

# Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader Thermen.

Von August Rosiwal.

Mit 7 lithographirten Tafeln (Nr. XIV XVIII, XX—XXI), einer geologischen Karte des Karlsbader Stadtgebietes von Friedrich Teller (Nr. XIX) und 8 Zinkotypen im Text.

## Einleitung.

Die für die Heilquellen von Teplitz und für das Schicksal dieser Stadt als Curort so verhängnissvollen Wassereinbrüche in die Braunkohlenschächte von Dux-Ossegg, deren fast gesetzmässige Wiederholung<sup>1)</sup> die bisher ergriffenen Schutzmassnahmen als unzureichend erwiesen hat, mussten eindringliche Warnungen in Betreff der Sicherung der übrigen Heilquellen der böhmischen Thermalzone sein.

Zunächst in Betracht kommen die Karlsbader Thermen, da deren Bestand durch den wenn auch nicht in gleichem Umfange wie im Teplitzer Becken betriebenen, aber doch in analoger Beziehung zu den Quellen stehenden Bergbau thatsächlich gefährdet erscheint.

Bald nach der ersten Katastrophe, welche die Teplitzer Quellen traf, wurde auf Grund eines Gutachtens der Geologen F. v. Hauer, F. v. Hochstetter und H. Wolf der bis dahin bestandene Schutzrayon für die Karlsbader Thermen, dessen Festlegung aus dem Jahre 1859 stammte, und der die Sicherung des Infiltrationsgebietes der Quellen in dem damals für wahrscheinlich gehaltenen beschränkten Umfange betraf<sup>2)</sup>, wesentlich erweitert. Es wurde gemäss

<sup>1)</sup> Beredter als viele Worte ist die Sprache der folgenden Daten :

Erster Einbruch im Döllinger Schachte, Ersäufung dieses Baues, sowie der Gruben „Fortschritt“ und „Nelson“	10. Februar 1879.
Schluss der Einbruchstelle im „Döllinger“ nach Sumpfung der Baue	20. Mai 1892.
Zweiter Einbruch im Victorinbaue	28. November 1887.
Subaquatische Verdämmung des Einbruches	22. December 1888.
Dritter Einbruch ebendasselbst	25. Mai 1892.

<sup>2)</sup> Vergl. umstehende Anmerkung Punkt II.

den Ausführungen der genannten Geologen als Princip für die Ausdehnung des Schutzgebietes der leitende Grundsatz aufgestellt, dass durch den Bergbau die unterirdische Circulation der das Grundgebirge (als welches Granit, Basalt und Kaolin bezeichnet wurden <sup>1)</sup>) erfüllenden Wässer nicht gestört werden dürfe, damit den Thermalwässern Karlsbads nicht ein Aus- oder Abfluss in einem tieferen Niveau als dem gegenwärtigen ermöglicht würde.

Die Charakteristik des im Jahre 1882 auf Grund der bezüglichen Commissionsverhandlungen des Jahres 1880 behördlich festgestellten Schutzrayons <sup>2)</sup> bestand aber in einer mehr extensiven als intensiven Vergrößerung, denn die thatsächlich in Bann gelegten

<sup>1)</sup> Punkt 4 des Protokolles vom 3. und 5. November 1880. In der ersten Commissionssitzung vom 20./21. Mai 1880 wurde im Gutachten der Geologen bloss Granit und Basalt als solches genannt.

<sup>2)</sup> Die im Recurswege vom k. k. Ackerbauministerium bestätigte Verfügung der k. k. Berghauptmannschaft Prag vom 28. Jänner 1881 über die Erweiterung des Schutzrayons (Landesgesetzblatt vom J. 1882. Nr. 59) besagt:

- I. Zum Schutze der Thermen in Karlsbad gegen Schurf- und Bergwerksunternehmungen hat in der Zukunft für die Dauer der Nothwendigkeit ein engeres und weiteres Schutzgebiet zu bestehen.
- II. Die Grenzen des engeren Schutzgebietes fallen mit den Grenzen des von der vorbestandenen k. k. Berghauptmannschaft Komotau im Einvernehmen mit dem vorbestandenen k. k. Bezirksamte Karlsbad unterm 26. April 1859, Z. 821, zum Schutze der Karlsbader Heilquellen vom Bergbau ausgeschlossenen Gebietes zusammen und umfassen die Catastral-Gemeinden Karlsbad, Funkenstein, Espenthor, Pirkenhammer und den südlich des Egerflusses befindlichen Theil der Catastralgemeinde Drahowitz, sämmtlich im Gerichtsbezirke Karlsbad gelegen; in diesem Gebiete ist jeder Schurf- und Bergwerksbetrieb unbedingt unzulässig.
- III. Die Grenzen des weiteren Schutzgebietes umfassen den nördlich des Egerflusses gelegenen Antheil der Catastral-Gemeinde Drahowitz, dann die übrigen Gemeinden des Karlsbader Gerichtsbezirkes mit Ausschluss der Gemeinden Rodiafort, Lappersdorf, Unter- und Oberlomitz, Ruzengrün, Zwetbau, Altdorf und Mühlendorf, jedoch zuzüglich der Gemeinden Imligau und Neurohau des Gerichtsbezirkes Eibogen. — Innerhalb dieses Schutzgebietes sind Schurf- und Bergbaue in der Kohlenformation ohne jede Beschränkung gestattet. — Wird durch solche Arbeiten das Grundgebirge (Granit, Basalt, Kaolin) angefahren, so darf unter dem Niveau des Flussbettes beim Einflusse der Tepl in die Eger (Normal-Punkt) nicht in das Grundgebirge eingedrungen werden.
- IV. Sollte für Bergbau-Unternehmungen eine Durchörterung des Grundgebirges unter obigem Normal-Punkte sich als nothwendig herausstellen, so ist vor Beginn derselben bei der Bergbehörde um die Bewilligung anzusuchen und sind im Ertheilungsfalle die Betriebsbeschränkungen, welche auf Grund einer vorangängigen, unter Zuziehung der Interessenten zu pflegenden Localerhebung durch die Bergbehörde im Einvernehmen mit der politischen Behörde vorgezeichnet werden, pünktlich einzuhalten.
- V. Behufs Ueberwachung der im weiteren Schutzgebiete befindlichen Bergbaue werden die Bergwerksunternehmungen angewiesen, in den Grubenkarten alle Flötzstörungen, nämlich Sprünge, Klüfte, Lettenriegeln, Granitrücken etc. etc. genau zu verzeichnen und in Durchschnitten ersichtlich zu machen, und über ungewöhnliche Vorkommnisse in der Grube, wie z. B. über Wassererschrotungen, Wärmezunehmen, Anfahren von Sprüngen oder des Grundgebirges etc. etc. wie über jedes Herabgehen mit dem Bergbaubetriebe in der Kohlenformation unter den Normalpunkt sofort an das Revierbergamt in Eibogen zu berichten.

Gebiete blieben dieselben wie im Jahre 1859. Die Ausdehnung des Schutzrayons über die nördlich von Karlsbad gelegenen Theile des Elbogen-Karlsbader Braunkohlen-Bergreviers hatte nicht etwa die unbedingte Immunisirung des wasserführenden Grundgebirges zum Gegenstande, sondern es wurde mit Rücksicht auf den tektonischen und hydrographischen Charakter des Egerthales nur eine Tiefengrenze aufgestellt, unterhalb welcher die Verritzungen erst mit fallweise einzuholender behördlicher Genehmigung stattfinden dürfen. Als diese Tiefe wurde der sogenannte „Normalpunkt“, d. i. die Höhe des Egerflusses an der Stelle der Einmündung der Tepl, festgesetzt, dessen Meereshöhe mit 360 *m* angenommen wurde. Es ergab sich in der Folge, dass zwischen dieser Angabe und der aus den Fixpunkten der Buschtiehrader Eisenbahn ermittelten Seehöhe eine Differenz von 9·777 *m*<sup>1)</sup> bzw. nach neuerem Nivellement von 11·203 *m* bestehe. Unter Normalpunkt ist daher stets das Niveau der Teplmündung festzuhalten.

Im Verordnungswege der k. k. Berghauptmannschaft Prag wurde später (1884) ein bergbehördliches Organ mit der Funktion betraut, die Bergbaue und Kaolingruben in dem erweiterten Schutzrayon im Sinne der Durchführung der Verfügungen zur Sicherung der Karlsbader Thermen gegen jede Gefährdung aus dem Bergbaubetriebe zu überwachen. Herr Oberbergcommissär J. Schardinger, welchem diese Funktion durch eine Reihe von Jahren übertragen war, sah sich durch die in Ausübung derselben erworbenen Erfahrungen zu wiederholten Vorschlägen betreffs ergänzender neuer Erhebungen veranlasst. (Gleich der erste derselben<sup>2)</sup> muss als ein überaus nutzbringender bezeichnet werden, da in Folge dieser Anregung Herr Dr. L. Sipöcz zu jener Reihe von Analysen von Brunnen- und Grubenwässern veranlasst wurde, welche, zumeist im Jahre 1885 vorgenommen, durch die präzise Feststellung der Art dieser Wässer zu den wichtigsten Schlüssen über die Circulation und den Zusammenhang der Grundwässer geführt haben, deren Tragweite in Bezug auf die Sicherung der Thermen erst jetzt ermessend werden kann.

Die Folgerungen, welche ich auf Grund dieser so werthvollen Untersuchungsergebnisse machen kann, werden aus dem Kapitel über die Beziehungen zwischen den Thermen und dem Bergbau erhellen.

In weiterer Folge<sup>3)</sup> erstattete J. Schardinger ein Gutachten über die Vorkehrungen, welche zur Sicherung der Thermen gegenüber dem Betrieb von Kaolinschächten zu treffen wären. Letztere waren in den bisherigen Verordnungen, als bloss gewerbliche, an keine bergamtliche Verleihung gebundene Anlagen kaum berücksichtigt worden. Schardinger wies ausdrücklich darauf hin, dass ein Bau auf Kaolin einem Baue innerhalb des Granites gleichzustellen ist, indem beide Gesteine allmählich

<sup>1)</sup> Nach dem Nivellement des Bergingenieurs Josef Gröger. Protokoll vom 3./5. November 1880; darnach stellt sich die Höhe der Teplmündung auf 369·777 *m*. Das neue Nivellement der Buschtiehrader E.-B. gibt 371·203 *m*. (Karlsbader Bahnhof Höhenmarke 412·738 *m*; Geleishöhe 410·831 *m* = 39·678 *m* über dem Normalpunkte.)

<sup>2)</sup> Vom 27. December 1874 an den Stadtrath von Karlsbad.

<sup>3)</sup> 30. December 1886.

ineinander übergehen<sup>1)</sup> und die Wassercirculation in beiden dieselbe ist. Als Grundlage für die Nothwendigkeit und den Umfang der Schutzmassregeln für die Thermen gegenüber Bau-führungen auf Kaolin wurden ganz richtig diejenigen Punkte des Gut-achtens der Geologen vom Jahre 1880 bezeichnet, welche die Ver-ritzung des Granites betreffen und die analogen Bestim-mungen der Verfügung vom Jahre 1882 als auch auf diesen Fall zu-treffend erklärt.

Das nicht geringe Mass der Verantwortung, das mit dem Amte eines Controlorganes in Betreff der Durchführung aller auf den Schutz der Thermen bezugnehmenden bisherigen behördlichen Anord-nungen verknüpft ist, war wohl die Ursache, dass sich für Herrn Oberbergcommissär Schardinger nach mehrjähriger Ausübung dieser Obliegenheit stets dringender das Bedürfniss ergab, „noch über den Rahmen der getroffenen Verfügungen hinaus Vor-kehrungen zu treffen, welche nach seiner Ansicht eine erhöhte Bürgschaft für den ungefährdeten Bestand der Thermalquellen bieten könnten, ohne dass hiedurch eine wesentliche Aenderung der bereits getroffenen Verfügungen, welche den Bergbau betreffen, bedingt wäre“<sup>2)</sup>. In dieser Eingabe an die Bergbehörde wurde nun eine Reihe von Vorschlägen formulirt, in welcher Weise zweckmässig ergänzende Erhebungen und Beobachtungen zu machen wären.

Schardinger's Vorschläge betrafen in meritorischer Hinsicht:

1. „Eine eingehende geologische Untersuchung des Verhältnisses der Thermalquellen zu den Gesteinen und dem Gebirgsbau des Karls-bader- und Erzgebirges.“
2. „Die ständige genaue Beobachtung der Thermalquellen in Bezug auf Wassermenge und Temperatur.“

Dem rein geologischen Fragen naturgemäss ferner stehenden Bergmanne erschien die klipp und klar abgefasste, jeder weitschweifigen Begründung entzathende Formulirung der übereinstimmenden Meinung der drei geologischen Experten des Jahres 1880 (v. Hauer, v. Hochstetter und Wolf) als ein erst zu erweisendes Dictum, das in seinen Augen durch die vielen umlaufenden „Quellentheorien“, die bis in die neueste Zeit auch von Nichtfachmännern producirt werden, an Wahrscheinlichkeit verlor.

Die genannten Anregungen Schardinger's hatten zur nächsten guten Folge, dass in der Thermenschutzfrage wieder ein geologischer Fachmann zu Worte kam. Es war Herr Geologe Fried- rich Teller der k. k. geologischen Reichsanstalt, welcher in seinem 1889 dem Stadtrathe von Karlsbad erstatteten Gutachten sich über die Vorschläge J. Schardinger's eingehend äussert und die Um-stände beleuchtet, welche für die ganze Action des Thermenschutzes massgebend sind.

<sup>1)</sup> Was schon v. Hochstetter betont. Karlsbad, Seine geognostischen Ver-hältnisse und seine Quellen. 1856, S. 50.

<sup>2)</sup> Eingabe an das Revierbergamt Elbogen vom 25. August 1888.

Ich kann in Bezug auf den überaus wichtigen Inhalt der Darlegungen F. Teller's, welche in der Aeusserung der Stadtgemeinde Karlsbad vom 18. November 1889 auf die Vorschläge J. Schardinger's enthalten sind, auf den Anhang zu dieser Abhandlung verweisen, wo dieselben in extenso abgedruckt erscheinen, und werde im Laufe der Erörterungen wiederholt darauf zurückzukommen haben.

Inzwischen waren zwei Ereignisse von wesentlicher Bedeutung für die Kenntniss des Circulationsgebietes der Thermen einerseits und die Grubenwasserverhältnisse andererseits eingetreten. Es waren dies die Auffindung der Kronprinzessin Stephaniequelle in nächster Nähe des Dorotheen-Sauerbrunnens im Frühjahr 1884 und der Wassereinbruch in der Johanni-Zeche bei Ottowitz am 23. August 1887. Die Erschliessung von Thermalwasser von qualitativ sehr nahe identischer Zusammensetzung mit jenem des Sprudels in so grosser Entfernung von demselben gab ein neues Moment der Besorgniss, es könnte die Zone der vom Thermalwasser erfüllten Klüfte, welche dadurch eine Verlängerung um den dreifachen Betrag nach Süd erfuhr, auch nordwärts jenseits der Eger durch die Bergbaue angeschnitten werden. Der für die Quellen zwar glücklicherweise ohne nachtheilige Folgen gebliebene Wassereinbruch in der obgenannten Braunkohlenzeche zeigte gleichwohl deutlich gewisse Erscheinungen, welche für die Möglichkeit eines mittelbaren Zusammenhanges mit dem Spaltenetze des Thermalgebietes sprachen. Herr Geologe Fr. Teller, welcher bei den commissionellen Verhandlungen über die anlässlich dieser Wassererschötung behördlich zu verfügenden Schutzmassnahmen neuerlich als geologischer Sachverständiger fungirte, erörterte in seinem Gutachten ausführlich die Gründe, welche für diese Möglichkeit sprechen. Das Interesse an der Entwicklung der ganzen Schutzaction rechtfertigt es, wenn auch dieses Gutachten Fr. Teller's im Anhang zum Abdruck gelangt.

In Bezug auf die von Oberbergcommissär J. Schardinger vorgeschlagenen neuen Massnahmen liegen aus späterer Zeit noch die wiederholten gutachtlichen Aeusserungen des Herrn k. k. Bezirksarztes Dr. J. Hochberger und des Herrn k. k. Ingenieurs F. Stüdl vor.

Dr. Hochberger betont in Betreff der vorgeschlagenen regelmässigen Messungen der Thermen, über deren Durchführung Detailvorschläge gemacht werden, im Gegensatz zu Teller's Ansicht auch den hohen prophylaktischen Werth dieser Messungen<sup>1)</sup> und erklärt ausserdem periodische chemische Untersuchungen des Wassers der Quellen wie der Grubenwässer in den Tiefbauern für nothwendig<sup>2)</sup>. Auf Grund der Analysen Dr. Sipöcz' unterscheidet Hochberger bereits zwei chemisch genau differenzirbare Arten von Grubenwässern, jene der Kaolin- gegenüber jenen der „Steinkohlen“-Gruben, und behandelt die Einzelheiten der verschiedenen Mischungsverhältnisse der beiden Arten von Grubenwässern in Combination mit indifferenten Tagwässern sowie ferner die Kriterien der

<sup>1)</sup> Gutachten vom 17. Jänner 1891.

<sup>2)</sup> Gutachten vom 16. Februar 1891.

Möglichkeit ihres Zusammenhanges mit den Thermen, welche sich aus der chemischen Beschaffenheit des Grubenwassers im Zusammenhalte mit dessen Temperatur ergeben.

Herr Ing. F. Stüdl spricht sich im Allgemeinen im Sinne der vorgeschlagenen Vermehrung der Messungen an den Quellen aus.

Allen diesen Anträgen und naturgemässen Bestrebungen gegenüber, die Schutzmassnahmen für die Thermen zunächst durch erweiterte Detailbeobachtungen zu ergänzen, ergab sich nun für die k. k. politische Behörde die Nothwendigkeit eines sachlichen Beirathes durch einen zu diesem Zwecke entsendeten Geologen. Mit Genehmigung des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht wurde mir von der Direction der k. k. geologischen Reichsanstalt die ehrenvolle Aufgabe übertragen, diese informative Mission zu übernehmen. Die Erfüllung derselben führte mich im Spätherbste 1893 zu einem mehrwöchentlichen Aufenthalte nach Karlsbad, welcher zunächst das specielle Studium der Quellen, ihrer örtlichen Verhältnisse und der bei den Messungen derselben gegenwärtig beobachteten Methode, sodann das Studium und die Auswahl des zur Beurtheilung der Quellen, ihrer Ergiebigkeitsschwankungen, sowie der Geschichte ihres Verbaues u. s. w. vorliegenden, im Archive der Stadt Karlsbad vorfindlichen Materials zum Gegenstande hatte. Ausserdem wurde die Befahrung der Kaolinschächte und Kohlengruben zum Zwecke der Einsichtnahme in die speciellen Lagerungsverhältnisse, die Art des Abbaues und sonstiger mit dem Eingriffe in das Grundgebirge im Zusammenhange stehender Erscheinungen vorgenommen.

Bei den ersteren Programmpunkten wurde ich durch die beiden vom löblichen Stadtrathe Karlsbad hiezu designirten Herren Ingenieur Adolf Schärf, sowie Dr. Ludwig Sipöcz nach jeder Richtung auf das Wirksamste unterstützt, während bei der Befahrung der Bergbaue Herr k. k. Oberbergcommissär K. Kahlich in Elbogen die Güte hatte, die Führung zu übernehmen.

Ich fühle mich verpflichtet, dem Danke an die löbliche k. k. politische und k. k. Bergbehörde sowie den löblichen Stadtrath von Karlsbad den Dank an die genannten Herren beizufügen, indem ich mich durch die hervorragende Förderung, welche durch die löbl. Behörden, sowie die genannten Herren den mir übertragenen Arbeiten erwuchs, in die Lage versetzt sehe, schon jetzt eine Reihe von concreten Vorschlägen zu erstatten, welche in der nachfolgenden Darstellung begründet und im Detail formulirt werden sollen.

Die Resultate meiner bezüglichen Studien zerfallen nach der Art der angestellten Beobachtungen in drei Theile. Die beiden ersten beschäftigen sich mit den Quellen selbst; der letzte ist der Erörterung der Beziehungen der Thermen zum Bergbaue gewidmet. In jedem derselben sind die Vorschläge, zu welchen ich auf Grund der Beobachtungen gelange, am Schlusse angegeben.

Die Darstellung der nun folgenden Ergebnisse dieser Studien weicht nur in geringfügigen Details von der Form ab, welche meinem Originalberichte zu Grunde lag, und ist im Wesentlichen eine Reproduction desselben, von welcher nur einige die Technik der Messungen betreffende Beilagen in Wegfall kamen. Die ausführliche Aufnahme der

auf Grund der Beobachtungen gemachten Vorschläge möge mit dem Hinweise auf die, praktischen Gründen von sehr einschneidender Bedeutung entsprungene Veranlassung der vorliegenden Arbeit motivirt sein. Diejenigen Leser, welchen die Ausübung von Messungen mit wissenschaftlicher Präcision eine gewohnte Arbeit ist, mögen die vielleicht zu detaillirten Vorschläge des ersten Theiles entschuldigen. Zur Begründung einer wesentlichen Erhöhung des Genauigkeitsgrades gegenüber den bisher in Karlsbad üblich gewesenen Messungen wird man sie nothwendig finden.

Desgleichen möge das Zurückgreifen auf die Elemente der geologischen Verhältnisse unseres Gebietes und deren Einschaltung in das Kapitel über die Beziehungen der Quellen zum Bergbaue den Fachkreisen gegenüber mit dem Umstande begründet werden, dass die Veranlassung zur vorliegenden Darstellung, Gründen von allgemeinem öffentlichen Interesse entsprang und somit auch auf Leser Rücksicht genommen werden musste, für welche diese orientirenden Angaben von Belang sind. Möglichste Kürze in den Darlegungen habe ich mir in diesen Fällen, wie im allgemeinen für die vorliegende Arbeit zum Grundsätze gemacht.

Die Wiedergabe des auf Grundlage des neuen Stadtplanes 1:500 entworfenen genauen Quellenplanes war in verjüngtem Massstabe leider unthunlich. Eine überaus werthvolle Bereicherung wurde aber durch die Güte des Herrn Geologen Fr. Teller meiner Arbeit zutheil. Herr Teller übertrug die neue von ihm aufgenommene geologische Karte des Stadtgebietes von Karlsbad auf den reducirten Schindler'schen Situationsplan und hatte die grosse Güte, dieselbe meiner Arbeit beizufügen, so dass sich mir damit die Möglichkeit bot, die Uebersicht aller Thermen und die Thermalzone auf seiner geologischen Karte zur Darstellung zu bringen. Ich fühle mich verpflichtet, Herrn Geologen Fr. Teller für diese grosse Freundlichkeit bestens zu danken.

Ausserdem verdanke ich dem löbl. Stadtrathe von Karlsbad eine Reihe von Copien von Brunnenfassungsplänen sowie deren Ueberlassung für die Reproduction und Herrn Dr. Sipöcz die tabellarische Zusammenstellung der Resultate seiner Analysen.

Die von mir für meinen Originalbericht angefertigte graphische Darstellung der Wasser-Analysen Dr. Sipöcz' und jene der Bergbau-Profile J. Schardinger's waren umsomehr erwünschte Beigaben zum Texte, als die ziffermässigen Angaben bekanntlich der Uebersicht entbehren.

Auf eine Anführung der geologischen Literatur über Karlsbad kann ich füglich verzichten. In seinem trefflichen Führer: „Geologische Excursionen im Thermalgebiet des nordwestlichen Böhmens“ hat dies Prof. Laube ausführlich gethan. Wichtig war mir die Festhaltung der in den Acten vorliegenden bisherigen Aeusserungen von geologischer Seite in Betreff des Karlsbader Schutzgebietes; sie befinden sich, wie bereits erwähnt, im Anhang. Die älteste Literatur (Becher, v. Hoff etc.) ist, wo benützt, in Fussnoten citirt.

Ich habe es hier geflissentlich vermieden, das Gebiet der Theorien über den Ursprung der Thermen zu betreten, um den Boden des

Thatsächlich, der den erörterten Beobachtungen und darauf fussenden Vorschlägen zu Grunde liegt, nicht zu verlassen.

Was in dieser Richtung von altersher zumal in Badeschriften Abenteuerliches geleistet wurde und auch jetzt noch Seltsames geleistet wird<sup>1)</sup>, erregt das berechtigte Staunen aller Geologen. Die Lust am Fabuliren bemächtigt sich leider auch jener Kreise, welche die erlangte Autorität auf anderen hochzuschätzenden Wissensgebieten verleitet, die formale Logik an die Stelle hiezu einzig berufener geologischer Fachkenntniss zu setzen. Für Fachgenossen brauche ich darüber nichts weiter zu sagen. Jenen Lesern, welche ausserhalb derselben stehen und sich für eine sachgemässe Darstellung dieses Themas interessiren, sei die Lektüre zweier Vorträge von Prof. Suess<sup>2)</sup> und Prof. Laube<sup>3)</sup>. vornehmlich aber des letzteren obgenanntes Büchlein empfohlen<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Man vergleiche z. B. die Darstellung „Ueber die Entstehung der Karlsbader Mineralquellen“ von Prof. Dr. W. Gintl in Hlawacek's „Karlsbad“, 15. Aufl.

<sup>2)</sup> Die Heilquellen Böhmens. Vortrag, gehalten am 24. März 1878. Wien, Hölder 1879.

<sup>3)</sup> Einleitung zu dem Vortrage: Goethe als Naturforscher in Böhmen, gehalten am 1. und 2. Juni 1879 zu Eger. Sep. aus den Mittheil. des Ver. für Geschichte der Deutschen in Böhmen. 18. Jahrg. 1879/80. 1. Heft.

<sup>4)</sup> Vergl. auch den Vortrag F. Karrer's: „Der Boden der böhmischen Bäder.“ Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, 19. Band 1879, sowie jenen des Autors: „Ueber die Thermen von Karlsbad und den Schutz derselben.“ Ebenda. 35. Band 1895. Mit einer geologischen Karte der weiteren Umgebungen von Karlsbad und den Grenzen des inneren und äusseren Schutzzrayons der Thermen.

## I. Theil. Zur Physiographie der Quellen.

Von Seite des löblichen Stadtrathes Karlsbad wurde mir ein sehr reichhaltiges Beobachtungsmaterial an den Quellen zur Verfügung gestellt durch die Mittheilung der Daten, welche bei den von der Stadtverwaltung vorgenommenen Messungen der Thermen seit langen Jahren gewonnen wurden.

Sollten diese Beobachtungen nicht nur historischen Werth besitzen, sondern für die Lösung der Fragen und Untersuchungen, mit welchen ich betraut wurde, Bedeutung erlangen, so musste zunächst mit dem Studium der bei diesen Messungen in Anwendung gebrachten Methoden begonnen werden, um in präciser Weise festzustellen, bis zu welchem Grade den mit denselben gewonnenen Resultaten die Verlässlichkeit ziffernmässig festgestellter Thatsachen innewohne.

Diese Erwägungen veranlassten mich, meine informative Betheiligung an den Messungen der Quellen zu einem der wichtigsten Programmpunkte meines Aufenthaltes in Karlsbad zu machen. Die Ergebnisse meiner einschlägigen Studien lege ich den folgenden Erörterungen zugrunde.

Sie betreffen:

- A. Die Messung der Ergiebigkeit;
- B. Die Messung der Temperatur;
- C. Die Messung des Gasgehaltes der Thermen.

### I. Kritik der bisherigen Messungen.

Bisher wurden vom Stadtrathe Karlsbad zumeist zweimal im Jahre Messungen der Thermen vorgenommen, und zwar zu Beginn wie zu Ende der Curzeit in der Regel nach den vollendeten Nachbohrungen der Sprudelquellen. Diese Messungen umfassten in den letzten zehn Jahren jede einzelne Oeffnung des Sprudels, sowie die grosse Mehrzahl der übrigen Quellen. Vor dem Frühjahr 1883 wurden die Sprudelquellen I bis VI, ebenso wie dies jetzt ausserdem zum Vergleiche bisweilen geschieht, häufig nur in Summe gemessen, wodurch sich infolge veränderter Ständerhöhen andere Spannungsverhältnisse der Ausflussöffnungen und daher andere (in der Regel grössere) Mengen, als der Summe der Einzelmessungen entspricht, ergeben.

Die nachstehende Tabelle gibt das Resultat der von der Gemeinde Karlsbad seit dem Jahre 1879 vorgenommenen Messungen des Sprudels, welche in der Tafel XV auch graphisch dargestellt sind.

**Tabelle**  
über die Sprudelmessungen 1879 bis 1894<sup>1)</sup>.

Jahrgang	Datum	Nr. der Sprudelständer (nach Dr. Mannl) Menge in Litern pro Minute						Alte Neue		Oberes	Unteres	Ausbruch	Summa Liter pro Minute	Anmerkung
		I	II <sup>2)</sup>	III	IV	V	VI	Hygien	Zapfenloch					
1879	29. October	153	207	160	125	530	368	50	8	700	216	2517		
1880	26. März	Summe I—VI					1360	93		840	—	2298		
	27. April						1648	70	4	700	—	2422		
	4. Novemb.						1648	70	4	700	—	2422		
1881	9. April	Summe I—VI					1928	76	—	660	—	2664	Bei dieser Bohrung wurde zum erstenmale die neue von Blansko gelieferte Bohrmaschine angewendet. * Fast nur Dampf und Kohlensäure.	
	19. Novemb. 21.						1695	63	—	630	—	2388		
1882	3. April	70	100	30	50	350	500	38	—	620	—	1758	Bei dieser Messung wurde flussaufwärts vom Ständer Nr. VI unter der Colonnadenmauer ein Ausbruch wahrgenommen und im folgenden Herbste verbaut.	
	21.	Summe I—VI =					1660	38	—	620	—	2318		
1883	17. Februar	70	247	20	38	666	600	57	—	408	—	2106		
	16. März	Summe I—VI =					1646	—	—	430	—	2076		
1884	5. März	62	187	—	25	720	660	—	—	450	—	2104		
	4. April	Summe I—VI =					1654	22	—	450	—	2126		
1885	14. April	50	237	—	—	682	555	20	25	600	—	2169		
		Summe I—VI =					1770	20	25	500	—	2315		
	9. Decemb.	52	227	18	35	625	585	25	—	610	—	2177		

1886	11. März	50.0	240	12.0	37	550	450	18	30	360	—	1748				
	23. April		Summe I—VI =				1440		18	30	360	—	1848			
	16. Novemb.		"	"	"	1708		—	—	485	—	2193				
	20. "		"	"	"	1676		—	—	457	—	2133				
	23. "	70	183	—	"	10	573	500	13	1.5	550	—	1900.5			
1887	4. April	43	202	12	10	687	407		—	520	—	1878er		1888	* Die geringe Wassermenge von Ständer Nr. VI hat sich dadurch aufgeklärt, dass in der Rohrleitung ein Theil des Holzspundes vorgefunden wurde.	
	17. Novemb.	38.5	230	4	9.5	724	135*	2.6	—	370	300	Nr. I	Nr. III	1814.5		
	28.	32.0	160.0		3.0	560.0	400.0	2.6	—	300	280	73	150	1960.6		
1888	23. März	26	163	3.5	5.5	570	375	18	—	340	278			1779	1878er und 1887er Ausbruch konnten des hohen Wasserstandes wegen nicht gemessen werden.	
	22. Novemb.	23	180	2.75	8.25	735	465	62	10	600	293			2379		
1889	16. April	22	172	2.5	6.35	680	400	57	9.7	533	350			2232.55	1878er und 1887er Ausbruch geschlossen.	
	18. "		Summe I—VI =				1700		41.6	0.15	470	—				2211.75
	23. Decemb.	25	150	1.6	4.7	720	433	41.6	0.15	587	—			1963.05		
1890	1. April	24.0	162.5	1.3	4.5	710.0	400.0	30.5	2.5	630	—			1965.3		
1891	15. April	21.0	122.5	0.42	0.5	600	300.0	4.8	12.8	590	—			1652.0		
	Decemb.	20.0	126.6	0.1	1.8	720	480	3.0	2.7	569	496			1919.2		
1892	8. April	20.0	105	1.1		715	450	2.25	51.3	580	—			1924.65		
	9. "		Summe I—VI =				1610		2.25	51.3	515	—			2178.55	
	1. Decemb.	20	110		1.5	785	470	46.5	—	630	—			2063.0		
1893			Summe I—VI =				1880		46.5	—	575	—			2455.0	
	20. April	21.0	109	0.3	1.5	805	715	26.5	—	730.0	—			2403.3	* Nur CO <sub>2</sub> und Wasserdampf.	
	"		Summe I—VI =				1710		26.5	—	585	—				2321.5
	9. Novemb.	20.3	108.9	0.0	1.2	817.5	448.0	44.0	0.0*	628	—			2063.4		
"		Summe I—VI =				1785		44.0	—	552	—			2381.0		
1894	27. März	22.8	140.7	0.0	0.0	594.0	712.0	8.25	11.60	611.0	geschlossen			2100.95		

1) Auszug aus den Registern der Stadtgemeinde Karlsbad über die von ihr vorgenommenen Messungen der Sprudelquellen.

