterung finden, welches ich von Savsko Polje nach Vodice, Moste und Šmarca und nur deswegen gerade so gezogen habe, weil ich auf dieser Linie die meisten Angaben über Höhenverhältnisse des Schuttkegels verzeichnet finde.

Auf dieser Querprofilinie ist die Höhe des Schuttkegels notirt:

Bei Savsko Polje, im W. der Save . . . . .	366 m M. H.
Na Terdinah, im O. der Save . . . . .	365 „ „ „
Bei Vodice . . . . .	348 „ „ „
„ Zabrezje . . . . .	343 „ „ „
„ Mali delci, zwischen Moste und Šmarca . . . . .	341 „ „ „
„ Šmarca, etwas oberhalb des Ortes . . . . .	355 „ „ „

5. Ein zweites Querprofil, von Krainburg östlich gezogen, ergibt folgende Daten über die Höhenverhältnisse des von der Kanker aufgeschütteten Schuttkegels unweit von seinem Anfange:

Krainburg . . . . .	385 m M. H.
Zwischen Krainburg und St. Georgen, halber Weg . . . . .	396 „ „ „
St. Georgen . . . . .	404 „ „ „
Neuwelt, östl. von St. Georgen . . . . .	387 „ „ „
Bei Unter-Fernig . . . . .	370 „ „ „
Ober-Zalog . . . . .	360 „ „ „

Aus diesen 3 Längsprofilen und 2 Querprofilen lässt sich die Oberflächengestaltung des oberkrainischen diluvialen Schuttkegels fassen, wie folgt:

Das Längsprofil 1 zeigt, dass die Oberfläche des Schuttkegels von einer Meereshöhe von 480 m an der Ausmündung des Kankerthales in seiner Längsaxe bis an die Laibach continuirlich abfällt. Es beträgt der Abfall von Kanker-Höflein bis Unter-Fernig, also im obersten Theile des Schuttkegels, 108 m, während auf der unteren Strecke von Unter-Fernig über Vodice und Šmartno bis Laibach der Abfall nur 74 m beträgt. Daraus geht hervor, dass der Schuttkegel im oberen Drittel seiner Länge weit steiler abfällt als im mittleren und unteren Drittel zusammen.

Dasselbe Resultat, nur in weniger auffallender Weise, liest man auch aus den beiden, längs den Rändern des Schuttkegels gezogenen Profilen 2 und 3. Im Profile 2 sieht man überdies die auffallende Thatsache ausgedrückt, dass der Schuttkegel westlich und östlich vom tiefen Bette der Save an gleichnamigen Punkten gleich hoch sich erhebt, dass also hier ursprünglich die Oberfläche des Schuttkegels eine vollkommene, allerdings thalab geneigte Ebene war, in welcher nunmehr die Save tief eingesenkt erscheint.

Das Querprofil 5, von Krainburg über St. Georgen nach Ober-Zalog, lehrt uns, dass der Schuttkegel auf der Höhe von St. Georgen, also gerade in seiner Längsaxe, gewölbt erscheint, indem dessen Oberfläche sowohl nach Krainburg als auch nach Ober-Zalog abfällt. Diese Querprofilinie ist nämlich eine Bogenlinie und hierin stimmt der Schuttkegel, soweit derselbe von der Kanker allein aufgeschüttet wurde, mit anderen in den Alpen bekannten Schuttkegeln, namentlich also mit dem Neunkirchner und Wöllersdorfer Schuttkegel, in der Gestalt vollkommen überein.

Das dem tieferen Theile des Schuttkegels entnommene Querprofil 4 lässt von einer Wölbung in der Längsaxe nichts mehr wahrnehmen. Die Profilinie ist nahezu eine gerade, nach Osten geneigte Linie, die von Savsko Polje sehr gleichmässig abfällt, und zwar bis in die Gegend von Mali delci. Von da an erhebt sich aber die Profilinie bis Šmarca wieder bedeutend.

Diese Thatsache zeigt uns, dass bei Mali delci, bei Križ und von da über Moste, Suhadole und Topole eine Depression des Terrains vorhanden ist, die dortselbst die Grenze zwischen dem Specialschuttkegel der Kanker und der Steiner Feistritz bezeichnet. Der in dieser Depression fließende Pšatabach spielt hier daher eine ähnliche Rolle, wie die obere Fische bei Wiener-Neustadt zwischen dem Neunkirchner und dem Wöllersdorfer Schuttkegel, mit dem Unterschiede jedoch, dass der Pšatabach wohl wegen seiner verhältnissmässig zu hohen relativen Lage weit ärmer ist an Wasser, als die obere Fische.

### Besondere Eigenthümlichkeiten des Oberkrainer Schuttkegels.

Die auffälligste Eigenthümlichkeit des oberkrainischen Schuttkegels liegt in dem Auftreten des oben schon erwähnten Gebirges, welches durch die Höhen: Grossgallenberg, Flödnig, Debeli Vrh und Vranšica bezeichnet erscheint.

Dieses Gebirge, aus Kalk und Dolomit, aber auch aus Carbonschiefer und Eocän-Schiefer und Sandstein bestehend, steckt wie ein wasserundurchlässiger Keil in dem Körper des Schuttkegels und theilt denselben in zwei grosse Theile: das Krainburger Steinfeld und das Laibacher Steinfeld.

Es ist selbstverständlich, dass dieses wasserundurchlässige Hinderniss im Schuttkegel den regelmässigen Ablauf seiner Gewässer wesentlich modificiren muss, indem es dieselben nöthigt, nach drei offen gelassenen Gegenden bei Medvode, bei Skaručna und bei Mannsburg abzufließen.

Eine zweite Eigenthümlichkeit des oberkrainischen Schuttkegels liegt im Verlaufe der Save selbst. Von Krainburg bis St. Walburga in das Krainburger Steinfeld stellenweise bis 20 Meter tief eingeschnitten, drainirt die Save das genannte Steinfeld zum grossen Theile, indem sie eine namhafte Menge des vom Kankerflusse dem Steinfelde zugeführten Wassers thalabwärts im offenen Gerinne abführt.

Glücklicherweise ist aber gerade auf dieser Linie der oberkrainische Schuttkegel sehr hoch gelegen, so dass die Save trotz der Tiefe ihres Gerinnes verhältnissmässig doch sehr hoch verläuft. So fliesst z. B. bei Terboje die Save in 356 m M. H.; also ist ihr Spiegel doch weit höher als die Terraincote bei Vodice mit 348 m M. H. Infolge dieser Hochlage ihres Gerinnes kann sie die im tieferen östlichen Theile des Schuttkegels bei 335 m Tiefe vorhandenen Grundwässer nicht abführen und es müssen daher diese über Skaručna ihren Lauf nehmen.

Im unteren Verlaufe, von Medvode bis Lustthal, ist die Save abermals tief, aber breit in den Körper des Oberkrainer Schuttkegels eingeschnitten. Sie trennt den zwischen Laibach und Zalog situirten Fuss des Schuttkegels von seiner Hauptmasse. Auf dem Wege von Medvode bis Lustthal drainirt die Save alle jene Wässer des Schuttkegels, die sie erreichen kann, und führt sie ab.

Hieraus wird es selbstverständlich, dass die in den Oberkrainer Schuttkegel gelangenden Grundwässer einestheils wegen der wasserundurchlässigen oberwähnten Gebirge, anderentheils wegen der drainirenden Rolle der Save, nicht so regelmässig und regelrecht den Schuttkegel erfüllen können, wie dies an anderen alpinen Schuttkegeln bekanntermassen beobachtet werden kann.

Aus den Arbeiten der Wasser-Commission ist über den Stand, resp. Verlauf des Grundwassers auf der Linie: Vodice-Skaručna-Savlje-Laibach Folgendes hervorzuheben:

Grundwasserstand bei Lahoviče . . . . .	346·8 m	bei der Terraincote von 356 m
„ „ Nasoviče . . . . .	343·3	„ „ „ „ „ 348 „
„ „ Breg . . . . .	338·9	„ „ „ „ „ 347 „
„ „ Vodice . . . . .	335·1	„ „ „ „ „ 348 „
„ „ Pušence . . . . .	327·6	„ „ „ „ „ 342 „
„ „ pri Penku (W.) . . . . .	320·1	„ „ „ „ „ 328 „
„ „ pri Penku (S.) . . . . .	319·5	„ „ „ „ „ 332 „
„ „ Polje . . . . .	319·3	„ „ „ „ „ 322 „
„ „ Skaručna . . . . .	318·3	„ „ „ „ „ 327 „
„ „ St. Lucia . . . . .	317·4	„ „ „ „ „ 324 „
„ „ Grossgallenberg . . . . .	316·2	„ „ „ „ „ 320 „
„ „ Rebol . . . . .	316·4	„ „ „ „ „ 320 „
„ „ Vižmarje . . . . .	290·8	„ „ „ „ „ 315 „
„ „ Kleče . . . . .	297·4	„ „ „ „ „ 308 „
„ „ Savlje . . . . .	286·9	„ „ „ „ „ 305 „
„ „ Malavas . . . . .	285·3	„ „ „ „ „ 303 „
„ „ nördl. von Stožice . . . . .	284·4	„ „ „ „ „ 303 „
„ „ südl. von Stožice . . . . .	284·2	„ „ „ „ „ 303 „
„ „ am Pulverthurme . . . . .	283	„ „ „ „ „ 301 „
„ „ Südbahnhofs . . . . .	281·8	„ „ „ „ „ 298 „
„ „ bei der Peterskaserne . . . . .	281·2	„ „ „ „ „ 290 „

Dieses Profil zeigt vorerst, dass das Grundwasser in dem Oberkrainer Schuttkegel ebensowenig horizontal steht, wie dies von anderen alpinen Schuttkegeln bekannt ist, dass es vielmehr in ähnlicher Weise von der Spitze des Schuttkegels mit der fallenden Terrainoberfläche langsam fällt, je weiter man sich zum Fusse des Schuttkegels bewegt.

Diesen regelmässigen Stand, respective fallenden Abfluss des Grundwassers haben also die Besonderheiten des Oberkrainer Schuttkegels, das Grossgallenger Gebirge und der drainirende Verlauf der Save nicht völlig zu zerstören vermocht.

Der Oberkrainer Schuttkegel hat endlich trotz dem Gallenberge und der drainirenden Save auch das charakteristischste Merkmal eines Schuttkegels, nämlich seine Tiefquelle, behalten.

Wahrscheinlich geschah es in vorhistorischen Zeiten, dass die Laibach, statt wie jetzt von Kaltenbrunn nach Slape den directen kürzesten Weg einzuschlagen, sich nach Norden gegen Studenee wandte und in einem grossen Bogen fliessend den Schotter der Saveebene wegspülte, eine tiefe Einbuchtung in dem Schuttkegel-Terrain schaffend, welche Bucht von steilen Wänden umgrenzt blieb.

In dieser tiefen, halbkreisrunden Bucht nun, die gegenwärtig einen Theil des Parkes der Irrenanstalt darstellt, sieht man von allen Seiten: aus Westen, Norden und Osten, eine dichte Reihe von grossen Einzelquellen münden, die in dem die Bucht füllenden Teiche ihre Vereinigung finden.

Auch am Boden des Teiches sieht man stellenweise grosse Luftblasen aufsteigen und das Wasser reichlich aufquellen.

Der Teich selbst, die Tiefquelle des Oberkrainer Schuttkegels darstellend, liefert durch die Oeffnung seines Dammes eine colossale Wassermenge, die hinter dem Damme eine Mühle zu treiben im Stande ist. Wenn auch die Studencer Tiefquelle, weil sie künstlich durch die Laibach blossgelegt wurde und weniger wasserreich erscheint, weniger mit der Fische-Tiefquelle bei Wiener-Neustadt zu vergleichen ist, so ähnelt sie doch in jeder Beziehung vollkommen der künstlich durch Menschenhand eröffneten Fische-Dagnitz-Tiefquelle.

Die Studencer Tiefquelle liefert je nach der Jahreszeit ein prächtiges Trinkwasser von 12—15 Grad C., welches, an Ort und Stelle getrunken, sehr angenehm erfrischend wirkt. Die Studencer Tiefquelle leidet leider sehr daran, dass sie im Gebiete des Infiltrations-Rayons der Laibach zu Tage tritt und ihr sonst sehr reines Wasser zur Zeit höheren Wasserstandes der Laibach vom Wasser der letzteren beeinflusst wird.

### Die Füllung des Oberkrainer Schuttkegels mit Grundwasser.

Der Schuttkegel Oberkrains, von den drei Alpenflüssen: Kanker, Save und Steiner Feistritz hauptsächlich aufgeschüttet, besteht aus einem Gemisch grösserer und kleinerer Gerölle und Sandkörner aller jener Gesteine, die im Wassergebiete der genannten Flüsse zu finden sind. Es sind Gerölle hauptsächlich verschiedener Kalke und Dolomite, die entschieden vorherrschen und welchen Schiefer und Sandsteine aller Art, auch Grünsteine und Porphyre, ganz untergeordnet beigemischt erscheinen.

Es gehört zu den Eigenthümlichkeiten des oberkrainischen Schuttkegels, dass in ihm diese Gerölle, weit häufiger als in anderen bekannten Schuttkegeln der Alpen, zu Conglomeratbänken von oft namhafter Festigkeit durch ein Kalkcement verbunden erscheinen.