2) Seit 1825 Springer.

Am 9. sowie am 15. November v. J. hatte ich Gelegenheit, der Vornahme dieser Messungen beizuwohnen, und gaben mir dieselben Anlass zu den nachfolgenden Beobachtungen.

### Fehlergrenze der einzelnen Messungen.

#### 1. Experimentell bezüglich der Menge.

##### a) Am Sprudel. Messungen vom 9. November 1893.

Sprudelständer Nr.		Zeit Minuten	Menge Liter	Menge pro Minute	Differenz in Procenten des Mittels	
II	{ Messung	1	3	332	110·7	— 3·2
		2	3·5	375	107·2	
V	{ Messung	1	1	825	825	— 1·8
		2	1	810	810	
VI	{ Messung	1	1	450	450	0·8
		2	1·5	670	446·6	
Oberer Zapfen	{ Messung	1	1·25	785	628	0·0
		2	1·25	785	628	
I—VI Summe	{ Messung	1	0·5	905	1810	— 2·8
		2	0·5	880	1760	
Oberer Zapfen	{ Messung	1	1·25	680	544	+ 2·9
		2	1·25	700	560	

Mittlerer Fehler  $\pm 1·9$  Procent.

b) Aus zwei zeitlich nahe liegenden Messungen der Summe der Sprudelquellen I—VI und des oberen Zapfenloches im Jahre 1886 (16. und 20. November), wobei die Voraussetzung der Unveränderlichkeit der Quellen<sup>1)</sup> einschränkend hinzutritt:

$$\text{I—VI} \left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Messung (16. Nov.) } 1708 \text{ l} \\ 2. \text{ Messung (20. Nov.) } 1676 \text{ l} \end{array} \right\} \text{ Fehler in Proc. des Mittelwerthes. } \quad 1·9\%$$

$$\begin{array}{l} \text{Summe I—VI} \\ + \text{ Oberes} \\ \text{Zapfenloch} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Messung (16. Nov.) } 2193 \text{ l} \\ 2. \text{ Messung (20. Nov.) } 2133 \text{ l} \end{array} \right\} \text{ Fehler in Proc. des Mittelwerthes. } \quad 2·8\%$$

Mittlerer Fehler  $2·35\%$

<sup>1)</sup> Für den Zeitraum von vier Tagen aus dem Verlaufe der Ergiebigkeitslinien in der Tafel XV als begründet anzunehmen.

c) Bei einer zu Anfang November 1893 am Schlossbrunnen vorgenommenen Messung schwankten die für eine Minute erhaltenen Mengen zwischen 9.4 und 9.6 l, d. i. um einen mittleren Fehler von circa 2 Procent.

## 2. Bezüglich der Methode.

### a) Bei den Sprudelquellen.

Die Messung derselben erfolgt durch die in der Regel eine Minute währende Einleitung der Quellen in geaichte eiserne Reservoirs von 0.5 und 1 m<sup>3</sup> Fassungsraum.

Dieser Vorgang bedingt eine doppelte Art von Fehlerquellen. Zunächst geschieht die Ablesung der Wassermenge an Messingmaassstäben, welche, in die Mitte des gefüllten Reservoirs bis zum Boden gesenkt, die Wasserhöhe und damit zugleich das Volumen angeben. Die Theilung gestattet die directe Ablesung von 2, beziehungsweise 5 l, wodurch bei mittleren Füllhöhen der Reservoirs und einer in Folge des häufig bewegten Wasserspiegels anzunehmenden Unsicherheit in der Ablesung im Maximum von zwei Theilstrichen ein Beobachtungsfehler im ungünstigen Falle von 2 Procent möglich erscheint.

Zu diesem Ablesefehler gesellt sich als zweiter, davon unabhängiger Factor der Fehler in der Zeitbestimmung der Dauer des Einlaufes der gemessenen Quelle in das Messgefäss. Das Ein- und Ausrücken des in grösseren Röhren oder Rinnen erfolgenden Zulaufes geschieht aus freier Hand durch einen oder zwei Arbeiter. Nimmt man dabei als mögliche Verzögerung oder Beschleunigung gegenüber dem gegebenen Commando ein bis zwei Zeitsecunden an, so würde dies bei einem eine Minute währenden Zulaufe abermals eine Unsicherheit von  $\frac{1 \text{ bis } 2}{60}$  des Ganzen, also 1.7 Procent bis 3.3 Procent ergeben.

Es kann also im ungünstigsten Falle bei einmaliger nicht wiederholter Messung der Beobachtungsfehler bis circa 5 Procent steigen; er wird aber im Durchschnitte durch theilweise Compensation der beiden Factoren ein weitaus geringeres Maass — im Mittel nur 2—2½ Procent — erreichen und wird, wie die oben gemachte, sorgfältig durchgeführte Versuchsreihe gezeigt hat, selten über 3 Procent hinausreichen.

### b) Bei den übrigen (kleineren) Quellen.

Das Einrücken des Sammelreservoirs (ein kubisches Zinkgefäss von etwa 12—15 l Inhalt) geschieht nach dem Secundencommando durch eine oder mehrere Minuten. Als Messgefässe werden die gewöhnlichen geaichten Zinn-Hohlmaasse für Flüssigkeiten in Anwendung gebracht in Grössenstufen von 1 l bis  $\frac{1}{8}$  l.

Für ein nahezu volles Reservoir (ca. 10 l) und auf etwa  $\frac{1}{8}$  l genaue Messung würde etwa 1—1½ Procent Fehler eintreten.

Eine Versuchsreihe, die ich gelegentlich mit Hilfe solcher Hohlmaasse unter beabsichtigter Nachahmung der usuellen, sehr beiläufigen

Einstellung der zu messenden Flüssigkeit auf den Aichungsstrich anstellte, ergab die nachstehenden Differenzen von den mit Hilfe genauer analytischer Messgefässe festgestellten Mengen in Procenten:

+ 1.1, + 1.5, — 1.6, + 1.6, — 4.0 Procent.

Von letzterem Werthe ist abzusehen<sup>1)</sup>. Die übrigen zeigen, dass, wie oben berechnet, zumeist Fehler von 1—1.5 Procent in der Messmethode gelegen sind.

Combinirt mit dem Fehler aus der Genauigkeitsgrenze der Zeitbestimmung (hier selten über eine Secunde zu veranschlagen), d. i. 1.7—2 Procent, folgt ein totaler Fehler im ungünstigsten Maximalwerthe von  $3\frac{1}{2}$  Procent, dessen Durchschnittsgrösse jedoch nur 2 Procent beträgt.

Aus den im Vorstehenden abgeleiteten und experimentell begründeten Genauigkeitsgrenzen der bisher in Anwendung stehenden Messungsmethoden folgt zunächst zweierlei:

Erstens, dass uns die mit Hilfe derselben gewonnenen Resultate sehr wohl ein zutreffendes Bild der grossen Variationen in der Ergiebigkeit der Thermen geben können, wie sie im Zeitlaufe mehrerer Monate von Jahreszeit zu Jahreszeit oder durch die Reihe ganzer Jahre hindurch platzgreifen, dass sie aber

Zweitens nicht ausreichend scharf sind, um geringe Variationen, wie sie bei häufigerer Beobachtung in kleineren Zeitintervallen zur Messung gelangen würden, richtig zum Ausdrucke zu bringen.

Die Tafel XIV, welche eine vergleichende Zusammenstellung der Frühjahrmessungen der letzten acht Jahre (1886—1893) an den Sprudelquellen und dem Schlossbrunnen gibt, enthält die mittleren und Maximalfehlergrenzen in der Form zweier Ringe um jeden gemessenen Werth. Verbindet man die Peripherien dieser Fehlerkreise durch umhüllende Tangenten, so erhält man bandförmig verlaufende Flächenstreifen als Darstellung jener Räume (Fehlergrenzen), innerhalb deren sich die richtigen Werthe der Wassermengen befinden müssen. Man ersieht aus dieser Darstellung leicht die Bedeutung der vorhergehenden Ausführungen und daraus entspringend:

1. Das Bedürfniss, für nothwendig werdende Detailmessungen die Methode zu verbessern;

2. Die Berechtigung, auf Grund der bisherigen Messungen eine Reihe von Schlüssen aufzubauen, welche in der Folge (Punkt III) zur Erörterung kommen sollen.

## II. Vorschläge zur Erhöhung des Genauigkeitsgrades der Quellenmessungen.

Ogleich es sich hier um vorwiegend technische Aufgaben handelt, deren detaillirte Lösung ausserhalb des usuellen Arbeitsbereiches

<sup>1)</sup> Derselbe wurde als bereits sehr auffallende und absichtlich gross beantragte Ungenauigkeit erhalten.

eines geologischen Sachverständigen liegt, so wollte ich in Rücksicht auf die von mir später formulirten Forderungen doch den Weg andeuten, auf welchem ich mir die Erfüllung derselben ermöglicht denke.

Von diesem Gesichtspunkte aus seien zunächst die Sprudelquellen in's Auge gefasst.

### a) Am Sprudel.

Unter Zugrundelegung der gegenwärtigen Messungsmethode des Einleitens der Quellen in geeichte Messgefässe, welche als die relativ genaueste jeder Art von Wassermessung bezeichnet werden muss, bieten sich drei Möglichkeiten, um schärfere Messungsergebnisse zu erzielen:

1. Die Verminderung des Ablesefehlers an der (mobilen) Aichungsskala durch zweckentsprechende Construction derselben;
2. Die Verminderung des Einflusses des Fehlers in der Zeitbestimmung, durch Messung der Wassermenge eines grösseren Zeitabschnittes;
3. Die wiederholte Beobachtung der Menge jedes einzelnen Auslaufes.

Hiezu wäre zu bemerken:

*Ad 1.* Die gegenwärtig im Gebrauche stehende Aichungsskala ist ein Messingstab, auf welchem die Theilung direct aufgetragen ist. Dadurch ist es unmöglich, den Stand des zumeist bewegten Wasserspiegels im Sammelreservoir (Messgefäss) mit grosser Schärfe abzulesen. Um nach dieser Richtung nicht nur eine grössere Genauigkeit, d. h. die Angabe kleinerer Wassermengen an der Theilung, sondern auch grössere Sicherheit in der Fixirung der Höhe des Wasserspiegels auf der Theilung zu erlangen, nahm ich Gelegenheit, in meinem Originalberichte die detaillirte Construction eines Mengenindicators vorzuschlagen, dessen verbessernde Wirkung:

a) auf der capillaren Oeffnung einer die Theilung tragenden communicirenden Glasröhre, wodurch der Einfluss der Spiegelschwankungen eliminirt wird,

b) auf der ausserhalb des Messgefässes in bequemer Weise vorzunehmenden, daher genaueren Ablesung beruhen würde.

Zur Controle der erhaltenen Resultate und namhaften Erhöhung des Genauigkeitsgrades ist stets das Mittel mehrerer Ablesungen zu nehmen.

*Ad 2.* Wie oben gezeigt wurde, beträgt der Zeitbeobachtungsfehler, falls die Menge nur einer Minute als zu messende Grösse gewählt wird, 1·66—3·33 Procent derselben. Nach der Regel, dass bei verschiedenen von einander unabhängigen Fehlerquellen die Messungen so zu gestalten sind, dass kein Fehler der einen Art jenen der anderen Art wesentlich übersteigt, wäre bei einer Herabdrückung des Ablesefehlers unter 1 Procent (Punkt 1) auch dieselbe procentuelle Fehlergrenze für die Zeitbestimmung anzustreben. Dies würde nur erreicht — da ja die absolute Grösse von 1 Secunde kaum unterschritten werden kann — durch die Messung der Menge von mindestens 2—3 Minuten, also die dadurch erforderliche Her-

stellung von Messgefässen, welche etwa die dreifache Menge der bisherigen zu messen gestatten. Die Eventualität, mehrere kleinere leichter transportable Messgefässe durch den vergrösserten Zeitraum von 2—3 Minuten nacheinander ohne Verlust zu füllen und deren Inhalt einzeln zu messen, wäre gegenüber der Herstellung 2500 bis 3000 l fassender grösserer Reservoirs noch in Betracht zu ziehen.

*Ad 3.* Alle bisherigen Vorschläge gingen von der Voraussetzung aus, dass die zuweilen in hohem Grade intermittirenden Ausflüsse der einzelnen Sprudelöffnungen innerhalb des Messungszeitraumes einen richtigen Durchschnittswert liefern. Aus diesem Grunde wurde schon bei den bisherigen Messungen der diese Erscheinung am meisten tragenden Öffnungen des Springers (Nr. II) und der alten Hygiea unter die Menge von 3 Minuten nicht hinabgegangen.

Nun sollen auch diejenigen Quellen, deren grosse Ergiebigkeit die Einhaltung eines so langen Zeitraumes mit Rücksicht auf die bislang in Anwendung stehenden Messgefässe unmöglich machte, in Zukunft in der Richtung kontrollirt werden, ob trotz vergrösserter Messungszeiträume noch Schwankungen, welche die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigen, vorkommen. Bezüglich dessen ist eine mindestens 3malige Wiederholung jeder Messung nöthig, welche gleichzeitig auch eine Controle der erreichten Genauigkeit und die Vermeidung etwaiger Ablesefehler gewährleistet.

### b) An den kleineren Quellen.

Die Vorschläge, zu welchen die im Punkte I unter 1c und 2b gemachten Erörterungen führen, bewegen sich wieder nach dem Ziele, bei Beibehaltung der gegenwärtigen Messungsmethode die Beobachtungsfehler auf ein Minimum herabzudrücken, um dadurch den Genauigkeitsgrad wesentlich zu erhöhen.

In leichter und erfolgreichster Weise lässt sich dies bezüglich der Mengemessung des Thermalwassers bewerkstelligen, indem man nur an die Stelle der jetzigen primitiven, dem Gasthausgebrauche entnommenen Messinstrumente — deren Benützung wir trotzdem eine Reihe interessanter Ergebnisse, wie der folgende Abschnitt darthun wird, verdanken — durch die zu analytischen Zwecken verwendeten Glashohlmaasse ersetzt.

Die während eines bestimmten Zeitraumes (s. w. u.) gesammelte Wassermenge wird aus dem Sammelreservoir mittelst eines Hahnes in geeichte Messkolben von 1 oder mehreren Litern Inhalt gelassen; die Bruchtheile eines Liters sind stets in einem in Cubikcentimeter getheilten Glascylinder zu messen. Dadurch erhält man die Menge auf 0.01 Liter genau, d. h. der mögliche Messungsfehler sinkt von 10—15‰ auf rund 1‰ (pro mille), diese Messung ist also mehr als zehnmal so genau als die bisherige.

Leider haben wir bezüglich der Verringerung des Zeitbeobachtungsfehlers kein ähnlich scharfes Mittel. Es erübrigt nur, wie oben bei den Sprudelmessungen erörtert wurde, die Zeitdauer möglichst gross zu wählen, um den Fehler einer Secunde thunlichst an Gewicht verlieren zu lassen. Hier ist indessen die Vergrösse-

rung des Sammelgefässes, in welches das Wasser der Quelle eingeführt wird, ohne Schwierigkeit durchzuführen, ja es wird bei einiger Sorgfältigkeit in der Manipulation möglich sein, während der Zeitdauer der Messung durch partielle Entnahme des Wassers zum Zwecke des Einfüllens in die Messgefässe, den Rauminhalt des Sammelbeckens kleiner zu halten, als die Summe der Ergiebigkeit in der ganzen gewählten Zeitspanne beträgt.

Aus diesem Grunde schlage ich die Messung der während des Zeitraumes von fünf Minuten (bei geringerer Ergiebigkeit während zehn Minuten) anzusammelnden Thermalwassermenge vor. Die Einrückung der Therme hat zweckdienlich mittelst eines Kautschukschlauches von ausreichendem Kaliber zu erfolgen, der dort, wo Zinnständer vorhanden sind, an einem eigenen, zu Zwecken der Messung anzubringenden Auslaufrohre zu befestigen ist.

Durch die Anwendung grosser Sorgfalt beim Einhalten der richtigen Zeitsecunde zu Beginn und Schluss der Messung kann der Zeitfehler auf  $\frac{1 \text{ Secunde}}{300 \text{ Secunden}}$  d. i.  $3 \cdot 3^0/_{00} = \frac{1}{3}^0/_{00}$  beziehungsweise  $\frac{1 \text{ Secunde}}{600 \text{ Secunden}}$  d. i.  $1 \cdot 7^0/_{00}$  (pro mille)  $= \frac{1}{6}^0/_{00}$  sinken.

Bei der hiedurch möglich gemachten Präcision der Messung der kleineren Thermen kann — soweit diese nicht hochgradig intermittirend sind — eine Wiederholung derselben füglich entfallen, liesse sich aber bei der darauffolgenden Bestimmung der Gasmenge (siehe Abtheilung C der Messungen) leicht bewerkstelligen.

Mit der Durchführung der vorstehenden Vorschläge würde nach meiner Ueberzeugung den Messungen am Sprudel ein Genauigkeitsgrad von etwa 1 Procent, jenen an den kleineren Quellen von weniger als  $\frac{1}{3}$  Procent gegeben werden können. Dieselben würden nur dann nicht in vollem Maasse zur Geltung gelangen, wenn die Abweichungen in den Durchschnittsmengen der Messungszeiträume grösser wären als die so verminderten Beobachtungsfehler. Ein Urtheil hierüber wird erst nach der Durchführung der so verfeinerten Messungen durch einen gewissen Versuchszeitraum zu erlangen sein. Aus den Angaben der Tafel XIV ist zu ersehen, in welcher bedeutenden Weise eine derartige Herabdrückung der Fehlergrenzen verbessernd auf die so erhaltenen Messungen und die Zuverlässigkeit der Resultate wirken würde.

### III. Ergebnisse der bisherigen Messungen.

#### A. Darstellung derselben.

In der Tafel XV gebe ich eine graphische Darstellung der Quellenmessungen der letzten 25 Jahre, der die Angaben des Messungsprotokolles der Stadt Karlsbad zugrunde liegen. Da die graphische Darstellung mit Rücksicht auf die Deutlichkeit eine Cotirung der Einzelwerthe nicht zulies und ausserdem bei der Adjustirung für den Druck eine Reduction der Originaltafel auf etwa  $\frac{2}{3}$  der Grösse stattfinden musste, so sei die ziffermässige Basis für diese Darstellung, welche die Resultate der genannten langjährigen

Beobachtungsreihe an fast allen Quellen enthält, in tabellarischer Uebersicht hier eingeschaltet.

Die Tafel XV enthält über der als Grundlinie (Abscissenaxe) gewählten Zeit der fortlaufenden Jahre von 1869 bis 1893 die Wassermenge jeder Quelle zu dem betreffenden Zeitpunkte jeder Messung als Höhe (Ordinate) aufgetragen. Für die Menge der Sprudelquellen wurde durch die Reduction der Massstab  $6.9 \text{ mm} = 100 \text{ l}$  pro Minute, für jene der kleineren Quellen der hundertfach grössere:  $6.9 \text{ mm} = 1 \text{ l}$  pro Minute der Darstellung zugrunde gelegt. Durch die Verbindung der Endpunkte der so gewonnenen Mengenmasse der aufeinanderfolgenden Beobachtungen ergibt sich das Bild der Veränderlichkeit der Quellen.

Auf diese Weise wurden zur Darstellung gebracht:

1. Die Summe der den Sprudelöffnungen I—VI jeweilig entströmenden Wassermengen; in der Höhe anschliessend daran
2. die beiden Hygieenquellen und wieder daran schliessend
3. die Wassermenge des oberen und, wenn dieses geöffnet war, auch jene des unteren Zapfenloches, so dass 1—3 zusammen die totale Wassermenge des Sprudels geben.
4. Die Wassermenge des Schlossbrunnens.
5.                               der Theresienquelle.
6.                               des Marktbrunnens.
7.                               des Mühlbrunnens.
8.                               des Neubrunnens.

Ausser dieser graphischen Darstellung der gemessenen Thermalwassermengen wurde noch zur Ermittlung ihrer etwaigen Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen

- a) fortlaufend von 1868—1893 die Summe des jährlichen Niederschlages, gemessen auf der meteorologischen Station Eger;
- b) die monatlichen Summen des Niederschlages auf der Ombrometerstation Karlsbad seit ihrem Bestehen und
- c) die Jahressummen der letzteren Station<sup>1)</sup> eingetragen und wurde hierbei für die Jahressummen durch die Reduction der ursprünglich gewählte Massstab auf  $6.9 \text{ mm}$  Länge =  $100 \text{ mm}$  Niederschlag; für die Monatssummen der fünffach grössere auf  $6.9 \text{ mm}$  Länge =  $20 \text{ mm}$  Niederschlag transformirt.

## B. Beobachtungsergebnisse.

Aus der Darstellung der Tafel XV können zunächst die folgenden Thatsachen entnommen werden.

1. Die totale Ergiebigkeit der Sprudelquellen schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen (Extremwerthe innerhalb des angegebenen Zeitraumes: Minimum am 15. April 1874 mit  $1626 \text{ l}$  pro Min.; ge-

<sup>1)</sup> Alle meteorologischen Angaben wurden den Jahrbüchern der k. k. Centr.-Anst. f. Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien entnommen.



messen Maximum am 9. April 1881 mit 2664 *l* pro Min.). Eine Abhängigkeit dieser Schwankungen von den Niederschlagsmengen in der Gegend von Karlsbad—Eger ist aus der Beobachtungsreihe der letzten 25 Jahre mit Sicherheit nicht festzustellen.

2. Die Ergiebigkeit der Quellen im Springerraume (I—VI) bezüglich der Hygieenquellen läuft im Ganzen parallel mit der Totalmenge des ganzen Sprudelquellencomplexes (siehe den Zeitraum von Ende 1886 bis 1893, 1878—1885 u. s. w.). Ich nenne diesen Zustand jenen der gleichsinnigen Undulation; er erleidet durch unverbauete Ausbrüche zuweilen Störungen.

Im Gegensatze zu diesen langjährigen Beobachtungen war das Verhalten während der Jahre 1869 bis incl. 1874 ein gerade entgegengesetztes, d. h. es trat gegensinnige Undulation ein.

3. Eine gleichsinnige Undulation mit den Sprudelquellen im engeren Sinne (Springerquellen) zeigt während längerer Zeiträume in hervorragendstem Maasse der Schlossbrunnen. Die auf der oben angeführten Tafel XV und auf der beigegebenen Tafel XVI speciell zusammengefassten Abschnitte der 25jährigen Beobachtungsreihe illustriren diese Thatsache<sup>1)</sup>.

4. Ein ähnliches Verhalten wie der Schlossbrunnen lassen unter den kleineren Quellen in besonderer Deutlichkeit noch der Mühlbrunnen und die Theresienquelle erkennen. (Vgl. Tafel XV.)

5. Auch an den kleineren Thermalquellen ist ein Abhängigkeitsverhältniss von den gemessenen Niederschlagsmengen in Karlsbad und Eger auf Grund der dormalen vorliegenden Messungen nicht zu erweisen.

### C. Erläuterungen hiezu.

An die im Vorstehenden festgestellten wichtigen, wenn auch zum Theile nur negativen Resultate der 25jährigen Beobachtungsreihe an den Quellen lassen sich die folgenden Bemerkungen knüpfen.

Die Messungen der Sprudelquellen vor dem Jahre 1883 sind grossentheils sogenannte summarische Messungen der Springerquellen, welche bei anderen Ausflussbedingungen, wie sie bei den Einzelmessungen jeder Quelle im Springerraume herrschen, vorgenommen werden und daher naturgemäss wegen des veränderten (verringerten) Spannungszustandes durch die hiebei zum Theile vorgenommene Entfernung der Ständer andere Werthe als die Einzelmessung ergeben.

Dieselben lassen sich also mit den aus den Einzelmessungen erhaltenen Summen nicht in directen Vergleich bringen. Da aber bezüglich der vor d. J. 1883 gemachten Messungen nicht bekannt ist, ob die erhaltenen Werthe aus Einzel- oder Summenmessungen der Quellen im Springerraume erhalten wurden, so können die vor 1883 liegenden Messungen der Gesamtmenge nur eine orientirende Bedeutung beanspruchen.

<sup>1)</sup> Es findet dadurch die von altersher beobachtete Erscheinung, auf welche Dr. R. Mannl und Dr. Gallus v. Hochberger wiederholt aufmerksam gemacht haben, dass nämlich der Schlossbrunnen gleichsam der „Indicator“ der Sprudelquellen sei, ihren klaren Ausdruck.

Eine Beurtheilung der Beziehungen der einzelnen Quellenausläufe des Sprudels zu einander hat mit Rücksicht auf die Verschiedenheit ihrer Verwendung wohl technisches Interesse; sie kann aber mit Bezug auf die in dieser Studie zu erörternden Fragen als von minderem Belange bezeichnet werden.

Jedenfalls wird für diese Beurtheilung die Erfahrungsthatſache maſſgebend ſein, daſſ man es innerhalb wie auſſerhalb der Sprudelschale nur temporär mit ſo ſtationären Zuſtänden zu thun hat, während welcher bloſſ die Geſamtwassermenge eine variable iſt. Die Geſchichte der Quellen lehrt, daſſ ihre gegenseitigen Wechselbeziehungen noch gröſſeren Veränderungen unterworfen ſind, als die jeweiligen Schwankungen in der Ergiebigkeit der Thermen ſelbſt. Dieſer Wechsel iſt naturgemäſſ bedingt durch die Veränderlichkeit der unterirdiſchen Wege, namentlich innerhalb der Sprudelschale, in welcher Verſinterung und Erosion ihr wechſelvolles Spiel ſo oft bis an die Oberfläche fortſetzen und hier durch die Ausbrüche neue Quellenbildungen einleiten, denen die ſchon beſthenden zum Opfer fallen.

Wir ſind beſtrebt, die letzteren künstlich mit allen Mitteln der Technik unverändert zu erhalten dadurch, daſſ wir die äuſſerſten Schichten der Sprudelschale nach jeder Verletzung durch die Thermen oder den Tepfluff wieder in den vorhergehenden Zuſtand zurückverſetzen (verbauen), die beſthenden Quellöffnungen aber alljährlich bis zu einer gewiſſen Tiefe nachbohren.

Dadurch wird ein wenigſtens vorübergehend ſtationärer Zuſtand in den Beziehungen der einzelnen Quellen erreicht, der ſich bei den Meſſungen durch die oben angeführte gleichſinnige Undulation ihrer Ergiebigkeiten kennzeichnet und oft mehrere Jahre vorhält. Er iſt dadurch charakteriſirt, daſſ bei der Zu- oder Abnahme der Geſammtmenge des Thermalwaſſers jede im ſtationären Zuſtande ihres Zulaufcanales befindliche Quelle in gleichem Sinne davon betroffen wird.

Dieſe Erwägungen haben nicht nur auf die Sprudelquellen untereinander Bezug, ſondern gelten allgemein auch bezüglich der Art des Zuſammenhangs derſelben mit den übrigen Thermen, von denen ja inſgeſammt in Folge ihrer nahezu gleichen chemiſchen Zuſammenſetzung erwieſen iſt, daſſ ſie miteinander communiciren.

Die umſtehend in Punkt 3 und 4 genannten von ihnen zeigen aber eine beſonders weitgehende Variabilität ihrer Mengen, alſo eine groſſe Empfindlichkeit für Spannungſchwankungen ihres Zulaufes. Daſſ gleiche dürfte nach den mir ſpäterhin ſeitens des Stadtbauamtes Karlsbad nach der Erſchließung und Neufaffung der Quelle „Zur ruſſ. Krone“ (ſ. w. u. S. 703) mitgetheilten Daten mit dieſer hochgelegenen Therme der Fall ſein. Ich möchte dieſe Quellen daher als die natürlichen **Manometer** aller Thermen und der Sprudelquellen inſbeſondere bezeichnen und auf dieſe wichtige Eigenschaft die im folgenden Abſchnitte formulirten Vorſchläge begründen.

Es iſt nämlich klar, daſſ ſolange der Zuſtand der Communicationsverhältniſſe zwiſchen dem Mittelpunkte der thermalen Aeufſerungen, dem Sprudel, und den vorgenannten Quellen ſtationär bleibt,

man in Folge des Bestehens der dadurch bedingten gleichsinnigen Undulation aus den Veränderungen der kleinen Quellen auf analoge Veränderungen der Sprudelquellen schliessen darf. Ja noch mehr. Werden innerhalb eines Jahres auch nur einige gleichzeitige Beobachtungen am Sprudel und an diesen ausgezeichneten Quellen gemacht, so wird es möglich sein, durch blosser Messung dieser letzteren im Wege der Proportional-Interpolation die Ergiebigkeit der Sprudelquellen in jedem beliebigen Zeitmomente mit grosser Genauigkeit zu bestimmen, ohne sie selbst gemessen zu haben.

Diese wesentliche Erleichterung in der präzisen Evidenzhaltung des gesammten Quellenregimes wird den nachfolgenden Vorschlägen zu Grunde gelegt. Sie ist jedoch an das Bestehen von Zuständen geknüpft, wie sie nach den Klarlegungen der Tafel XVI innerhalb der Jahre 1888 bis 1893 für alle drei Vergleichsquellen in Geltung waren. Dieselben müssen, wie oben ausgeführt wurde, der Natur der Thermen und ihrer Circulationsweise entsprechend von Zeit zu Zeit Aenderungen erfahren, es treten Störungen ein, die eine gegensinnige Undulation und damit das Aufhören der ermittelten Beziehungen zur Folge haben. Als Ursache derselben wird im allgemeinen jede Aenderung im unterirdischen Wasserlaufe zu bezeichnen sein, also vorwiegend Veränderungen des Querschnittes durch Versinterung, ein Fall, der ja oft genug eingetreten und durch das beständige Sinken der Ergiebigkeit der betreffenden Quelle leicht kenntlich ist. Namentlich sind die Fassungsstellen dieser Gefahr oft ausgesetzt und mussten diese im Verlaufe grösserer oder geringerer Zeiträume bei fast allen Quellen reconstruirt werden. Bei den Sprudelquellen sind es wieder die Ausbrüche, welche sich der Evidenzhaltung entziehen und auf deren jedesmaligen ehernen Verbau auch als auf eine Vorbedingung jeder richtigen Messung hingewiesen werden muss.

Durch die genannten Umstände könnte allerdings der Rückschluss aus den Mengenveränderungen der kleineren Vergleichsquellen, die hier der Kürze halber als **Versuchsquellen** oder **Normalquellen**, wenn sie im stationären Zustande gleichsinniger Undulation mit dem Sprudel befindlich sind, bezeichnet werden sollen, auf die Ergiebigkeit der Sprudelquellen temporär unmöglich werden. Es ist aber wohl nur selten der Fall, dass die ursächliche Störung alle 3 genannten Quellen zugleich betreffen wird, und lässt sich demgemäss aus dem Verhalten der übrigen, davon nicht betroffenen die beabsichtigte Continuität der massgebenden Beobachtungen erlangen. Als Beispiele hiefür seien die mit denen des Sprudels gleichsinnigen Undulationen der Theresienquelle auch vor 1888 (1885—1888—1892) und des Schlossbrunnens (1884—1887) angeführt (vgl. Tafel XVI). Durch ihre im verflossenen Winter erfolgte Neufassung stünde ausserdem — wie bemerkt — als vierte Controlquelle die Quelle der „Russ. Krone“ zur Verfügung.

Es wäre nun noch der negativen Ergebnisse der bisherigen Quellenmessungen in Bezug auf die Frage der Abhängigkeit

der Thermen von den Niederschlagsmengen zu gedenken. Ist ja doch die Möglichkeit der Feststellung ihres Infiltrationsgebietes von der Lösung dieser Frage mit abhängig, und muss es doch auch vom Standpunkte prophylaktisch eingreifender Folgerungen aus den durch genaue Messungen constatirten Schwankungen wichtig erscheinen, der Ursache derselben nachzugehen, so weit man es immer vermag.

Die bisherigen Messungen müssen nun nach den an der graphischen Darstellung der Tafel XV anzustellenden Vergleichen als viel zu selten vorgenommen bezeichnet werden, um genügende Anhaltspunkte zu einer Beantwortung dieser Frage zu bieten. Wenn es auch den Anschein hat, als fände eine solche Abhängigkeit statt — es sind diesbezüglich als Beispiele die zunehmenden Mengen einzelner Quellen in regenreichen Jahren (1882, 1888), sowie deren Abnahme in trockenen Jahren (1887) anzuführen — so zeigen sich im Laufe der dargestellten Zeitepoche doch genugsam gegentheilige Fälle, die für die Möglichkeit eines nur zufällig gleichsinnigen Verlaufes von Ergiebigkeit und Niederschlagsmenge und die vollkommene Unabhängigkeit der Thermalwässer von letzterer sprechen. In dieser Frage kann also eine Entscheidung — wenn überhaupt — erst auf Grund häufigerer und genauer Beobachtungen an den Quellen getroffen werden, deren Inauguration Gegenstand dieser Darlegungen ist.

Ich komme daher zu den nachstehenden Nutzenwendungen der Erfahrungen, welche aus den bislang ermittelten Verhältnissen an den Quellen gewonnen wurden.

#### IV. Ueber die zweckmässigste Art der Quellenmessungen.

##### A. Messungen der Ergiebigkeit der Thermen.

Wie es in der Natur der Sache liegt, werden von allen Messungen diejenigen der Wassermenge die wichtigsten sein. Es muss dabei aber vom Standpunkte einer prophylaktisch bedeutsamen Verwendung der Messungsergebnisse die Forderung aufgestellt werden, dass die Messungsreihe in Bezug auf die Zahl der Beobachtungen ein continuirliches Bild des zu schützenden Objectes liefern soll; das sowohl als Kriterium des unveränderten Bestandes der Thermen als auch als Massstab für eine eventuell eingetretene Störung dienen kann.

Mit Hilfe von Messungen, welche nach den Erörterungen im Punkte II am Sprudel auf 1 Procent, bei den kleineren Quellen aber auf  $\frac{1}{3}$  Procent genau durchzuführen sind, könnten immerhin plötzliche Abgänge von Thermalwasser von  $\frac{2795}{100}$  (Gesamtmenge)

bis  $\frac{2795}{333}$  Litern d. i. von 28 l herab auf 9 l noch messbar sein und damit das Mittel gewonnen werden, um den möglichen Einfluss von Wassereinbrüchen in den Bergbauen von 100--300 l pro Minute mit Sicherheit zu constatiren. In diesem Sinne wird den beantragten Messungen ein eminent prophylaktischer Werth nicht abgesprochen werden können.

1. Für die **Sprudelquellen**, deren Messung umständlichere und zeitraubende Vorkehrungen bedingt, würde jährlich nach der im Punkte II abgeänderten Methode zunächst eine vier- bis sechsmalige Messung genügen. Für die Zeit dieser Messungen, welche in thunlichst gleichen Intervallen vorzunehmen wären, empfehlen sich mit Rücksicht auf die Feststellung eventueller meteorologischer Einflüsse, also namentlich des Einflusses der Niederschläge, der Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, October und December. Bei nur viermaliger Messung aber die Monate Jänner, April, Juli und October an ihrem Ende.

2. Die Ausflussbedingungen, unter denen die Messung jeder einzelnen Sprudelquelle stattfindet, müssen dieselben bleiben, wie sie während der ganzen übrigen Zwischenzeit herrschen. Es darf daher zum Zwecke der Messung weder eine Erhöhung der Ständer, noch eine Abnahme derselben stattfinden, damit das Spannungsverhältniss zu den übrigen Quellen, namentlich aber zu den Normalquellen während der Messung keine Aenderung erfährt.

3. Unmittelbar vor und nach jeder Nachbohrung der Sprudelöffnungen (incl. Hygieenquellen) wäre eine Messung der Wassermenge unter den angeführten Vorsichtsmassnahmen durchzuführen.

4. Gleichzeitig mit jeder Sprudelmessung ist eine sorgfältige Messung der Normalquellen vorzunehmen, am besten so, dass jede derselben am gleichen Tage vor sowie nach der erfolgten Messung der Sprudelquellen untersucht wird.

5. Für die **Normalquellen**, welche durch ihre in Folge der gleichzeitigen Vermessung mit den Sprudelquellen festgestellten Beziehungen zu denselben ein fortlaufendes Bild der Variation der gesammten Thermen liefern sollen, sind zunächst durch einen längeren Zeitraum tägliche Messungen vorzunehmen. Die hierbei sich ergebenden Differenzen werden einen Anhaltspunkt bieten, ob und um wieviel dieses Zeitintervall ohne Schaden für die Continuität der Beobachtungen vergrössert werden darf.

6. Ueber den möglichen Einfluss der Abnahme der Ständer, welche anlässlich des Nachbohrens der Sprudelöffnungen stattfinden muss, auf die Ergiebigkeit der Normalquellen sind besondere Studien anzustellen, damit die Beobachtungsreihe an letzteren durch in unbekannter Weise veränderte Werthe keine Unterbrechung erfährt.

7. Für die übrigen **kleineren Thermalquellen** genügen monatliche Messungen von Menge und Temperatur. Diese Messungen haben sich auch auf die Eisenquelle und den Dorotheensäuerling sowie die Stephaniequelle zu erstrecken.

8. Von den fortlaufenden Messungsergebnissen wären nach Analogie der Tafeln XIV bis XVI graphische Darstellungen zu geben.

## B. Messungen der Quellen-Temperatur.

1. Ergebnisse früherer Untersuchungen. Linien der Normaltemperatur.

Vergleicht man die in den Messungsprotokollen während der langen 25jährigen Beobachtungszeit enthaltenen Variationen der Quellen-

temperaturen mit den innerhalb eines so grossen Zeitraumes ganz bedeutenden Veränderungen in der Ergiebigkeit, so fällt sofort der Umstand auf, dass der grösseren Ergiebigkeit im allgemeinen auch eine höhere Temperatur entspricht und umgekehrt.

Dass diese Beobachtung allgemeine Giltigkeit besitzt, zeigt eine Zusammenstellung der betreffenden Messungen an einigen Quellen, welche ich auf Tafel XVII gegeben habe, um dadurch ein übersichtliches Bild der Abhängigkeit beider Grössen zu erlangen.

Die anlässlich jeder Mengenmessung gefundene Temperatur ist als Höhe (Ordinate) über der als Grundlinie (Abscisse) gewählten Ergiebigkeit (in Litern pro Minute) aufgetragen. Die vielen Beobachtungen lassen trotz mancher Abweichungen, welche durch die Aussentemperatur, sowie die Verwendung verschiedener Thermometer oder einen sonstigen mangelhaften Vorgang bei der Messung (siehe weiter unten) leicht erklärbar sind, deutlich wahrnehmen, dass sich dieselben zu einer Zone gruppieren, in welcher sich die am wenigsten abweichenden Werthe um eine Mittellinie drängen, welche sich aus den alle Beobachtungen einschliessenden Randlinien leicht construiren lässt.

Diese Mittellinie zeigt die wahre Abhängigkeit der Temperatur von der Ergiebigkeit und ist für jede Quelle je nach den örtlichen physikalischen Verhältnissen ihres Laufes verschieden; sie ist dagegen unabhängig von den Zuständen der äusseren Atmosphäre.

Ich nenne sie die **Linie der Normaltemperatur** jeder Quelle, weil sie uns den richtigen Durchschnittswerth für die jeder Ergiebigkeit zukommende Temperatur der Quelle in analoger Weise angibt, wie die ebenfalls aus vieljährigen Beobachtungen abgeleiteten Normalgrössen meteorologischer Orts- und Zeitconstanten.

Betrachtet man den Verlauf der Linie der Normaltemperatur für die abgebildeten Quellen, so zeigt sich trotz der Verschiedenheit ihrer absoluten Werthe u. a. zweierlei:

1. Ein gemeinsamer Zug: die raschere Abnahme der Temperatur für geringere, die langsamere Zunahme für grössere Ergiebigkeitsgrade, ein aus dem physikalischen Grunde der kleineren, beziehungsweise grösseren Geschwindigkeit des Zulaufes und der daher im ersten Falle entsprechend stärkeren, im zweiten geringeren Abkühlung hervorgehender Umstand.

2 Vor allen anderen Thermen ist auch durch die Empfindlichkeit seiner Temperatur analog wie bezüglich der Ergiebigkeit der Schlosbrunnen eine besonders ausgezeichnete Quelle; er ist demzufolge nicht nur als das Manometer des Sprudels, er ist auch in gewissem Sinne als „Thermometer“ des Gesamtzustandes der Heilquellen zu bezeichnen.

Jede der einzelnen kleinen Heilquellen Karlsbads hat sozusagen ihre Geschichte. Die Grösse der Ergiebigkeit und davon mitabhängig die Höhe der ihr eigenthümlichen Temperatur ist nicht nur von dem jeweiligen allgemeinen Zustande (Wachsen oder Abnehmen) aller Quellen abhängig, sondern auch eine Function der besonderen Verhältnisse der betreffenden Quellader.

Um nun den Zustand, wenn man so sagen darf, des Gedeihens eines einzelnen der Gesundbrunnen richtig beurtheilen zu können, dient die graphische Darstellung des jeweiligen Zustandes in der Tabelle XVII und seine Beziehung zu der aus einer langjährigen Beobachtungsreihe abgeleiteten Linie der Normaltemperatur.

Das Zurückgehen des Bernhardsbrunnens und Schlossbrunnens, das Anwachsen der Theresien- und Unteren Orchesterquelle, welche gleichsam für den erstgenannten Brunnen vicarierend eintraten, springt sofort in die Augen. Für die letzten Jahre ist durch die Verbindung der gefundenen Werthe die Veränderungstendenz jeder Quelle zu finden. Gegenwärtig sind die infolge der zu seltenen Messungen resultirenden, scheinbar sprungweisen Veränderungen noch weit davon entfernt, ein im Detail richtiges Bild zu liefern.

Für die in der Tafel XVII dargestellten Brunnen gibt sich aber unschwer die folgende Charakteristik für die letzten 3 Jahre:

1. Bernhardsbrunnen. Tiefstand an Menge und Temperatur. Letztere war bedeutend unternormal in den Jahren 1891 und 1892, nähert sich aber in letzter Zeit der normalen.

2. Schlossbrunnen. Wie oben. Seit 1891 eine Zunahme der Ergiebigkeit bei noch unternormaler Temperatur.

3. Theresienbrunnen. Seit 1890 ziemlich constant, Temperatur der letzten Messung nahe normal, früher unternormal. Die Ableitung zur Parkquelle, deren Messungen für das Graphicon fehlten, stört das richtige Bild.

Die Tafel XVII lässt aber auch noch erkennen, wie bedeutend das Zustandsgraphicon durch selbst geringe Messungsfehler der Temperatur beeinflusst würde, welches Gewicht man daher für eine wissenschaftlich genaue Feststellung des Quellenzustandes auch der Temperaturmessung einräumen muss. Es würde gegenwärtig zu weit führen, die Wege anzudeuten, welche durch Summirung aller Einzelerrscheinungen dazu führen können, nicht nur ein Bild, sondern auch einen Massstab für die Messung der Gesamtenergie der thermalen Aeusserungen in Karlsbad zu erlangen und die Schwankungen derselben in präciser Weise zusammenzufassen. Dazu wird sich Gelegenheit bieten, wenn die ersten Resultate der verbesserten Messungen vorliegen werden.

## 2. Ueber die Ausführung der Temperatur-Messungen.

Bei dem geringen Betrage der Schwankungen, welchen die Temperatur der Thermen unterliegt, muss auf die Messung derselben die denkbar grösste Sorgfalt verwendet werden, weshalb an dieser Stelle einige Angaben gemacht werden sollen, welche die Genauigkeit des bisherigen Verfahrens zu erhöhen geeignet erscheinen.

a) Die Instrumente zur Messung sollen nach Art der Geissler'schen Thermometer in Glas montirte Maximalthermometer sein, welche Zehntelgrade angeben, damit die höchste Temperatur der Quelle zur Zeit der Messung mit Sicherheit erhalten werde.

b) Da die Abkühlung des Thermalwassers in den zinnernen Fassungsständern bei geringen Lufttemperaturen nicht unerhebliche Werthe annehmen kann, soll das Thermometer in die Ständer versenkbar sein, etwa in der Weise, dass in den bei der Mehrzahl der Ständer vorhandenen Deckel eine centrale Oeffnung zur Einführung des Instrumentes angebracht wird, damit es an einem Kautschukpropf dampfdicht befestigt und bis unter das Niveau des ausfließenden Thermalwassers versenkt werden kann. Bei den täglich zu messenden Vergleichsquellen würde sich eine Umhüllung des Ständers durch Wärmeisolatoren, beziehungsweise in den Wintermonaten eine Holzverschalung empfehlen.

c) Bei jenen Quellen, welche eine anderweitige Gestaltung ihres Auslaufes besitzen, der eine derartige Anordnung nicht gestattet, sollen nach einer provisorisch zum Zweck der genaueren Messung hergestellten Umhüllung des Auslaufrohres mit Wärmeisolatoren die Thermometer möglichst tief in das Auslaufrohr eingefügt werden, was durch winkelig gekrümmte Instrumente (Kniethermometer) ermöglicht wird.

d) Die Instrumente sind in der Mehrzahl zu beschaffen, mit einem Normalthermometer zu vergleichen und die betreffende auf Zehntelgrade genaue Correctur an jedem Instrumente ersichtlich zu machen, damit im Falle des Bruches die Vergleichbarkeit der Beobachtungen keiner Störung ausgesetzt ist<sup>1)</sup>.

e) Die Temperatur-Messungen an den Normal-Quellen sollen während des ersten Versuchszeitraumes ebenfalls täglich, jene der anderen Thermen monatlich anlässlich ihrer Mengenummessung geschehen. Die gleichzeitige Lufttemperatur, der Barometerstand, sowie Zeitangabe der Stunde der Messung<sup>2)</sup> sind gleichfalls zu registriren.

f) Die Messung der Sprudelquellen hat zur Zeit ihrer Mengenummessung durch vollständige Einsenkung des Maximal-Thermometers in die Ständer zu erfolgen.

g) Die Beobachtungsergebnisse sind in der Art der Tafel XVII graphisch darzustellen.

## C. Messungen des Gasgehaltes der Thermen.

### 1. Vorversuche.

Die Untersuchungen der den Quellen frei entströmenden Gase, welche anlässlich der chemischen Untersuchung der Karlsbader Thermen von Prof. Dr. E. Ludwig und Dr. J. Mauthner im Jahre 1878 vorgenommen wurden<sup>3)</sup>, haben ergeben, dass damals mit Ausnahme der Elisabethquelle alle Thermen mehr oder weniger Gas führten, welches entweder ausschliesslich oder doch zum weitaus

<sup>1)</sup> Ein früher weniger beobachteter Umstand, dessen Berücksichtigung durch die vielen differirenden Temperaturmessungen (Vgl. Taf. XVII) motivirt wird.

<sup>2)</sup> Behufs Controle des Barometerstandes durch die meteorologische Registrierung.

<sup>3)</sup> Vgl. die Ergebnisse von Ludwig und Mauthner's Arbeiten in Tschermak's „Mineralogischen und petrographischen Mittheilungen“ 1879.

grössten Theile aus Kohlensäure besteht <sup>1)</sup>. Eine Quantitätsbestimmung dieser Gase wurde noch nie vorgenommen, obgleich sie wiederholt in Vorschlag gebracht wurde <sup>2)</sup>.

Einen Vorversuch zu dem Zwecke, um festzustellen, in welcher Weise etwa derartige Messungen sich bewerkstelligen liessen, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. L. Sipöcz während meines Karlsbader Aufenthaltes an einigen der kleineren Quellen vorgenommen. Leider war bei der dermaligen Gestaltung der Ausflussmündungen und des Abflusses der Zinnständer der Quellen ein vollkommen gasdichter Verschluss nicht zu erreichen, weshalb die damals gefundenen Gasmengen kaum einen anderen als orientirenden Werth bezüglich der relativen Gasführung der untersuchten Thermen beanspruchen können.

Es lieferte pro Minute an Gasen:

Der Neubrunnen	90 Kubikcentimeter
„ Theresienbrunnen	. 450 „
„ Schlossbrunnen	58 „

Genauere als diese in Folge der uncontrolirbaren Verluste an den undichten Stellen jedenfalls zu gering ausgefallenen Messungen würden sich nach den anlässlich der obigen Vorversuche gewonnenen Erfahrungen an den kleineren Quellen mit einfachen Mitteln erzielen lassen. Ausserdem glaube ich, dass es durch eine sinngemässe Wahl der für die Messung nöthigen Gefässe möglich sein wird, ohne besondere Schwierigkeiten auch die wasserarmen unter den Sprudelquellen, also gerade die gasreichen (Hygieen) derselben zu messen. Was die sehr wasserreichen Sprudelöffnungen (Nr. II, V, VI und die Zapfenlöcher) betrifft, so müssten erst künftighin einzuleitende Versuche Anhaltspunkte für die Möglichkeit, das von ihnen mitgeführte Kohlensäuregas zu seiner Messung getrennt aufzufangen, liefern.

Immerhin ist bezüglich der Bedeutung der Gasmessungen nicht ausser Acht zu lassen, dass es sich hiebei mehr um einen für die Charakterisirung der Karlsbader Thermen wichtigen Bestandtheil von bisher unbekannter Grösse, als um eine vom Standpunkte des Thermen-schutzes erforderliche prophylaktische Massregel, wie dies nach meiner Ansicht die Ergiebigkeitsmessungen der Thermalwasser in hohem Grade sind, handelt. Mit Rücksicht auf die zahlreich im Bereiche des Circulationsgebietes der Thermen vorhandenen Kohlensäureausströmungen dürfte es kaum möglich werden, die Gesamtmenge der zur Exhalation gelangenden Kohlensäure mit nur annähernder Sicherheit zu ermitteln. Auch hier ist von einem genauen Festhalten der Variationen im  $CO_2$ -Gehalt einzelner kleinerer, aber genau beobachtbarer Quellen mehr zu erwarten, als von oft wiederholten, aber ungleich weniger genauen Messungen grösserer Mengen.

<sup>1)</sup> Nur der Markt- und Schlossbrunnen enthielten ausser 96—97% Kohlensäure noch Stickstoff und sehr wenig Sauerstoff (beim Marktbrunnen 3.70% N und 0.37% O.).

<sup>2)</sup> Von Schardinger 1868 und zuletzt von Dr. Hochberger 1891.

## 2. Ueber die Ausführung der Gasmessungen.

Auf Grund der obigen Ausführungen und der mit Herrn Dr. L. Sipöcz angestellten Vorversuche an einzelnen Quellen würde sich die folgende Anordnung empfehlen:

a) Zum Zwecke der Gasmengenmessung ist der Deckel der Quellenständer mit Kautschuk vollkommen zu dichten, die gewöhnlichen Ausflussöffnungen desgleichen mit Kautschuk zu verschliessen und an ein gasdicht eingefügtes Messrohr ein für die volle Wassermenge ausreichender Kautschukschlauch zum Einleiten des Gases in eine flach (10—15 *cm* hoch), aber dabei thunlichst gross gewählte pneumatische Wanne zu benützen. Dieselbe soll unterhalb des gewöhnlichen Ausflusses der betreffenden Quelle aufgestellt sein, damit keine Aenderung der Spannung und damit der Er giebigkeit der Quelle an Wasser und Gas eintrete. Das Auffangen des Gases geschieht in Glaskolben von bekanntem Inhalt (500, 1000 *cm*<sup>3</sup>) unter Beobachtung der zur Füllung nöthigen Zeitsecunden, oder genauer in hohen in Kubikcentimeter getheilten Messcylindern. Die Ablesung erfolgt zweckmässig bei der Temperatur des Thermalwassers unter Berücksichtigung der Abkühlung, durch die Aussentemperatur, und wird nachher das Gas- unter Abzug des Wasserdampf-Volumens auf den Normalzustand (0° C. u 760 *mm* Barometerstand) reducirt.

b) Die Gasmessungen sind an allen kleineren Thermen anlässlich ihrer Wassermessungen monatlich einmal, womöglich an demselben Tage, vorzunehmen.

c) Sollten sich bedeutende Schwankungen (über 10—20 Procent) ergeben, so wären die Normalquellen innerhalb engerer (etwa wöchentlicher) Zeiträume zu messen, wobei sich zur Feststellung der Abhängigkeit von Schwankungen des meteorologischen Zustandes, insbesondere vom Luftdrucke an einer derselben (die sich am empfindlichsten herausstellt) selbst tägliche Messungen für einen bestimmten Versuchszeitraum empfehlen.

d) Die Vorversuche zur Messung des Gasgehaltes der Sprudelquellen können auf die Zeit der Nachbohrung der Oeffnungen beschränkt bleiben.

e) Um ein Bild der Variation des Kohlensäuregehaltes der Hygien-Quellen zu erhalten, soll eine für gewöhnlich verschliessbare Anzapfung ihres Ständers und Ableitung eines Bruchtheiles der ganzen Menge durch ein enges Rohr stattfinden, welches zu fortlaufenden monatlichen (eventuell bei grösseren Schwankungen wöchentlichen) Messungen in der oben für die kleineren Quellen angedeuteten Art in Verwendung gebracht wird. Auf dieses Princip der Ableitung und Messung eines aliquoten Theiles der ganzen Menge werden auch die Vorversuche an den Sprudelquellen zu basiren sein.

f) Ueber die Resultate dieser Messungen sind ebenfalls graphische Darstellungen anzulegen.

### V. Wasserstände bei Karlsbad.

Im Anschlusse an die im Vorstehenden präcisirten Quellenmessungen sind als Ergänzung der meteorologischen Daten über die Menge der Niederschläge fortlaufende Beobachtungen der Wasserstände der Eger und Tepl überaus wichtig.

Nimmt man dieselben an einer solchen Stelle vor, wo das von Zeit zu Zeit zu ermittelnde Flussprofil (nasser Querschnitt) und Geschwindigkeits-Beobachtungen gestatten, auf Grund der beobachteten Wasserhöhe einen wenigstens annähernden Schluss auf die Menge des abziehenden Theiles der Niederschlagswässer zu ziehen, so hat man eine Grundlage für die Grösse der oberflächlichen Wassercirculation, deren Schwankungen, fortlaufend festgestellt, in hohem Maasse geeignet erscheinen, für die Ermittlung einer vorauszusetzenden oder möglichen Abhängigkeit der Thermalwässer von den Niederschlägen die Basis zu geben.

Die Feststellung der Relation zwischen Pegelablesung und Wassermenge der beiden genannten Flüsse ist eine einmalige, erst in längeren Perioden nachzucontrolirende, hydrotechnische Aufgabe.

Die Wasserstands-Beobachtungen müssten, um dem genannten Zwecke zu entsprechen, tägliche sein.

---

## II. Theil. Topik der Thermen.

### Beiträge zur Topik der Thermen und Vorschläge zur Erweiterung unserer Kenntniss derselben.

Der zweite Gegenstand meiner speciellen Information während des Aufenthaltes in Karlsbad bildete ausser den Beobachtungen anlässlich der Messungen auch das thunlichst genaue Studium der räumlichen Verhältnisse der Thermen — deren Topik — hinsichtlich der Art ihres Auftretens sowohl im Einzelnen, wie in Beziehung auf ihren Zusammenhang. Unter der freundlichen Führung des städtischen Ingenieurs Herrn Ad. Schärf, welcher von Seite der Stadtverwaltung Karlsbad seit Jahren mit den technischen, auf die Thermen Bezug habenden Arbeiten betraut ist, wurden nicht nur alle vorhandenen Thermen wiederholt besucht und deren Fassungsstellen, soweit dieselben zugänglich waren, der Besichtigung unterzogen, sondern auch eine Reihe von Oertlichkeiten begangen, wo irgendwelche thermale Aeusserungen theils noch gegenwärtig zu beobachten waren, theils vor Jahren bemerkt worden sind.

Die betreffenden Studien haben in mir die Ueberzeugung zur Reife gebracht, wie nothwendig es wäre, eine genaue kartographische Darstellung der gesammten, auf die Thermen Bezug habenden Erscheinungen in Karlsbad zu besitzen. Dieser Wunsch findet sich schon in v. Hochstetter's und v. Warnsdorff's, sowie C. Naumann's Arbeiten wiederholt ausgedrückt durch das Verlangen nach einer geodätischen Vermessung des Stadtgebietes, welche einer geologischen oder topischen Darstellung der Thermalverhältnisse die Basis liefern muss. Dieses „*pium desiderium*“ v. Hochstetter's ist durch die Neuaufnahme des Stadtgebietes im Massstabe von 1:500 in allerneuester Zeit in Erfüllung gegangen; die auf die Quellen bezüglichen Detailarbeiten können somit in Angriff genommen und mit entsprechender Genauigkeit dargestellt werden. Auf Grund dieser Möglichkeit werde ich im zweiten Theile dieses Abschnittes die betreffenden Vorschläge erstatten.

Es war aber auch möglich, während der Zeitdauer des Aufenthaltes in Karlsbad einen directen Einblick in die Verhältnisse der Thermalwasser-Circulation zu gewinnen, welcher durch die Demolirung des Hauses der Quelle zur „Russischen Krone“ in nächster Nähe des Schlossbrunnens geboten wurde. Von der Darstellung derselben und den daraus ableitbaren Folgerungen soll im Nachstehenden die Rede sein.

Die Beobachtungen zerfallen in zwei Kategorien: 1. Einzelbeobachtungen an den Quellen theils an Ort und Stelle, theils aus Aufzeichnungen in den Acten. 2. Zusammenfassende Beobachtungen über die Gesamtanordnung der Thermen und ihren geologischen Verband.

## I. Beobachtungen von Quellenspalten.

### A. Die Thermalspalte der Quelle des Hauses „Zur russischen Krone“.

(Man vergleiche hierzu die Darstellung der Tafel XVIII.)

Die Quelle des Hauses „Zur russischen Krone“ bildete bisher nach derjenigen des Schlossbrunnens (391·985 m) den höchstgelegenen Thermalauslauf in etwa 390 m Seehöhe. Messungen der Ergiebigkeit lagen nicht vor, da die Quelle bis zur Steighöhe in einem hölzernen Fassungskasten gespannt war. Der Temperatur nach war sie — von der entfernt liegenden Stephaniequelle abgesehen — mit 31·5° C. die am wenigsten warme der Thermen, ihr Wasser war durch Tagwässer nicht nur abgekühlt, sondern auch — Herr Dr. Sipöcz wies zur Zeit meines Aufenthaltes darin Nitrate und Ammoniak nach — durch Zersetzungsproducte verunreinigt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Als Resultat der neu vorgenommenen Analysen Dr. L. Sipöcz's wurden späterhin (10. Aug. 1894) die folgenden Angaben im Circularwege den praktischen Aerzten in Karlsbad mitgetheilt:

„In Folge Neubauses des Hauses „Zur russischen Krone“ musste die dort befindliche Quelle einer Neufassung unterzogen werden. Bei der Verfolgung des Wasserzulaufes wurde eine 7·20 Meter tiefe Spalte entdeckt, an deren tiefstem Punkte die Quelle mit allen Vorsichtsmassregeln gefasst und durch ein langes Zinnrohr in der neuen Trinkhalle zum Auslaufe gebracht wurde. Durch die Neufassung hat die Quelle sowohl an Temperatur als auch an Salzgehalt bedeutend zugenommen. Gegenüber dem Bestande vor der Neufassung sind in den wichtigsten Bestandtheilen nachfolgende Zunahmen zu constatiren:

	Alte Fassung 27. Sept. 1893	Neue Fassung 22. Mai 1894
Temperatur in Celsius	31·5°	45·5°
10.000 Theile Wasser enthalten in Grammen:		
Trockenrückstand	39·70	49·20
hievon:		
Gesamtkohlensäure	17·600	23·040
Schwefelsäure	10·586	12·874
"    berechn. als Natriumsulfat	18·795	22·857
Chlor	4·490	5·595
berechnet als Chlornatrium	7·408	9·232

Die Uebereinstimmung der „Russischen Kronen-Quelle“ mit den übrigen Thermalquellen ist vorhanden, wenn man die Summe der festen Bestandtheile = 100 setzt und die Werthe für Schwefelsäure und Chlor in Procenten berechnet:

	Sprudel	Russische Kronenquelle 22. Mai 1894
Summe der festen Stoffe	55·165	49·200
	enthalten Procente:	
Schwefelsäure	26·11%	26·17%
Chlor	11·46%	11·37%

Während der Grundaushubungen für den Neubau wurde nun gegen das Hôtel „Zur Stadt Hannover“ zu, SSO von der Kronenquelle, eine neue kleine Thermalader geöffnet, welche zuerst aus der jenen Theil des Bauplatzes erfüllenden sandigen Lehmschichte hervorbrach, später jedoch bis auf den Granit abgeteufelt wurde. Das Niveau ihres Ausflusses befand sich damals etwa 2 m tiefer, als der Spiegel in der Holzkastenfassung der alten Quelle.

Andererseits wurde ein natürliches kleines Bassin oberhalb der alten Fassung der Quelle „zur russischen Krone“ an der Grenze des Bauplatzes gegen den Garten des oberen Hauses „Zur Stadt Lübeck“ im anstehenden Granit angetroffen, welches aufgestautes Thermalwasser in einem Spalt enthielt, der längs einer Klufffläche im Gesteine verlief.

Im weiteren Verlaufe der Arbeiten quoll zwischen diesem Spalte und der alten Fassungsstelle die eigentliche (obere) Quelle in jenem Niveau aus dem Granite hervor, das sie von früherher durch die Holzfassung erhalten hatte.