Die weitere Folge der Häufigkeit der Conglomeratbänke im oberkrainischen Schuttkegel ist die auffällige Erscheinung, dass die tief in den Schuttkegel eingeschnittenen Rinnen der Flüsse, vorzüglich aber die der Save und der Kanker bei Krainburg, senkrechte Wände darbieten, die seit undenklichen Zeiten an ihrer Schroffheit gewiss eine nur unbedeutende Einbusse erlitten haben.

Die hohen Wände der Flussrinnen sind es, die bei der Füllung des oberkrainischen Schuttkegels eine nicht unwesentliche Rolle spielten.

Fasst man speciell den ausseralpinen Verlauf des Kankerflusses von Höflein bis Krainburg ins Auge, so sieht man, dass dessen aus dem Grintovegegebiete stammende Alpenwässer in dessen tief eingerissenem Gerinne auf einer an 10 Kilometer langen Strecke mit dem Schotter und Conglomerate des Schuttkegels in fortwährender unmittelbarer Berührung stehen. Es ist nicht anders möglich, als dass von dem Kankerwasser in die nackten Wände des Gerinnes, namentlich in den Schotter und Sand, grosse Quantitäten versickern. Dies wird vorzüglich dann der Fall sein müssen, wenn sowohl die Save als die Kanker zur Zeit der Hochwässer steigen, sich stauen und die sonst trockenen, höheren Stellen des Schotters erreichen.

Die in den Schotter des Schuttkegels gelangenden Wässer werden, dem Gesetze der Schwerkraft folgend, nach Ueberwindung der Capillarkräfte bis an den Boden des Schuttkegels hinabfallen, dann aber parallel der Längsaxe des Schuttkegels und parallel dem Gefälle des unterirdischen Terrains sich thalabwärts bewegen. So werden sie nach und nach den Schotter so hoch erfüllen, dass das Grundwasser des Schotters, je nach der Configuration der betreffenden Gegend, 20—10 m tief unter der äusseren Oberfläche des Schotters in Brunnen angetroffen werden kann oder in tieferen thalförmigen Einrissen des Terrains sogar frei an den Tag tretend zum Ausfliessen gelangt.

Es ist selbstverständlich, dass, wenn der Schotter des Schuttkegels recht grob ist, in dessen Zwischenräumen sich das Grundwasser lebhaft bewegen kann, was namentlich am Ursprunge des Schuttkegels der Fall ist.

Tiefer vom Ursprunge des Schuttkegels jedoch, bis wohin das verminderte Gefälle der diluvialen Alpenflüsse und die langwährende gegenseitige Abreibung der Gerölle nur kleinere Gerölle und Sand hinab zu tragen gestatteten, wird in den geringeren Zwischenräumen des ferneren Schotters das Grundwasser in kleinerer Menge und mit geringerer Geschwindigkeit sich bewegen können. Diese Beweglichkeit und Geschwindigkeit des Grundwassers wird insbesondere dort sehr retardirt werden, wo dichte Conglomeratbänke, dem Schotter eingefügt, dessen Durchlässigkeit beeinträchtigen.

So kommt es denn, dass der Kankerfluss, nachdem derselbe nun den Schuttkegel schon seit Jahrhunderten gefüllt erhält, selbst, wie z. B. die Leitha bei Wiener-Neustadt, nicht total versiegen kann, weil eigentlich nur ein aliquoter Theil seines Wassers vollkommen ausreicht, den Verlust an Wasser zu ersetzen, welchen der Schuttkegel durch den Ausfluss an seiner Tiefquelle bei Studencee und an zahlreichen Puneten längs der Linie der drainirenden Save erleidet.



## Woher soll die Landeshauptstadt Laibach das Trinkwasser beziehen?

Die vorangehende Erörterung setzt mich in den Stand, die oben gestellte Frage in leicht verständlicher Weise zu erörtern.

Die städtische Wasser-Commission hat diese Frage eingehend studirt, aus eigener Initiative alle irgend welche Hoffnung bietenden Punkte, namentlich in der nächsten Umgebung der Stadt Laibach, erforscht und nach reiflicher Ueberlegung und sorgfältiger Benützung der gesammelten Daten eingesehen, dass doch nur vier Stellen in der näheren und entfernteren Umgebung der Hauptstadt so reichliche Quellen brauchbaren Trinkwassers enthalten, dass sie in Folge davon einer eingehenderen Erörterung werth erscheinen.

Diese Punkte sind:

1. Die Tiefquelle bei Studenec;
2. das Grundwasser zwischen Savlje und Pulverthurm;
3. das Grundwasser bei Skaručna;
4. das Quellgebiet des Babin Dol.

Diese vier Punkte lassen sich vom Standpunkte ihrer Höhenlage in zwei Abtheilungen scheiden. Zur ersten gehören solche, die tief unter dem Horizonte der Stadt Laibach liegen, nämlich die Tiefquelle von Studenec und das Grundwasser zwischen Savlje und Pulverthurm; zur zweiten aber jene, deren Wasser mehr oder minder hoch über dem Horizonte der Stadt Laibach zu fassen wäre, nämlich das Grundwasser bei Skaručna und das Quellwasser des Babin-Dol-Gebietes.

Die Tiefquelle von Studenec liegt mit ihrem Wasserspiegel bei 275.2 *m* hoch über dem Meere; die Höhe der Stadt Laibach kann mit rund 298 *m* M. H. angenommen werden; es liegt somit die Tiefquelle von Studenec 23 *m* unter dem Horizonte der Stadt Laibach.

Das Grundwasser in Savlje erreicht die M. H. von 286.9 *m*, am Pulverthurme von 283.4 *m*. Man dürfte daher zwischen diesen beiden Punkten mit einer Brunnenanlage das Grundwasser in 285 *m* M. H. erreichen, in welchem Falle der Spiegel der Brunnenanlage 13 *m* unter dem Horizonte der Stadt Laibach liegen dürfte.

In diesen beiden Fällen hätte man eine Maschine aufzustellen, die das Trinkwasser nach Laibach fördern müsste. Aus dem Reservoir zu Laibach müsste abermals eine zweite Maschine das Trinkwasser in jene Theile der Stadt heben, die höher als das Reservoir liegen.

Es sind somit die beiden unter dem Horizonte der Stadt liegenden Bezugsquellen von Trinkwasser, abgesehen von anderen später zu erörternden Verhältnissen, insoferne schwierig, als sie die Anwendung von zweierlei Maschinen-Anlagen supponiren und den Keim vieler Reparaturen, Unterbrechungen in der Leistung etc. in sich bergen. Von den beiden über dem Horizonte der Stadt Laibach erhabenen Trinkwasser-Bezugspunkten liegt vorerst in Babin Dol die tiefste Quelle, an welcher die Vereinigung der übrigen Quellen statthaben könnte, circa 358 *m* hoch. Es ist daher das eventuelle Reservoir in Babin Dol etwa 60 *m* über der Stadt erhaben und es bleibt kaum ein Zweifel darüber, dass das Trinkwasser des Babin Dol bis in die höchst gelegenen und höchsten Gebäude der Stadt Laibach mit natürlichem Drucke, also ohne Anwendung von Maschinen-Anlagen, gebracht werden könnte.

Die zweite über dem Horizonte der Stadt Laibach erhabene Bezugsquelle guten Trinkwassers in Skaručna, und zwar die beiden tiefstliegenden Quellen: Grossgallenberg und beim Rebol, haben ihre Spiegel bei 316.1 *m*, respve. 316.4 *m* M. H.; sie sind also rund 18 *m* hoch über dem Horizonte der Stadt erhaben. Diese Höhenlage der tiefsten Skaručnaquellen lässt die Hoffnung zu, dass deren Trinkwasser, in ein erhöhtes Reservoir gebracht, mit natürlichem Drucke in die Häuser des grössten Theiles der Stadt Laibach gelangen wird und dass nur ein kleiner, höchster Theil der Stadt durch Anwendung einer Maschine mit Wasser zu versorgen wäre.

Es erübrigt hiebei übrigens noch zu untersuchen, was ökonomischer wäre, entweder die Maschine in Skaručna selbst aufzustellen und das gesammte Trinkwasser in ein erhöhtes Reservoir, das am Veliki Vrh dortselbst angebracht werden könnte, zu drücken, oder die für den höchsten Theil der Stadt benötigte Trinkwassermenge allein zu Laibach selbst bis auf die nöthige Höhe zu heben. Es ist hiebei ferner noch zu untersuchen, ob es nicht wohlfeiler wäre, die Rohrleitung über Skaručna weiter nach Norden hinaus zu verlängern und z. B. bei Vodice in einer Meereshöhe von 335 *m* oder noch besser in der Gegend von Lahoviče (Grundwasserspiegel mit 346 *m* M. H.), Nasoviče (343 *m*) und Breg (338 *m*) das Grundwasser bei einer Meereshöhe von circa 340 *m*, also um 42 *m* über dem Stadthorizonte aufzufangen, von welcher Höhe man sicherlich das Trinkwasser von Skaručna mit natürlichem Drucke und bei Eliminirung aller Maschinen-Anlagen in die höchst gelegenen Häuser der Stadt schaffen könnte.

Die oben aufgezählten vier Bezugsquellen von Trinkwasser für die Stadt Laibach lassen, wenn man ihren Ursprung vom geologischen Standpunkte ins Auge fasst, noch eine andere Gruppierung zu.

Die drei ersten sind insoferne gleichartig, als sie sämmtlich das Grundwasser des oberkrainischen Schuttkegels zur Benützung darbieten. Sie unterscheiden sich nur insoferne von einander, dass man das Grundwasser dieses Schuttkegels in Skaručna hoch oben, bei einer Meereshöhe von 316 — 340 *m* auffängt, also mit natürlichem Drucke theilweise oder ganz in die Stadt gelangen lässt, dagegen am Pulverthurme im tieferen Theile bei 285 *m* M. H., an der Tiefquelle von Studenec am untern Ende des Schuttkegels bei 275 *m* M. H. zu fassen und mittelst Maschinen in die Stadt zu fördern hat.

Die vierte Bezugsquelle, das Quellgebiet des Babin Dol, ist dagegen von dem oberkrainischen Schuttkegel völlig unabhängig; es hat eine eigene Entstehungsart der Quellen, die weiter unten in der nun folgenden speciellen Erörterung über die vier Trinkwasser-Bezugsquellen näher besprochen werden soll.

### Die Tiefquelle von Studenec.

Die Tiefquelle von Studenec liegt 5 *km* weit östlich von Laibach und ist deren Spiegel 23 *m* tief unter dem Horizonte von Laibach gelegen. Der Teich, in welchem die Tiefquelle gesammelt wird, ist von dem heutigen Gerinne des Laibachflusses nur 500 *m* horizontal entfernt. Dass diese Tiefquelle dem Inundationsgebiete der Laibach angehört, geht schon daraus hervor, dass es die Laibach war, die die Bucht, resp. den Ursprung der Tiefquelle ausgewaschen, ausgeräumt, also aufgedeckt hatte. Momentan, und zwar am 26. Juli 1886, war allerdings der Spiegel des Laibachflusses etwa 1.5 *m* tiefer gelegen, als der Spiegel des Teiches. Auch die Einzelquellen der Tiefquelle strömten ihrerseits höher hervor, als der Spiegel des Teiches lag, da ihr Quellwasser wellenschlagend bei ziemlicher Neigung der Gerinne lebhaft floss, ohne von dem Teichwasser gestaut zu erscheinen.

Es muss also zugegeben werden, dass die Einzelquellen der Tiefquelle von Studenec etwas über dem Teichspiegel, also auch über dem Spiegel der Laibach, situirt sind und bei dem momentanen Stande kaum vom Laibachwasser beeinflusst wurden. Wenn man aber daran denkt, die Quellen in ein Reservoir einzuleiten, aus welchem mittelst Dampfpumpen das Trinkwasser gehoben werden sollte, wird man auch eine Beeinflussung des Tiefquellwassers vom Laibachwasser zugeben müssen. Sobald nämlich eventuell die Pumpen zu wirken beginnen, senkt sich in dem Reservoir bedeutend der Spiegel des Wassers. Es entsteht ein tiefer Raum, in welchen von allen Seiten, also auch seitens des Laibachflusses die höher stehenden Wässer gezwungen sind einzufliessen. Die Verunreinigung der Tiefquelle durch Laibachwasser muss aber völlig unausweichlich sein, sobald die Laibach als Hochwasser vorüberzieht und dessen höherem Spiegelstande entsprechend den durchlässigen Schotter weit und breit durchdringt. Falls man sich also entschliessen wollte, das Tiefquellenwasser von Studenec als Trinkwasser nach Laibach zu fördern, so würde man eigentlich eine wesentliche Besserung des heutigen Zustandes der Wasserversorgung Laibachs nicht herbeiführen. Abgesehen von der avitischen Verunreinigung des Bodens der Stadt Laibach, brächte man mit grossen Kosten ein Trinkwasser nach Laibach, gleichartig mit jenem, welches die Stadt in ihren Hausbrunnen heute besitzt: ein Gemisch von Grundwasser mit dem jedenfalls ungeniessbaren Laibachwasser.

Wenn es auch gelingen könnte, eine Isolirung des Studencer Tiefquellenwassers vom Laibachwasser zu erzielen, so ist es noch immer fraglich, ob dieses Wasser für die Stadt Laibach als Trinkwasser Verwendung finden könnte. Es sprechen auch in diesem Falle mehrere Gründe gegen die Verwendung.