Ergänzt man diese am Bauplatze des Hauses „Zur russischen Krone“ zum Aufschlusse gekommenen Thermalausflüsse durch jene beiden Quellen, welche in den Jahren 1845 und 1846 im tiefer gelegenen Nachbarhause „Zur Stadt Hannover“ geöffnet und später über ein Gutachten der medicinischen Facultät in Prag vom 20. Juni 1846 wieder verbaut wurden, so ergibt sich die in dem beiliegenden Plane auf Tafel XVIII ersichtlich gemachte Situation, deren Cöten nach der Aufnahme des Herrn Ingenieurs A. Schärf eingetragen und aus den im Archive des Stadtrathes von Karlsbad befindlichen Acten über die seinerzeitigen Verhandlungen betreffs der Quellen im Hause „Hannover“ ergänzt worden sind.

Die Situation der Tafel XVIII zeigt deutlich, was ich selbst an Ort und Stelle durch Anvisiren mit Hilfe des bergmännischen Compasses feststellen konnte, dass alle die genannten Thermalausflüsse aus einer Spalte kommen, welche von NNW nach SSO verläuft (Stunde 10 observirtes Streichen), und die derjenigen Richtung entspricht, welche als die wichtigste der Zerklüftungsrichtungen des Granites, allenthalben auch am Bauplatze zu beobachten ist.

Der Granit des Bauplatzes ist der feinkörnige Granit des Dreikreuzberges. Er ist theils normal von hellrother Farbe, theils halb kaolinisirt und an mehreren Stellen durch die von v. Hochstetter und F. Teller aus dem weiter unterhalb an der Stelle der jetzigen Marktbrunnencolonnade gelegenen Aufschlusse beim Abrisse des Hauses „Zum weissen Adler<sup>1)</sup>“ geschilderten Zersetzungs Vorgänge grün gefärbt. Hornsteingänge sind ebenfalls zu beobachten, und zwar in der gleichen Richtung wie die Thermalspalte verlaufend.

Die Eigenschaften der zwei Quellen auf dem Bauplatze waren zur Zeit meiner Anwesenheit (8. November 1893) die folgenden:

<sup>1)</sup> Denkschr. der Akad. der Wissensch. Wien. XXXIX. Bd., 1878.

	Menge in Liter pro Min.	Temperatur
Obere Quelle nahe an der Stelle der alten Fassung .	1·1	28·8° C.
Untere Quelle (8 m SSO der oberen Quelle)	0·3	38·1° C.

Die obigen Beobachtungen der Quellenspalte stimmen mit denjenigen, welche deren Richtung im unterhalb gelegenen Hause „Zur Stadt Hannover“ vom Jahre 1846 bezeichnen, vollkommen überein. Auch dort wurde nach einem in den Acten befindlichen Plane die Richtung des Quellspaltes (in obigen Plan Tafel XVIII durch Copie übertragen) als „muthmassliche Lage die Felsenkluft, aus welcher die Quelle A fiesst,“ angegeben.

Inzwischen hat aber die aus der topographischen Lage der einzelnen Quellpunkte hervorgehende Richtung der Thermalspalte ihre thatsächliche Feststellung durch die weiteren behufs Fassung der oberen Quelle vorgenommenen Tiefergrabungen in den Granitfelsen gefunden.

Die Mitte November 1893 am Bauplatze aufgeschlossene höhlenartige Erweiterung der Spalte hatte in der Richtung der Quellspalte eine Länge von ca. 2 m bei einer Breite von 0·6 und Tiefe von ca. 1·0 m unterhalb des beräumten Granites der Baustelle. Nach Nachrichten vom Beginne des Monats December, welche ich Herrn Ingenieur Schärf verdanke, erweiterte sich diese Höhle linsenartig auf ca. 3·5 m Länge und 1 m Breite und wurde bis in eine Tiefe von weiteren 4 m verfolgt. Die Ausfüllung bestand bis 1·5 m Tiefe aus sandigem Granitdetritus; darunter aber aus reinem Eisenocher. Es konnte eine Verbindung mit der oberhalb des Terrains bestandenen kleinen Blase im Spalte an der Grenze gegen den Garten des oberen Nachbarhauses („Stadt Lübeck“) nachgewiesen werden. Die Quelle selbst war im Zunehmen<sup>1)</sup>, dagegen sank die Ergiebigkeit des Schlossbrunnens beim Aushube des Schlammes in der erwähnten Höhle von 9·5 auf 7·3 Liter pro Minute.

Dieser Rückgang des Schlossbrunnens in Folge des beseitigten Aufstaus der Kronenquelle, deren Ergiebigkeit an der ca. 8 m unterhalb der neuen Ausflussöffnung gelegenen Fassungsstelle das ganz bedeutende Maass von 18 Litern bei 57·5° C. erreichte (s. u. Messung

<sup>1)</sup> Noch neuere Nachrichten und Messungen ergaben für die:

	am 11./1. 1894	
	Liter	Grad C.
Kronenquelle (Ausflusshöhe an der Fassungsstelle 382·708 m)	18·0	57·5
Schlossbrunnen .	6·65	46
Kaiser Karl-Quelle	1·80	35
Marktbrunnen	4·12	34·2
	am 4./2. 5./2. 1894	
	Liter	
	am 21./8. 1894	
	Liter	Grad C.
Kronenquelle (Ausfl. 389·5 m) 5·03 9·17 (Neuer Ausfl. 390·668 m)	5·38	47·8
Schlossbrunnen .	7·30	47·8
Kaiser Karl-Quelle	2·68	37·8
Marktbrunnen	(neu gefasst) 5·26	41·9

vom 11. Jänner 1894), beweist die hohe Empfindlichkeit der Thermen für Spannungsbeeinflussungen. Solche Erfahrungen bei derartigen Aufschlüssen innerhalb der Thermalzone geben im Kleinen ein getreues Bild dessen, was geschehen könnte, wenn ein bergmännischer Aufschlussbau in tiefem Niveau die Thermalspalten anfahren würde, worauf im III. Theile dieser Darlegungen zurückzukommen sein wird.

Die für die Beurtheilung des ganzen Quellensystems von Karlsbad wichtigen Beobachtungen an den Verhältnissen der Quellen des Hauses „Zur Russischen Krone“ sind die folgenden:

1. Die directe Blosslegung eines in Stunde 10 (genau 10 hora 2<sup>0</sup>) verlaufenden, steil (80°) gegen ONO fallenden Quellspaltes von ca. 5 m Länge;

2. die Aufdeckung der zweiten (unteren) Quellader in der Verlängerung des Quellspaltes, der damit eine Länge von 10·2 m erreicht;

3. endlich der Zusammenhang mit den beiden Quellen im Hause „Stadt Hannover“, der durch den im Jahre 1845 beobachteten Verlauf festgestellt erscheint.

Dadurch ergibt sich eine von sechs Quelladern auf 22 m Länge gebildete und durch directe Beobachtungen festgestellte Thermalspalte in der Richtung der Stunde 10 bis 10<sup>1</sup>/<sub>2</sub> des bergmännischen Kompasses (observirtes Streichen).

## B. Die Thermalspalte des Felsenabhanges in der Mühlbadgasse.

Noch an einer zweiten Stelle konnte während meines Aufenthaltes durch directe Beobachtung der Verlauf einer Thermalspalte festgestellt werden. Es ist dies die durch die Lage der Zerklüftung im Granite wie durch eine Reihe längs des Abhanges desselben hervorbrechender Quelladern bestimmte Thermenlinie der Mühlbadgasse, auf deren Wichtigkeit in anderer Hinsicht später zurückzukommen sein wird. Die Felswand hinter den Häusern Nr. 16 und 610 liess drei kleinere Quelladern beobachten, welche in einer Linie liegen, deren Richtung abermals mit Stunde 10 (hora 10 und 4<sup>0</sup> obs.) übereinstimmt. Die Entfernung der Quellader im Hause 610 von der südlicheren im Nachbarhause Nr. 16 beträgt etwa 12—15 m. Die Fallrichtung der Zerklüftung ist — wie schon v. Hochstetter feststellte — steil widersinnlich WSW gegen den Schlossberg bis seiger. Es dürfte bei eingehenderer Nachforschung leicht sein, die Verlängerung dieser Spalte sowohl gegen den Mühlbrunnen, wie auch gegen den Marktbrunnen hin nachzuweisen.

Auf der geologischen Karte (Tafel XIX) finden sich die drei genannten Quelladern und ihre Spalte in der Situation angegeben.

Zunächst wäre dieses Vorkommen als zweiter Fall der Beobachtung einer Quellspalte in Stunde 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub> festzuhalten.



### C. Die Quellspalten des Schlossbrunnens und Mühlbrunnens.

Aus dem mir zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellten Actenmateriale der Stadtgemeinde Karlsbad erlangten für die vorliegende Frage eine Anzahl von Protokollen über die Verhandlungen anlässlich von Neufassungen der Schlossbrunn- und Mühlbrunnquelle in den Jahren 1846, 1851, 1864 und 1879 einen ganz besonderen Werth. Dieselben lassen weitere Angaben entnehmen, welche eine Ergänzung zu den oben angeführten Beobachtungen in Bezug auf die Lage der Quellspalten bilden.

Den Verhandlungsprotokollen liegen nämlich Pläne bei, welche nicht nur bezüglich des constructiven Theiles der Quellfassungen detaillirte Angaben enthalten, sondern auch über die örtlichen Verhältnisse der aufgeschlossenen Quellen Aufschluss geben. Aus diesen Plänen ist das Folgende zu entnehmen.

#### a) Am Schlossbrunnen.

Die älteste der Darstellungen der Schlossbrunnenquellfassungen, jene aus dem Jahre 1846, ist in vorstehender Figur 1 mit einigen erläuternden von mir hinzugefügten Angaben reproducirt. Die Quellspalte kommt in diesem Plane sehr deutlich zur Darstellung und zwar sowohl im Aufrisse, welcher den Fallwinkel mit etwa  $57^\circ$  zu bestimmen gestattete, als auch in der Situation. Unter der Voraussetzung, dass die im Originalplane dargestellte Wand (*R* in Fig. 1) im senkrechten Schnitte von *A B* getroffen wurde, ergibt sich bei bekannter Richtung der Rückwand *R* des Schlossbrunnentempels, welche ich aus dem Stadtplane mit  $9^h 11^m$  (reduc.) entnehme, eine Richtung für die sehr klar eingezeichnete Schlossbrunnenquellspalte *b* im Grundrisse von hora 10.

Bei den Reconstructionen in den Jahren 1851/2 und 1878/9 wurde abermals das Vorhandensein einer Quellspalte constatirt, welche nach den Angaben Dr. Mannl's aus dem Jahre 1851 (März—April) sich einerseits gegen die „Stadt Paris“ hin fortsetzte, im Jahre 1878 aber aufwärts unter den Stufen der Stiege einen Ausbruch der Schlossbrunnquelle durch Unterwühlung des Verbaues aus dem Jahre 1852 ermöglichte. Diese unter der ganzen Breite des Tempels des Schlossbrunnens befindliche Spalte wurde 1879 neuerdings bis auf die eigentliche Quellöffnung verschlossen, wobei ihrem Verlaufe nachgeforscht und derselbe auf eine Erstreckung von etwa 4 Klafter sichergestellt werden konnte. Die Spalte fällt mit ca.  $40-60^\circ$  nach ONO. Die beiden Verbaupläne von Baumeister Hein (ex 1851) und Bauamtmann Renner (ex 1879), welche ich in der nachstehenden Figur 2 combinirt zur Darstellung bringe, und bezüglich deren Details auf die Erklärungen auf S. 708 u. s. f. verwiesen sei, gestatten nun ebenfalls zu entnehmen, dass die Spaltenrichtung nur wenig von der Richtung der Rückwand des Brunnentempels abweicht. Nach dem Plane Renner's vom Jahre 1879 beträgt diese Abweichung kaum  $6^\circ$  im Sinne einer gegenüber der Lage der Colonnade zunehmenden Drehung gegen den Meridian.

# Grundrisse und Profile des Schlossbrunnens und seiner Quellspalte vor seinem Einbau in den Jahren 1851 und 1879.

(Nach den amtlichen Bauplänen der Herren Hein und Renner zusammengestellt.)

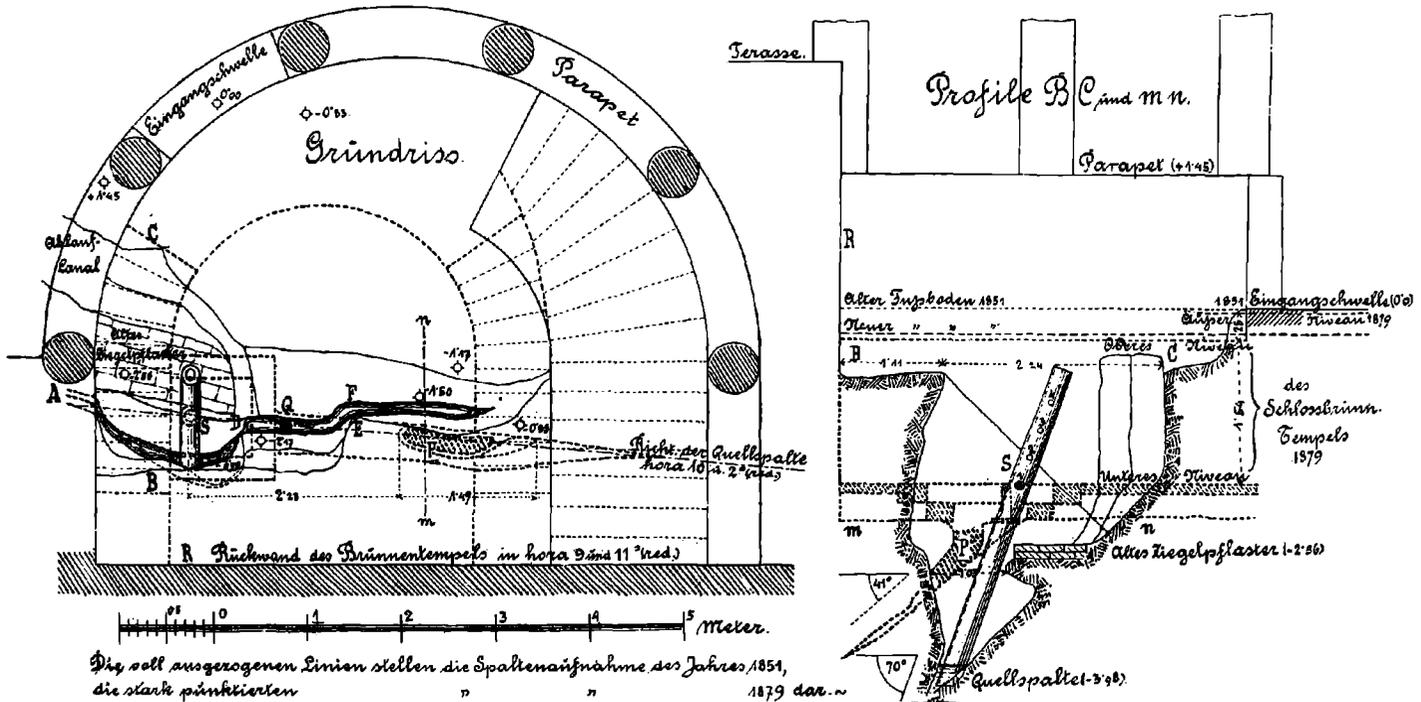


Fig. 2.

(Erläuterungen hiezu siehe folgende Seite.)

Fällt nun, wie ich direct beobachten konnte, sowie nach der Angabe des neuen Stadtplanes, die Lage der Colonnade in die Richtung hora 10, 5<sup>o</sup> (obs.), so ergibt sich für die Richtung der Quellenspalte des Schlossbrunnens unterhalb des Tempels die Stunde 10 und 11<sup>o</sup> (hora 10<sup>3</sup>/<sub>4</sub> obs. — hora 10, 2<sup>o</sup> red.). Die etwas unbestimmte Richtungsangabe Dr. Mannl's „gegen die Stadt Paris“ (Haus Nr. 433) ist aber im allgemeinen etwas geringer, etwa mit hora 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub> bis 9<sup>7</sup>/<sub>8</sub> (obs.), anzuschlagen. Aus der Zusammenfassung beider erhellet aber zweifellos,

### Erläuterungen zur Figur 2.

#### 1. Verbau aus den Jahren 1851 und 1852.

Vom Eingange *E* aus wurde der Fels bis auf die durchschnittliche Tiefe von 87 cm abgespitzt und theilweise mit Holzkeilen gesprengt. 1.11 m von der Wand *R* eröffnet sich eine Kluft in einer Weite von 2.29 m und Länge von 2.77 m, welche sich in einer Tiefe von 3.62 m (gerechnet von der Parapetmauer) bis auf eine Länge von 1.58 m verengt, wodurch der Absatz *D E* entsteht, in welchem sich die Spalte *F* befindet, die sich in schräger Richtung nach abwärts hinzieht. In einer Tiefe von 3.91 m vom Parapet ist das alte Ziegelpflaster zu bemerken, welches als Lager des Quadersteines diente, in dem der frühere Ständer eingelassen war. Die Kluft verengt sich hier bis auf 1.03 m. Von diesem Pflaster bis auf die Tiefe von 1.42 m (von der Parapetmauer daher 5.43 m) verläuft sich die Kluft in eine Spalte, welche zugleich den Aufsatzpunkt des hiernach zugespitzten und eingekeilten Ständers bildet und 13 cm breit ist.

Die Quelle entspringt im Punkte *Q*, 66 cm von *D* entfernt.

Der Ständer *S* ist 3.58 m lang, seine Steigung auf 63 cm Höhe 22 cm gegen den Eingang.

In einer Tiefe von 1.53 m befindet sich die jetzige Ausflussöffnung Nr. 1; 12 cm unter ihr die Kanalsohle, ihr gleich die letzte Schichte des Einbaues. Ueber dieser Oeffnung sind noch 3 Zapfenlöcher je 32 cm weit von einander. Es ist somit die Höhe der ausfließenden Wassersäule im Ständer 2.24 m.

#### 2. Auszug aus dem Berichte von Dr. J. Hofmann und Bauamtmann L. Renner über die Reconstruction vom Jahre 1878/9.

Bei dem erhöhten Interesse, welches der Schlossbrunnen vermöge seiner exceptionellen Höhenlage und als Normalquelle beansprucht, mag es hier gestattet sein, den wesentlichsten Theil des Bauberichtes vom Jahre 1879, welcher auch auf die Aufzeichnungen Dr. Mannl's über den Bau aus den Jahren 1851/2 Bezug nimmt, zu reproduciren.

Als am 13. December 1878 aus Anlass des Verbaues der Sprudelausbrüche die Quelle gemessen wurde, ergab sich per Minute bloss das Quantum von 10.75 Litern. Man war geneigt, diese Abnahme mit den erwähnten Ausbrüchen in Zusammenhang zu bringen, welche Voraussetzung sich jedoch als irrig herausstellte.

Als nämlich am 23. December die untersten Stufen der vom Eingange zum Schlossbrunnen links liegenden Treppe und das Steinpflaster abgenommen wurden, zeigte es sich, dass das Mineralwasser aus einer Stelle hervordrang, welche innerhalb jener Felspalte lag, die sich vom Ständer nach aufwärts hinzieht, und dass das Wasser sich unterhalb der Treppe eine Art Bassin ausgewühlt hatte, in welchem es mit der Ausflussöffnung des auf dem Ständer befestigten Zinnrohres auf gleicher Höhe stand. Als man dem so angesammelten Wasser gegen den Abflusskanal hin einen Abzug verschaffte, verschwand der Ausfluss aus dem Ständer und stellte sich derselbe erst wieder her, wenn jener Abzug durch Ziegel und Lehm wieder verlegt wurde und das Wasser sich wieder zur früheren Höhe stautete. Es war sonach klar, dass zwischen dieser, unter der Stiege in der sonst verschlossenen Felspalte befindlichen neuen Ausflussöffnung und dem Ständer eine Communication bestand, und dass es gelingen müsse, dem Wasser den früheren directen Weg in den Ständer wieder anzuweisen,

dass auch der auf etwa 6–8 m sichergestellten Thermalspalte des Schlossbrunnens ein Verlauf in Stunde  $9\frac{3}{4}$ — $10\frac{3}{4}$ , im Mittel Stunde  $10\frac{1}{4}$  obs. Streichen eigenthümlich ist. Auf der schematischen Darstellung der Tafel XVIII sind die observirten Werthe ersichtlich gemacht. Die um den Declinationsbetrag (ca.  $9^{\circ}$  westlich) reducirten Masse der beiden Textfiguren 1 und 2: hora 10 und hora 10,  $2^{\circ}$  stimmen damit überein.

indem man ihm den Weg verschliesst, welchen es sich in der Felsspalte nach aufwärts gebildet hatte.

Zur genauesten Information über die beim Schlossbrunn bestehenden localen Verhältnisse dienten die beim Gemeindecamte aufgenommenen Protokolle vom 17. Februar, 7. März und 22. April 1851, namentlich aber das von Herrn Dr. Rudolf Mannl verfasste Journal über die im Jahre 1850 an beiden Mineralquellen vorgenommenen Arbeiten und Beobachtungen, sowie der diesen Journale beiliegende, von Herrn Baumeister Hein angefertigte Plan über den Schlossbrunn vor dem Einbau im Jahre 1851. (Vergl. Fig. 2, S. 707.)

Es ist aus diesen Aufzeichnungen und dem Plane die Tiefe und Richtung der Felsspalte nach dem damaligen Bestande ersichtlich und daraus ferner zu entnehmen, dass die Felsspalte vor dem eigentlichen Einbauen des Ständers ganz mit Thon verschlossen wurde, um das Wasser aus derselben in den Ständer zu drücken. Später wurde die feste Vermauerung der Felsspalte beschlossen (17. Februar 1851).

Im März 1851 wurde der Felsen von Bergleuten abgearbeitet und mit diesen Arbeiten bis zum 12. April fortgefahren. Dabei kam es vor, dass das gesammte Wasser einmal aus einem Felsenriss herauskam und im Ständer verschwand. Dieser Riss wurde mit Holz verkeilt, worauf das Wasser in den Ständer zurückkehrte.

Bei dem weiteren Vordringen in die Tiefe fand man, dass die Spalte sich gegen die „Stadt Paris“ (Haus Nr. 433) hin fortsetzte und dass auch in dieser Richtung Wasser abfloss; auch dieser Abfluss wurde vermauert. Der Ständer (in der Länge von 3.58 m) wurde nun eingesetzt und dicht vermauert und hiermit die Arbeiten vorläufig abgeschlossen.

Im April 1852 wurde, wie aus einer weiteren Bemerkung des Journals hervorgeht, der Einbau vollendet und war als gelungen anzusehen, da der Schlossbrunn am 1. October 1852 in einer Minute 24 Seidel = 8 Liter ergab, während er im Jahre vorher bloss  $6\frac{1}{2}$  Seidel = 2.3 Liter geliefert hatte. Ueber die Art, wie dieser Einbau vollendet wurde, finden sich keine näheren Angaben. Aus dem aber, was bei dem Aufdecken eines Theiles der Felsspalte gegenwärtig (1878) zum Vorschein kam, lässt sich annehmen, dass die Spalte zunächst dem Ständer in der Richtung gegen den Schlossberg zu, mit dem damals beliebten, aus Ziegelstücken, Eisenfeilspänen und hydraulischem Kalk bestehenden Verbaumaterialie geschlossen wurde. Dieses compact und ziemlich fest gewordene Materiale reichte in der blossgelegten Spalte 2.23 m weit vom Centrum des Ständers; wie weit es in die Tiefe reicht, ist nicht zu ermitteln.

Weiter nach links, d. i. bergauf, war die Felsspalte mit weiss-grauem Thon, (Kaolin), der reichlich weissen Granitsand enthielt, verschlossen. Gerade unter der untersten Treppenstufe zeigte sich ein Loch in dieser Thonmasse, aus der das Wasser hervorsprudelte.

Es ist wohl als gewiss anzunehmen, dass man in den Jahren 1851 und 1852, als der Ständer eingemauert worden war und die Felsspalte ausgefüllt werden sollte, das vorher erwähnte Materiale nur zum Verschlusse des breiteren Theiles jener Spalte in der Nähe des Ständers verwendete, die engere Partie derselben aber mit Thon ausschlug, um durch dieses „undurchlässige“ Materiale das Heraustringen des Wassers an dieser Stelle, wo man der Enge der Spalten wegen mit gröbereren Massen nicht hantiren konnte, zu verhüten. Im Laufe der Zeit wurde der Thon ausgeschlämmt, einzelne Bestandtheile desselben in dem kohlenäurereichen Wasser gewiss auch gelöst, der Sand fiel in der Spaltenenge hinab und das Wasser spülte

### b) Die Mühlbrunnspalte.

In Folge einer Ergiebigkeitsverminderung des Mühlbrunnens im Jahre 1863 wurde im darauffolgenden Frühjahr eine Neufassung der Quelle vorgenommen, deren technische Details in einem Plane des Bauamtmannes Renner niedergelegt wurden. Derselbe enthält auch die näheren Angaben über den Verlauf der Quellspalte des Mühlbrunnens, wie die Reproduction des Verbaunungsplanes in der nachstehenden Figur 3 angibt.

Das Wasser desselben sammelt sich in einer Spaltenerweiterung, einem Becken, in welches ein aus der Brunnstube kommender Spalt (Canal) läuft. Die ganze Längenerstreckung dieses Canales sammt dem Becken beträgt nahe 15 Wr. Fuss 4·8 m. Die Streichungsrichtung der Quellspalte ist auf dem Originalplane irrthümlich mit hora 17 angegeben. Eine Nachcontrole, welche ich vornahm, hat nach der Situation ergeben, dass diese Richtung um 90° falsch abgelesen wurde, und dass die Richtung der Mühlbrunnspalte mit der

sich unter dem Thon und durch denselben einen Gang aus, der schliesslich unter der ersten Treppenstufe nach aussen mündete.

Dieser mit nach unten zu immer weicher werdendem Thon ausgefüllte Theil der Spalte wurde nun soweit gereinigt, als man mit der Hand und mit löffelartigen Instrumenten eindringen konnte, während gleichzeitig eine in den Ständer eingesetzte Pumpe das Wasser aus der Spalte entfernte.

Es wurde in den Tagen vom 28. bis 30. December mit kurzen Unterbrechungen gepumpt und viel Schlamm dadurch heraus befördert.

Die Communication zwischen dem Ständer und der Spalte war so eclatant, dass man, wenn das Wasser in der letzteren ziemlich tief stand, jeden Pumpenhub dasselbst hören und die dadurch hervorgebrachte Bewegung des Wassers sehen konnte.

Nach dem Ausräumen der Spalte konnte dieselbe mittelst einer hinabgelassenen Kerze erleuchtet und constatirt werden, dass in derselben kein Wasser aus dem Felsen auströmte, sondern dass dasselbe im Grunde der Spalte unter dem Verbau vom Jahre 1851—1852 von der Gegend des Ständers, also der eigentlichen Quelle herkam. Das Wallen des Wassers bei damit erfüllter Spalte, welches namentlich an der Stelle, wo das früher erwähnte Loch in der Thonmasse sich fand, stark war, rührte nur von ausströmender Kohlensäure her.

Beim Sondiren des Ständers mittelst einer eisernen Stange konnte die Stelle markirt werden, wo der Ständer zu Ende ging (6' 6" 205 cm von oberen Rande desselben); 2' = 63 cm tiefer erreichte die Sonde den Grund der Felspalte. Dasselbst konnte die Gegenwart von Schlamm und Sand constatirt werden, zu deren Beseitigung ein sogenannter Schmandbohrer angewendet wurde.

Am 30. December Vormittags wurde mit dem Verbauen begonnen und die tieferen eugeren Parteen der Spalte mit kleinen Cementsäckchen (1 Theil Sand, 3 Theile Portlandement) ausgefüllt. Darauf kamen grössere Säckchen, endlich Cementmörtel und trockener Cement. Die so ausgefüllte Strecke reicht 149 cm weit von dem früher erwähnten alten Verbaue an gerechnet, endet also 372 cm vom Centrum des Ständers. Am 31. December früh wurde die letzte Cementschichte aufgetragen, nachdem die Stellen, an denen die Kohlensäure sich durch die noch nicht erhärtete Masse kleine Gänge gewühlt hatte, mit Holz verkeilt worden waren. Sodann wurde das zimmerne Abflussrohr auf dem Ständer befestigt, worauf das Wasser, welches seit dem Verschlusse der Spalte aus der Mündung des Ständers hervorgequollen war, in wenigen Minuten auszuströmen begann. Um 10 Uhr Vormittags gab die Quelle bei einer Temperatur von 44·2° R. (55·3° C.) in der Minute 10·25 Liter, am Nachmittage 11 Liter, am 3. Jänner 1879 11·75 Liter, am 4. Jänner 12·15 Liter.

## Quellspalte des Mühlbrunnens.

(Nach dem Plane des städt. Bauamtmannes L. Renner über den im Jahre 1864 ausgeführten Verbau.)

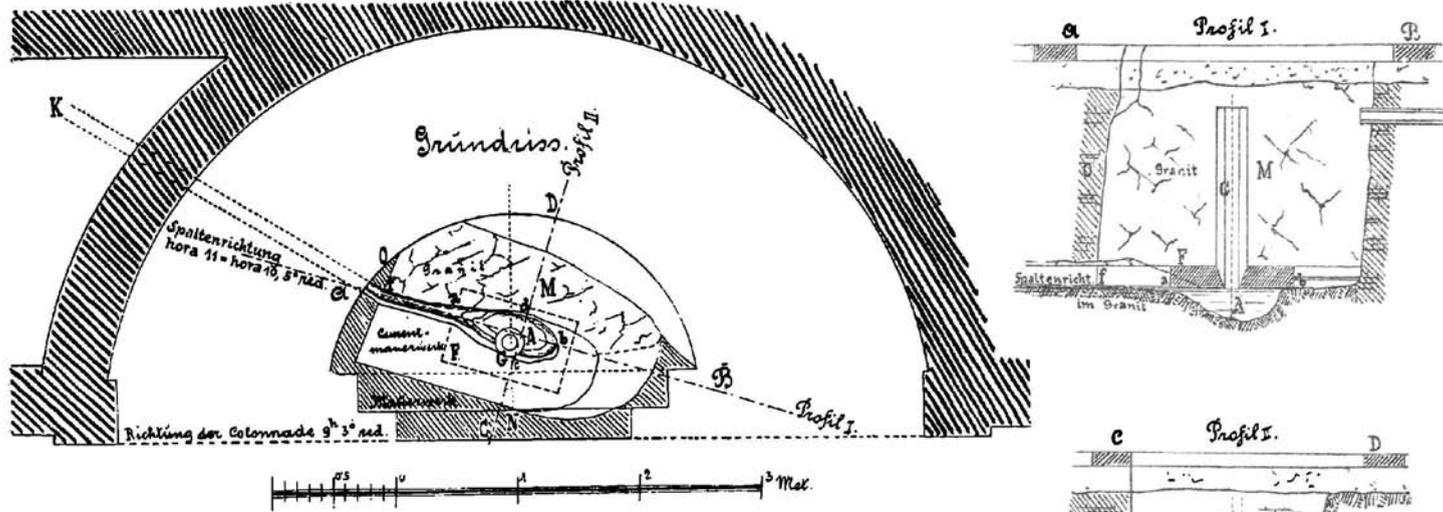


Fig. 3.

- A Becken im Felsen, in welches der Mühlbrunn aus der Spalte *f a* läuft.  
 B u. M = Felsenwände.  
 N u. O = Mauerwerk.  
 F = Granitplatte über dem Becken, konisch durchlocht, worin  
 G der Ständer von Kiefernholz eingeklebt ist. Der Raum um den Ständer ist bis an die Felsenwände M, B und das alte Mauerwerk N und O mit Portland-Cement und Ziegeln vermauert.  
 Der Mühlbrunn-Canal *af* geht in der Stunde 11 unter dem Gemäuer der Trinkhalle bis in das anstossende Lokale, woselbst die Oeffnung bei Punkt *K* ebenfalls mit Portland-Cement verbaut worden ist.

Längsrichtung der Nische beziehungsweise der jetzigen Colonnade einen Winkel von ca.  $20^{\circ}$  einschliesst, was einem Azimuth von  $165^{\circ}$  oder Stunde 11 obs. Streichen entspricht<sup>1)</sup>.

#### D. Die Quellspalte der Elisabeth- und Orchesterquellen.

Ausser an den vorerwähnten beiden Brunnen wären wohl noch mannigfache Beobachtungen über die Beschaffenheit der Austrittsstelle der Thermen beim Baue der Mühlbrunnencolonnade möglich gewesen. Leider befinden sich keinerlei darauf bezügliche Angaben in den zu meiner Kenntniss gelangten Acten und Plänen, unter welchen sich nur ein Grundriss der ganzen Colonnade mit den eingezeichneten Fassungsstellen der Quellen als bloss topographisch verwertbares Material vorfindet. Eine verjüngte Wiedergabe des Planes der Neubrunnencolonnade mit den in derselben entspringenden Quellen gibt die auf Seite 715 befindliche Figur 5.

Eine Angabe über einen Spaltenverlauf — und darum handelt es sich wesentlich bei der Beurtheilung der ganzen Tektonik des Quellenterrains — könnte noch einem alten Situationsplane entnommen werden, welcher das Signum des Herrn Hugo Göttl trägt, im städtischen Museum aufbewahrt ist und eine Felsenaufnahme bei der Mühl- und Neubrunnencolonnade darstellt. Die nebenstehende Textfigur 4 stellt eine Reproduktion dieses Planes dar.

Es werden darauf an der Stelle der Fassung der heutigen südlichsten Quellader der Elisabethquelle (I Fig. 5) drei bis vier Quelladern als „Ausflüsse der Theresienquelle“ angegeben, die unter sich, sowie mit einem anderen Quellenausbruche (*P* des Planes, etwa in der Hälfte des Abstandes der Theresienquelle vom Bernhardsbrunn) in einer geraden Verbindungslinie liegen, die im Längenprofile als fortlaufende zusammenhängende Klüftung (I, II, III) angegeben erscheint. Die Länge dieser, nach der heutigen Bezeichnung etwa als Spalte der unteren Elisabeth- und Orchesterquellen anzusprechenden Quellspalte beträgt nach dem alten Plane 9 Klafter (ca. 17 m); ihre Richtung geht in Stunde  $9\frac{2}{3}$  bis  $10\frac{1}{4}$  (obs. Streichen).

Die topographische Grundlage des angeführten Planes Fig. 4 ist aber leider keine unanfechtbare, da sich nach dem genauen Plane der Neubrunnencolonnade, welchen die nachfolgende Figur 5 mit Hingeweglassung des quellenlosen Nordflügels darstellt, die Situation der Quellausbruchpunkte zum Theile abweichend herausstellt<sup>2)</sup>.

Die Angaben dieser letzten und zweifellos genauesten Aufnahme dieser Quellengruppe sind auf eine Grundrissaufnahme der ganzen Colonnade, ausserdem aber auf mündliche Mittheilungen basirt, welche ich Herrn Ingenieur Ad. Schärff verdanke.

<sup>1)</sup> Aus dem Protokolle über den 1864 durchgeführten Verbau der Mühlbrunnenquelle wäre die Beobachtung erwähnenswerth, dass das Wasser der Spalte aus der Gegend K kam, was aus dem Umstande geschlossen wurde, dass das Wasser durch flockige Reste eines aufgelockerten schwarzen Kittes, die einem alten Verbaue an jener Stelle entstammten, temporär getrübt war.

<sup>2)</sup> Die wesentlichste Differenz besteht in der Situation der Theresienquelle in Fig. 4, welche weder der Fassungsstelle, noch dem gegenwärtigen Auslaufe, offenbar wohl einer früher vorhandenen Auslaufstelle entspricht.

### Felsenaufnahme bei der Mühl- und Neubrunn-Colonnade.

Mit Situation der Quellen und einiger Ausbrüche.

(Nach einem Plane des Herrn Hugo Göttl aus dem Jahre 1871.)

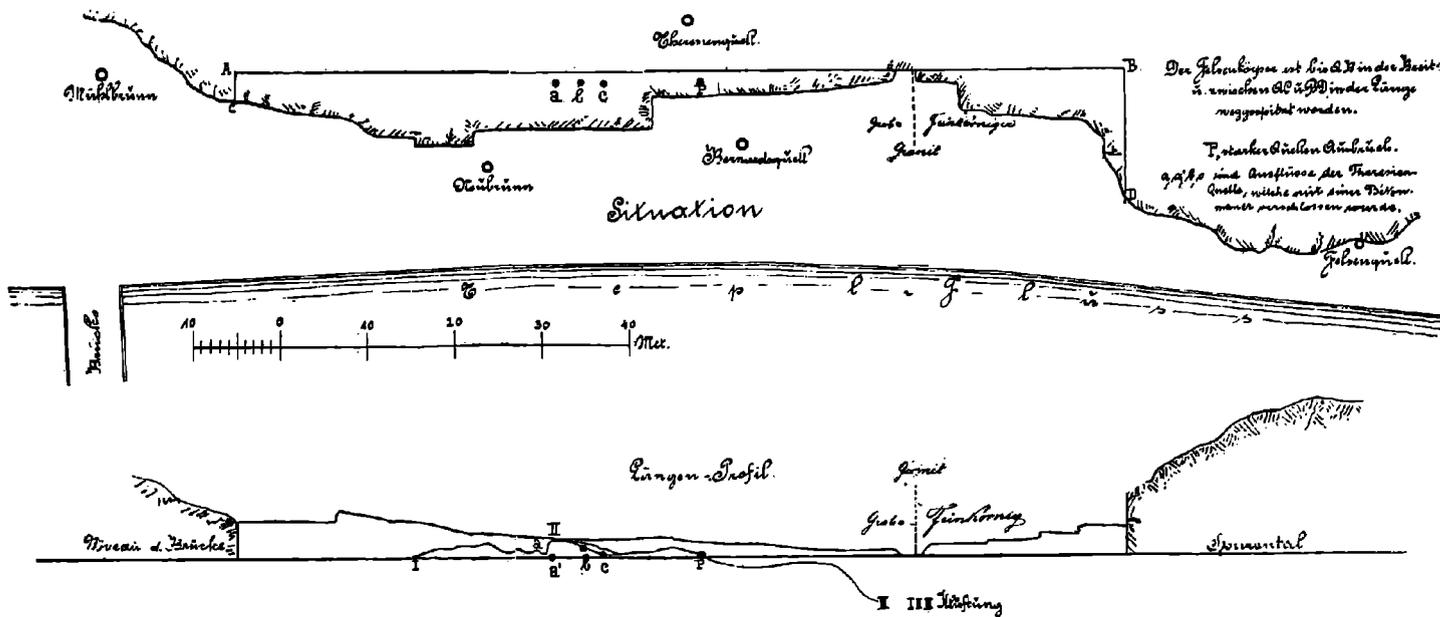


Fig. 4.

Der Felskörper ist bis A in der Breite  
 zwischen B und C in der Länge  
 vergrössert worden.

F. starker Eisenbrunn.

a, b, c sind Ausflüsse der Theresian-  
 Quelle, welche mit einer Dünne  
 nicht durchlassen werden.

Jura Eisenbrunn.

Granit Eisenbrunn.

Bezüglich der Fassungen des Neubrunnens und des Bernhardsbrunnens, welche durch Ständer analog wie jene des Schlossbrunnens und Mühlbrunnens bewerkstelligt werden, liegen nähere Angaben über den Verlauf der Quellspalten nicht vor. Ihr Auslauf erfolgt aus zinnernen Ständern in nächster Nähe der Fassungsstellen.

Bezüglich der Theresienquelle ist anzuführen, dass dieselbe nur in den Wintermonaten an der angegebenen, um eine Treppe höher liegenden Stelle vollständig zum Auslaufe gelangt, da ein Theil derselben während der Curzeit seit dem Jahre 1881 als „Parkquelle“ in den Stadtpark abgeleitet wird. Auch über die Theresienquelle konnte ich nähere Angaben in den mir zur Verfügung gestellten Aufzeichnungen nicht finden.

Interessanter sind die Verhältnisse des Elisabethbrunnens, dessen Auslauf, der am Nordende der Colonnade symmetrisch zu jenem des Neubrunnens angebracht wurde, eine Summe der Zusammenfassung von vier Quelladern (I bis IV des Planes) darstellt. Dieselben liegen, wie die Fig. 5 zeigt, durchaus nicht etwa auf derselben Quellspalte, da die „Obere Orchesterquelle“ (II) zweifellos einem mehr bergwärts gelegenen Ausbruchspunkte entspringt. Es ist bei genauerer Controle der Distanzen vom Neubrunnen und Bernhardsquell aber unschwer zu entnehmen, dass von den drei Punkten *a*, *b*, *c* der Fig. 4, welche am Göttl'schen Plane als „Ausflüsse der Theresienquelle“ bezeichnet wurden, etwa der Punkt *b* der heutigen Fassung I der Elisabethquellen entspricht. Ebenso ist der „Starke Quellen-Ausbruch P“ der Fig. 4 im weiteren Verlaufe der Klüftung gewiss mit einer der Unteren Orchesterquellen zu identificiren.

Auf der Fig. 5 ist die Verbindung mit den Quelladern III und IV ersichtlich gemacht. Die Richtung der so festgelegten Quellspalte ist hora 9 und 5° reducirt. Die Verbindung „Elisabeth I“ mit der in die Curhausbäder abgeleiteten eigentlichen Unteren Orchesterquelle, deren relativ grössere Ergiebigkeit ausserdem noch für die Identität mit dem „Starken Quellen-Ausbruch P“ der Fig. 4 spricht, ergäbe ein um 6° grösseres Azimuth der Quellspalte.

Jedenfalls lässt sich aus dem Zusammenhalte der Figuren 4 und 5 die Lage der Spalte der Unteren Elisabeth- und Orchesterquellen als zwischen 9 hora 5 bis 11 Grad reducirtem, also **Stunde 10—10<sup>1</sup>/<sub>3</sub>** obs. Streichen liegend bei einer Länge von 16—19 m feststellen.

Einen in Fig. 5 durch die Profillinie *AB* angedeuteten Querschnitt durch die Neubrunncolonnade gibt die auf Seite 717 befindliche Fig. 6 in etwas (2·2 maliger) vergrösserter Darstellung<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> In dem Archive der Stadtgemeinde fand sich eine kurze Beschreibung der Quellenfassung der „Unteren Orchesterquelle“ im Bernhardsbrunnencanal, sowie der „Oberen Orchesterquellen“ vom 4. und 6. April 1875. Leider konnten die detaillirten Verbaupläne dieser Quellen mit Ausnahme der mehr generellen Darstellung der Fig. 5 nicht vorgefunden werden, so dass uns, wie oben bemerkt, gerade für die Stelle der grossen Colonnade andere als die oben behandelten Anhaltspunkte für die gegenseitigen Beziehungen dieser ganzen Reihe interessanter Quellen mangeln. Dieser Umstand, der im Vergleiche zur grossen Sorgfalt, mit der seinerzeit ähnliche Fälle (z. B. Aufschluss beim

### Grundriss des südlichen Theiles der Neubrunn-Colonnade.

(Nach den Plänen des Stadtbauamtes Karlsbad und Detailangaben des Herrn Ingenieur A. Schärf zusammengestellt.)  
(Profil A B, siehe Fig. 6, S. 717.)

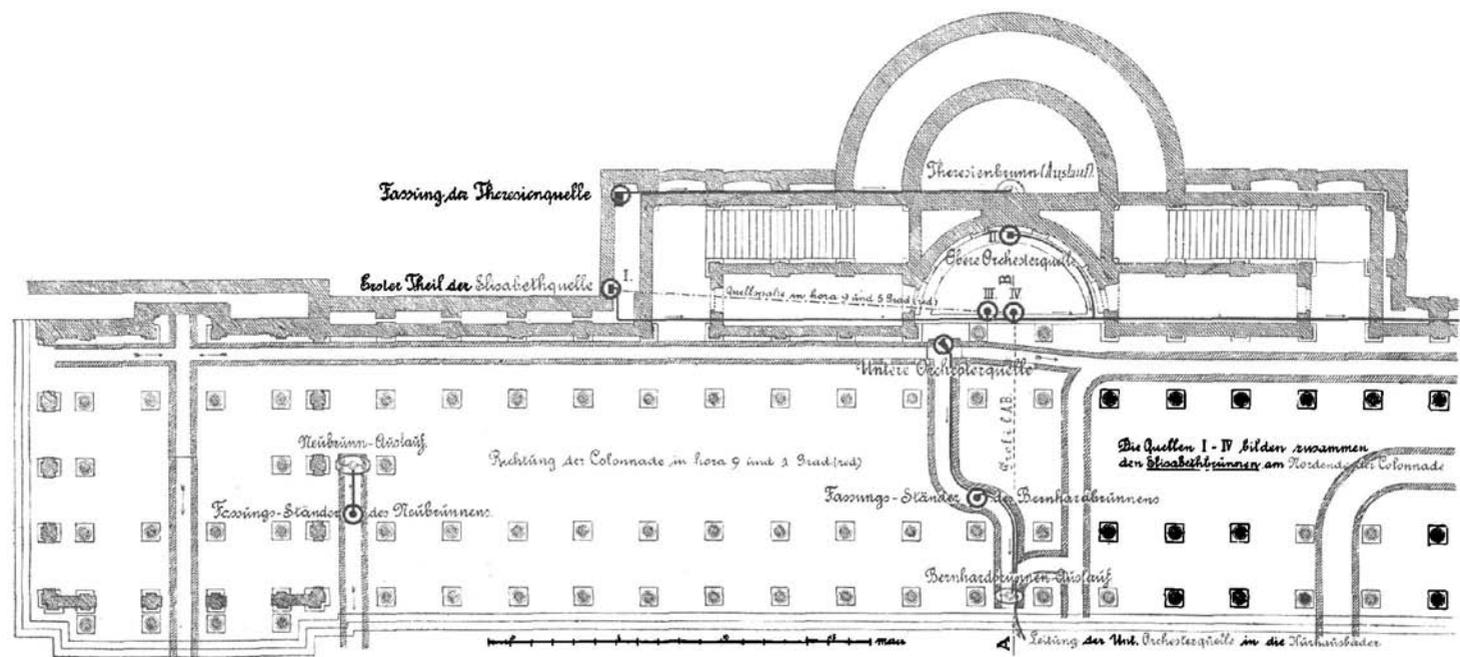


Fig. 5.

Situation der Fassungsstellen und des Auslaufes der mittleren Gruppe der kleineren Karlsbader Thermen.

### E. Hornsteingang der Quellen im Militärbadehause.

Schliesslich erübrigt noch bezüglich der Beobachtungen von Quellspalten auf die Angaben hinzuweisen, welche v. Warnsdorff über die beim Grundgraben zum neuen Militärbadehause im Jahre 1852 zufällig erschürfte neue Quelle des Kaiserbrunnens gemacht hat<sup>1)</sup>.

Unter einer von Gerölle und Torf bedeckten Lehmschichte wurde ein Hornsteingang blossgelegt, aus dessen Klüften das 38—39° R. warme Thermalwasser unter Druck ausbrach.

Als Richtung dieses Hornsteinganges wird von v. Warnsdorff gleichermaßen die **Stunde 10<sup>1/2</sup>** bei 70—75° Einfallen in SW angegeben.

Aus den im Vorstehenden angegebenen, sechs vorhandenen Fällen theils gegenwärtig von mir, theils von früherher beobachteter und durch Aufzeichnungen sichergestellter Richtungsbestimmungen von Quellspalten geht hervor, dass dieselben mit ganz geringen Abweichungen insgesamt der **Hauptrichtung in Stunde 10** folgen.

Bane der Marktbrunncolonnade, Demolirung des „Weissen Adler“<sup>2)</sup> behandelt wurden, als ein überaus bedauerlicher bezeichnet werden muss, rechtfertigt wohl die weiter unten in Bezug auf Beobachtungen bei Aufschlüssen im Quellenterrain gemachten Vorschläge. (Vergl. S. 729.)

Um ein beiläufiges Bild über die Art der Fassung der Orchesterquellen zu geben, sei einer der obgenannten Berichte des Bürgermeisters Dr. Sorger hier angeführt. (Man vergleiche hiezu die nebenstehende Fig. 6.)

Beschreibung der Quellenfassung im Bernhardsbrunnen-Canal unterhalb des Orchesters in der Neubrunn-Colonnade. (Untere Orchesterquelle.)

Das heisse Wasser strömt aus zwei im härtesten quarzitähnlichen (!) Granit sich vorfindenden 16 cm von einander entfernten Felsenspalten heraus.

Ueber den besagten Ausflüssen wurde ein 79 cm langer und 42 cm breiter Kasten aus starkem Zinn derart postirt, dass die Oeffnungen in dem Felsen bedeckt erscheinen.

Die sich ergebenden Zwischenräume zwischen dem Kasten und dem Felsen wurden mit Portland-Cement in kleinen Leinwandsäcken und Werg ausgefüllt.

Dies wurde so lange fortgesetzt, bis die an der Oberfläche der Cementmasse zum Vorschein getretenen Gasbläschen während eines mehrstündigen ununterbrochenen Wasserauspumpens verschwanden, und der Beton hart geworden war.

Während dieser Operation hatte das heisse Wasser Gelegenheit, durch ein Seitenrohr, welches am Kasten angebracht ist, abzufließen.

Nach vollständiger Erhärtung der Cementmasse wurde der Ausfluss verstopft, während ein 47 cm hohes Steigrohr angeschraubt wurde, welches an den Seitenwänden des 95 cm hohen Canals durch Mauerhaken befestigt ist und das heisse Wasser in die Bäder des Curhauses leitet.

Diese Leitung geschieht durch Eisenröhren von 72 mm Durchmesser. Die Fassung selbst ist durch den Canal gut zugänglich.

Das Wasser hat eine Temperatur von 68.1° C. Die Quelle liefert pro Minute 34.65 Liter.

Ueber die Fassung der Oberen Orchesterquellen besagt ein zweiter Bericht, dass die analog gewählten „Fangkästen“ in zwei 42, bzw. 63 cm messende Vertiefungen versenkt wurden. Die gleich warmen (50° C.) Quelladern wurden vereinigt und gaben 3.2 Liter pro Minute.

<sup>1)</sup> Jahrbuch der geol. R.-Anst. 1855, S. 88.

## II. Die Hauptthermenlinie.

Von Seite des löbl. Stadtbauamtes Karlsbad wurde mir ein Exemplar des neuen Stadtplanes im Massstabe 1:500 zur Verfügung gestellt, in welchem die Mehrzahl der Quellenfassungen sowie andere Aeusserrungen der Thätigkeit der Thermen von Herrn Stadtbauingenieur A. Schärf markirt worden waren, und das von mir bezüglich der eigenen Beobachtungen sowie aus den Acten zu ersiehender Daten über sämtliche Quellen ergänzt wurde.

Dieses erste Exemplar eines auf unanfechtbarer geodätischer Grundlage verfassten Quellenplanes, welches als Basis für die weiter unten präcisirten Vorschläge zur Erweiterung desselben dienen soll, gab zu den folgenden Beobachtungen und Erwägungen Anlass.

### Querschnitt durch die Neubrunn-Colonnade.

(Vergrössertes Profil AB der Fig. 5.)

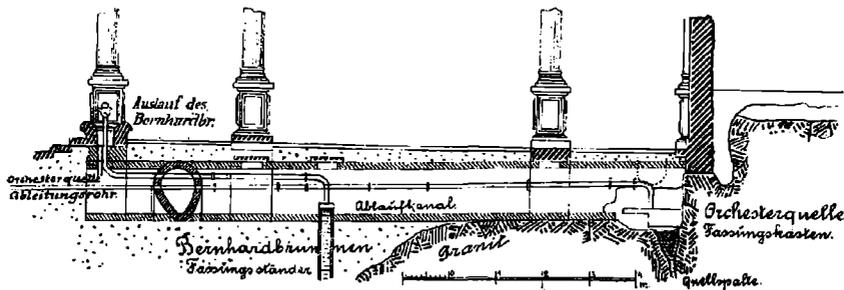


Fig. 6.

Mit der Fassungsstelle der Unteren Orchesterquelle und des Bernhardbrunnens.

### A. Rückblick auf bisherige Forschungsergebnisse.

Ferd. v. Hochstetter war auf Grund seiner im Jahre 1855 stattgehabten officiellen geologischen Aufnahme des Karlsbader Gebietes zur Ansicht gelangt<sup>1)</sup>, dass sich alle Karlsbader Thermen hinsichtlich ihrer Lage auf zwei parallele Quellenzüge nach Stunde 9–10 zurückführen lassen, welche er den Sprudel-Hauptzug und den Mühlbrunn-Nebenzug nannte. Diese beiden Quellenzüge lägen auf zwei parallelen Gebirgsspalten, der Sprudel-Hauptspalte und der Mühlbrunn-Nebenspalte, welchen an der Gebirgs ober-

<sup>1)</sup> Vgl. seine Schriften: Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen (mit einer geol. Karte), Karlsbad 1856; ferner: Ueber die Karlsbader Thermen in zwei parallelen Quellenzügen auf zwei parallelen Gebirgsspalten. Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften 1856, Bd. XX; endlich: Ueber einen neuen geol. Aufschluss im Gebiete der Karlsbader Thermen. Denkschriften d. Akad. d. Wissenschaften 1878, Bd. XXXIX.

fläche die Thalbildungen der Schlucht der Pragergasse und des Teplthales vom Mühlbrunn abwärts entsprächen. Als Ursache dieser Thalbildung wurde die Haupt-Zerklüftungsrichtung des Karlsbader Granites nach Stunde 8—10 angenommen und aus einer zweiten hervorragenden Zerklüftung senkrecht zur ersteren nach Stunde 2—4 auf eine Seitenspaltenbildung geschlossen, welche durch den Lauf der Tepl oberhalb des Sprudels sowie durch das Thal von Klein-Versailles ihren orographischen Ausdruck finde. Das Centrum der heissen Wasser-Eruption, der Sprudel, liege im Kreuzungspunkte der Sprudelhauptspalte mit der Seitenspalte des Teplthales längs der Alten Wiese; alle anderen Quellen seien Nebenquellen auf Seiten- und Nebenspalten, welche ihr Wasser einer Communication dieser Spalten mit der Sprudelhauptspalte verdanken.

Diese Darstellung gipfelt mit Bezug auf die vor Hochstetter zum Ausdruck gelangten Ansichten über den geologischen Zusammenhang der einzelnen Thermen in dem Satze: „Die Hoff'sche Quellenlinie<sup>1)</sup> hat nur topographische Bedeutung, keine geologische“.

Der wichtigen Studie, welche wir Prof. C. Naumann über die gegenseitigen Beziehungen der Karlsbader Granitvarietäten verdanken<sup>2)</sup>, ist auch anhangsweise eine kurze Darlegung „Ueber die Richtung der Quellenlinie in Karlsbad“ angefügt. Naumann controlirte eine Reihe von Richtungsbestimmungen verschiedener Quellenverbindungs-linien, und indem er die Abweichungen des Alignements derselben untereinander verglich, gelangte er zur Schlussfolgerung, „dass der eigentliche Sprudel, der Marktbrunnen, der Mühlbrunnen, der Bernhardbrunnen, die Felsenquelle und der Kaiserbrunnen sehr nahe längs einer und derselben Linie geordnet seien. Ja, selbst der weit südlich gelegene Sauerbrunnen (Dorotheenau) und die weit nördlich gelegene Eisenquelle fallen so nahe in dieselbe Linie, dass sie sich

<sup>1)</sup> Als solche ist die Verbindungslinie des Sprudels mit dem Sauerbrunnen in der Dorotheenau zu verstehen, in deren Verlängerung auch die später gefundene Eisenquelle im Wiesenthale gelegen ist. v. Hoff, Geologische Bemerkungen über Karlsbad, Gotha 1826.

<sup>2)</sup> „Ueber den Granit des Kreuzberges bei Karlsbad“. (Mit 2 geol. Kartenskizzen.) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1866. Naumann erkennt ganz bestimmt den Charakter des feinkörnigen Granites, „dessen Auftreten in gangartigen Zügen und seine scharfe Trennung im Contacte mit dem grobkörnigen Granite zum Schlusse auf sein jüngeres Alter berechtigen.“ Aber er fügt auch bezüglich der Altersverschiedenheit beider Granite weiter hinzu, „dass ein langer Zeitraum ohnedies nicht zwischen ihrer Bildung liegen dürfte; sie verhielten sich zu einander wie so häufig die feinkörnigen und die grobkörnigen Granite einer und derselben Gegend, und seien wohl jedenfalls mehr als successive Glieder einer und derselben Granitformation, denn als zwei völlig verschiedene Formationen zu betrachten“. Damit ist auch für ihn die Ausschcheidung nur zweier Granitvarietäten gerechtfertigt. Beyer's lichtvolle genetische Darlegungen (Die Tektonik der Granitergüsse von Neudeck und Karlsbad. Jahrb. d. geol. R.-A. 1879. S. 405) haben gezeigt, wie sehr Naumann's Auffassung der Wahrheit nahe kam, und ein Vergleich der Naumann'schen Kartenskizze mit der neuen geologischen Karte Karlsbads von Fr. Teller (Tafel XIX) zeigt, mit welcher Präcision Naumann unter Benützung der ersten besseren Karte des Stadtgebietes (dem Franieck'schen Promenadenplane) damals schon die Abgrenzung der Granite vernahm.

bei einem allgemeinen Ueberblicke recht wohl als deren beide Endpunkte betrachten lassen<sup>1)</sup>. Naumann wendet sich aber auch bereits gegen die Zweitheilung des Quellenzuges im Sinne v. Hochstetter's, indem er die ungenauen Richtungsangaben der von v. Hochstetter benützten Micoletzky'schen Karte durch die genaueren des Franieck'schen Planes corrigirt<sup>2)</sup>.

Ich stelle die nachfolgenden Angaben Naumann's in eine Tabelle zusammen.

### Quellenlinien auf Grund von Naumann's Angaben.

Topographische Quellenlinie:	Differenz vom wahren Meridian nach Naumann's Beobachtungen	Aus nebenstehenden Werthen folgt:	
		Wahres Azimuth	Reducirte Stunde des bergm. Comp.
Neubrunnen — Mühlbrunn — Marktbrunn — Sprudel (Fast genau in einer Linie)	— 27°	153°	10h 3°
Felsenquelle — Bernhardsbr. — Neubrunn (Sehr nahe in 1 Gerade fallend)	— 36°	144°	9h 9°
Kaiserbrunn — Felsenquelle	— 39°	141°	9h 6°
Mittlere Richtung — Corri- girte Hoff'sche Quellen- linie.	— 32°	148°	9h 13°

Das Resultat dieser Beobachtungen kleidet Naumann in die folgenden Worte: „Ist also die Annahme erlaubt, dass die Quellenpalte vom Sprudel bis gegen den Kaiserbrunn ihre anfängliche Richtung um 12° ändert, so würden sich alle diese Quellen aus einer gemeinschaftlichen Spalte deriviren lassen, deren mittlere Streichrichtung etwa 32° vom Meridiane abweicht, also sehr nahe hora 11 ist. Die übrigen Quellen würden aus oberen Abzweigungen derselben Hauptspalte entspringen, in welcher tiefer abwärts die sämtlichen Wässer ihren Lauf nehmen, während die hauptsächlichste Wassereruption an der Stelle des Sprudels stattfindet.“ „Wir können daher bis auf Weiteres hora 11 als die corrigirte Richtung der Hoff'schen Quellenlinie be-

<sup>1)</sup> A. a. O. S. 32 u. s. f.

<sup>2)</sup> S. 34 sagt Naumann direct: „Uebrigens scheint sich die Existenz zweier nach hora 9 (oder hora 9<sup>4</sup>) orientirter Quellenzüge selbst topographisch kaum nachweisen zu lassen, sobald man einen richtigen Plan von Karlsbad zum Anhaltspunkte nimmt.“

trachten“<sup>1)</sup>. In Bezug auf deren geotektonische Ursache verweist Naumann nur auf die Andeutung v. Warnsdorff's, dass sie der Erhebungslinie des Böhmerwaldes parallel laufe.

Von einem späteren Beobachter und genauen Kenner der geologischen Verhältnisse des Karlsbader Gebietes, Herrn Geologen F. Teller, wurde betont<sup>2)</sup>, „dass die Thermalwässer auf Spalten circuliren, die sich in ihrer Gesamtheit zu einer schmalen, aber auf eine Länge von nahezu 2 Kilometer zu verfolgenden Zone gruppiren“. Herr Geologe Teller sagt weiter: „Diese Thermalzone streicht von SSO nach NNW und folgt somit einer Richtung, welcher bekanntlich in dem Gebirgsbau des Böhmerwaldes wie in jener des Erzgebirges eine hervorragende Bedeutung zukommt“.

In dieser wie in der vorhergehenden Darlegung von C. Naumann ist jedenfalls ein Zurückgreifen auf die Ansicht v. Hoff's über die Lage der Quellen zu erblicken.

Von welcher wesentlichen Bedeutung die Klärung der Frage nach dem präzisen, zunächst nur aus den Austrittspunkten der Quellen an die Oberfläche zu constatirenden Verlaufe der Thermalspalten ist, erhellet aus den für die Prophylaxe in Bezug auf den Thermenschutz sich hieraus ergebenden Folgerungen, welche Herrn Geologen Teller zum Vorschlage der Aufstellung eines Schutzrayons von elliptischem Umfange, der mit seiner, der Thermalspalte entsprechenden längeren Achse bis in das Erzgebirge reichen soll, bewogen haben.

Aus diesen Gründen habe ich sofort versuchen müssen, an der Hand des genauen Stadtplanes und der darin angegebenen Quellenausbruchspunkte, Thatsachen, welche entweder für oder gegen eine der beiden divergirenden Ansichten über die Lage der Thermen sprechen könnten, zu sammeln. Das Ergebniss dieser Studien lässt sich in Folgendem übersichtlich zusammenstellen.

## **B. Alle Thermen von Karlsbad liegen auf einer Hauptspalte, welche der Hoff'schen Quellenlinie entspricht.**

### **a) Quellenfunde nach Hoff.**

1. Als v. Hoff im Jahre 1825 seine „Geognostischen Bemerkungen über Karlsbad“ veröffentlichte, war als nördlichste der Quellen diejenige des Hospitals (Spitalbrunn) bekannt, der sich noch einige Anzeichen thermaler Aeusserungen im untersten Theile des Thales von Klein-Versailles gegen Nord anschlossen. Durch die Erschürfung der Militärbadhausquellen (Kaiserbrunnen und Hochbergerquelle) wurde die Thermenlinie um 170 m über den Spitalbrunnen nach NNW hinaus, durch

<sup>1)</sup> Die Angabe „nahezu hora 11“ ist als observirter Werth des Jahres 1866 aufzufassen. Die aus den Azimuthe reducirte Stunde beträgt nur 9 h. 13° (S. Tabelle), was mit meinen Beobachtungen (s. w. u.) fast vollständig übereinstimmt.

<sup>2)</sup> In dem Gutachten, das in der Aeusserung der Stadtgemeinde Karlsbad vom 18. November 1889 auf die Vorschläge des mit der Ueberwachung der Bergbau und Kaolingruben im Schutzrayon betrauten bergbehördlichen Organes vom 25. August 1888 enthalten ist. S. Anhang S. 773—774.

die Eisenquelle im Wiesenthale aber um weitere 587 m in gleicher Richtung verlängert, während im äussersten SSO durch die 1884 erschlossene Kronprinzessin Stephaniequelle, welche wieder in der Richtung der Hoff'schen Quellenlinie gelegen ist, eine Verlängerung um 69 m über den von Hoff gekannten Endpunkt hinaus erfolgte.