Der wichtigste Grund gegen die Verwendung ist der, dass, indem der Teichspiegel der Tiefquelle eine Meereshöhe von 275 *m* und die Kante der Schotterstrasse der Bucht jene von nur 283 *m* hat, die über dem Ausflusse der Tiefquelle liegende Schotterlage nur 8 *m* Mächtigkeit besitzt.

Bei dieser geringen Mächtigkeit der über dem Grundwasser der Tiefquelle lagernden Schutzdecke aus Schotter, muss das Quellwasser der Tiefquelle nicht nur im Hochsommer einer namhaften Erwärmung durch Sonnenstrahlen und insbesondere durch warme Platzregen ausgesetzt erscheinen, sondern es wird auch im Winter strenge Kälte ihre Wirkung ausüben und das Wasser abkühlen.

Weit wichtiger als der durch Sommerhitze und Winterkälte erzeugte Wechsel in der Temperatur des Trinkwassers, welche sich zwischen 7°—15° C. bewegen dürfte, ist der Umstand, dass die Umgebung der Tiefquelle, von der Terrainoberfläche aus, so mancher schädlichen Infection ausgesetzt ist, welche bei der nur 8 *m* dicken Schotter-Schutzdecke, die an anderen benachbarten, nicht gemessenen Stellen auch noch eine geringere Mächtigkeit besitzen dürfte, auch dem Trinkwasser mitgetheilt werden könnte. So kann insbesondere im Herbste, wenn die über dem Grundwasser der Tiefquelle cultivirten Aecker frisch gedüngt werden, ein ausgiebiger Herbstregen die Bestandtheile des Düngers in das Grundwasser hinabspülen und zeitweilig das Trinkwasser ganz ungeniessbar machen. In gleicher Weise können Infectionsstoffe bei Epidemien aus den benachbarten Orten, vom Regenwasser aufgenommen, durch die dünne Schotter-Schutzdecke der Tiefquelle mitgetheilt werden.

Es sprechen somit: Kostspieligkeit der Einleitung und Verwendung, Verunreinigung des Tiefquellwassers durch das Laibachwasser, Wechsel in der Temperatur des Wassers, endlich die Möglichkeit einer Infection mit schädlichen Stoffen und Myasmen gegen die Verwendung des Studencer Tiefquellwassers als Trinkwasser für die Stadt Laibach.

### Das Grundwasser zwischen Savlje und Pulverthurm.

Der Pulverthurm ist 2½, Savlje 4½ *km* nördlich von Laibach gelegen. Wenn man daher zwischen diesen beiden in der Mitte eine Brunnenanlage für das Schöpfen des Grundwassers errichten wollte, so wäre diese Anlage circa 3½ *km* weit von der Stadt entfernt.

Ausser der grösseren Nähe, also Kürze der Leitung, hätte diese Anlage vor der Tiefquelle von Studenee auch noch den Vortheil, dass das hier auf die Oberfläche des Schuttkegels mittelst einer Maschine gehobene Wasser mit einem Gefälle von circa 5 *m* nach Laibach ins Reservoir fließen könnte, während das geschöpfte Wasser von Studenee bergauf von 283 *m* auf 298 *m*, also 15 *m* hoch, hinaufgedrückt werden müsste.

Zwischen Savlje und Pulverthurm hat die Schotterdecke mindestens 18—20 *m* Mächtigkeit; es wäre also hier jedenfalls gegen momentane Infectionen von oben und aussen eine grössere Sicherheit geboten, als an der Tiefquelle von Studenee.

Um den directen Einfluss des Savewassers\*) auf das Grundwasser möglichst hintanzuhalten, müsste man wohl trachten, die Brunnenanlage von der Save mehr entfernt einzubauen, also sich dem Pulverthurme zu nähern. Je südlicher man aber die Brunnenanlage verlegt, desto mehr nähert man sich der Stadt selbst und ihrer heutigen Ausdehnung. Die Hochfläche des Steinfeldes im Norden der Stadt ist jenes Territorium, gegen welches hin die Stadt Laibach im Angesichte der herrlichen Alpen in der Zukunft sich erweitern wird. Man setzt sich daher der Gefahr aus, dass eine Brunnenanlage in der Gegend nördlich vom Pulverthurme, sehr bald von dem nördlichen Ende der Stadt Laibach erreicht, einer ähnlichen Infection anheim fallen wird, als die Hausbrunnen der jetzigen Stadt.

Man wird hier allerdings einwenden können, dass bis zu dieser bedeutenden Stadterweiterung sogar ein Jahrhundert verfließen könnte. Dieser Einwendung gegenüber muss darauf hingewiesen werden, dass man mit der Errichtung einer Trinkwasserleitung für die Stadt Laibach ein Werk für Jahrhunderte schaffen will.

Man wird ferner einwenden, dass hier am Pulverthurme die Schotter-Schutzdecke 18—20 *m* mächtig ist und daher durch diese mächtige Decke die Möglichkeit der Infection sehr vermindert erscheint. Man wolle aber beachten, dass man in dem eventuellen neuen Stadttheile auch private Brunnen, die nicht mehr als 20 *m* tief zu sein brauchen, schon desswegen graben wird, um bei Aufführung der Neubauten Wasser zu haben und es nicht aus der Leitung beziehen zu müssen. Ein jeder Brunnenschacht an sich ist aber ein förmlicher Leiter der Infection in das Grundwasser. Die Infection gelangt nicht nur direct durch den Brunnenschacht tropfweise in das Grundwasser hinab, sondern noch weit sicherer und ungehinderter an der Grenze zwischen dem möglicherweise sogar in Cement gemauerten Brunnenschachte und dem Schotter — also unmittelbar neben dem Brunnenschachte.

Der Vermehrung von derlei Infectionsöffnungen wird man endlich nicht mit dem Verbote, Brunnen zu graben, begegnen wollen.

Ueber die entsprechende Qualität des Grundwassers am Pulverthurme kann man kaum einen Zweifel erheben; dasselbe wird gewiss ebenso gut und frisch sein, wie an irgend einem anderen Punkte des oberkrainischen Schuttkegels.

Eine einzige Thatsache liegt vor, die Bedenken erregt hat, die Thatsache nämlich, dass das Brunnenwasser am Pulverthurme, aus dem grossen Kübel ins Glas geschöpft, stets zahlreiche winzige schwimmende Flocken enthält, ähnlich jenen Flocken, wie sie in Flaschen nicht gut conservirter Säuerlinge zu bemerken sind.

Diese Erscheinung ist bisher nicht zur Evidenz gebracht, respective es ist nicht festgestellt, welchen Ursprunges diese Flocken sein können. Vielleicht sind sie nichts anderes als Flocken des etwas eisenhaltigen Schmutzes, der sich an den Wänden eines gewöhnlich halboffenen Brunnens und an seiner Kette bildet und von dem über diese Wände beim Ausgiessen des Kübels herabspritzenden Wasser herabgeschwemmt wird.

Diese Erscheinung hat im Schosse der Wasser-Commission die Meinung entstehen lassen, dass am Boden des Pulverthurmbrunnens bei der Unterlage des hier ganz durchteuften Schotters ein Lehm erreicht worden ist, welcher, bei der Schöpfung des Trinkwassers mittelst eines grossen Kübels stets aufgerührt, das Wasser flockig macht.

Ohne die Möglichkeit einer solchen Ursache dieser Erscheinung kurzweg absprechen zu wollen, habe ich hier zu bemerken, dass nach den bisherigen Daten eine Unterlage von Lehm\*\*\*) unter dem Schotter am Pulverthurme nicht wahrscheinlich ist. Auch wird eine solche Annahme durch die Erscheinung der Flocken im Wasser nicht unterstützt. Wäre am Boden des Brunnens Lehm vorhanden, so würde dieser in Flocken im klaren Wasser nicht schwimmen; vielmehr würde derselbe zum Theile aufgelöst, zum Theile suspendirt das Wasser trüben, was eben nicht der Fall ist.

Nach unseren geologischen Karten ist allerdings der Schluss berechtigt, dass am Pulverthurme der Schotter nicht Lehm, sondern Schiefer des Carbons, allerdings in unbekannter Tiefe, zur Unterlage hat, da dieser Schiefer bei St. Veit, am Šiškaberge, am Schlossberge und von da längs der Laibach bis Lustthal, auch bei Nadgorica und Gamling, also rund um den Pulverthurm in einiger Entfernung vorkommt.

Aber auch in diesem Falle würde der am Boden des Brunnens liegende Schiefer bei völliger Auflösung wie Lehm wirken, also das Wasser einfach trüben, während unauflösbare Schiefersplitter nicht als Flocken im Wasser schweben können, sondern ihrer specifischen Schwere wegen unmittelbar zu Boden sinken müssten.

\*) Der Save-Wasserspiegel an der Broder Brücke steht um 11.4 *m* höher als das Grundwasser in Savlje und an der Ježica Brücke um 3.8 *m* höher als das Grundwasser am Pulverthurme.

\*\*) Im Bohrloche zu Medvode hat man unter dem Schotter offenbar schiefrig-thonige Lagen der Eocän-Formation und darin auch Spuren von Kohlen angebohrt.

Nach einer an Ort und Stelle durchgeführten Messung enthält der Pulverthurnbrunnen eine 1·5 m hohe Wassersäule. Es ist meine Ansicht, dass dieses Grundwasser nicht erschöpft werden kann; daher dürfte eine Brunnenanlage am Pulverthurne hier eine für die Bedürfnisse der Stadt Laibach hinreichende Menge Trinkwassers finden. Einer etwaigen Vermehrung des Bedarfes würde man durch die Anlage eines zweiten, eventuell dritten Brunnens, die unterirdisch mit einander in Verbindung gebracht werden müssten, entsprechen können.

Unter solchen Umständen ist das Project, mittelst Schöpfbrunnen in der Gegend des Pulverthurmes das dortige Grundwasser als Trinkwasser für Laibach zu verwenden, aller Erwägung werth und auf der Tagesordnung zu behalten.

Es wird weiters darauf ankommen, Daten hierüber zu sammeln, welches Capital erforderlich sein müsste, dieses Project ins Leben zu rufen, und es mag die Vergleichung zwischen den Kosten dieses und eines anderen Projectes, zwischen der Vorzüglichkeit des Trinkwassers dieses und eines anderen Objectes etc. die Wasser-Commission hiebei leiten, ob sie zur Ausführung dieses oder eines anderen Projectes schreiten solle.

### Das Grundwasser bei Skaručna.

In meinem ersten Berichte über die Wasserversorgung der Stadt Laibach, dessen freundliche Entgegennahme seitens des verehrlichen Gemeinderathes mir am 24. Februar 1884 notificirt worden war, hatte ich darauf hingewiesen, dass in dem oberkrainischen Schuttkegel bei Vodice und Umgebung, überhaupt nördlich von der Gebirgsgruppe des Grossgallenberges, eine grosse Menge ausgezeichneten Trinkwassers als Grundwasser zu finden, also zu suchen wäre, welches hier in bedeutender Meereshöhe aufgefangen, mit natürlichem Drucke in einer entsprechenden Leitung in die Stadt gebracht werden könnte.

Meine damaligen Angaben sind rein unserer geologischen Karte ohne autoptische Kenntniss des Terrains entnommen.

Durch die seitherigen Arbeiten der Wasser-Commission wurden meine Angaben vollends bestätigt und in diesen Arbeiten liegt eine Reihe von Daten vor, die heute mein Project, nördlich vom Gallenberge das Trinkwasser für Laibach zu suchen, als das günstigste erscheinen lassen.

Auf pag. 3 dieses Berichtes habe ich der Wasser-Commission die wichtigsten Daten über den Stand des Grundwassers auf der Linie Lahoviče, Skaručna, Rebol mitgetheilt. Hier will ich die Erscheinungen, die das Grundwasser des oberkrainischen Schuttkegels mit sich bringt, kurz auseinandersetzen.

Auf der Strecke von Lahoviče bis Vodice gibt es oberflächlich kaum Anzeichen davon, dass im Untergrunde eine grosse Grundwassermasse verborgen liegt. Die Brunnen, die da zu finden sind, haben allerdings zeitweilig ein sehr gutes Trinkwasser; da sie aber zu wenig tief angelegt sind, erscheinen sie zur Zeit des Tiefstandes des Grundwassers trocken — sie reichen eben nicht bis zum tiefliegenden Grundwasser.

Die Thatsache, dass das Volk die Brunnen nicht vertieft, beweist uns, dass das Volk eben keine Ahnung davon hat, dass hier eine Vertiefung der Brunnen um 1—2 Meter der Wassernoth für immer abhelfen könnte.

Ein Beweis hiefür ist die von der Wasser-Commission gebrachte Nachricht\*), dass bei Prebačevo ein Brunnen, der seit seinem 12jährigen Bestande dreimal, im Winter oder Sommer, also zur Trockenzeit, trocken erschien, nach einer Vertiefung des Brunnenschachtes um 10 Cent. schon Wasser zeigte und jetzt stets Wasser enthält. Trotzdem also durch die Vertiefung der Brunnen gutes Trinkwasser in Menge zu haben wäre, bedient man sich hier häufig der Cisternen!

Dieselben Erscheinungen beobachtete die Wasser-Commission in Voklo (Hülben) und Voglje (Winklern), woselbst die zu seichten Brunnen im Sommer und Winter oft trocken werden und die Bevölkerung nach Fernig wandern muss, um den Durst zu löschen.

In Terboje befindet sich ein Brunnen, der, angeblich 19 Klft. tief, stets hinreichendes Wasser liefert, trotzdem sein unteres Ende den Save-Spiegel, welcher dort eine Tiefe von 20 Klft. haben soll, nicht erreicht. Die weitere Angabe, dass zwischen Žerjavka und Terboje am linken Ufer der Save in einer weiten Bucht der Schotter- und Conglomerat-Wände Quellen an den Tag treten, erklärt diese Erscheinung dahin, dass bei Žerjavka, genau wie an der Tiefquelle in Studenee, das Grundwasser höher ausfließt als der Spiegel der Save steht. Von diesem Grundwasser erhält der nur 19 Klft. tiefe Brunnen von Terboje sein stets ausreichendes Trinkwasser. Die ebenfalls von dort stammende Nachricht, dass diese Tiefquellen bei Žerjavka bald stärker bald schwächer fließen, besagt uns eben, dass das Grundwasser daselbst, wie an anderen später zu erwähnenden Puncten, nicht stets in einer und derselben Meereshöhe steht. Je nach Zeitumständen, resp. je nach reichlichem Zuflusse aus den Alpen, schwankt dessen Spiegel im Schotter auf- und absteigend.

In Hraše ist ein Brunnen untersucht worden, der, 6·8 m tief, eine über 4 m hohe Wassersäule enthielt. Im Hochsommer sinkt diese Wassersäule bis auf 1 m Höhe und tiefer herab, so dass dieser Brunnen (angeblich) nicht einmal für die Hausbedürfnisse genügen soll. Man hat im Dorfe 8—9 solcher Brunnen.

\*) Siehe den mir zugesendeten Bericht vom 26. März 1884.

Die Bevölkerung, statt diese Brunnen zu vertiefen, baute aus dem südlich gelegenen Flödniger Berge eine Wasserleitung, die durch zwei Quellen gespeist wird. Es ist nicht ohne Interesse zu bemerken, dass um diesen Ort herum Ueberschwemmungen von zeitweiligem Hochwasser vorkommen, die das Terrain bis 2 *m* hoch mit Wasser bedecken. Offenbar liegt hier auf dem Schotter eine undurchdringliche Lehmschichte, die das Wasser aufhält. Vor 2—3 Jahren hat sich nun in dieser Lehmdecke ein Loch (Doline) gebildet, durch welches das Wasser in den Schotter des Schuttkegels versiegt.

Aus diesen Angaben ergibt sich die oben schon berührte, höchst wichtige und von der Wasser-Commission wohl zu beachtende Thatsache, dass bei Hraše in einem dortigen Brunnen das Grundwasser einmal 4 *m* hoch steht, während es zeitweilig auf 1 *m* und tiefer herabsinkt. Daraus muss weiter gefolgert werden, dass in der Gegend von Hraše die Schwankungen des Grundwassers 3—4 *m* betragen.

Von Zapoge hat die Wasser-Commission folgende Nachricht zu Stande gebracht. Ein über 18 *m* tiefer Brunnen, der zur Beobachtungszeit eine 13 *m* hohe Wassersäule barg, soll im Hochsommer und im strengen Winter zu 14 Tage lang kein Wasser enthalten. Die Leitung aus dem Gebirge, sagt der Bericht, speist 3 öffentliche Brunnen, darunter auch den beobachteten. Trotzdem also die Leitung aus dem Gebirge diesen beobachteten Brunnen speist, hat derselbe zur Trockenzeit doch zu 14 Tage lang kein Wasser.

Es ist dies jedenfalls eine merkwürdige und leicht erklärbare Thatsache. Zur Zeit, als das Grundwasser hoch steht, enthält der Brunnen eine 13 *m* hohe Wassersäule, also Ueberfluss an Wasser. Dieser Ueberfluss wird jedoch nicht durch das eingeleitete Gebirgsquellwasser verursacht, sondern er hängt lediglich vom hohen Grundwasserstande ab. Wenn aber das Grundwasser sinkt und auf den tiefsten Stand gelangt, so erscheint der Brunnen trotzdem trocken, obwohl ihm die Leitung aus dem Gebirge Wasser zuführt. In dieser Zeit versiegt also auch das eingeleitete Quellwasser. Statt dass man zur Trockenzeit den Brunnen einfach bis zum tiefliegenden Grundwasser vertiefen würde, baut man eine Leitung und lässt das Quellwasser derselben in dem Brunnenschachte versiegen.

Hier tritt auch wieder die Thatsache in den Vordergrund, dass zu Zapoge das Grundwasser in einem Brunnen 13 *m* hoch steht, während zu einer anderen Zeit der Brunnen trockengelegt erscheint. Daraus muss gefolgert werden, dass hier die Schwankungen des Grundwassers sogar 13 *m* betragen.

Diese Angaben über Schwankungen des Grundwassers verdienen mehrmals und mit möglichster Sorgfalt controllirt zu werden. Eine einzige Messung genügt da nicht; es müssen in gewissen Zeitabschnitten wiederholte Messungen vorgenommen werden. Sichere, festgestellte Daten hierüber werden sehr willkommen sein, wenn es sich um die Frage handeln wird: wie hoch und wie tief die Sammelanlagen für das Grundwasser durchgeführt werden sollen, damit sie sowohl zur Zeit des Hochstandes als auch des Tiefstandes des Grundwassers genügende Trinkwassermengen liefern können.

Von Vodice über Repnje hinaus sieht der Reisende auch noch kaum eine Andeutung über das Grundwasser dieser Gegend. Pri Penkotu, vor Polje, liegt östlich an der Strasse ein Brunnen, in welchem man das Grundwasser erst bei 13 *m* Tiefe erreicht.

Erst unweit von Skaručna, in der thalförmigen Niederung, die sich von Polje herabzieht, sieht man die erste Andeutung einer Reihe von Tiefquellen des Grundwassers.

Wenn man die Strasse verlässt und weiter gegen Osten schreitet, so findet man da, dass eine Anhöhe aus Schotter und Conglomerat plötzlich mit einer kleinen Wand oder einem steilen Gehänge in die Niederung abfällt und dass am Fusse der Conglomeratwand das Grundwasser in einer Tiefquelle an den Tag tritt. Hier allsogleich erscheint die Niederung 5—10 *m* breit mit schmackhaftem, klarem, frischem Wasser bedeckt und man sieht, dass das Wasser sowohl aus kleinen Oeffnungen des Conglomerates hervortritt, als auch weiterhin blasenwerfend aus dem Boden hervorquillt und ziemlich rasch thalabwärts abfließt.

Verfolgt man nun weiter thalabwärts den Rand der Conglomeratwand, so hat man Gelegenheit zu sehen, wie an mehreren Stellen neue Tiefquellen ausbrechen und wie die Masse des Grundwassers in der thalförmigen Niederung sich so sehr vermehrt, dass vor St. Lucia das Grundwasser schon über einen Damm gewaltig abfließt und der ersten Mühlenanlage als Motor dient.

Wer hier die abfließende Menge des vortrefflich schmeckenden Grundwassers nur flüchtig beobachtet, dem bleibt kein Zweifel über die Reichhaltigkeit der bisher gesehenen Tiefquellen übrig.

Von St. Lucia, dem Tiefquellenbache nachgehend, bemerkt man in der Gegend des Rebol am Fusse einer ausgebuchteten Conglomeratwand abermals die Mündung einer Tiefquelle. Genau westlich davon gelangt man über eine aus Schotter und Conglomerat bestehende Anhöhe zu einem zweiten, mit dem eben verfolgten parallel gegen Süden verlaufenden Tiefquellenbache, dessen flache Thalsohle mit Moorwiesen bedeckt erscheint. In diesem Gebiete bricht im rechten Gehänge am Fusse der Zgornja Šica abermals unter Conglomeratfelsen jene Tiefquelle hervor, welche die Wasser-Commission mit dem Namen der Grossgallenbergquelle belegt hat.

Zu diesen Thatsachen füge ich nur noch hinzu, dass unterhalb der Vereinigung der beiden erwähnten Tiefquellenbäche, wovon der westliche mit der Grossgallenberger Tiefquelle Dobrava, der östliche Polzek und Goli Potok genannt wird, das Thalwasser als ein mächtiger, rascher (Gameljšica) Fluss weiter fließt und zahlreichen Mühlen als unversiegbarer Motor dient.

Allerdings nimmt das Wasser der Gameljšica im weiteren Verlaufe ein ungünstiges, dem Laibachflusse ähnelndes Aussehen an; doch rührt dies davon her, dass die frischen, klaren, schmackhaften Tiefquellenwässer vor Šmartno (St. Martin) einen Moorsumpf passiren müssen und in diesem eine gründliche Verunreinigung erfahren.

Indem ich hier die von der Wasser-Commission gesammelten Daten über die chemische Beschaffenheit dieses vorzüglichen Tiefquellenwassers betone, dessen Temperatur 10 Grad C. nirgends übersteigt, stellen- und zeitweise sich auch noch etwas kälter erweist, indem ich ferner auf die Reichhaltigkeit desselben an vortrefflichem Trinkwasser verweise, habe ich noch auf die Frage einzugehen, wo das Tiefquellwasser von Skaručna gefasst werden soll?

Jener Beobachter, der die Länge der Leitung bis Laibach im Auge hat, vor der Anwendung von Maschinen und Pumpen nicht erschrickt und diese Combination einer verlängerten Leitung vorzieht, wird unstreitig dafür sein, dass man die Sammel-Vorrichtungen für das Laibacher Trinkwasser an den beiden untersten Tiefquellen, an der Grossgallenbergerquelle und an der Rebolquelle errichtet.

Diese Ansicht wird von mancherlei günstigen Umständen unterstützt. Der wichtigste darunter ist entschieden der Zufall, dass gerade beim Rebol das Gebirge des Grossgallenberges und jenes des Vranšica Vrh so nahe an einander treten, dass man voraussetzen muss, sie seien unterirdisch in directer Verbindung. Da nun die tieferen Theile dieser Gebirge aus Carbonschiefern, die höheren nördlich vom Grossgallenberge aus Eocän-Schiefern und Sandsteinen bestehen, so ist wohl kaum ein Zweifel darüber möglich, dass gerade beim Rebol ein unter dem Schotter des Schuttkegels liegender, unterirdischer, wasserdichter Damm besteht, der hier das von Vodice aus über Skaručna herabfließende Grundwasser an den Tag treten, also die beiden tiefsten Tiefquellen (die Grossgallenberger- und Rebolquelle) entstehen lässt. Es liegt also der Gedanke nahe, dass man oberhalb des Schieferdammes beim Rebol das gesammte hier vorüber fließende Tiefquellenwasser vereinigt findet und dass man es in einer verhältnissmässig wenig ausgedehnten, daher auch minder kostspieligen Anlage, die quer über die Tiefquellenthäler, zwischen der Grossgallenberger Tiefquelle und der Rebol-Tiefquelle, aufzuführen wäre, fassen und ableiten kann.

Das Niveau des Wasserspiegels in dieser Anlage hat eine Meereshöhe von 316 *m*. Diese Meereshöhe besagt uns, dass das Trinkwasser nur den tieferen Theilen der Stadt Laibach mit eigenem Drucke verschafft werden könnte; die höheren Stadttheile müssten mittelst einer Maschinerie mit Trinkwasser versehen werden.

Die Fassung der Tiefquellen beim Rebol erfüllt daher nicht vollkommen die Erwartungen der Laibacher.

Die Umstände, unter welchen das Grundwasser auf der Linie Vodice-Rebol sich dem Beobachter darbietet, nöthigen aber durchaus nicht, das Tiefquellenwasser beim Rebol zu fassen. Es mag hier die Bemerkung eingeschaltet werden, dass auch bei der W.-Neustädter Tiefquellen-Wasserleitung das Trinkwasser für Wien nicht am Ausflusse der Fische-Tiefquelle (wie beim Rebol) gefasst werden soll, sondern dass der Sammelstollen hoch oben über W. Neustadt und über dem Fusse des Neunkirchner Schuttkegels angelegt werden wird. Dies soll aus mehreren Gründen geschehen, um unter höherer Schotterbedeckung ein gegen Infection geschütztes, reines Wasser zu erhalten, um das Grundwasser in einer erhöhten Lage zu gewinnen, die es befähigt, durch eigenen Druck nach Wien gelangen zu können, um es endlich an einer solchen Stelle zu fassen, an welcher den Anrainern der möglichst geringste Schade an der Wasserkraft zugefügt würde.

Dass man eventuell auch ober dem Rebol, also vorerst bei Skaručna, colossale Massen des Grundwassers findet und fassen kann, dafür spricht der Canal der obersten Mühle bei St. Lucia, der ohne Anwendung irgend welcher künstlichen Mittel, das Wasser zu vermehren, so viel Wasser abfließen lässt, dass damit der Bedarf der Stadt Laibach hinlänglich gedeckt erscheint. Da bei Skaručna das Grundwasser eine Meereshöhe von 318.9 *m* hat, so erspart man bei der Verlegung der Sammelanlage nach Skaručna 2.5 *m* Höhe beim Reservoir.

Auch eine noch weitere Verlegung der Sammelanlage gegen Norden gehört nicht zu den Unmöglichkeiten. Eine bei Vodice angelegte Sammelanlage für das Grundwasser würde dieses in der Meereshöhe von 335 *m* antreffen. Die Sammelanlage kann selbst bis in die Gegend von Lahoviče und Breg verlegt werden, wo das Grundwasser die Meereshöhe von circa 340 *m* erreicht. Hier gefasst und abgeleitet, würde das Trinkwasser sicherlich durch eigenen Druck bis in die höchsten Bedarfsstellen Laibach's gelangen.