2. Durch die letztgenannte der drei Quellen wurde die Hoff bekannte Länge der directen thermalen Aeusserungen, da der Sprudel bis zu dieser Zeit als südlichste der eigentlichen Thermen galt, auf fast das Dreifache d. i. von 400 auf 1100 m verlängert. Denn die Stephaniequelle bildet durch ihre 22° C. betragende Temperatur und den im relativ gleichen Mengenverhältnisse wie beim Sprudel vorhandenen Gehalt an fixen Bestandtheilen eine Therme im eigentlichsten Sinne des Wortes, deren Zusammenhang mit den übrigen heissen Quellen chemisch auf das Bestimmteste erwiesen ist<sup>1)</sup>.

3. Durch die angegebenen, nach Hoff gemachten Quellenfunde, welche aber durchwegs in der Richtung der von ihm aufgestellten Linie: Dorotheen-Sauerbrunn — Sprudel — Spitalquelle fielen, vergrösserte sich die Entfernung der äussersten bekannten Punkte der thermalen Thätigkeit von 998 m (im Jahre 1825) auf 1824 m im Jahre 1884, wuchs also auf fast die doppelte Länge.

Es erübrigt nach diesen, an den äusseren Theilen der Hoff'schen Thermallinie gemachten, dieselbe so wesentlich erweiternden, sowie ihre Lage bestätigenden Wahrnehmungen noch, dem Verlaufe derselben im eigentlichen Quellenrayon von Karlsbad erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

### b) Lage der Quellen im engeren Thermalgebiete von Karlsbad.

Um die Richtungen, in welcher einzelne oft genannte Quellenzüge liegen, in Vergleich bringen zu können, wurden die folgenden genaueren Bestimmungen derselben auf dem neuen Stadtplane mit Hilfe der Boussolenbeobachtung durchgeführt und die im vorhergehenden Abschnitte präcisirten Quellspaltenbeobachtungen in der nachstehenden Tabelle angefügt.

<sup>1)</sup> Vgl. die ausführliche Analyse von Dr. L. Sipöcz: Ueber die chemische Zusammensetzung der neuen Mineralquelle in der Dorotheenau in Karlsbad, Karlsbad, Franieck 1886. Beweisend ist die dort von Sipöcz gegebene Tabelle der Verhältnisswerthe der Hauptbestandtheile, welche sich wie folgt darstellt:

	Sprudel nach Ludwig und Mauthner	Stephaniequelle nach Sipöcz
	Gramme in 10.000 Theilen:	
Summe der festen Stoffe	55·165	38·2726
	enthalten Procente:	
Schwefelsäureanhydrid	26·11	26·22
Chlor	11·46	11·40
Kalk	3·27	3·72
Magnesia	1·44	1·45
Alkalien	44·82	44·26

**Tabelle**  
**der Azimute verschiedener Quellenlinien.**  
 Bezogen auf die Stundentheilung des bergmännischen Compasses.

Nr.	Name des Quellenzuges	Hoff	Hochstetter		Autor		Differenz von der corrig. Hoff'schen Quellenlinie
		1825	1856 <sup>2)</sup>	1878 <sup>3)</sup>	observirt	reducirt <sup>4)</sup>	
1	Hoff'sche Quellenlinie: Sprudel <sup>1)</sup> —Dorotheensäuerling	S 17° 60 gleich	S 36° 0 gleich	S 32° 0 N 35° W gleich	Kronprinzessin Stephaniequelle— Eisenquelle 1. Nach Schindler's Karte: 10h 5°    9h 11° 2. Aus dem Stadt- plane 1:500: 9h 12°		
		10h 12° 4	9h 9'	9h 13° 9h 10'			+ 1°
2	„Mühlbrunn- Nebenzug“ v. Hochstetter's 1878: Kaiserbrunn— Bernhardbrunn— Mühlbrunn			9h 5°	10h 2	9h 8°	— 3°
3	„Mühlbrunn- Nebenzug“ v. Hochstetter's 1856, Paralleler Theil: Felsenquelle— Mühlbrunn		9h 0°		10h 3°	9h 10°	— 1°
4	Kaiserbrunn— Marktbrunn— Ober. Zapfenloch (Sprudel)				10h 5'	9h 11°	0
5	Sprudelhauptzug“ v. Hochstetter's: —Springer —Ob. Zapfenloch —Hygiea —Marktbrunn- —Unt. Zapfenloch		9h 0°	9h 1°	9h 11° 9h 7° 9h 0°	9h 2° 8h 14° 8h 6°	— 9° — 12° bis
					8h 8°	8h 0°	—26°(!)
6	Kaiserbrunn— Sprudel— Kohlensäure- exhalationen in der Röhrengasse— Stephaniequelle (Corrig. Hoff'sche Linie aus 1:500)				10h 6°	9h 11°	0
7	Spitalbrunn- Schlossbrunn				10h 4°	9h 10°	— 1°

<sup>1)</sup> A. a. O. Tafel I. Ebendaraus entnahm Naumann 18° als Winkel mit dem Meridian.

<sup>2)</sup> Karte in: Sitzungsberichte d. Ak. d. Wiss. Wien, 1856, XX. Bd.

<sup>3)</sup> Nach Schindler's Situationsplan 1:2880.

<sup>4)</sup> Unter Zugrundelegung einer Declination von 9° westlich. (1893 4.)

Nr.	Name des Quellenzuges	Hoff	Hochstetter		Autor		Differenz von der corrig. Hoff'schen Quellenlinie
		1825	1856	1878	observirt	reducirt	
8	Quellenlinie der Kreuz- u. Sprudelgasse: „Rother Stern“ (Nr. 92) — Haus Nr. 141 <sup>1)</sup> r. Tepl- Ufer				10 <sup>h</sup> 10 <sup>o</sup>	9 <sup>h</sup> 16 <sup>o</sup> — (10 <sup>h</sup> 1 <sup>o</sup> )	+ 5 <sup>o</sup>
9	Verlängerung der eigentl. Thermenlinie nach Nord: Eisenquelle — Kaiserbrunn				10 <sup>h</sup> 1 <sup>o</sup>	9 <sup>h</sup> 7 <sup>o</sup>	— 4 <sup>o</sup>

**Tabelle**  
der Richtungen der beobachteten Quellspalten<sup>2)</sup>.

Nr.	Quellspalte	observirt	reducirt	Differenz von der corrig. Hoff'schen Linie	
10	„Russische Krone“ 10 <sup>h</sup> 2 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 5 <sup>o</sup>	9 <sup>h</sup> 11 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	
11	„Russ. Krone“ — „Hannover“ A 10 <sup>h</sup> 7 <sup>o</sup> <sub>2</sub>				
12	Schlossbrunnen { Aus dem Plane 1846 (Fig. 1) 1851 (Fig. 2) nahezu parallel zur Colonnade Gegen die „Stadt Paris“ (Dr. Mannl) Aus dem Plane Renner's (1879)	ca. 10 <sup>h</sup> 9 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 9 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 0 <sup>o</sup>	+ 4 <sup>o</sup>
		ca. 10 <sup>h</sup> 9 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 3 <sup>o</sup> <sub>3</sub>	9 <sup>h</sup> 10 <sup>o</sup>	— 1 <sup>o</sup>
		ca. 9 <sup>h</sup> 13 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 11 <sup>o</sup>	10 <sup>h</sup> 2 <sup>o</sup>	+ 6 <sup>o</sup>
13	Mühlbadgasse Nr. 16—610	10 <sup>h</sup> 4 <sup>o</sup> <sub>5</sub>	9 <sup>h</sup> 11 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	
14	Mühlbrunnen (Nach dem Plane Renner's 1863)	10 <sup>h</sup> 14 <sup>o</sup>	9 <sup>h</sup> 20 <sup>o</sup> (= 10 <sup>h</sup> 5 <sup>o</sup> )	+ 9 <sup>o</sup>	
15	Untere Elisabeth- und Orchesterquellen (aus Fig. 5, S. 715) (Nach dem Plane H. Göttl's) ca. 10 <sup>h</sup>		9 <sup>h</sup> 5 <sup>o</sup> 9 <sup>h</sup> 11 <sup>o</sup> 9 <sup>h</sup> 6 <sup>o</sup>	— 6 <sup>o</sup> 0 <sup>o</sup> — 5 <sup>o</sup>	
16	Kaiserbrunnen (Hornsteingang nach Warnsdorff 1855)	10 <sup>h</sup> 7 <sup>o</sup> <sub>3</sub>	9 <sup>h</sup> 9 <sup>o</sup>	— 2 <sup>o</sup>	

<sup>1)</sup> Vgl. Becher, Karlsbad, S. 189, Tab. III (C).

<sup>2)</sup> Vgl. die Textfiguren 1—5 S. 705, 707, 711, 713 und 715.

Als wesentliche Ergebnisse der in den vorstehenden Tabellen zusammengestellten Messungen sind anzuführen:

(M. vgl. Die Uebersicht der Thermen auf der geologischen Karte von F. Teller Tafel XIX.)

1. Die Nichtübereinstimmung des von v. Hochstetter angenommenen „Sprudel-Hauptzuges“ mit dem „Mühlbrunn-Nebenzug“ in der Richtung.

Die durch Messung für die beiden Hochstetter'schen Richtungen gefundenen Werthe sind (Vgl. die Tabelle):

		Reduc. Strichen nach dem Stadtplan 1:500	
Mühlbrunn-Nebenzug	1856 [3]	9 <sup>h</sup> 10 <sup>o</sup>	
	1878 [2]	9 <sup>h</sup> 8 <sup>o</sup>	
	Mittel		9 <sup>h</sup> 9 <sup>o</sup>
Sprudel-Hauptzug [5]:			
Schlossbrunn—Sprudelquellen		{ 9 <sup>h</sup> 2 <sup>o</sup>	
—(Oberer Zapfen		{ (= 8 <sup>h</sup> 17 <sup>o</sup> )	
—Hygiea <sup>1)</sup>		8 <sup>h</sup> 14 <sup>o</sup>	
		8 <sup>h</sup> 6 <sup>o</sup>	
	Mittel		8 <sup>h</sup> 12 <sup>o</sup>

Diese Differenz beträgt 12<sup>o</sup>, ist also gegenüber allen anderen Richtungsunterschieden (Vgl. die letzte Columnne der Tabellen) eine ganz auffallend grosse. (S. weiter unten Punkt 3.)

Der Mühlbrunn-Nebenzug (Kaiserbrunn — Bernhardsquelle — Mühlbrunn) schliesst sich mit seinem richtiggestellten Verlaufe in Stunde 9 und 8<sup>o</sup> [2] innig an die Richtung der Hoff'schen Quellenlinie (Stunde 9 und 11<sup>o</sup>) an.

2. Die Richtung der nach v. Hochstetter's Annahme mit dem „Sprudelhauptzuge“ vollkommen parallel ziehen sollenden Linie: Felsenquelle — Mühlbrunn [3] fällt mit der Hoff'schen Richtung (9<sup>h</sup> 11<sup>o</sup>) auf den Grad genau (hora 9, 10<sup>o</sup>) zusammen.

Vollkommen ist dies bei der Verbindungslinie der am weitesten abstehenden Thermen: Kaiserbrunn—Marktbrunn—Sprudel der Fall (9<sup>h</sup> 11<sup>o</sup>) [4 u. 7], in deren genauer Verlängerung auch die Kohlensäureexhalationen in der Röhrengasse (C.-Nr. 702 und 717) sowie die Kronprinzessin Stephanie-Quelle gelegen sind<sup>2)</sup>.

3. Der „Sprudel-Hauptzug“ v. Hochstetter's ist nur als ein aliquoter Theil der ganzen einheitlichen Thermalinie aufzufassen, der sich in die Verlängerung der Kaiserbrunn — Mühlbrunn-Linie zwanglos einfügt. Seine Abweichung (9<sup>h</sup> 2<sup>o</sup>) von der Richtung der Hauptpalte ist einerseits durch die zu grosse

<sup>1)</sup> Von dem doch auch zum Sprudelgebiete gehörigen Unteren Zapfenloche (Löwenzapfen) wurde ganz abgesehen.

<sup>2)</sup> Dem gefundenen genauen Werthe von 9 hora 11 Grad entspricht die Correction, welche schon Naumann der Hoff'schen Linie gab, d. i. 9<sup>h</sup> 13<sup>o</sup> (vgl. S. 719), auf das Beste.

Unbestimmtheit des einen Endpunktes, der Sprudelquellen, bedingt, als deren innerhalb der Sprudelschale wechselnden „Mittelpunkt“ auch v. Hochstetter bald die eigentlichen Sprudelquellen, bald das obere Zapfenloch in Berücksichtigung der Hygieenquellen wählte, andererseits aber durch die grosse Nähe des zweiten Fixpunktes — des Schlossbrunnens — bedingt. Nur selten liegen nämlich zwei benachbarte Quellen im genauen Streichen der Haupttrichtung, weil sie sonst unmittelbar aus derselben Felsspalte ausbrechen müssten, wie dies bei der „Russischen Krone“ oder am Felsabhänge der Mühlbadgasse beobachtet wurde. Brechen sie aber, wie dies nach dem tektonischen Charakter einer Thermalspalte, wie jene Karlsbads ist, von vorneherein angenommen werden muss, aus einem Systeme von Klüften derselben Streichungsrichtung hervor, so können die Austrittspunkte nächstliegender Quellen in ihrer gegenseitigen Lage erhebliche Richtungsabweichungen zeigen, ohne der Gesetzmässigkeit des Ganzen Eintrag zu thun. Was aber beim „Mühlbrunnzuge“ Hochstetter's nicht Wunder nimmt, — d. i. die vor- oder zurückspringende Lage einzelner Quellen (z. B. der Neubrunn mit östlicher, der Theresienbrunn mit westlicher Abweichung) — darf auch beim Schlossbrunnen der, wie die Quelle „zur Russischen Krone“, bergwärts höher liegenden Quellspalten angehört, nicht befremden.

Denn der Schlossbrunnen steht mit dem Sprudel tektonisch in keiner anderen Art von Verbindung, als etwa der Markt- oder Mühlbrunnen u. s. w.; desgleichen der Theresienbrunnen nicht. Das Argument v. Hochstetter's für eine bevorzugtere Verbindung desselben mit dem Sprudel, das Ausbleiben des Schloss- und des Theresienbrunnens im Jahre 1809, ist einfach als eine Folge der Spannungsverminderung durch den Sprudelausbruch, welcher diese am höchsten liegenden und deshalb empfindlichsten Brunnen am meisten betraf<sup>1)</sup>, anzusehen.

4. Die sich aus v. Hochstetter's Darstellung ergebende Lücke zwischen den auf zwei „getrennten“ Spaltenzügen liegenden beiden Quellengruppen des Mühlbrunnens und Sprudels existirt nicht, da die Quellenlinie der Mühlbadgasse (Häuser Nr. 610, 16, 3, 499) von der von Becher erwähnten „Felsenquelle“ hinter dem Mühlbadgebäude angefangen über die vorgenannten Häuser im Streichen der Hoff'schen Thermallinie, die Verbindung mit dem Marktbrunnen und weiter dem Sprudel, herstellt. Die Richtung der Quellenspalte des Mühlbrunnens (hora 11) weist aber geradezu nach dem Sprudel und zwar eher südlich von dem derzeitigen Ausbruchcentrum, als nach Hochstetter's Quellenlinie folgen müsste, bedeutend nördlich von demselben.

5. Das in Punkt 3 bereits erwähnte System paralleler Spalten, welches die Hauptspaltenrichtung in Stunde 9 und 11° (red.) begleitet, ist, wie die im ersten Theile ange-

<sup>1)</sup> Beim Schlossbrunnen betrug die Depression 4' 9" (= 1.50 m) wie im Jahre 1823 durch Tieferlegung des Ausflusspunktes, constatirt werden konnte.

fürten Beobachtungen gelehrt haben (Nr. 10—15 der Quellspalten-Tabelle) identisch mit den Quellspalten einzelner oder ganzer Gruppen von Thermen.

Dadurch erklärt sich in erster Linie die seitliche Lage einzelner Quellen, wenn auch der Einfluss von Spaltensystemen anderer Richtungen, deren Vorhandensein aus den Zerklüftungsrichtungen des Granites folgt, auf die Communication der Thermalwässer mitwirken kann. Direct wurden Quellspalten in solchen abweichenden Richtungen im anstehenden Granitfels bisher nicht beobachtet. Indirect könnte z. B. aus der Abnahme des Schlossbrunnens beim Abteufen der Quellspalte der „Russischen Krone“ im Winter 1893/94 auf eine quer gegen die eigentliche Quellspalte verlaufende Verbindung, wie sie v. Hochstetter annahm, geschlossen werden. Indessen gibt die Spannungsverminderung bei Oeffnung communicirender Parallelspalten, die sich bei verschieden geneigtem Einfallen in der Tiefe schneiden müssen, auch hiefür den naheliegendsten Erklärungsgrund.

Bei den Beobachtungen der Zerklüftungsrichtungen des Granites in Karlsbad konnte ich neben der Richtung der Hauptspalte (h. 10 obs.) und jener der Seitenspalte des oberen Teplthales v. Hochstetter's (h. 2—3 obs.) auch noch ebenso häufig überall die Richtung in Stunde 6—7 (obs.) feststellen. (Vgl. die Tafel XVIII, Bauplatz der „Krone“.)

6. Als von der Thermalspalte in gegenwärtiger Zeit am entferntesten liegende Parallelspalte wäre im Osten die Quellenlinie der Kreuz- und Sprudelgasse am Fusse des Felsgehanges des rechten Tepl-Ufers (Linie: Quelle im Hause „Zum rothen Stern“ — Alter Thermalausfluss unter dem Hause Nr. 52/141<sup>1)</sup>) mit dem Azimuth von hora 10 und 1<sup>o</sup> [Nr. 9] zu betrachten.

Im Westen findet sich ausserhalb der Spital—Schlossbrunnenlinie noch die ausgezeichnete Parallelspalte der „Russischen Krone“, und eine kleine Quellader an der Rückseite des Hauses „Stadt Hannover“.

Sieht man von den innerhalb der Sprudelschale stattfindenden Ortsveränderungen der Sprudelquellen selbst ab, so kann man aus der Entfernung der oben genannten äussersten Quellspalten im anstehenden Granitfels auf eine Breite der ganzen Spaltenzone von 150 m schliessen.

Eine ungefähr gleiche Breite senkrecht zur Thermallinie nimmt aber auch der Raum ein, innerhalb dessen die Sprudelquellen selbst im letzten Jahrhunderte durch die Sprudelschale emporbrachen. (Haus Nr. 378 mit einem verbauten Sprudelauslauf im Souterrain bis zu den untersten Ausbruchsstellen im Teplbette.)

Die Erstreckung der Sprudelschale längs der alten Wiesc, und am gegenüberliegenden Tepl-Ufer bis jenseits des Theaters lässt allerdings auf eine in früherer Zeit noch grössere Breiten-Ausdehnung der Thermalzone schliessen. Auf Grund der Detailaufnahme der Grenzen der Sprudelschale, welche Teller durchführte (siehe die geolog. Karte Tafel XIX), würde sich diese Breite auf 380 m erhöhen.

Im Zusammenhalte mit dem Umstande, dass auch jetzt noch am linken Tepl-Ufer bergwärts so hoch liegende Thermalausflüsse

<sup>1)</sup> Becher. S. 189 II, Tab. III (C).

wie jene des Schlossbrunnens, der „Russ. Krone“ etc. stattfinden, erscheint das Abwärtswandern des Sprudels, der früher, allerdings in weit zurückliegender vorhistorischer Zeit, in höherem Niveau weiter teplaufwärts ausbrach, als eine kaum anzuzweifelnde Thatsache<sup>1)</sup>. An die Erkenntniss einer ziemlich bedeutenden lateralen Ausbreitung der Spaltenzone innerhalb Karlsbads muss sich aber der Hinweis auf die Wahrscheinlichkeit schliessen, dass nicht nur die in der gegenwärtigen Thermalzone und ihrer Verlängerung liegenden Gebiete, sondern auch deren Nachbarschaft in den Circulationsbereich der thermalen Wasser fallen.

Dort, wo die Tepl in die Spaltenzone einschneidet, ist sonach der Ort der Thermalquellen. Dies gilt für die südöstlichste der Thermen, die Stephaniequelle, ebenso wie für die Quellen innerhalb der Stadt Karlsbad selbst.

7. **Resumé.** Auf Grund der in den vorstehenden Punkten angeführten Detailbeobachtungen komme ich zu dem Schlusse, dass alle Thermen von Karlsbad auf einem Systeme paralleler Spalten liegen, welche im Mittel nach Stunde 10 (genau 9 hora 11<sup>o</sup>), also nach der Hoff'schen Quellenlinie verlaufen. Ihre Gesammtheit bildet zur Zeit eine circa 150 m breite, von Thermalwasser erfüllte Zone, welche überall dort, wo sie einem unter 390 m Meereshöhe — dem obersten Niveau, bis zu welchem das Wasser gegenwärtig gespannt ist — einschneidenden Angriffe ausgesetzt erscheint, die Thermen freigibt. Das Teplthal bildet einen solchen natürlichen Einschnitt. Die Länge der Spaltenzone ist gegenwärtig auf 1825 m mit Sicherheit zu verfolgen. (Vergl. die Uebersicht der Karlsbader Thermen auf der geologischen Karte, Taf. XIX.)

### III. Massnahmen zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Topik der Thermen und zu deren genauer Evidenzhaltung.

#### A. General-Quellenplan.

Die Nothwendigkeit der Herstellung einer genauen kartographischen Darstellung der gegenwärtigen Kenntnisse über die örtlichen Verhältnisse an den Thermen wurde eingangs dieses Theiles (Vgl. S. 700) betont, und ist durch die Art der in diesem Theile crörterten Beobachtungen und der davon abhängigen Folgerungen wohl hinlänglich begründet.

<sup>1)</sup> Ueber die Schlüsse, welche in dieser Beziehung auf das Alter des Sprudels gezogen werden können, habe ich mich an anderer Stelle ausgesprochen. (Schriften des Ver. zur Verbr. naturw. Kenntn. 35. Bd. 1895. Anhang.)

Als ersten Versuch einer solchen, weitergehenden Ansprüchen auf die Präcision der Darstellung genügenden Quellenkarte habe ich das mir vom löblichen Stadtrathe Karlsbad freundlichst zur Verfügung gestellte Exemplar des neuen Stadtplanes meinem Originalberichte angeschlossen. Es soll den Anfang einer umfassenderen Wiedergabe aller auf die Quellen Bezug nehmenden Momente in planmässiger, auf der neuen Stadtaufnahme 1:500 fussender Darstellung bilden und soll enthalten:

1. Die durch Cöten in der Situation wie im Niveau präcisirte Lage der Fassungsstelle jeder Quelle, sowie ihres Ausflussespunktes.

2. Die örtliche Angabe aller früheren Sprudelausbrüche, sowie aller jetzt noch ausser den eigentlichen Heilquellen beobachteten Quelladern mit Rücksicht auf deren Ergiebigkeit, welche durch eine graduell abgestufte schematische Darstellung anzudeuten wäre.

3. Die mindestens in der Situation anzugebende Lage jeder, von Alters her bekannt gewesenen Thermalader, wenn sie entweder aus der älteren Literatur<sup>1)</sup> oder durch die Tradition mit genügender Schärfe zu ermitteln ist.

4. Die Ortsangabe früher beobachteter oder jetzt noch bemerkbarer Kohlensäureexhalationen und im Zusammenhange damit

5. Die Verzeichnung aller Säuerlinge und verwandter Erscheinungen.

6. Die Angabe der Streichungsrichtung der beobachteten Quellsalten und deren Verflächen.

An diesen Punkt würde sich eine Detailaufnahme des Spaltennetzes nicht nur innerhalb der Thermalzone, sondern im Granite des ganzen Karlsbader Stadtgebietes anschliessen, von welcher später die Rede sein soll. Umfassende Vorarbeiten in dieser Richtung liegen bereits in der geologischen Karte Fr. Teller's vor.

7. Die Angabe früherer thermaler Thätigkeit: Grenzen der Sprudelschale, Reste von Sinterbildungen, Ocherklüfte und der Hornsteingänge im Granite als Leitfäden für dessen Zerklüftung.

8. Endlich die Einzeichnung der im Folgenden näher zu begründenden Temperaturbestimmungen zur Ermittlung von Bodenisoothermen.

Dieser Quellenplan wäre in mehreren Exemplaren anzufertigen, auf den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss zu vervollständigen und durch die in Punkt 6 und 8 angeregten neuen Beobachtungen in der Folgezeit zu ergänzen.

Er hat die Zusammenfassung aller bisher nur zerstreuten Beobachtungen über das zu schützende Object: die Thermen und ihre Aeusserungen in authentischer Form zu enthalten und diese selbst in technisch und wissenschaftlich präciser Weise zu definiren.

<sup>1)</sup> Zumal aus den ausführlichen Abhandlungen und Tafeln der Werke von Summer, Becher, v. Hoff u. s. w.

## B. Specialpläne.

Wie bisher in mehrfachen Fällen über Beschluss der betreffenden Commissionen specielle Pläne der örtlichen Verhältnisse einzelner Thermen in grösserem Massstabe angefertigt wurden, welche nachträglich Schlüsse aus den festgestellten Daten zu ziehen erlaubten (vergl. die im Punkte I angeführten Details über die Schlossbrunn- und Mühlbrunnspalte), so sollen in Hinkunft principiell über alle anlässlich baulicher Herstellungen im Thermalgebiete gewonnenen Aufschlüsse Pläne in grösserem Massstabe (etwa 1:100 bis 1:50), in besonders wichtigen Fällen unter Intervention eines geologischen Sachverständigen angefertigt werden.

Dieselben hätten ausser den technischen Details der Verbauungs- oder Fassungsweise zu enthalten:

1. Die genaue mit Dimensionscöten versehene Aufnahme von Quellspalten, ihrer Richtung und Neigung und die eventuelle Circulationsbewegung des in ihnen enthaltenen Thermalwassers;

2. Menge und Temperatur des letzteren;

3. die Bezeichnung der Punkte, von welchen charakteristische Gesteinsproben oder andere Bodenarten entnommen worden sind, welche als Belegstücke in einer noch zu schaffenden Abtheilung des städtischen Museums aufzubewahren wären;

4. im Falle gänzlichen Verbauens der Quelle eine Spannungsmessung durch Beobachtung der Steighöhe der zu diesem Zwecke provisorisch gefassten Quellader;

5. Angabe der Stellen, wo deutliche Kohlensäure-Exhalationen, bezw. temporäre Bildung von Sauerlingen beobachtbar sind;

6. Eintragung von Gesteinswechsel, Sinterabsätzen, Hornsteingängen u. dgl. in allem Detail, soweit dieses in dem Generalplane nicht zum Ausdrucke gelangen kann.

Im Allgemeinen soll diesen Detailplänen das Bestreben zugrunde gelegt werden, alle Umstände, welche immer in Bezug auf die Thermen von Belang sein könnten, während der Zeit des Aufschlusses zu erheben, damit die Beobachtungen während solcher nur temporär vorkommender, durch Bauanlagen bedingter Verritzungen bleibenden Werth erlangen.

Diese Detailpläne sammt textlichen Erläuterungen wären in eine eigene Abtheilung des städtischen Archives zu vereinigen, welcher auch alle auf die Thermen bezüglichen, gegenwärtig vorhandenen Baupläne oder deren Copien einzuverleiben sind.

## C. Ueber die detaillirte Beobachtung der Zerklüftungsrichtungen des Karlsbader Granites und neu aufzustellende Messungen der Bodentemperatur.

### I.

Im Abschnitte A. wurde als Erforderniss für die Vollständigkeit des Generalquellenplanes zunächst unter Punkt 6 auch eine Detailaufnahme der Zerklüftungsrichtungen des Granites

angeführt, deren thunlichst genaue (nicht approximative) Richtung an möglichst vielen Punkten bestimmt und in den Plan eingetragen werden soll. Diese Feststellungen erscheinen nicht nur für die mögliche Verbindungsrichtung der einzelnen, bisher nur vom topographischen Standpunkte ihres Ausbruchspunktes zu beurtheilenden Quellen von Belang, sondern sie sollen alle an der Oberfläche ermittelbaren thatsächlichen Momente zusammenfassen, welche für eine Tektonik des ganzen Quellspaltsystems die Basis bilden könnten. Ob dieses Resultat mit Sicherheit zu gewinnen sein wird, lässt sich gegenwärtig nicht voraussagen; jedenfalls aber bilden diese Erhebungen einen unerlässlichen Factor für alle die Art des Auftretens der Thermen und ihre unterirdischen Circulationsverhältnisse im Detail zu erklären strebenden geologischen Untersuchungen.

Die im folgenden Abschnitt noch zu präcisirenden gleichartigen Paralleluntersuchungen im Gebiete des von der Bergindustrie angefahrenen oder abgebauten Grundgebirges machen diese Art der Erhebung in Karlsbad selbst unbedingt nöthig.

Ich würde demnach vorschlagen, in Vervollständigung der bisher nur orientirenden Spaltenaufnahmen v. Hochstetter's, an die sich meine eigenen Beobachtungen (s. oben die Tabellen S. 722, 723) anschliessen, und welche durch die zahlreichen Beobachtungen des Herrn Geologen Teller, die dessen geologische Karte enthält, eine weitere wesentliche Ergänzung erfahren haben, detaillirte derartige Aufnahmen mit möglichster Genauigkeit im ganzen Stadtgebiete von Karlsbad unter Intervention eines Geologen vorzunehmen. Die Angaben auf dem Quellenplane haben Richtung, Neigung und nach einem noch festzustellenden Schema — etwa durch mehr oder minder dichte Parallelschraffen in der Spaltenrichtung — auch die Häufigkeit, beziehungsweise Vollkommenheit der Klüfte zu enthalten.

## II.

Eine weitere wichtig erscheinende Art von Untersuchungen, welche allen divergirenden Anschauungen über die Art des Verbandes der Thermen untereinander ein Ende bereiten könnte<sup>1)</sup>, wäre die Anstellung möglichst zahlreicher Messungen der Bodentemperatur. Auf Grund derselben wäre man im Stande, die Linien gleicher Bodentemperatur (Bodenisothermen) zu construiren, deren Verlauf wohl endgiltig die oben berührte Frage der Existenz einer oder mehrerer Hauptthermalspalten zu lösen gestatten würde.

Das an anderen Orten in Anwendung gebrachte sehr zweckentsprechende Verfahren der Temperaturmessung aller Brunnenwässer<sup>2)</sup> als Massstab für die Bodentemperatur ist wohl nur für

<sup>1)</sup> Welche also hauptsächlich über die von Naumann, Teller und dem Autor angefochtene Existenz des Zweispaltensystems v. Hochstetter's mit zu entscheiden hätte.

<sup>2)</sup> Man vergleiche als Beispiel einer solchen Darstellung die Thermalkarte von Baden bei Wien, welche auf Grund der Temperaturmessung aller Brunnen dieser Stadt durch L. Jellinek von Prof. E. Suess entworfen wurde. Abhand-

einen kleinen Theil von Karlsbad und für von der Thermalzone zumeist fernab liegende Oertlichkeiten durchführbar. Der Mangel solcher sozusagen vorbereiteter Messpunkte macht daher die Erhebungen weit schwieriger, und wird es grösserer Zeiträume bedürfen, das Netz von Beobachtungspunkten genügend dicht zu gestalten, um an die Construction der Isothermen schreiten zu können.