Das Grundwasser von Skaručna betreffend, liegen somit der Wasser-Commission der Stadt Laibach zwei Alternativen vor, nämlich:

I. Die Trinkwasser-Sammelanlage beim Rebol in einer Meereshöhe von 316 *m* aufzuführen, von welcher dasselbe nach Laibach in kürzerer, 10 *km* langer Leitung, aber unter Mitwirkung von Maschinen (Pumpen) an die Bedarfsstellen befördert werden könnte.

II. Die Trinkwasser-Sammelanlage zwischen Lahoviče und Breg bei einer Meereshöhe von 340 *m* aufzuführen, von welcher dasselbe nach Laibach in längerer, 18 *km* betragender Leitung und mit eigenem Drucke, ohne Beihilfe von Maschinen, bis in die höchsten Bedarfsstellen gelangen würde.

Die Wasser-Commission wird daher nach Durchführung der nöthigen Untersuchungen und Berechnungen, je nach der Höhe des Capitals, welches erforderlich sein wird, die eine oder die andere Alternative des Skaručna-Projectes ins Leben zu rufen, entscheiden, ob Lahoviče-Breg oder Rebol die künftige Bezugsquelle des Laibacher Trinkwassers werden soll.

Bei sich etwa gleichstellenden Bedingungen wird die Wasser-Commission noch zu bedenken haben, dass Lahoviče-Breg eine geringere Gelegenheit bieten, das tief liegende Grundwasser zu infiltriren. Auf der Linie vom Rebol, insbesondere im westlicheren Tiefquellen-Thale Dobrava, in welchem die Grossgallenbergquelle entspringt, bedecken das Thal Moorwiesen, von welchen aus das Tiefquellenwasser, das in gleichem Niveau mit den Moorwiesen entspringt, sehr leicht verunreinigt werden kann.

Ein weiterer wichtiger Grund, sich für Lahoviče-Breg zu entscheiden, liegt ferner in dem Umstande, dass eine hier, entfernt vom oberirdisch fliessenden Wasser ausgeführte Sammelanlage des Grundwassers einen direct nachweisbaren Schaden den Wasserberechtigten kaum zufügen könnte, daher auch die zu befürchtenden Ansprüche der Mühlenbesitzer an der Gameljšica hiermit als gänzlich eliminirt betrachtet werden müssten.

In der Feststellung des Punctes für die Sammelanlage des Grundwassers von Skaručna und in der glücklichen Führung dieser Angelegenheit an den sich bietenden Klippen wird jedenfalls die schwierigste Aufgabe der Wasser-Commission bestehen.

### Quellgebiet des Babin Dol.

Babin Dol liegt am Zusammenflusse des Strožnikbaches und des Stajnikbaches, welche vereinigt Malošcabach heissen. Der Malošcabach fliesst von Süden gegen Norden und mündet gegenüber Medvode in die Save. Die Wassermenge, die er führt, unten im Thale vereinigt, ist kaum im Stande einrädige Mühlen zu treiben. Sie entspricht der geringen Ausdehnung des Wassergebietes, welches nur 5 km lang und im breitesten Theile nur 4 km breit ist, also im Ganzen kaum 12 km<sup>2</sup> umfasst.

Schon diese einfachen Dimensionen deuten die Thatsache an, dass diese Wassermenge kaum genügen könnte, den momentanen Trinkwasser-Bedarf der Stadt Laibach zu decken, wenn auch vom sämmtlichen auf diese Fläche niederfallenden Meteorwasser durch Verbrauch für die Vegetation, durch Verdunstung und Versickerung nichts abginge. An eine Vermehrung des Wasserbezuges nach Verlauf von Jahren für die eventuelle Erweiterung der Stadt wäre überdies trotz einem höheren Trinkwasserbedürfnisse nicht zu denken, da ja eine solche in Babin Dol nicht in der Hand des Menschen liegt.

Immerhin hat die Wasser-Commission in Babin Dol 7 grössere Quellen nachgewiesen, untersucht und gezeigt, dass diese Gegend das reinste Wasser in der Umgebung von Laibach liefert und dass die 7 Quellen circa 6000 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag zu liefern im Stande sind.

Die diesbezüglichen Messungen scheinen jedoch zu einer Zeit durchgeführt worden zu sein, wo diese Gegend momentan wasserreich war. Jedenfalls wurde von der Wasser-Commission am 28. Juli 1886 constatirt, dass an diesem Tage die Einzelquellen scheinbar weit weniger Wasser lieferten, als zur Zeit, da die Messungen durchgeführt worden waren.

Die geologischen Verhältnisse, unter welchen die Quellen im Babin Dol entstehen, sind die folgenden:

Das Grundgebirge besteht aus dem wohlbekanntem Carbonschiefer, welcher eine wasserdichte Grundlage der Gegend darstellt, die aber nicht in Gestalt eines Plateau's auftritt, sondern ursprünglich schon eine wellige, hügelige Configuration besass.

Auf diesem hügeligen, wasserdichten Grundgebirge befinden sich Gesteine der Triasformation stellenweise aufgelagert, während stellenweise der Carbonschiefer, wie auf dem Berge Velika Trata, auch unbedeckt blieb. Die Triasgebilde bestehen zu unterst aus Werfnerschiefern, auf welchen Kuppen von Triaskalk und Dolomit aufgesetzt erscheinen.

Das den Wolken entfallende Meteorwasser fällt zunächst auf den Kalk und Dolomit auf und wird von diesen gerne aufgesogen. In die Kalk- und Dolomitmassen dringt nachträglich das Meteorwasser so tief, bis es auf die wasserdichte Unterlage gelangt, auf welcher es, seiner Schwere folgend, in den tiefsten Terrainlinien an der Grenze zwischen Kalk und Schiefer zu Tage tritt und den Quellen des Babin Dol den Ursprung verleiht.

Die höchsten Berge des Babin Dol haben circa 700 m M. Höhe. Es fehlt der Umgebung des Babin Dol daher die Alpenregion, in welcher die Meteorwässer, gehörig abgekühlt, ein zu jeder Jahreszeit erfrischendes Trinkwasser liefern könnten.

Es fehlt dem Babin Dol auch der Schotter, in welchem die Quellwässer gesammelt, noch einmal filtrirt und abgekühlt werden könnten.

Die Angaben der Wasser-Commission sagen, dass bei einer Lufttemperatur von 4·9° C. die Hauptquelle 9° C. zeigte (ebenso die Quelle Nr. 7 bei 3·3° C. Lufttemperatur 10·5° C). Es konnte daher die Wasser-Commission nicht überraschen, dass am 28. Juli 1886, zur Zeit eines warmen Regens, die Quellen des Babin Dol durchwegs 15° C zeigten.

Die tiefste Quelle daselbst entspringt in einer Meereshöhe von 358·8 m, liegt daher circa 60 m über dem Horizonte der Stadt Laibach, am günstigsten unter allen Bezugsquellen.

Die Leitung des Trinkwassers nach Laibach hätte eine Länge von etwa 13 *km*, die nur durch einige schwierig und kostspielig durchzuführenden Bauten etwas verkürzt werden könnte. Sie fiel also etwas kürzer aus als die von Lahoviče und länger als die vom Rebol.

In Babin Dol wäre überdies die Aufstellung so vieler selbstständiger Fassungsobjecte nöthig, als Quellen vorliegen, und es müssten die Wässer der einzelnen Quellen erst in ein gemeinsames Reservoir vereinigt werden, ein Umstand, der vielseitige und häufige Reparaturen und Unzukömmlichkeiten befürchten lässt.

Im Hinblick auf das Gesagte liegen der Wasser-Commission demnach insoferne günstige Daten vor, als hier das reinste Wasser 60 *m* hoch über Laibach vorkommt. Ungünstig ist der Umstand, dass das Quellwasser von daselbst zeitweilig bis auf 15° *C* erwärmt, zeitweilig gewiss auch sehr kalt sein dürfte, dass es zeitweilig dem Gebirge in zu geringer Menge entfließt und dass dessen Wassergebiet, an sich klein, zur Hoffnung auf eventuelle Vermehrung des Bezuges an Trinkwasser nicht berechtigt, dass endlich die Leitung länger werden müsste als die vom Rebol.

### Schlussfolgerungen.

Fasst man die im Vorausgeschickten erörterten Daten und aufgezählten Resultate der Arbeiten der Wasser-Commission kurz zusammen, so ergibt sich jetzt schon ein Schluss, der die noch übrige Aufgabe der Wasser-Commission möglichst eng präcisirt.

Von den bisher im Auge behaltenen Bezugsquellen des Trinkwassers für die Stadt Laibach fallen zwei: die Tiefquelle von Studenec und das Quellgebiet von Babin Dol ganz weg und es concentrirt sich die Aufmerksamkeit der Wasser-Commission auf die zwei übrig bleibenden Bezugsquellen: Pulverthurm-Umgebung und Skaručna-Umgebung, in beiden Fällen also der Bezug des Trinkwassers aus dem Grundwasser des Oberkrainer Schuttkegels.

In Hinblick auf Skaručna liegt der Wasser-Commission die Alternative vor: ob man das Trinkwasser von Skaručna aus der Gegend des Rebol mittelst einer 10 *km* langen Leitung combinirt mit Pumpmaschinen, oder aus der Gegend zwischen Lahoviče und Breg mittelst einer 18 *km* langen Leitung mit Ausschluss jeder Maschinerie nach Laibach bringen soll.

Alle drei Alternativen, Pulverthurm, Rebol und Lahoviče-Breg, haben für sich ganz wichtige Gründe: die Pulverthurm-Anlage die Nähe und Kürze der Leitung; Rebol die mittlere Länge der Leitung; Lahoviče-Breg den Vortheil, dass der etwaige, den Wasserberechtigten zufügbare Schade jedenfalls bei dieser Anlage minimal und unwahrscheinlich wäre.

Es wird Sache der Wasser-Commission sein, alle Vorzüge und Nachtheile jeder einzelnen Alternative sorgfältig zu erwägen und den eventuellen Bauunternehmungen Gelegenheit zu verschaffen, wenn möglich, bisher nicht in Evidenz gebrachte Umstände und Verhältnisse nach allen Seiten zu klären und so ein Material zu schaffen, auf welches eine möglichst begründete, präzise Entscheidung basirt werden kann.

### Noch vorzunehmende Untersuchungen.

Das Geleistete überblickend, erlaube ich mir auf zwei bisher nicht genügend erörterte wichtige Momente hinzuweisen, deren genaue Erforschung und detaillirte Kenntniss die Wasserfrage wesentlich fördern wird.

I. Die bisherigen Untersuchungen der Wasser-Commission haben über die Schwankungen des Grundwassers und über den maximalen und minimalen Stand desselben vorerst nur ungenügende Daten geliefert. Diese Daten basiren auf einer einmaligen Messung und auf vom Hörensagen erhaltenen Nachrichten; immerhin weisen sie die Existenz dieser Schwankungen unwiderstehlich nach.

Beim Studium der Wiener-Neustädter-Tiefquellen-Wasserleitung ist die Thatsache in den Vordergrund getreten, dass das Grundwasser im Schuttkegel von Neunkirchen nicht stets in gleicher Meereshöhe steht, sondern auf jedem einzelnen Punkte sehr regelmässig verlaufenden Schwankungen unterworfen ist, die ganz unabhängig von der Jahreszeit, rein den Regenverhältnissen entsprechend, bei viel Regen das Maximum erreichen, bei wenig Niederschlag sich dem Minimum nähern und umgekehrt. Vom Maximalstande zum Minimalstande und umgekehrt verstreichen oft nur einige Monate, oft dauert aber die Erhebung des Grundwassers vom Minimum zum Maximum und umgekehrt die Senkung ein ganzes Jahr und darüber. Dabei ergab es sich, dass der Betrag des Abstandes zwischen Maximum und Minimum an verschiedenen Stellen des Schuttkegels ein verschiedener ist. Am Fusse des Schuttkegels beträgt er nicht mehr als 0.5 *m*, etwas höher und dort, wo der Sammelstollen angelegt werden soll, 3—4 *m*; am Ursprunge des Schuttkegels endlich in den Brunnen von Neunkirchen beläuft sich der Betrag des Abstandes zwischen Maximum und Minimum sogar auf 16.5 *m*.

Den Abstand zwischen Maximum und Minimum genau zu kennen ist höchst wichtig für den Einbau der Sammelanlage des Laibacher Trinkwassers, da es sonst dieser Sammelanlage genau so ergehen könnte, wie den



erwähnten seichten Brunnen in der Gegend von Vodice. Beim Minimalstande des Grundwassers würde sie, wenn sie nicht tief genug angelegt wäre, trocken gelegt erscheinen und in diesem Zustande eben kein Trinkwasser nach Laibach liefern können.

Um hierüber sichere Daten zu erlangen, ist es nöthig einige der vorliegenden Brunnen auf der Linie: Lahoviče-Rebol-Pulverthurm-Laibach einer sorgfältigen Beobachtung zu unterziehen. Von einem am Brunnen angebrachten Fixpunkte wird stets der Abstand des Brunnenspiegels gemessen und dabei Datum und Abstand notirt. Vom Fixpunkte muss die Meereshöhe bekannt sein und die Messung demnach die Meereshöhe des Grundwasserspiegels jedesmal ergeben.

Einige wenigen Messungen werden die der Commission bisher unbekannte Erscheinung des Schwankens des Grundwassers klar machen. Es wäre wünschenswerth in Lahoviče, Breg, Vodice, Pušenci, pri Penkotu, Polje, Skaručna, St. Lucia, beim Rebol, in Vižmarje, Savlje, beim Pulverthurme und am Südbahnhofe je einen Brunnen mit Fixpunkten zu versehen und zum Beobachtungspunkte zu machen. Am Platze wäre es, je einen solchen Brunnen zur Beobachtungs-Station zu machen, von welchem die Bevölkerung es weiss, dass derselbe nicht zeitweilig trocken gelegt steht.

Die Messungen wären wöchentlich, also viermal im Monate, z. B. an jedem 1., 7., 15. und 23. durchzuführen, und zwar stets so, dass man bis zum höchsten, nördlichsten Brunnen fährt und am Rückwege an jedem Brunnen der Reihe nach den Abstand des Brunnenspiegels vom Fixpunkte misst und im Journale sorgfältig notirt.

II. Es ist vorläufig nicht ad oculos erwiesen, dass z. B. im Brunnen von Vodice das Grundwasser unerschöpflich ist. Es würde ein directer Versuch, mittelst einer Dampfmaschine so viel Wasser zu schöpfen, als die Stadt Laibach pro Stunde bedarf, sehr beruhigend auf die besorgten Gemüther sowohl der Commission selbst als auch der Bevölkerung Laibach's wirken. Es würden die damit verbundenen Auslagen durch die erlangte Gewissheit über die Lieferungsfähigkeit des Grundwassers bei Vodice, also im oberkrainischen Schuttkegel, reichlich belohnt sein.

In Wiener-Neustadt war ein solcher Versuch nicht nöthig, da an der Station der Südbahn im sogenannten Heizhaus-Brunnen eine grosse Maschine den ganzen Tag fortwährend Wasser schöpft, indem sie den ganzen Bedarf an Betriebswasser für die Linie Wien-Gloggnitz zu decken hat.

Der betreffende Brunnen hat 3 m im Geviert und ist 8.5 m tief; er hat oft eine nur 1.5 m hohe Wassersäule zur Disposition, liefert 40 m<sup>3</sup> Wasser pro Stunde, hat seit Jahren nie versagt, stets die nöthige Wassermenge geliefert und ist nie ausgeleert, respective trocken gelegt worden. Der Versuch liesse sich vielleicht am leichtesten mit einer Dampfspritze durchführen, die leicht an Ort und Stelle gebracht werden könnte.

Ausser der erfahrungsmässigen Sicherheit über die Lieferungsfähigkeit des Grundwassers liesse sich hiemit ein Studium über die Dimensionen verbinden, die man der Sammelanlage des Trinkwassers für Laibach zu geben haben wird. Wenn man nämlich die Dimensionen des betreffenden Brunnens, die Höhe der momentanen Wassersäule und die Leistung der Pumpe in Kubikmetern Wassers in Rechnung nimmt, so wird man ein Bild darüber erhalten, wie gross die Dimensionen der Sammelanlage sein müssen, um ohne Maschine dem Reservoir die für Laibach nöthige Wassermenge entfliessen zu lassen.

Wien am 10. August 1886.



## II.

Die Daten, die in den mir unter Nr. 102 vom 11. November 1887 mitgetheilten Schriften und Tabellen enthalten sind, müssen wohl durchaus als sehr günstig für das Unternehmen einer Wasserversorgung der Landeshauptstadt bezeichnet werden. Das Wasser, welches in die Stadt eingeleitet werden soll, ist von einer Qualität, die allen hygienischen Anforderungen entspricht.

Nicht nur für das Unternehmen günstig, sondern geologisch interessant sind die Ergebnisse der Grundwassermessungen.

Obwohl vorläufig nur die Messungen vom 25. Juni bis 25. October vorliegen, also der Stand und die Schwankungen des Grundwassers in dem besseren Drittel eines Jahres bisher bekannt sind, so zeigen sie schon, dass das Grundwasser des Laibacher Beckens genau dieselben Erscheinungen des Steigens und Fallens bekundet, wie in der Schottermasse der Wiener Neustädter Ebene, und dass es die Unternehmung dort und hier mit genau gleichen Verhältnissen zu thun haben wird.

Ich habe aus der grossen Menge von Beobachtungspuncten des Laibacher Grundwassers 9 Puncte ausgewählt, die in einer fast geraden Nordrichtung von Laibach nach Skaručna geordnet sind und ein Profil ergeben, aus welchem man, wenn sie graphisch dargestellt werden, die wichtigsten Daten für die Durchführung der Wasserleitung deduciren kann. Ich überlasse es den Herren Ingenieuren ein solches Profil zu zeichnen und will nur mit wenigen Worten das bisherige Resultat der Grundwassermessung skizziren.

Verfolgt man die Daten der angeschlossenen Tabelle vorerst horizontal, so findet man z. B. den Südbahnhof betreffend: dass hier der Grundwasserspiegel vom 25. Juni bis 12. Juli hoch steht, von da an sehr langsam fällt und am 30. September mit 281·36 das Minimum erreicht, von da an aber rapid steigt, so dass derselbe bereits am 22. October mit 282·60 abermals einen hohen Stand erreicht, höher als am Anfange der Beobachtung. Zieht man vom letzten Maximum den Minimalstand vom 30. September ab, so erhält man die Differenz zwischen dem bisher beobachteten Maximal- und Minimal-Stande mit 1·24 m, welches Datum uns sagt, dass im bisherigen Beobachtungszeitraume der Grundwasserspiegel 1·24 m hoch schwankt.

Ganz dasselbe lehren die folgenden horizontalen Zeilen der Tabelle, indem sie feststellen, dass die Differenz zwischen dem Maximal- und Minimal-Stande des Grundwasserspiegels

im Pulvermagazin . . . . .	1·10 m
in Stožice . . . . .	1·17 „
„ Ježica . . . . .	1·47 „
an der Save bei Černuče . . . . .	0·966 „
in St. Martin . . . . .	1·94 „
beim Rebol . . . . .	0·68 „
in St. Lucia . . . . .	0·285 „
„ Skaručna . . . . .	0·362 „

beträgt.

Es ist von höchster Wichtigkeit, dass man das Grundwasser an allen Beobachtungspuncten, die Maxima und Minima in einer und derselben Zeit, innerhalb einiger weniger Tage beobachten liess.

So ist das Sommermaximum des Grundwassers, das Herbstminimum und das Herbstmaximum eingetreten:

Station:	Sommermaximum:	Herbstminimum:	Herbstmaximum:
Südbahnhof . . . . .	am 12. Juli	— am 30. Sept.	— am 22. Oct.
Pulvermagazin . . . . .	„ 25. Juni	— „ 10. Oct.	— „ 23. Oct.
Stožice . . . . .	„ 28. Juni	— „ 10. Oct.	— „ 23. Oct.
Ježica . . . . .	„ 28. Juni	— „ 10. Oct.	— „ 13. Oct.
St. Martin . . . . .	„ 29. Juni	— „ 2. Oct.	— „ 15. Oct.
Rebol . . . . .	„ 9. Juli	— „ 24. Sept.	— „ 12. Oct.
St. Lucia . . . . .	„ 29. Juni	— „ 28. Sept.	— „ 12. Oct.
Skaručna . . . . .	„ 9. Juli	— „ 28. Sept.	— „ 12. Oct.

Es hat somit der Maximalstand des Grundwassers im Sommer vom 25. Juni bis 12. Juli,

der Minimalstand des Grundwassers im Herbst vom 24. September bis 10. October,

der Maximalstand „ „ „ „ „ 12. October bis 23. October

stattgefunden. Vom 12. Juli an bis zum 22. September hat ein langsames Fallen des Grundwassers an allen Puncten beobachtet werden können, während sich um den 12. October ein rapides Steigen des Grundwassers eingestellt hat.

Welche Bewegungen, resp. welchen Spiegelstand das Grundwasser in der übrigen Jahreszeit zeigt, in welche Jahreszeit das Jahresmaximum und das Jahresminimum fallen und wieviel jedes davon und die Differenz zwischen beiden beträgt, — das müssen erst die fortgesetzten Beobachtungen lehren, die überhaupt festzustellen haben, in welches Niveau zu Skaručna die Mündung der Wasserleitung gesetzt werden soll, damit diese Mündung, noch unterhalb des tiefstmöglichen Minimalstandes situirt, nie über den Grundwasserspiegel zu liegen käme.

Verfolgt man in dem beiliegenden Schema die verticalen Zeilen, so erhält man Profile, welche zeigen, dass der Grundwasserspiegel keine horizontale Ebene sei, sondern die Gestalt einer schiefstehenden Schale besitze, die flach ist und schief gestellt, da die Meereshöhe des Grundwasserspiegels in der ersten Verticalzeile von 281·844 bis 318·792, u. s. w. in jeder folgenden Verticalzeile steigt.

Es ist selbstverständlich, dass man mehrere solche Profile, theils parallel mit dem Profile Laibach-Skaručna, theils senkrecht darauf anzufertigen versuchen sollte; als Ergebniss dieser Arbeit wird ein genaues Bild der Gestalt des Grundwasserstandes im Laibacher Becken resultiren.

Sehr wünschenswerth wäre es, in die Tabellen für jeden Tag die Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Es wären hiezu die Beobachtungen von Laibach und von irgend einem Puncte am Fusse der Krainer Alpen geeignet. Es wird hiedurch die Abhängigkeit der Grundwasserspiegelschwankungen vom Niederschlage in den Alpen recht ersichtlich gemacht werden.

Wien am 16. November 1887.



Beobachtungsort	Höhe des Fixpunctes über dem Meere in Metern	Tag der Messung und Höhe des Grundwassers																												Zusammenstellung							
		25. Juni	28. Juni	1. Juli	5. Juli	8. Juli	12. Juli Max.	15. Juli	19. Juli	22. Juli	26. Juli	29. Juli	2. Aug.	5. Aug.	11. Aug.	13. Aug.	16. Aug.	20. Aug.	23. Aug.	26. Aug.	30. Aug.	2. Sept.	6. Sept.	9. Sept.	13. Sept.	16. Sept.	19. Sept.	22. Sept.	26. Sept.	30. Sept. Min.	10. Oct.	13. Oct.	22. Oct. Max.	23. Oct. Max.	28. Oct. Max.	31. Oct. Max.	
1. Südbahnhof	298-098	281-844	281-77	281-854	281-982	281-988	282-028	282-008	281-988	281-978	281-978	281-848	281-848	281-768	281-728	281-718	281-688	281-648	281-652	281-698	281-638	281-608	281-581	281-548	281-52	281-48	281-55	281-52	281-49	281-36	281-43	281-61	282-60	282-60	Maximum = 282-028 am 12. Juli und Maximum = 282-60 am 22. October Minimum = 281-36 am 30. September. Differenz = 1-24 m	1.	
12. Pulvermagazin	301-97	Max. 283-18	283-11	283-16	283-14	283-15	283-15	283-13	283-11	283-10	283-13	283-04	283-00	282-985	282-90	282-88	282-85	282-84	282-86	282-86	282-82	282-78	282-755	282-73	282-67	282-66	282-64	282-61	282-56	282-51	Min. 282-45	282-85	283-55	283-55	Maximum = 283-18 am 25. Juni und Maximum = 283-55 am 23. October Minimum = 282-45 am 10. October. Differenz = 1-10 m.	12.	
15. Stožice	299-69		Max. 285-16	285-15	285-11	285-13	285-11	285-09	285-09	285-05	285-02	284-99	284-94	284-94	284-85	284-83	284-80	284-76	284-847	284-79	284-72	284-69	284-65	284-63	284-59	284-56	284-53	284-47	284-37	284-35	Min. 284-22	285-11	Max. 285-39	285-39	Maximum = 285-16 am 28. Juni und Maximum = 285-39 am 23. October Minimum = 284-22 am 10. October. Differenz = 1-17 m.	15.	
18. Ježica	291-81	287-10	287-107	287-105	287-106	287-10	287-01	286-99	287-01	286-96	286-94	286-90	286-87	286-855	286-79	286-75	286-72	286-625	286-73	286-72	286-64	286-61	286-58	286-55	286-51	286-49	286-45	286-34	286-23	286-23	Min. 286-04	Max. 287-51	287-21	287-21	Maximum = 287-10 am 25. Juni bis 8. Juli und Maximum = 287-51 am 13. Oct. Minimum = 286-04 am 10. October. Differenz = 1-47 m.	18.	
20. Save bei Černučec	293-794	288-004	288-024	288-094	288-047	Max. 288-118	288-044	287-967	288-089	287-984	287-954	287-909	287-887	287-974	287-960	Min. 287-824	287-884	288-027	Max. 288-202	287-950	287-854	287-824	287-825	287-769	287-812	287-784	287-760	287-760	Min. 287-724	288-214	288-12	Max. 288-69	288-04	288-04	Maximum = 288-118 am 8. Juli und Maximum = 288-69 am 13. October Minimum = 287-724 am 26. September. Differenz = 0-966 m.	20.	
31. St. Martin	297-76		Max. 295-25	295-32	295-24	295-15	295-17	295-05	295-00	295-01	294-93	294-86	294-83	294-79	294-755	294-67	294-63	294-60	294-54	294-63	294-37	294-23	294-265	294-23	294-22	294-19	294-17	294-15	294-08	294-05	294-03	295-71	295-97	295-38	295-38	Maximum = 295-32 am 29. Juni und Maximum = 295-97 am 15. October Minimum = 294-03 am 2. October. Differenz = 1-94 m.	31.
34. Rebol	326-31	317-05	317-17	317-15	316-99	Max. 317-26	317-05	316-97	316-98	316-91	316-80	316-94	316-93	316-93	316-893	316-875	316-74	316-85	316-894	316-84	316-68	316-965	Min. 316-58	316-78	Max. 317-05	316-85	316-87	Min. 316-71	316-72	317-00	Max. 317-23	317-23	317-23	317-23	Maximum = 317-26 am 9. Juli und Maximum = 317-23 am 12. October Min. = 316-58 am 7. Sept. und Min. = 316-71 am 24. Sept. Differenz = 0-68 m.	34.	
37. St. Lucia	325-74		Max. 317-47	317-52	317-45	317-41	317-48	317-44	317-41	317-40	317-38	317-36	317-41	317-35	317-35	317-34	317-35	317-34	317-325	317-35	317-33	317-29	317-27	317-29	317-30	317-29	317-28	317-27	317-27	Min. 317-265	317-285	317-55	317-55	317-55	Maximum = 317-52 am 29. Juni und Maximum = 317-55 am 12. October Minimum = 317-265 am 28. September. Differenz = 0-285 m.	37.	
39. Skaručna	319-142	318-792	318-780	318-785	318-770	Max. 318-826	318-782	318-760	318-730	318-725	318-704	318-727	318-684	318-674	318-662	318-665	318-644	318-667	318-655	318-647	318-614	318-599	318-569	318-564	318-531	318-515	318-494	318-475	Min. 318-464	318-482	Max. 318-822	318-822	318-822	318-822	Maximum = 318-826 am 9. Juli und Maximum = 318-822 am 12. October Minimum = 318-464 am 28. September. Differenz = 0-362 m.	39.	