Da der Einfluss der jeweiligen Lufttemperatur natürlich umso grösser ist, in je geringerer Tiefe die Messung der Bodentemperatur stattfindet, so schlage ich zunächst vor, die Kellersohle aller mit einem Souterrain versehenen Häuser auf ihre Temperatur zu prüfen.

Die betreffenden Messungen hätten unter Anwendung der folgenden Methode bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln zu geschehen:

1. An einer dem Luftzuge möglichst wenig ausgesetzten Stelle der Kellersohle wird ein etwa  $\frac{1}{2}$  Meter tiefes Loch gebohrt, das gerade hinreicht, um das Thermometer einsenken zu können. Die Zwischenräume zwischen Thermometer und Bohrlochwandung sind mit einem gutleitenden Pulver, etwa Eisenfeile auszufüllen.

2. Die Ablesung erfolgt bei stationär gewordenem Stande<sup>1)</sup> oder besser unter Anwendung eines Maximalthermometers, das vor dem Einsenken künstlich unter die Bodentemperatur abgekühlt wurde.

3. Die Lufttemperatur ist gleichzeitig zu beobachten und zu registriren.

4. Zur Messung eignen sich vorzüglich die späteren Nachmittagsstunden und nur solche Jahreszeiten, wo die Schwankungen der Tages-temperatur geringe sind. Gleichmässig warme Tage von 16–20° R. sind hiezu am besten tauglich.

5. Die Tiefe des Messungspunktes unter dem Strassenniveau ist zu bestimmen.

6. An mehreren solchen Messungspunkten ist durch Messungen bei verschiedener Lufttemperatur die Art der Abhängigkeit von derselben experimentell zu bestimmen, um an den Messungsergebnissen eventuell die nöthigen Correcturen anbringen zu können.

7. Für Messungen auf Felsboden, in welchen ein Bohrloch abzuteufen zu umständlich wäre, würde sich ein den Boden nur wenig nachnehmendes Verfahren empfehlen, das die Temperatur desselben durch eine gutleitende Substanz (Eisenfeile) auf das Thermometergefäss überträgt, welches sowie die nächste Partie des Bodens durch Wärmeisolatoren geschützt wird.

Die nach vorstehender Angabe durchzuführenden Messungen werden für den verbauten Theil des Karlsbader Stadt-

lungen der k. k. geol. R.-A., Band IX, 1877, Taf. XIII. in „Geologie der Kaiser Franz Josef-Ilochquellenleitung“ von F. Karrer.

<sup>1)</sup> Wohei zur Sicherheit eine Isolation der Quecksilberkugel etwa nach Art der von Oberingenieur J. Wagner angegebenen, Oel enthaltenden Hülse angebracht werden könnte. (Vergl. Jahrb. der geol. R.-A. 1884. S. 744.)

gebietes in voraussichtlich genügender Menge Beobachtungspunkte für die Construction einer Bodenisohermenkarte bieten. Soll dieselbe aber für die Feststellung des im ersten Theile begründeten Verlaufes und insbesondere der Verlängerung der Thermalspalte massgebende Bedeutung erlangen, so wird es nöthig sein, analoge Beobachtungen nicht nur in Karlsbad, sondern auch in den Gebieten des Kaolin- und Kohlenbergbaues anzustellen, worauf im folgenden Abschnitte des Näheren eingegangen werden soll. Um die räumliche Continuität der Bodentemperaturmessungen zu sichern, müssen dieselben auch im Norden von Karlsbad, dies- wie jenseits der Eger vorgenommen werden, also im Gebiete der Gemeinden Fischern, Drahowitz, den Bahnhöfen der Buschtiehrader Eisenbahn, sowie in Zettlitz, Weheditz und Ottowitz.

Die solcherart gewonnenen Resultate, soweit sie die Messungen von Brunnenwassertemperaturen und der Bodenwärme von Kellerräumen umfassen, werden im günstigen Falle entweder directe Schlüsse zu ziehen gestatten oder weitere Anhaltspunkte für eine eventuelle Ergänzung durch auf andere Weise zu ermittelnde Bodentemperaturbeobachtungen liefern. Ihre Durchführung erscheint mir als ein Mittel, um möglicher Weise auf dem Wege directer Beobachtung das voraussichtliche Uebergreifen der Thermallinie in das durch den Bergbau bezüglich des unveränderten Bestandes der gegenwärtig massgebenden Grundwasserverhältnisse bedrohte Gebiet festzustellen, und daher vom Standpunkte erweiterter prophylaktischer Massnahmen in Bezug auf den Thermenschutz dringend erwünscht.

---

### III. Theil. Thermen und Bergbau.

#### I. Ueber die Beziehungen der Thermen zum Braunkohlenbergbau und der Kaolingewinnung.

Die in den beiden ersten Theilen behandelten Fragen geben die Resultate der auf die Thermen Bezug habenden Beobachtungen wieder, welche ich zum Theile während meines Aufenthaltes in Karlsbad selbst, theils nachträglich auf Grund des mir zur Verfügung gestellten Materials anzustellen in der Lage war. Sie betreffen die Studien an dem zu schützenden Objecte selbst, die Präcisirung desselben nach Raum und Quantität durch erweiterte und schärfere Beobachtung.

Der Zweck ist dabei ein doppelter: Einerseits die fortschreitende Kenntniss des Wesens und der Circulation der Karlsbader Thermen auf Grund beobachteter Thatsachen und ohne Zuhilfenahme hypothetischer Annahmen, andererseits die verschärfte Beobachtung derselben behufs der Ermöglichung, etwaige durch irgendwelche Eingriffe in das Quellenregime verursachte, selbst minder tiefgehende Störungen sofort zu erkennen. Der erste Zweck ist grundlegend für die Art der zu ergreifenden Schutzmassregeln; der zweite hat die wichtige Bestimmung, die supponirten und durch eine Reihe von Beobachtungen bislang erst als wahrscheinlich erscheinenden Beziehungen zwischen Thermen und Grubenwässern, möglicherweise durch directe Beobachtung der Abhängigkeit zur Gewissheit zu machen.

Diese Untersuchungen wären indessen einseitig und ihre Verbesserung von nur halbem Werthe, wenn sie nicht auch in das Gebiet hinübergreifen würden, in welchem sich der Bergbau bewegt. Erst im Zusammenhalte der im Laufe der Zeit sowohl im Thermengebiete wie dort gemachten Wahrnehmungen kann unsere derzeitige zwar begründete, aber noch nicht erwiesene Annahme ihre Bestätigung finden. Je allmählicher diese Bestätigung erfolgt, desto besser ist dies selbstredend für den ungeschmälerten Bestand der zu schützenden Thermen, und es wird ein Massstab für die Zweckmässigkeit der ergriffenen prophylaktischen Massregeln sein, wenn die vermathete Erstreckung der Thermalpalte bis in das Terrain des Bergbaues sich nicht plötzlich als folgenschwere Gewissheit darstellt. Die letzteren sollen indessen nicht blossen Befürchtungen aus Anlass der anderweitig eingetretenen Schädigung von Thermalquellen entspringen, sondern auf denjenigen Gründen basiren, welche die geologischen Verhältnisse des Karlsbader Thermalbezirkes und der Bergbaugebiete sowie hierauf bezügliche bereits gemachte Erfahrungen an die Hand geben. Aus den wiederholten Erörterungen über diese Frage lässt sich gegenwärtig das folgende Bild gewinnen, welches in Kürze zusammengefasst den neu in Vorschlag zu bringenden Massnahmen als Einleitung vorausgeschickt werden soll.

### A. Geologische Uebersicht.

In den folgenden Punkten sollen jene Erfahrungen über den geologischen Aufbau des Karlsbader Thermal- und Bergbaubezirkes angeführt werden, über deren Deutung in den Fachkreisen volle Einigkeit herrscht<sup>1)</sup>.

1. Das Circulationsgebiet der Thermen bilden Spalten im Granite des Karlsbader Gebirges, welche mit Rücksicht auf die Temperatur des Sprudels mindestens in eine Tiefe von 2000 *m* reichen müssen<sup>2)</sup>. Die wesentlichste Richtung dieser Spalten folgt der Stunde 10 (genau 9<sup>h</sup> 11<sup>o</sup> red.), und ist ausgedrückt durch die Verbindung der am fernsten von einander abliegenden Thermen, sowie durch die orographische Lage eines Theiles des Teplthales.

2. Die geologische Verbindung des Karlsbader Granites mit dem Granite des Erzgebirges stellt das Granitgrundgebirge des Falkenau-Elbogen-Karlsbader Braunkohlenbeckens dar, welches als ein um ca. 300 *m* (Maximum 400 *m*) tiefer gerücktes Bruchstück der ganzen Erzgebirgs-Karlsbader Granitmasse zu betrachten ist.

3. Dieser Niveauverschiebung verdanken die Bildungen der unteren — „vorbasaltischen“ — Braunkohlenformation im Falkenau-Elbogener Becken mit ihren Braunkohlenflötzen ihre Erhaltung, während sie auf der Höhe des Karlsbader Gebirges, das sie einstmals bedeckten, bis auf geringe Denudationsreste verschwunden sind. Ueber dieselben lagerten sich vielerorts

4. die Basalte und Basalttuffe ab, deren Eruption der Zeit nach in die Mitte der Braunkohlenformation fiel, und deren Empordringen in ursächlichem Zusammenhange mit der in Punkt 2 genannten Niveauverschiebung, dem „Einbruche“ des mittleren Granitkörpers zwischen Erzgebirge und Karlsbader Gebirge und damit der Entstehung des Falkenau-Karlsbader Beckens steht.

5. Die darauffolgenden Ablagerungen der oberen oder „nachbasaltischen“ Braunkohlenformation enthalten wie z. Thl. die vorige Stufe mehr oder weniger mächtige Lignitflötze und bilden die obersten Schichten, welche nur innerhalb der Grenzen der neugebildeten Süßwasserbecken im tiefer gelegten Niveau entstanden sind.

6. Die Oberfläche des Granitgrundgebirges an der Basis des Braunkohlenbeckens ist eine undulirte (eine alte Denudationsfläche) mit Erhebungen und Vertiefungen, in welchen sich die Schichten der Braunkohlenformation abgelagert haben. Sein Relief ist ebenso wechselnd, wie dort, wo es von den jüngeren Ablagerungen entblösst ist, im Karlsbader-

<sup>1)</sup> Die folgende kurze Zusammenfassung möge mit Rücksicht auf ausserhalb der geologischen Fachkreise stehende Leser zur Einschaltung gelangen, um zusammen mit den Darlegungen des Abschnittes B die späteren Erörterungen zu erklären.

<sup>2)</sup> Es ist für unsere Frage irrelevant, einerseits ob das von v. Hochstetter diesem Werthe zugrunde gelegte Mass der geothermischen Tiefenstufe in grösseren Tiefen möglicherweise zu gering wird, da die Gesamttiefe für die Sprudeltemperatur in diesem Falle noch steigt; andererseits, ob es nicht das Wasser selbst ist, sondern die als Wärmebringerin functionirende Exhalation, die ja wesentlich auch aus Wasserdampf bestehen muss, da die Kohlensäure allein für die erforderlichen Wärmemengen bei weitem nicht ausreicht. (Vgl. bezügliche Angaben im Anhang meines Vortrages über Karlsbad. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. 35. Bd. 1895.)

und Erzgebirge selbst. An mehreren Stellen ragen daher Erhebungen des Granites im Braunkohlenbecken inselartig aus den Ablagerungen dieser Formation empor und bilden somit ober Tag sichtbare Verbindungsglieder derselben geologischen Einheit, aus welcher das Nord- wie das Südufer sowie der ganze Bodengrund im östlichen Theile des einst bestandenen Braunkohlensees gebildet sind. Dasselbe granitische Liegendgebirge stellt aber auch sammt den darauf erfolgten Ablagerungen der unteren Braunkohlenformation ein Senkungsgebiet dar (Punkt 2); es wird daher von vielfachen Verwerfungen, die vorwiegend den Muldenrändern folgen müssen, durchzogen und gegen das Innere der Mulde hin gleichsam „abgetrept“ sein. Erst über diese abgesunkenen Terrainschollen haben sich die Lignite der mittleren und oberen Braunkohlenformation (Punkt 5) und deren Decke abgelagert.

7. Der Kaolin ist an Ort und Stelle durch Zersetzung der Feldspathe aus dem Granite entstanden und geht nach der Tiefe zu allmählich in den festen Granit über. Eine Umschwemmung ist dabei nur ganz lokal zu beobachten, wesshalb die Kaolinlager als zwar chemisch veränderte, aber nicht geologisch differente Theile des Grundgebirges zu betrachten sind.

## B. Geologische Kriterien des Braunkohlenbergbaues und der Baue auf Kaolin.

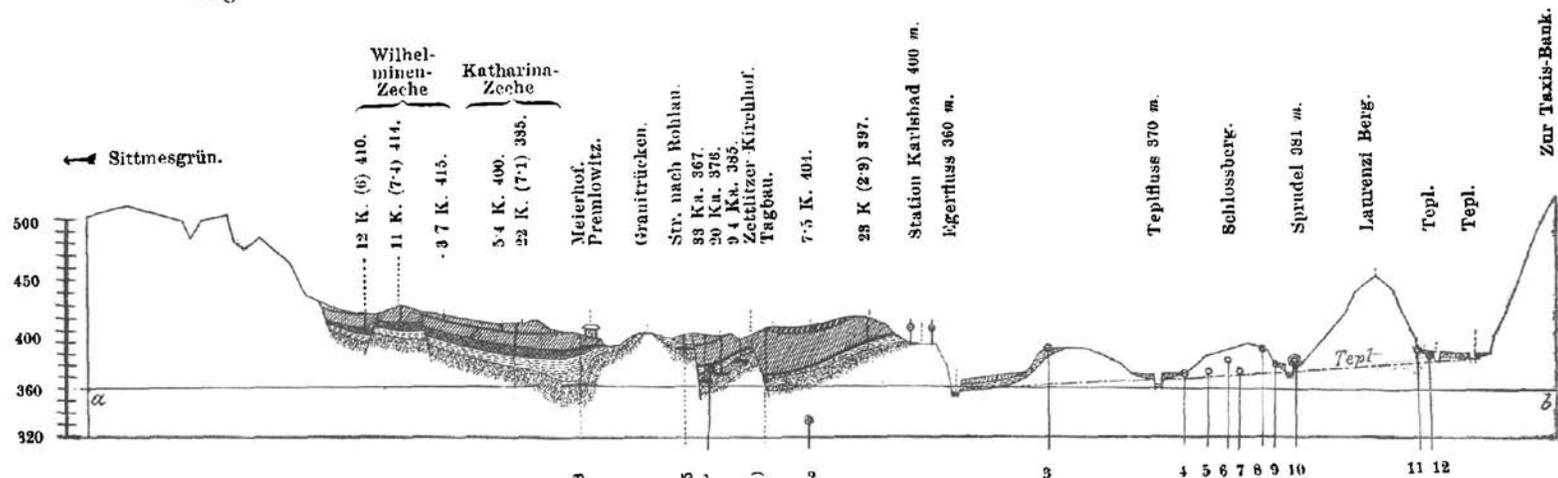
Aus den vorstehend angeführten kurzen Daten geht hervor, dass die beiden bergmännisch gewonnenen Rohstoffe mit Rücksicht auf ihre geologische Stellung von wesentlich verschiedener Art sind. Diesem Umstande ist bei jeglicher, zum Schutze der Thermen unternommenen Massregel in erster Linie Rechnung zu tragen, wesshalb an dieser Stelle noch auf einige specielle Kriterien dieser beiden Zweige der Bergindustrie in Bezug auf die Geologie ihrer Lagerstätten kurz hingewiesen sein mag.

Ein ganz allgemein gehaltenes, der Uebersicht dienendes Bild gibt von diesem Theile des Erzgebirges und Karlsbader- beziehungsweise Kaiserwaldgebirges ein von Prof. Dr. G. Laube construirtes Profil, welches sich in seinen eingangs erwähnten „Geolog. Excursionen etc.“ auf Taf. II, Fig. 4 befindet.

Man ersieht daraus die muldenförmige Einlagerung der Braunkohlenformation in die beckenförmig vertieften Stellen des Granites, ferner die Undulationen der Oberfläche desselben, welche an den Stellen geringer Tiefe die Kaolinbaue trägt.

Auf Grund der Angaben der Schar dinger'schen Uebersichtskarte der Braunkohlenbergreviere von Elbogen-Karlsbad habe ich versucht, diese Profillinie im Detail näher auszugestalten und wurde diese dem Originalberichte in dem Längenmassstabe der genannten Karte beigegeben. Als eine zweite von der vorigen wenig abweichende Profillinie wurde noch die Richtung der Thermenlinie von Karlsbad und ihre Verlängerung gewählt, so dass durch diese beiden erweiterten Profile und die als Situation hiezu einzusehende Karte Schar dinger's die folgenden Darlegungen ihre graphische Erläuterung finden mögen. Freilich muss hierzu noch bemerkt werden,

Fig. 7. Profil in der Richtung der Karlsbader Thermalspalte hora 9 und 11° (red.).



## Erklärung:

Farblos: Granit allmählich übergehend in

Wirr strichlirt: Kaolin.

Lagenweise strichlirt: Untere-

Dünne schiefe Schraffen: Mittlere- und Obere- } Braunkohlenformation.

Gekreuzt schraffirt: Lignit

*a b* = Niveau des Normalpunktes der Teplmündung = 360 m angenommen. (Neuere Niveaucôte 371.203 m.)

Die Zahlen vor K. (Kohle), Ka. (Kaolin) und Gr. (Granit) bedeuten die Tiefe des Flötzes etc. unterhalb der Terrainoberfläche, die nachgestellten Zahlen die Seehöhe des Daches der aufgeschlossenen Schichte. Die Zahlen in Klammern bedeuten die Mächtigkeit.

## Quellen:

	Liter	Meter
1 Wassereinbruch P. 62 Zettlitz (Einigkeits-Zeche)	274	377
2 Wassereinbruch (Johannizeche)	168	337
3 Eisenquelle	10	395
4 Kaiserbrunnen	7.5	373
5 Curhansquelle	9.5	375
6 Theresienquelle	11.3	383
7 Mühlbrunnen	10.0	377
8 Schlossbrunnen	8.6	392
9 Marktbrunnen	6.6	379
10 Sprudelquellen	2100	381
11 Dorotheen-Säuerling	—	391
12 Kronprinzessin Stephanie-Quelle	2.4	381

Längen: 1:81.500; Höhen ca. fünffach.

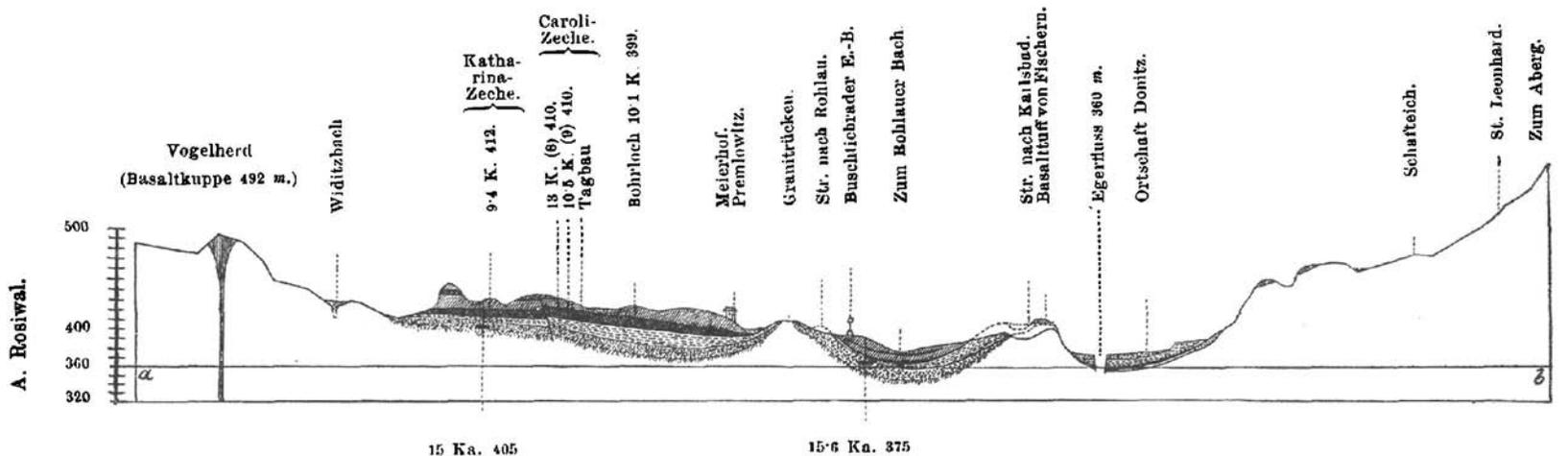
dass auch diese beiden Zeichnungen nur generell aufzufassen sind, da die zur Grundlage genommenen Angaben Schardinger's bei aller Reichhaltigkeit für diesen Zweck doch zu spärliche genannt werden müssen. Eine genaue Darstellung dieser Art setzt nicht nur die Kenntniss aller Grubenpläne und Bohrprofile voraus, über welche ich zur Zeit nicht verfüge, sondern auch zahlreiche Terrainbegehungen zum Zwecke geologischer Untersuchungen über Tag.

Eine Reduction der beiden Profile stellen die beiden Textfiguren Fig. 7 und 8 dar. Erstere gibt den Durchschnitt in der Richtung der Thermenlinie durch das Tepl- über das Egerthal und durch die ganze Karlsbader Braunkohlenmulde bis zum Südfusse des Erzgebirges bei Sittmesgrün. Die Mulde dürfte in dieser Richtung wohl kaum besondere Tiefen erreichen, denn bei Zettlitz ist der Liegendkaolin in der Nähe des dortigen Granitrückens in wenig tiefen Schächten überall im Abbaue. Jenseits des Meierhofes Premlowitz fehlen Angaben über die Tiefe des Grundgebirges. Aus Schardinger's Karte sind die Angaben der Teufen der Lignitflötze der Katharina- und Wilhelminen-Zeche zur Construction des Profiles verwendet worden. Die beiden östlich von der Profillinie gelegenen Wassereintrüche der Einigkeitszeche im Granit (1) und der Johanni-Braunkohlenzeche an einer Verwerfungsstelle der Kohle (2) sind zur Beurtheilung ihres Niveaus in die Profilrichtung projicirt worden und markiren die bisher gefundenen Stellen grosser Wasserführung im Gebiete der Mulde nördlich der Eger, während die Reihe der Karlsbader Quellen die derzeitige Länge der Thermalzone im Karlsbader Gebirge vergegenwärtigt. Die Tiefenlage des Wassereintruches der Johannizeche (337.2 m) zeigt, wie die Mulde an Punkten der Nachbarschaft in weit beträchtlichere Tiefen reicht. Schardinger erachtet z. B. in der Richtung Drahowitz—Weheditz—Annazeche (vgl. Bohrlochprofil auf Taf. XX, Fig. 10) ein Hinabreichen bis auf ca. 200 m Seehöhe für wahrscheinlich (vgl. weiter unten S. 741).

Fig. 8, das Profil vom Aberg über Donitz und Fischern nach Zettlitz zur Vogelherdberg-Basaltkuppe, ist ebenfalls unter der Annahme einer durch die bisherigen Aufschlüsse an dieser Stelle als wahrscheinlich erscheinenden nur flachen Muldenentwicklung construirt, da unweit der Katharina-Zeche in geringer Teufe der Liegendkaolin abgebaut wurde. Sie entspricht der Richtung des oben genannten Profiles von Prof. Laube. Es muss aber bemerkt werden, dass die Tiefengrenze des Grundgebirges durch spätere Aufschlüsse oder eventuell vorhandene, deren Kenntniss sich mir heute noch entzieht, infolge einer bedeutenderen Entwicklung der unteren Stufe der Braunkohlenformation sich wohl wesentlich erniedrigen kann<sup>1)</sup>. Es muss daher nochmals der bloss orientirende Charakter der beiden Profile betont werden. Die Reduction der Originalfiguren kann leider als keine gelungene bezeichnet werden, da u. a. die Höhengcöten etwas verzeichnet wurden. Immerhin ist daraus zunächst zu ersehen,

<sup>1)</sup> Eine besagtem Umstande Rechnung tragende Variante dieser Darstellungen habe ich der geologischen Karte zu meinem Vortrage (A. a. O.) angefügt.

Fig. 8. Profil vom Aberg über Donitz und Fischern nach Zettlitz und zum Vogelherdberg.



## Erklärung:

Farblos: Granit allmählich übergehend in

Wirr strichlirt: Kaolin.

Lagenweise strichlirt: Untere-

Dünne schiefe Schraffen: Mitlere-

und Obere-

Gekreuzt schraffirt: Lignit

Braunkohlenformation.

$ab$  = Niveau des Normalpunktes der Tepilmündung = 360 m  
angenommen. (Neuere Niveaucôte 371.203 m).

Die Zahlen vor K. (Kohle) und Ka. (Kaolin) bedeuten die Teufe  
des Flötzes unterhalb der Terrainoberfläche; die nachgestellten  
Zahlen die Seehöhen des Daches dieser Schichten. Die Zahlen  
in Klammern bedeuten die Mächtigkeit.

Längen 1 : 92.400; Höhen ca. fünffach.

1. dass der Braunkohlenbergbau sich normalerweise in der jungen tertiären Decke bewegt, welche über dem Granitgrundgebirge abgelagert ist und

2. dass die Kaolingrüberei dieses Grundgebirge selbst, soweit es der Kaolinisirung der Feldspathe unterlag, zum Gegenstande des Abbaues macht.

### I. Die Braunkohlenformation.

Aus den vorangehenden Ausführungen folgt, dass durch den Bergbau auf Braunkohle das Granit-Grundgebirge normalerweise nicht, in Ausnahmefällen aber aus bergtechnischen und Betriebsrücksichten verritzt wird. Dabei ist festzuhalten, dass sich der Abbau der Kohle in einer ganzen Reihe übereinanderliegender Flötze bewegt, welche zum Theil wesentlich verschiedene Eigenschaften und verschiedenes geologisches Alter besitzen, wodurch sich ihre wechselnden Beziehungen zum Grundgebirge erklären.

Nach den ausführlichen Angaben, welche Scharfingcr über die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Kohlenflötze veröffentlichte<sup>1)</sup>, und welche auf die Erschliessung derselben, theils durch die Bergbaue selbst, theils auf Bohrlöcher basirt sind, habe ich der Uebersicht halber die in der Tafel XX enthaltenen Profile construirt. Aus denselben geht hervor, dass sich der Kohlenbergbau in der Elbogen-Karlsbader Mulde vornehmlich in zwei geologischen Horizonten bewegt, entweder

1. in dem, dem Alter nach der unteren Formationsstufe, den Saatzer Schichten Jokély's (Mittel-Oligocän nach Stur, „Vorbasaltische Stufe“ v. Hochstetter's) angehörigem Unteren oder Braunkohlen- (auch Glanzkohlen-) Flötz oder

2. in dem oberen oder Lignit-Flötz, welches in der Regel von der Oberen Braunkohlenformation (Unter-Miocän nach Stur, „Nachbasaltische Stufe“ v. Hochstetter's) bedeckt ist und die Ablagerungen der Mittleren oder Basaltischen Epoche der Braunkohlenformation (Ober-Oligocän nach Stur = „Basaltische Stufe“ v. Hochstetter's) z. Thl. in sich schliesst, zum Theile überlagert.

Die schematischen Darstellungen der Tafel XX geben hierüber die orientirenden Aufschlüsse. Fig 13 stellt das allgemeine Schema der Aufeinanderfolge der drei geologischen Altersstufen dar. Fig. 14 gibt eine detaillirtere Schichtfolge durch die Ablagerungen der beiden Hauptformationsstufen, welche von D. Stur herrührt. In denselben kommen die beiden Kohlenarten, die liegende Braunkohle (zum Theil Gaskohle) und der hangende Lignit gut zur Unterscheidung. Ausserdem wird die ältere vorbasaltische Stufe, die Saatzer Schichten Jokély's, nach Analogie der Fig 15 näher gegliedert. In dem Schema Fig. 12 habe ich die Beschreibung, welche v. Hochstetter in seinem „Karlsbad etc.“ S. 40—44 von den Schichtgliedern der Braunkohlenformation gibt, zur Darstellung gebracht. Im Zusammenhalte mit

<sup>1)</sup> Das Braunkohlen-Bergrevier von Elbogen—Karlsbad. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch XXXVIII. Band, 1890. S. 245.

den beiden danebengestellten Figuren Stur's und Jokély's gewährt die gezeichnete Schichtenreihe einen zutreffenden Ueberblick über die Vertheilung und Aufeinanderfolge der einzelnen Glieder der kohlenführenden Formation, über deren Mächtigkeit und Detailverhalten die unten zu besprechenden Profile, welche Schardinger mittheilte, präzisen Aufschluss geben. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei an dieser Stelle nur auf die betreffenden Angaben der genannten Figuren auf Tafel XX verwiesen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Beziehungen derjenigen Bergbaue, welche das untere oder Braunkohlenflötz abbauen, zum Grundgebirge schon aus dem Grunde ihrer räumlichen Lage viel engere sein müssen, als jene sind, welche beim Lignitabbau eintreten werden. Finden wir doch durch die Mehrzahl der Schacht- und Bohrlochprofile die Thatsache bestätigt, dass sich das abgebaute Braunkohlenflötz schon in geringer Entfernung vom Muldenrande fast unmittelbar an das granitische (kaolinisirte) Grundgebirge anlegt. Es tritt aber noch ein zweiter Grund durch die Tektonik der Flötzablagerung hinzu, um die Baue auf dieses Flötz in ganz besonderem Maasse nicht nur von dem Grundgebirge abhängig zu machen, sondern auch zu veranlassen, dieses letztere selbst aus Rücksichten des Betriebes zu verritzen. Indem das Flötz an den Senkungen des Grundgebirges, welche nach allgemeiner Annahme nach der Ablagerung der unteren Braunkohlenformation eingetreten sind, theilgenommen hat, stellt es keine eigentliche Decke über demselben mehr dar, sondern es folgt dem rasch wechselnden Relief desselben. Die Folge davon sind viele Auskeilungen, Verwerfungen, Brüche namentlich im südlichen Muldenflügel, wie die Profile, welche Herr Oberbergcommissar J. Schardinger in der citirten Arbeit entworfen hat, illustriren.

Es werden also Spalten, welche das Grundgebirge durchsetzen, nicht nur häufig, sondern in der Regel ihre Fortsetzung innerhalb der unteren Braunkohlenformation finden, und Wasser, welche auf diesen Spalten circuliren, können nach Massgabe der Wasserdurchlässigkeit der Schichten und der vorhandenen Verwerfungen in den ganzen Complex dieser Formation umso eher eindringen, als die Abbauniveaux im allgemeinen tieferliegende sein werden, wie jene beim Bau auf das hangende Lignitflötz.

Fassen wir zunächst die Verhältnisse in der Elbogen—Neusattler Mulde ins Auge. Die Fig. 1—3 auf Taf. XX stellen Bohrloch-Aufschlüsse innerhalb dieses Muldentheils dar, welche bis zum liegenden Braunkohlenflötz, bzw. bis zum Grundgebirge reichen. Der unterhalb der Kohle gegen den Muldenrand zu mächtige Liegend-Sand und -Sandstein fehlt in diesen drei Aufschlüssen fast gänzlich, statt dessen ist der Schieferletten im Hangenden der Flözte mächtig entwickelt. Eine sichere Zwischenschaltung der basaltischen Stufe konnte aus den der Zeichnung zu Grunde liegenden Mittheilungen Schardinger's<sup>1)</sup> nicht entnommen werden; es liegen die betreffenden Ablagerungen von Tuffmaterial wohl in der Lignitzone, wie es analog die Fig. 8—10

<sup>1)</sup> A. a. O. S. 263 u. 264.

des Karlsbad—Ottowitzer Muldentheiles zeigen. Bezüglich dieser mächtigen lignitführenden Schichten liegen hier Detailgliederungen nicht vor.