# Gutachten

über die

## Pumpmaschine nebst Zubehör des projectirten Laibacher Wasserwerkes.

(Grundlage: der gedruckte „Erläuterungs-Bericht,“ der Kostenanschlag und 6 Stück Photocopien von Plänen, nämlich: Disposition der Dampfmaschinen und Kessel in  $\frac{1}{50}$  Mstb., Disposition der Pumpenanlage in  $\frac{1}{30}$  Mstb. und theilweise Detailzeichnung der Pumpen in  $\frac{1}{10}$  Mstb.).

### A. Die Pumpen.

**B**ei normalem Gange soll die Pumpenanlage  $3000 \text{ m}^3$  pro Tag (20stündige Arbeitszeit) also pro Secunde  $3000 : 20.3600 = 41.67$  oder rund  $42 \text{ l}$  liefern. Die beiden projectirten einfachwirkenden Pumpen haben  $0.385 \text{ m}$  Plungendurchmesser und  $0.375 \text{ m}$  Hub. Bei normalen 30 Doppelhüben pro Minute und 95 % Volum-Effect, der mit Sicherheit verlangt werden darf, würden beide Pumpen

$$2.0.95 \frac{30}{60} 3.75 \text{ dm} \frac{3.14}{4} (3.85 \text{ dm})^2 = 41.47 \text{ l},$$

also die gewünschte Wassermenge in der That fördern.

Was nun die Beurtheilung der Construction betrifft, so hätte sich diese hauptsächlich darauf zu erstrecken,

- a) ob die gewählte Anordnung einen ruhigen und praktisch geräuschlosen Gang der Pumpen sichert, und
- b) ob die Disposition und die Detailconstruction — soweit letztere aus den Plänen ersichtlich — die wünschenswerthe Sicherheit des Betriebes gewährleistet, namentlich ob der Betrieb ohne eine längere Unterbrechung auch dann noch möglich ist, wenn gewisse Bestandtheile Schaden gelitten haben?

*ad a)* Ob die gewählte Pumpenconstruction mit Rücksicht auf die Ventile, namentlich das Saugventil, bei 30 resp. 45 Doppelhüben in der Minute noch einen geräuschlosen Gang erwarten liesse, erscheint nicht ganz zweifellos. Ich habe da gewisse, nur durch Augenschein bekannte analoge Fälle im Sinne. Die Construction eines Ventils, das bei höheren Hubzahlen ganz sicher geräuschlos functioniren soll, bietet immerhin einige Schwierigkeiten und erfordert eine besondere Sorgfalt. Die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens ist hier an und für sich belanglos; es kommt hauptsächlich auf solche Vorkehrungen an, wodurch ein entsprechend kleiner Ventilhub (des frei beweglichen Ventils) erzielt wird. In dieser Beziehung ist es am gerathensten, die Detailanordnung der Pumpe und der Ventile der Wahl der ausführenden Firma unter Garantie eines geräuschlosen Ganges zu überlassen.

Ein anderer Bestandtheil, der auf die gute Functionirung der Pumpe Einfluss hat, ist der Druckwindkessel. So, wie er in den Plänen angedeutet ist, halte ich ihn für entschieden viel zu klein. Möglicherweise war der scheinbare Raummangel im Schachte die Ursache der Beschränkung des Windkesselinhaltes. Der wirksame (von der comprimierten Luft eingenommene) Inhalt des Windkessels sollte zweckmässigerweise etwa gleich sein dem 40fachen Pumpenkolbenvolumen, wie man das auch viel antrifft; dies wäre also ein cylindrischer Raum von  $0.9\text{—}1 \text{ m}$  Durchmesser und etwa  $2\text{—}1.6 \text{ m}$  Höhe.

Um für diesen Körper Raum zu schaffen, könnte man zu einer centralen Anordnung greifen, die etwa in folgender Art zu bewerkstelligen wäre: die Saugleitung von 400 mm l. W. mündet, anstatt in den kleinen Theilkasten, in einen grösseren centralen Gusskörper, der als gemeinschaftlicher Saugwindkessel für alle Pumpen, die jetzt und die später auszuführenden (im Plane gestrichelt angedeutet) dienen soll. Die Pumpen saugen direct aus dem Saugwindkessel und können einzeln von demselben abgeschlossen werden. Ueber demselben steht unmittelbar der Druckwindkessel, in den die Pumpen, ebenfalls jede einzeln direct fördern. Aus dem Druckwindkessel erhebt sich das centrale Druckrohr, welches durch die in den verschiedenen Etagen angeordneten Podiumträger bequem gestützt werden kann. Dieses Rohr hätte einen Durchmesser, welcher der doppelten Wassermenge, also  $2 \times 3000 m^3$  pro 20 Stunden, entspräche und würden hier 360 mm bei der geringen Länge des Rohres sich empfehlen, besonders, wenn man dasselbe bis zur Schachtmündung aus Schmiedeeisen disponiren wollte.

*ad b)* Die Betriebssicherheit, auf welche bei der Wasserversorgung von Städten ein besonderer Nachdruck zu legen ist, lässt solche Anordnungen empfehlenswerth erscheinen, dass, wenn ein Bestandtheil schadhafte wird, — was z. B. beim Gusseisen wohl nie ganz sicher ausgeschlossen ist — der Betrieb wenigstens mit dem intact gebliebenen Theile der Anlage fortgesetzt werden kann. Hiebei sind gewisse Constructionstheile besonders kräftig und solide zu wählen, damit eine Beschädigung derselben nie zu befürchten sei. Bei grösseren Anlagen ordnet man Reservemaschinen etc. an.

Von diesem Gesichtspuncte aus wären folgende Vorkehrungen angezeigt:

Die oberen und unteren Pumpenhebel sind aus Schmiedeeisen (Blech), event. aus Stahlguss, anstatt aus Gusseisen anzuordnen.

Der Pumpenträger unten im Schachte ist gesondert von dem eigentlichen Pumpenkörper aus Walzeisen zu disponiren und nicht am Rande, sondern etwa in der Mitte des stützenden Mauerkörpers zu verankern, mit Rücksicht auf den sehr bedeutenden Zug nach oben.

Die Deckelschrauben an den Lagern des unteren Pumpenhebels sind so anzuordnen, dass sie direct mit dem Pumpenträger zusammenhängen, wodurch der Zug nach oben, der bis 16000 kg betragen kann (wenn das Gestänge nur auf Zug beansprucht werden soll), nicht auf die gusseisernen Lagerkörper übertragen wird. Soll das Gestänge stets nur auf Zug beansprucht sein, wie beabsichtigt, so muss eine Regulirungs-Vorkehrung getroffen werden, vermöge welcher beide Gestänge in entsprechender Spannung erhalten werden können.

Die Pumpen sind in zwei gesonderten Körpern anzuordnen, die je mit dem Saug- und Druckwindkessel für sich mit dazwischen liegenden Absperrschiebern verbunden sind. Vermittelst dieser Anordnung kann eine der Pumpen noch im Gange bleiben, wenn die andere aus irgendwelcher Ursache ausgeschaltet und reparirt oder etwa ausgewechselt wird. Des Druckwindkessels, der für den jetzt auszuführenden und für den zweiten, in der Zukunft einzubauenden Pumpensatz gemeinschaftlich sein soll, wurde schon oben gedacht. Es würde sich dann empfehlen — wäre aber nicht unumgänglich nothwendig — das gemeinschaftliche centrale Druckrohr als einen sehr wichtigen Bestandtheil bis zur Schachtmündung aus Schmiedeeisen anzuordnen.

Die Pumpe für das Injectionswasser ist auch mit einem kleinen Windkessel zu versehen. — Eine Hilfsinjection aus dem Hauptdruckrohre ist angezeigt.

## B. Die Dampfmaschine.

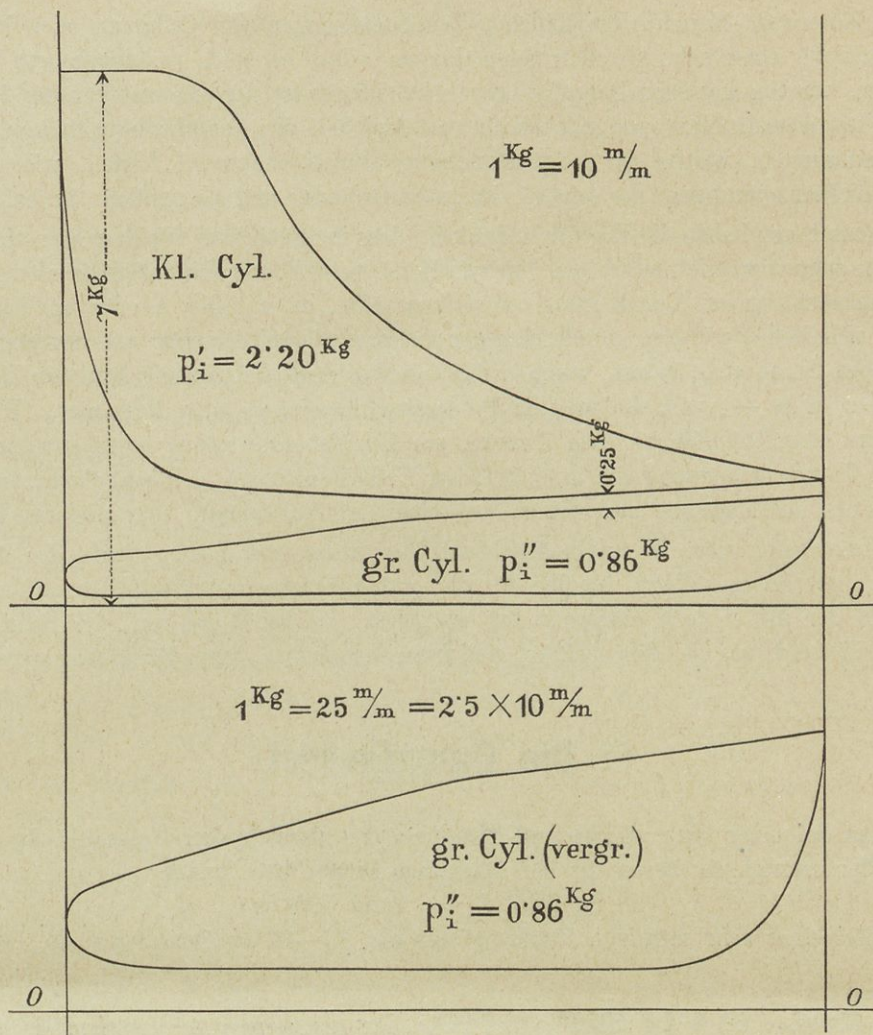
Die Rücksicht auf geringen Brennmaterialverbrauch und grössere Betriebssicherheit lässt hier eine Zweicylinder-Maschine (Compound resp. Woolf'sches System) vortheilhafter erscheinen als eine eincylindrige Maschine. Die nützliche normale Arbeit ist pro Secunde bei einer Wassermenge von 42 l und rund 71.2 m totaler Förderhöhe (Erläuterungs-Bericht Seite 49)

$$\frac{42 \cdot 71 \cdot 2}{75} = \text{rund } 40 \text{ Pf. Stärken eff.}$$

Nimmt man das Effectsverhältniss zwischen der Nutzarbeit und der indicirten Arbeit der Dampfmaschine nur mit 75% an (das bei ausgeführten derartigen Motoren oft noch günstiger sich erwiesen hat), so ist die normale indicirte Stärke der Dampfmaschine

$$\frac{40}{0.75} = 53.3 \text{ P. S.}$$

Die Anfangsspannung sei übereinstimmend mit der Annahme im Erläuterungs-Berichte 6.5—0.5 (Verlust) = 6 at. eff. oder 7 at. absol., der Kolbenhub = 0.9 m, die normale Tourenzahl = 30, das Cylinderverhältniss = 2.5, das totale Expansionsverhältniss =  $\frac{1}{12}$ , also Füllung im kl. Cylinder =  $\frac{1}{12} \times 2.5 = 0.208$ , das Receiververhältniss (geheizt) = 2.5; mit diesen Daten ergeben sich die nachstehenden Indicator-Diagramme der Dampfarbeit:



Die auf den grossen Kolben reducirte indicirte Spannung ist

$$p_i = p_i' \frac{1}{2.5} + p_i'' = 0.88 + 0.86 = 1.74 \text{ kg}$$

Die Nettokolbenfläche  $F$  des gr. Cylinders bestimmt sich aus der Gleichung

$$53 \cdot 3^{ps.75} = F \cdot 1.74 \text{ kg} \frac{2.09 \text{ m} \cdot 30}{60}; \quad F = 2553 \text{ cm}^2;$$

Zuschlag dazu mit 2% für die durchgehende Kolbenstange =  $51 \text{ cm}^2$ , gibt die wirkliche Kolbenfläche des grossen Cylinders =  $2553 + 51 = 2604 \text{ cm}^2$ ,

welche einem Durchmesser von  $576 \text{ mm}$  entspricht. Der kleine Cylinder erhalte dann eine Kolbenfläche von  $2604 : 2.5 = 1042 \text{ cm}^2$ , also einen Durchmesser =  $365 \text{ mm}$ .

Diese Grunddimensionen der Dampfmaschine würden der verlangten Arbeit vollständig genügen und stimmen mit den im Erläuterungs-Berichte gewählten Abmessungen von  $600 \text{ mm}$  und  $400 \text{ mm}$  d. nahezu überein, wobei allerdings eine grössere Füllung des kleinen Cylinders vorausgesetzt wird, nämlich  $\frac{1}{4} = 0.25$ , statt der hier zugrunde gelegten von  $0.208$  oder nahe  $\frac{1}{5}$ . Möglicherweise wurde im Erläuterungs-Berichte ein grösserer Spannungsabfall als  $0.5 \text{ kg}$  zwischen Kessel und Maschine vorausgesetzt. Dass im Kessel die nominelle Spannung von  $6.5 \text{ at. eff.}$  wirklich stets eingehalten wird, ist gerade bei dem sehr gleichmässigen Betriebe der Wasserfördermaschinen leicht zu erreichen.

Was nun die Anordnung der beiden Cylinder der Maschine und das System der Steuerung betrifft, so bin ich der Ansicht, dass, obwohl die Anordnung der Cylinder hintereinander (Tandem-Maschine) eine schon bewährte und oft vorkommende ist, dennoch eine Trennung der Cylinder und Situirung derselben zu beiden Seiten des Schwungrades mit besonderen Kurbeln sich hier wohl besser empfehlen würde. Die Maschine wird zwar dadurch etwas theurer, dagegen ergeben sich gewisse nicht zu unterschätzende Vortheile. Das Innere des kleinen Cylinders und sein Kolben werden zugänglicher; man ist weniger behindert, die Maschine bei möglichen Beschädigungen unter Umständen nur mit dem kleinen oder nur mit dem grossen Cylinder arbeiten zu lassen; das Maschinenhaus und damit auch das Kesselhaus könnten um circa  $2 \text{ m}$  kürzer angelegt werden, da die Breite des project. Gebäudes auch für getrennte Cylinder vollkommen ausreicht.

Die im Erläuterungs-Berichte empfohlenen Ventilsteuerungen von Collmann oder Sulzer haben sich dort, wo es sich um die Erzielung eines sehr gleichförmigen Ganges, selbst bei stark veränderlichem Widerstande, handelt, wohl bewährt; dagegen, was den geringen Dampfverbrauch betrifft, so ist derselbe weniger von der Art der Steuerung, als von der richtigen Detailconstruction und namentlich von der Güte der Ausführung abhängig und gibt es manche andere, einfachere Steuerungen, welche in dieser Beziehung gewiss ebensoviel leisten, wie die Präcisions-Ventilsteuerungen, z. B. Schiebersteuerungen, die leichter in guter Ordnung und dampfdicht zu halten sind.

Die Pumpmaschinen haben die Eigenthümlichkeit, dass ihr nützlicher Widerstand nothwendig sehr constant ist. Die Maschine kann sehr vorzüglich mit fester, nur von Hand verstellbarer Expansion arbeiten, also ohne Regulator, selbst wenn die Dampfspannung im Kessel etwas schwanken sollte, da mit der Aenderung des Dampfdruckes wohl eine hier an und für sich bedeutungslose Aenderung der Geschwindigkeit eintritt, mit der aber auch der nützliche Widerstand in demselben Sinne sich ändert, welcher der Geschwindigkeitsänderung bald ein Ziel setzt. Aus diesem Grunde findet man sehr viele — wohl die meisten Pumpmaschinen ohne allen Regulator. Ein Regulator ist aber hier dennoch am Platze, aber lediglich zu dem Zwecke, um bei Ueberschreitung einer gewissen Maximalgeschwindigkeit, wenn z. B. der Pumpenwiderstand aus irgendwelcher Ursache plötzlich sich sehr vermindern sollte, den Dampf verlässlich abzusperrern und die Maschine abzustellen, was eine verhältnissmässig sehr einfache Einrichtung gestattet.

Am zweckmässigsten wäre es wohl, die Wahl des Steuerungssystems sowie der Detailconstruction der ausführenden Firma zu überlassen. Wenn dieselbe für den guten Erfolg Garantie leisten soll, so ist es nicht mehr als billig, ihr die Wahl der Mittel dazu möglichst frei zu geben. In der Regel wird die Fabrik dasjenige am solidesten zu liefern im Stande sein, was sie öfter ausführt, und kann ebendarum, durch Benützung vorhandener Modelle etc., auch billiger liefern.

### C. Die Dampfkessel.

Rechnet man bei einer guten Compound-Maschine der vorliegenden Grösse 11 kg Dampf resp. Speisewasser pro indicirte Pferdestärke, so wären für den normalen Betrieb pro Stunde:

$$11 \times 53.3 \text{ ps.} = \text{rund } 590 \text{ kg}$$

Dampf zu erzeugen. Bei einer sehr mässigen Verdampfung von 10—12 kg Dampf pro m<sup>2</sup> Heizfläche und Stunde wären hiezu

$$\frac{590}{10-12} = 59 \text{ resp. } 50 \text{ m}^2 \text{ Heizfläche erforderlich. Das vorgeschlagene Kesselsystem, bestehend aus einem}$$

Hauptkessel von 2 m d. und 6 m Länge mit zwei Flammrohren von 0.75 d. und zwei Vorwärmern von circa 7 m wirksamer Länge und 0.6 m d., hat eine Gesamtheizfläche, die sich, wie folgt, berechnet:

Hauptkessel, Mantel (6.0—0.4)	× 3.8 =	. . . . .	21.28 m <sup>2</sup>
	eff. Lge. (bestr. Umfg.)		
Hauptkessel hintere Fläche	. . . . .		1.50 „
Zwei Flammrohre	2.5.2 × 2.36 =	. . . . .	24.54 „
(ohne die 2 × 4 = 8 Gallowayröhren)	(vgl. Lge.) (Umfg.)		
Zusammen Hauptkessel			47.32 m <sup>2</sup>

(Derjenige Theil der Fläche des Hauptkessels, der von innen mit Dampf in Berührung ist, wird wegen der geringen Wirksamkeit desselben nicht in Anschlag gebracht.)

Die beiden Vorwärmer können wegen der Bedeckung mit Russ nur mit etwa  $\frac{2}{3}$  ihrer ganzen Fläche gerechnet werden, haben also eine eff. Heizfläche von  $2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 7 \times 1.88 =$  . . . . . 17.55 „

Totale Heizfläche rund . . . . . 65 m<sup>2</sup>

Ein Kessel von den oben bezeichneten Abmessungen ist also mehr als genügend, um den Dampf für den normalen Gang der Maschine (40 eff. P. S.) zu liefern. Für den beschleunigten Gang von 45 Touren pro Minute (66 eff. P. S.) würde er auch nicht zu sehr angestrengt werden, wobei noch zu bemerken ist, dass dieser Fall eben nur zeitweilig eintritt. Ein Reservekessel ist allerdings nothwendig.

Die Disposition des projectirten Kesselsystems darf als zweckmässig bezeichnet werden. Die Anordnung des oberen Theiles des Hauptkessels als Ueberheizungsfläche widerspricht unter den obwaltenden Umständen nicht den bestehenden Vorschriften, erfordert aber einige Umsicht beim Heizen. Uebrigens ist bei der sehr mässigen Verdampfung eine zu grosse Nässe des Dampfes auch ohne dieses Hilfsmittel nicht zu befürchten. Die angedeuteten 2 × 4 = 8 Gallowayröhren befördern zwar die Circulation des Wassers und damit auch die Verdampfung, sind aber bei der splendiden Heizfläche weniger von Bedeutung, indem andererseits ein Schadhafwerden derselben zu sehr unangenehmen Reparaturarbeiten führt. Die Anordnung der beiden Vorwärmer oberhalb des Hauptkessels hat den Vortheil der leichten Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit dieser der Corrosion am meisten ausgesetzten Bestandtheile.

## D. Schlussfolgerungen.

Aus den vorstehenden Darlegungen ergibt sich, dass die projectirte Maschinen- und Kesselanlage, soweit sie aus den im Eingange angeführten Belegen ersichtlich ist, sich zu dem beabsichtigten Zwecke wohl eignen würde mit den Abänderungen, die im Vorangehenden theils als nothwendig, theils als zweckmässig bezeichnet wurden. Ungeachtet dessen würde es sich empfehlen, der ausführenden Fabrik oder bei einer Offertauschreibung dem theilhaftigen Etablissement in der Wahl der constructiven Anordnung der Anlage möglichst freie Wahl zu lassen, dafür aber strenge Garantiebedingungen vorzuschreiben, wie es wohl in den meisten Fällen bei dergleichen Anlagen üblich ist und sich stets bewährt hat.

Bei den Pumpen wäre blos vorzuschreiben: das normale, maximale und minimale Wasserquantum, auf eine bestimmte Höhe gefördert, in allen Fällen geräuschloser Gang, grösste Solidität und Dauerhaftigkeit, leichte Zugänglichkeit, Möglichkeit bei eingetretenen Schäden auch die einzelne Pumpe betreiben zu können.

Bei der Dampfmaschinen- und Kessel-Anlage wäre zur Bedingung zu machen: Garantie für einen entsprechend geringen Dampf- resp. Speisewasserverbrauch, der am einfachsten für einen  $m^3$  geförderten Wassers oder für eine Nutzpferdekraft, im Verhältnisse der bei normalem Gange geförderten Wassermenge und der manometrischen Förderhöhe (gemessen etwa mittelst controlirter Indicatoren an der Pumpe selbst) ermittelt wird. Der Speisewasserverbrauch ist bequemer zu controliren als der Dampfverbrauch, weil man von der stets ungewissen Schätzung der Dampfmasse unabhängig ist. Bei dem Uebernahmeversuche darf ausser durch die Speisepumpe kein Wasser noch auf eine andere Art (etwa das condensirte Wasser aus den Dampfmanteln etc.) in den Kessel geschafft werden. Dies ist in den Bedingungen ausdrücklich anzuführen, um einem möglichen Streite bezüglich der Bedeutung des Ausdruckes „Dampfverbrauch“ — wie das schon öfter vorkam — gleich in Vorhinein zu begegnen.

Um auch eine Garantie für die Güte des Kessels zu haben, ist eine möglichst grosse Verdampfungsziffer zu verlangen, welche sich als die Menge verdampften Speisewassers pro 1 *kg* Kohle von bestimmtem Heizwerthe, z. B. 6000 *Cal.*, darstellt. Wird eine Kohle von anderem, aber nicht allzusehr verschiedenem Heizwerthe, verwendet, so ist die Quantität derselben auf die stipulirte Normalkohle (von 6000 *Cal.*) zu reduciren. Noch einfacher ist es, direct die Garantie eines bestimmten Kohlenquantums von gegebenem Heizwerthe für 1  $m^3$  oder 100  $m^3$  geförderten Wassers zu verlangen, wobei die Wassermenge entweder unmittelbar gemessen oder aus dem Pumpenvolumen nach Vereinbarung mit z. B. 95% Volumeffect berechnet wird; in diesem Falle kann jedoch auf die Güte der Dampfmaschine für sich, und des Kessels für sich aus der garantirten Ziffer des Kohlenverbrauches nicht geschlossen werden.

Im Uebrigen wäre der Maschinenfabrik anheimzustellen, durch welche Anordnung und constructive Mittel sie die von ihr garantirten Kohlen- und Wasser-Verbrauchsziffern erzielen will, wenn nur der beabsichtigten Leistung und den allgemeinen Anforderungen der Solidität, Festigkeit, Handlichkeit, Dauerhaftigkeit ohne übermässige Kosten in ausgezeichnetem Grade entsprochen wird. Die Garantiedauer hätte mindestens ein Jahr zu betragen.

Die im „Erläuterungs-Berichte“ beschriebene und im Vorigen beurtheilte Anordnung der Maschinen und Kessel könnte hiebei allerdings etwa zugleich mit den in diesem Gutachten besprochenen Aenderungen und Anhaltspuncten als Richtschnur an die Hand gegeben werden, jedoch ohne dass dieselbe bindend sein sollte.

Prag den 10. October 1888.

*A. Salaba m. p.*

o. Prof. d. Maschinenlehre a. d. k. k. böhm.-techn. Hochschule  
in Prag.