Das Muldentiefste des unteren Braunkohlenflötzes liegt nach den Angaben Scharfinger's in diesem vom Karlsbader Thermalgebiete am meisten entfernten Theile der ganzen Elbogen—Karlsbader Mulde, d. i. in der Elbogen—Neusattler Mulde in 210—220 *m* Seehöhe, etwa um  $\frac{1}{4}$  der ganzen Muldenbreite von deren Südrand entfernt, sinkt also beträchtlich (um circa 145 *m*) unter die Normalenebene der Teplmündung. Das Muldeninnere ist in diesen Tiefen noch nicht im Abbau; es ist aber bei dem allmählig vom Rande gegen das Innere fortschreitenden Bergbaue zu gewärtigen, dass in immerhin absehbarer Zeit diese für die Thermen wegen ihrer Tiefenlage sehr gefährdenden Abbaubezirke in Angriff genommen werden. Dort, wo sich der Bergbau im Liegendflötz jetzt bewegt, beträgt die Seehöhe der Bausohle circa 300 *m* (Union-Schacht). Günstiger liegen die Niveauverhältnisse des Abbaues in der Chodau—Münchhofer Partialmulde, deren seichte Ablagerungen nur bis 350—360 *m* Meereshöhe hinabreichen (Taf. XX, Fig. 4—6), während das Liegendflötz in dem Janessen—Taschwitz Muldentheil wieder auf 300 *m* (Bausohle der Karoli—Johannizeche 301.5 *m*) Meereshöhe sinkt. (Fig. 7.)

Das Vorhandensein eines dem vorerwähnten entsprechenden Liegendflötzes der unteren Braunkohlenformation wurde in dem an Karlsbad zunächst angrenzenden Muldentheil von Karlsbad—Ottowitz nach Scharfinger mit Sicherheit noch nicht constatirt, obgleich die Bohrlochprofile (vergl. Tafel XX, Fig. 8, 9) fast allenthalben die Existenz mächtiger Liegendflötze ergeben haben. Die Bergbaue bewegen sich daselbst nur in den Hangend-Lignitflötzen, welche zwischen Ottowitz und Dalwitz ihre Maximaltiefe von 50—70 *m* erreichen und mit ihrer Bausohle bis 340 *m* Seehöhe hinabreichen. Nach Scharfinger's Angaben (vergl. das Bohrlochprofil im Grubenmass „Anna V“ a. a. O. S. 278, Taf. XX, Fig. 10.) findet sich das Grundgebirge der Karlsbad—Ottowitzer Mulde theilweise erst in viel beträchtlicherer Tiefe (stellenweise in 200 *m* Seehöhe!). Sollte sich also in Zukunft der Bergbau auf die Liegendflötze ausdehnen, so würde mit Rücksicht auf die unmittelbare Nähe der Thermen das mit Bezug auf die weiter westlich gelegenen Abbaue in denselben Gesagte in noch weit höherem Masse Giltigkeit erlangen.

Gegenwärtig sind hier wie allerwärts für die Baue im Hangend-Lignitflötz die folgenden Gesichtspunkte im Auge zu behalten:

1. Sowie die Baue unter das Niveau der Karlsbader Thermalausflüsse reichen, ergibt sich aus hydrostatischen Gründen die Möglichkeit, mit Thermalwasser in Connex stehende Grubenwässer zu erschroten — wie im Jahre 1887 auf der Johannizeche bei Ottowitz geschah.

2. Diese Möglichkeit wird umso grösser, je näher die Baue an der Verlängerung der Karlsbader Thermalspalte liegen, je unruhiger die Lagerungsverhältnisse des Flötzes sind, und je grösser die Höhendifferenz zwischen Bausohle und dem Quellenniveau, also der

hydrostatische Druck (die Spannung) der unterirdisch circulirenden Wasser ist.

## II. Die Kaolinlagerstätten.

Ungleich dem Abbaue der tertiären Kohle, welcher sich im Principe nur in den Deckschichten des Grundgebirges innerhalb der grossen Kohlenmulde bewegt und ein dem Verbande dieser jungen Deckgebilde angehörendes geologisches Element dem Boden entnimmt; welcher sich dem Grundgebirge nur dort nähert, wo er dies, durch die Lagerungsverhältnisse gezwungen, thun muss; welcher endlich das Grundgebirge nur in Ausnahmefällen durch Streckenanlagen für Förderungszwecke zu verritzen in die Lage kommt, bewegen sich die Kaolinbaue nur im Liegenden der Kohlenablagerungen, indem sie das Granitgrundgebirge im kaolinisirten Zustande um seiner selbst willen zum Gegenstande des Abbaues machen.

Es wurde im Obigen wiederholt darauf verwiesen, dass die Kaolinlagerstätten nicht als etwas seinem geologischen Verbande nach vom Granit zu Trennendes aufgefasst werden können, also insbesondere nicht als eine sedimentäre Decke etwa nach Analogie der Braunkohlenschichten. Wie dies schon von früherher durch Hochstetter bekannt war, habe auch ich mich bei den während meines Karlsbader Aufenthaltes unter der Führung des Herrn k. k. Oberbergcommissärs K. Kahlich vollzogenen Befahrungen einer Reihe von Kaolingruben in den Gemeinden Zettlitz, Weheditz und Ottowitz zu überzeugen Gelegenheit gehabt, dass der Kaolin allenthalben nicht nur in der massigen Beschaffenheit des Granites vor Ort ansteht, sondern dass es ausserdem möglich ist, in jedem speciellen Falle anzugeben, welche der bekannten Structurvarietäten des Granites vorlag und durch Kaolinisirung ihrer Feldspathe in die sogenannte „rohe Kaolinerde“ umgewandelt worden ist. Das petrographische Gefüge des Granites bleibt — wie die weitaus grösste Zahl der beobachteten Fälle gelehrt hat, und wovon man sich beim Bespülen der Proben mit Wasser leicht überzeugen kann — ganz unverändert, und die „Erde“ selbst geht allmählich in den wenig, schliesslich aber in grösserer Tiefe in den nicht veränderten Granit über.

Es bildet sonach der „Kaolin“ nichts anderes als eine mehr oder weniger mächtige, durch chemische Einwirkungen aufgelockerte Oberflächenschichte des unzersetzten Granites, welche nichtsdestoweniger, solange ihre Lagerung nicht gestört wird, in Folge ihrer verringerten Wasserdurchlässigkeit gleichsam eine schützende Rinde, eine Hülle um denselben bildet. Vom Standpunkte der Erhaltung der Thermen in ihrem gegenwärtigen Zustande wenigstens kann man füglich von der „Kaolinerde“ wie von einer Schutzhülle des Granites sprechen. In dieser Schutzhülle des Granites bewegen sich aber nicht nur alle Baue auf Porzellanerde, sondern sie wird durch dieselben direct abgebaut, d. h. entfernt.

Die Entfernung des im allgemeinen seiner Substanz nach als wasserdicht<sup>1)</sup> zu bezeichnenden Kaolins, beziehungsweise der in ihrem feldspathigen Gemengtheile chemisch veränderten Granitoberfläche von dem nicht veränderten Theile der Granitmasse wird im Wesentlichen einer Oeffnung des eventuellen Verschlusses von in letzterer vorhandenen Spalten gleichkommen und ein Ausströmen des in ihnen circulirenden Wassers ermöglichen. Es erklärt dies die Thatsache des Auftretens der meisten Grubenwässer in den Kaolinbauen, die nur selten in den Hangendschichten der Braunkohlenformation ihren Ursprung haben, sondern in der grossen Mehrzahl der Fälle aus dem Granite stammen, wie ihre Zusammensetzung mit Sicherheit beweist. (Vergl. die Darstellung der Analysen der Grubenwässer von Dr. L. Sipöcz auf Tafel XXI.)

Nach Obigem sind die Kaolinbaue als im Grossen betriebene Aufschlussbaue innerhalb des Grundgebirges zu bezeichnen, in höchstem Grade geeignet, jegliches bis an die Granitoberfläche reichende Circulationsgebiet von Wässern innerhalb desselben zu öffnen und diesen letzteren das etwa vom Kaolin verlegte, auf natürlichem Wege verdämmte Abfliessen freizumachen.

Ueber die speciellen geologischen Verhältnisse der Kaolingruben, zumal jener der Karlsbad—Ottowitzer Mulde, liegen Detailangaben in der Literatur nur in geringer Menge vor. Da die Gewinnung des Kaolins gegenwärtig eine ganz und gar bergmännische, nach den Regeln des bergtechnischen Abbaues unter Tags stattfindende ist, so wäre eine detaillirte Evidenzhaltung aller Erfahrungsdaten, die während des Abbaues gemacht werden, in ebensolchem Maasse geboten, wie dies bei den Bauten auf Kohle Vorschrift ist. Die Vorschläge des Schlusscapitels dieser Darlegungen werden sich damit zu befassen haben.

Aus einigen, in der wiederholt erwähnten, bisher reichhaltigsten Publication über das Bergrevier Elbogen—Karlsbad, jener von Oberbergcommissär Schardinger enthaltenen Angaben (A. a. O. S. 250 ff.) und daraus von mir ausgewählten Profilen (s. Taf. XX) ergibt sich, dass die Mächtigkeit der „Kaolinerde“ bei Zettlitz (vergl. Bohrloch auf Parzelle 62, Schardinger, S. 253; Taf. XX, Fig. 11) bis zu 29 m anwächst, wovon in der Regel nur etwa 20 m schlammbar sind. Die Ausbeute an Kaolin, d. h. Zersetzungsproducten des im Granite enthaltenen Feldspathes beträgt nach Dr. Sipöcz 33—45%; den Rest bilden unveränderte Granitbestandtheile: Quarz, Glimmer, noch unzersetzter Feldspath, Turmalin etc., die als Grobsand und Feinsand bis Schlicker beim Schlammproceß abfallen. Diese „Abfallsproducte“ sind es unter anderen auch, welche durch ihre gleichmässige Beimengung den Beweis liefern, dass sich die Umwandlung des Granites in Rohkaolin an Ort und Stelle ohne Umschwemmung vollzog.

Es spricht dafür aber auch noch ein weiterer Grund, welcher sich mir bei den Befahrungen aufdrängte: die Thatsache, dass sich

<sup>1)</sup> Jedoch im relativen Sinne, da, wie Versuche gezeigt haben, jede kluftfreie Kaolinmasse je nach ihrer Mächtigkeit nur bis zu einer gegebenen Maximalspannung dem Wasser den Durchtritt wehrt.

auch im Kaolin ein deutliches Netz von Klüften constatiren lässt, welches den Zerklüftungs- und Spaltenrichtungen des unzersetzten Granites entspricht, beziehungsweise sich als eine Fortsetzung derselben darstellt. Dieser Umstand erlangt nicht nur für die Erage der Möglichkeit einer Fortsetzung der Karlsbader Thermalpalte über das Egerthal hinweg nach Nordnordwest erhöhte Bedeutung, worauf im nächsten Abschnitte (C.) zurückzukommen sein wird, sondern er ist es auch, welcher in vielen Kaolinerdegruben durch Eröffnung solcher Spalten den Granitwässern einen Austritt verschafft.

Es erübrigt noch der „Grenzschichten“ zwischen Kaolin und unzersetztem Granit zu gedenken, welche etwa als halbzersetzter Granit angesprochen werden mögen. Ihr Vorhandensein ist der directe Beweis für die geologische Zugehörigkeit des Kaolins zum Granite, indem sie die wohl der Zersetzung anheimgefallenen, jedoch für die Praxis wegen zu geringer Kaolinisirung der Feldspathe an Ausbeute noch zu minderwerthigen Partieen des Granites vorstellen. Durch ihren allmählichen Uebergang nach beiden Seiten hin haben sie uns aber auch die Möglichkeit geliefert, einen Einblick in die Entstehungsgeschichte des Kaolins zu gewinnen. v. Hochstetter stellte sich vor, es wäre die Zersetzung der Granitfeldspathe zu Kaolin unter der Wasserbedeckung des tertiären Braunkohlensees vor sich gegangen. Eine Umschwemmung und damit Sonderung des reinen Kaolins von den beigemengten anderen Bestandtheilen (Quarz u. s. w.) des Granites konnte nur in beschränktestem Masse local, zumeist an der Oberfläche, nicht aber in der Tiefe vor sich gehen, daher die Lagerung des Umwandlungsproductes, der „rohen Kaolinerde“, die ungestörte des Granites blieb. Dass bei dem Vorgange der Kaolinisirung reducirende Processe eine Rolle gespielt haben, folgt aus der Gegenwart von Schwefelkies, der in Knollen im Kaolin von Zettlitz gefunden wird. Eine Erklärung der Kaolinbildung auf ganz analogem Wege haben in jüngerer Zeit Teller und v. John in jener Studie v. Hochstetter's gegeben, welche die geologischen Verhältnisse, die durch den Abriss des Hauses „Zum weissen Adler“ am Marktplatze in Karlsbad (1878) blossgelegt wurden, erörtert. Aus deren Ausführungen zieht v. Hochstetter den Schluss,

„dass abnorme Verhältnisse, wie die Durchtränkung einer zerklüfteten Granitmasse mit Thermalwasser, das neben überschüssiger Kohlensäure eine ganze Reihe chemisch wirksamer Stoffe in Lösung erhält, in einem so leicht zerstörbaren Gestein, wie der Karlsbader Granit, mannigfache Umwandlungsprocesse anregen musste, deren Resultate nach den vorangehenden Auseinandersetzungen (Teller's und John's) bestehen: In der vollständigen Kaolinisirung nicht nur der Feldspathe, sondern sämmtlicher überhaupt angreifbarer Bestandtheile des Granites, der schliesslich in vollständig unkenntliche, grünliche Zersetzungsproducte übergeführt wird, in dem Absatze eigenthümlicher Kieselsäureausscheidungen, und endlich in der Bildung von Schwefelkies und Eisen-carbonat u. s. w.“

Ich hatte Gelegenheit, anlässlich des Umbaues des Hauses „Zur russischen Krone“ eine ähnliche Kaolinisirung des Granites durch Thermalwasser beobachten zu können, so dass die Kaolinbildung im Tepplthale analog wie im Gebiete der Braunkohlenmulde

verfolgt werden kann. Dort, wo die Bedeckung durch jüngere Bildungen, wie dies im Braunkohlenbecken stattfindet, fehlt, musste aber der Kaolin naturgemäss der Denudation zum Opfer fallen. Als Verbindungsglied mit dem, durch die Decke der jungen Sedimente vor dem Abtrag geschützten eigentlichen „Kaolin“-Gebiete der Mulde und zwar noch im Stadtgebiete von Karlsbad, also diesseits der Eger, wurden bei der Kanalisierung der Bahnhofstrasse nach den Beobachtungen des Herrn Ingenieurs Schärf sowohl im Beginne derselben unweit der Franzensbrücke als auch zwischen Schützenstrasse und Gasanstalt, dort im Liegenden des Quarzsandsteines ausgedehnte Kaolinlager angetroffen.

Aus dem Vorhergesagten folgt, dass bei der Bildung des Kaolins thermale Agentien immerhin eine Rolle gespielt haben können,<sup>1)</sup> wenn gleich das Auftreten von Kaolin an sich noch kein Kriterium für die Existenz der letzteren geben kann, weil wir wissen, dass auch gewöhnliche Meteorwässer diesen Umwandlungsprocess zu vollziehen im Stande sind

Jedenfalls lässt sich aus den gegebenen Ausführungen bezüglich der geologischen und petrographischen Charakteristik desjenigen Horizontes, in welchem sich die Baue auf Porzellanerde bewegen, der Schluss ziehen: Der sogenannte „Kaolin“, wie er in den Gruben gewonnen wird, ist nichts anderes als anstehender Granit, welcher durch hydatogene Zersetzung seines Feldspathes einen Procentgehalt von 33–45% reiner Porzellanerde (Kaolin der Mineralogen, „Masse“ der Schlämmerwerke) aufweist. Minder zersetzte Parteeen des Granites bilden die sogenannten Uebergangsschichten, welche sich durch ihren mürben Gesteinscharakter bei hoher Wasserdurchlässigkeit als besonders kritische Stellen bezüglich der Möglichkeit von Wassereinbrüchen darstellen.

Die Tiefenlage der kaolinisirten Granitparteeen reicht in der Karlsbad—Ottowitzer Mulde von ober Tags, wo sie die Granitrücken und -„Inseln“ im Braunkohlenbecken umsäumen, bei der grossen Tiefenzunahme der Kohlenformation in sehr niedrige Niveaux. Die Bohrprofile auf Taf. XX lassen nach den Angaben Schardinger's stellenweise ein Hinabreichen bis auf 200 m Seehöhe erwarten. Bei Zettlitz, wo ein Granitrücken in der Gegend des Meierhofes Premlo-witz emportauht, gehen die Baue gegenwärtig<sup>2)</sup>, wie aus den beiden Textfiguren 7 und 8 zu ersehen ist, unter das Niveau der Teplmündung nicht hinab. Es ist aber bereits geschehen,

<sup>1)</sup> Als Analogon zur Beobachtung der Kaolinbildung an den Karlsbader Thermen sei angeführt, dass man bei der Abteufung der Quellschachte im Teplitzer Porphyr dieselbe Wahrnehmung machte. Vergl. Laube, Geologische Excursionen im Thermalgebiete des nordwestlichen Böhmens. S. 45. „Der vom Thermalwasser durchströmte Porphyr zeigte dagegen die unzweifelhaftesten Spuren der Auslaugung, indem die feldspathigen Bestandtheile desselben in dem Maasse stärker kaolinisirt waren, als sie den Spalten näher lagen.“

<sup>2)</sup> Nach dem Inspectionsberichte des k. k. Oberbergcommissärs K. Kahlich vom 10. October 1893.

dass auch oberhalb dieses Niveaus (in 377 m Meereshöhe) durch die Verritzung des wenig oder nicht zersetzten Granites bedeutende Wassermassen von erhöhter Temperatur (speciell: 274 l pro Minute von 15—16° C.<sup>1)</sup> erschroten wurden, welche zur Ausserbetriebsetzung der betreffenden Anlage (Einigkeitszeche auf Parzelle 62, Gemeinde Zettlitz) geführt haben, eine Thatsache von grossem Belange, auf welche später noch wiederholt zurückgekommen werden muss. Es wird aber nach Massgabe des fortschreitenden Abbaues in den höheren Schichten immer wieder versucht werden, auch die tiefer gelegenen Lagerstätten auszubeuten; dass dies ein für den ungestörten Bestand der Thermen von Karlsbad in hohem Grade bedenkliches Unternehmen ist, mag aus dem folgenden Abschnitte erhellen.

### C. Gründe für die Möglichkeit der Fortsetzung der Thermalspalte in das Gebiet nördlich der Eger.

Nach der vom geologischen Standpunkte gegebenen Charakteristik der Bergbaue auf Braunkohle und Lignit, sowie der Gewinnung der rohen Kaolinerde im Gebiete der Elbogen—Karlsbader Terrainmulde erscheint die Beleuchtung der Gründe geboten, welche zur Annahme der Möglichkeit eines Hinübergreifens der mit Thermalwasser erfüllten Spaltenzone in das Gebiet nördlich der Eger, und demzufolge zur Schaffung eines erweiterten Schutzrayons für die Thermen, sowie zu anderweitigen prophylaktischen Massregeln geführt haben, beziehungsweise noch weiter führen sollen.

Wie in der Einleitung zu diesem Theile meiner Darlegungen hervorgehoben wurde, hat man es — im Interesse des Normalbestandes der Karlsbader Thermen muss man sagen glücklicherweise — derzeit noch mit einer Annahme, einer begründeten Vermuthung dieses Uebergreifens in ein Gebiet zu thun, wo der Bergbau beständig aufschliessend in das Terrain und damit abändernd und störend in das Regime der unterirdisch circulirenden Wasser eingreift. Es ist nothwendig, an dieser Stelle zunächst eine Zusammenstellung der in dieser Angelegenheit von Seite der Geologen bisher ausgesprochenen Ansichten zu geben.

In der Commissionssitzung vom 20. Mai 1880 gaben die drei geologischen Sachverständigen v. Hauer, v. Hochstetter und Wolf im Punkte 6 ihres Gutachtens wörtlich zu Protokoll (vgl. Anhang S. 770):

„Als das Circulationsgebiet der Karlsbader Thermalwässer betrachten wir den Granit des Karlsbader Gebirges, der sich, theilweise bedeckt von tertiären Braunkohlenbildungen und durchbrochen von Basalten in einer breiten Zone auch nördlich von der Eger bis in das Erzgebirge erstreckt.“

Und weiter im Punkte 7 ihres Gutachtens:

„Sollen die Quellen von Karlsbad vor jeder möglichen Gefahr geschützt werden, so muss der Schutzkreis auch auf das Gebiet nördlich von der Eger bis zum Erzgebirge ausgedehnt werden, jedoch nur in der Weise, dass das

<sup>1)</sup> Vgl. Inspectionsbericht vom 25. Februar 1891.

granitische Grundgebirge vor tieferen Eingriffen geschützt wird, d. h. dass nicht durch etwaige Bergbaue bis in Tiefen, welche unter das Niveau des Sprudelausflusses (371 m Meereshöhe nach Kofistka)<sup>1)</sup> im Teplbett oder unter das Niveau der Eger bei Karlsbad (360 m) reichen, Granitspalten geöffnet werden, welche den Thermalwässern einen leichteren Ausfluss gestatten würden.“

Eine nähere Begründung für diese ihrer Ueberzeugung entsprechende Ausdehnung des Circulationsgebietes der Thermalwässer zu geben, hatten die genannten Geologen damals keinen Anlass. Nähere Studien hierüber wurden erst im Jahre 1888 von Oberbergcommissär Schardinger beantragt (vgl. S. 674), was dem Geologen der k. k. geol. Reichsanstalt Herrn Fr. Teller zu einer gutachtlichen Aeusserung an den Stadtrath Karlsbad Gelegenheit gab, in welcher er in den Schlussfolgerungen seiner geologischen Erhebungen im Stadtgebiete und der nächsten Umgebung von Karlsbad in Bezug auf die Möglichkeit einer Fortsetzung der Thermalzone nordwärts der Eger im Punkte 3 und 4 (vgl. S. 774) Folgendes anführt:

„3. Der Thermalwasser führende Granitkörper, das sogenannte Karlsbader Gebirge, endet nordwärts mit einem nahezu ostwestlich streichenden Bruchrande, welcher in dem nördlichen Steilabfall der Donitz- und Hühnerleiten, sowie der Kreuzberg- und Sooser Masse auch landschaftlich scharf ausgeprägt erscheint. Die nördlich von diesem Bruchrande sich ausbreitenden Tertiärgebilde ruhen auf einer abgesunkenen Granitscholle.

„Es ist möglich, dass die thermale Spaltenzone des Teplthales an diesem Bruchrande ihr Ende findet, oder dass ihre Fortsetzung durch die genannte Schollensenkung in ein so tiefes Niveau gerückt wurde, dass eine Erschliessung derselben durch den Kohlenbergbau nordwärts der Eger nicht zu befürchten wäre. Wir besässen sodann in dieser Störungslinie einen natürlichen und den wirksamsten Schutz des Karlsbader Thermalbezirkes gegen die bergbaulichen Eingriffe, aber es darf nicht vergessen werden, dass man mit diesen Betrachtungen bereits das unsichere Gebiet der Hypothese betreten hat, das den Erörterungen über Schutzmassregeln nie als Basis dienen sollte.

„4. Setzt die Spaltenzone des Teplthales über den Bruchrand nach Nord in das Tertiärgelände fort, so kann für die Beurtheilung ihrer Richtung nur die Erfahrung massgebend sein, welche wir über ihren Verlauf im Bereiche des Teplthales besitzen. Es liegt kein Grund vor, eine seitliche Ablenkung vorauszusetzen.“

„Aus diesem Umstande folgt aber mit Nothwendigkeit, dass das Gebiet, in welchem sich die Kaolingruben von Zettlitz bewegen, sowie die daselbst umgebenden Kohlenreviere die lebhaftesten Befürchtungen hinichtlich einer unfreiwilligen Erschliessung der Thermalwässer erwecken müssen. Es treffen hier alle Umstände zusammen, welche für die Ausscheidung eines engeren Schutzgebietes massgebend sein sollten.“

Wie aus den vorstehenden Aeusserungen geologischer Fachmänner zu entnehmen ist, finden sich die thatsächlichen Gründe für die Entscheidung der in Rede stehenden Frage, wie es ja bei der Natur solcher noch ungelöster Probleme zu erwarten steht, nur spärlich vor.

Durch die Anführung der folgenden Gründe, welche für die hohe Wahrscheinlichkeit einer Fortsetzung der Thermalpalte in das Granitgebiet nördlich der Eger sprechen sollen, mögen nicht nur der fachwissenschaftlichen Discussion dieser

<sup>1)</sup> D. i. 381 m nach dem neueren Nivellement, welchem eine Meereshöhe des Normalpunktes (oben 360 m) nach Gröger von 369.777 m entspricht. Neueste Côte des Normalpunktes: 371.203 m.

für den Thermenschutz ausschlaggebenden Frage Anknüpfungspunkte geboten werden, sondern auch den schwierigen Entscheidungen, die anlässlich der Collision mancher Interessen des Bergbaues mit den Schutzmassregeln für die Thermen zu fällen sind, eine Basis verschafft, beziehungsweise die Berechtigung der Schutzvorkehrungen begründet werden.

1. Der als „rohe Kaolinerde“ abgebaute zersetzte Liegendgranit der Elbogen—Karlsbader Mulde ist identisch mit den Granitvarietäten des Karlsbader Gebirges.

Beweisend hiefür mögen die beifolgenden Beobachtungen an den Materialproben sein, welche ich bei den unter der Führung des Herrn Oberbergcommissärs K. Kahlich stattgehabten Befahrungen der Kaolingruben am 8. und 16. November 1893 gesammelt habe, und welche in der gegenüberstehenden Tabelle der Granitvarietäten in den Kaolingruben zusammengestellt erscheinen.

2. Der Granit der Mulde bildet genetisch und substantiell mit dem Granite des Karlsbader Gebirges und des Erzgebirges eine geologische Einheit. Bezüglich des gleichen Ursprunges sind wohl alle Geologen über die Zusammengehörigkeit der ganzen Granitmasse einig; die substantielle Gleichartigkeit kann aus der Gleichheit des Materiales dies wie jenseits der Eger sozusagen auf Schritt und Tritt bewiesen werden.

3. Die räumliche Continuität der Granite, welche aus jeder geologischen Karte ersichtlich wird und in den aus der Decke der jüngeren Braunkohlenformation emporragenden Granitrücken ober Tags ihren Ausdruck findet, wurde durch den Bergbau allenthalben bestätigt.

Es braucht an dieser Stelle nur auf die Darstellungen in den angeführten Publicationen von J. Schardinger, Laube (Excursionen etc.) sowie die Schichten-Profile der Tafel XX verwiesen zu werden.

4. Die durch das Absinken der Granitmasse der Mulde bedingte Bruchlinie längs des Egerthales (sowie parallel dazu längs des Erzgebirges) ist an sich kein Grund gegen die Möglichkeit des Hinübergreifens der Thermalzone in das Gebiet jenseits der Eger.

Die Begründung hiefür mag in folgender Erwägung liegen. Um die hohe Temperatur der Karlsbader Thermen zu erklären, muss man annehmen — was von keiner fachmännischen Seite angefochten wird — dass das Thermalspaltensystem bis in eine Tiefe von etwa 2000 m reiche <sup>1)</sup>.

Das vertikale Mass der grossen Senkung, welcher die Braunkohlenmulde ihre Entstehung verdankt, ist aber ein viel kleineres. Aus der Höhenlage der theilweise noch erhaltenen Ablagerungen der älteren Braunkohlenformation auf der

<sup>1)</sup> Vergl. Anmerk. <sup>2)</sup> S. 734.

### Tabelle der kaolinisirten Granitvarietäten

in einigen Kaolingruben von Weheditz, Ottowitz und Zettlitz, sowie aus dem Liegendquerschlag des Rudolfschachtes bei Putschirn.

	Name der Grube	Seehöhe der Bausohle <sup>1)</sup>	Art des kaolinisirten Granites nach den von v. Hochstetter aufgestellten Typen.
1	Weheditz Parc. 575 (R. Gottl)	II. Bausohle 370 m	Feinkörniger, Muscovitschüppchen führender Granit mit Turmalin (Schörl). Einzelne grössere Quarzkrystalle. Rein weiss kaolinisirte Feldspathe. Typus: <b>Kreuzberggranit</b> .
2	Ottowitz Parc. 866 (Zebisch u. Pfeiffer)	Strecke 60 m östl. vom Schachte 378·2	Grobkörniger, 1–2 cm grosse, vollständig (rein weiss) kaolinisirte Feldspathe führender Granit, dessen Biotit gleichfalls in bräunlichgelbe bis graue erdige Massen zersetzt ist. Der Quarzgehalt sinkt bis $\frac{1}{3}$ der ganzen Gesteinsmasse. Typus: <b>Hirschsprunggranit</b> .
3	Zettlitz Parc. 21 (K. Kno <sup>1</sup> )	389	Gleichmässig feinkörniger Granit ohne Glimmerblättchen. Kaolinreich. Strukturtypus: <b>Glimmerarmer Kreuzberggranit</b> .
	Zettlitz Parc. 21 (K. Knoll)	389	Neben vorstehendem kaolinisirten Granit local in Putzen vorkommend (Umschwemmungsprodukt): <b>Grünlicher „Schlicker“</b> (Unrein. Kaolin) mit nur wenig Quarz und u. d. M. sichtbar etwas Spatheisenkryställchen.
4	Zettlitz Parc. 239 und 240 (Chr. Fischer's Erben)	368	Gleichmässig mittel- bis feinkörnig, von ca. 1 mm Korngrösse, fast glimmerfrei; Feldspath rein weiss kaolinisirt, ohne auffallende Accessorien. Typus: <b>Gröberer Kreuzberggranit</b> .
5	Zettlitz Parc. 300/ <sub>1</sub> (R. Gottl)	II. Bausohle 361·9	Gleichmässig mittel- bis feinkörnig, von ca. 1 mm Korngrösse; die Muscovite in sehr zarte Schüppchen aufgelöst; reichlich Quarz und etwas Turmalin. Typus: <b>Kreuzberggranit</b> von etwas gröberem Korn, doch fast ohne Einsprenglinge.
6	Zettlitz Parc. 305 (W. Lorenz)	II. Bausohle 366	Feinkörniger, etwas Muscovit führender Granit mit Schörlnestern. Vereinzelt grössere Quarze und Feldspathe, letztere in etwas bräunlichen Kaolin verwandelt. „Sandsteinartige“ Varietät des <b>Kreuzberggranites</b> .
7	Putschirn Liegendquerschlag des Rudolfschachtes	379	Grobkörniger, gleichkörniger Granit mit etwas eisenschüssig (bräunlich gefärbten) kaolinisirten Feldspathen: <b>Hirschsprunggranit</b> .

<sup>1)</sup> Nach gütiger Angabe des Herrn k. k. Oberbergcommissärs K. Kahlich; alle Höhen sind auf den Normalpunkt — 360 m bezogen. Auf Grundlage des neuesten Nivellements der Buscht. E.-B. wären dieselben, wie der Normalpunkt selbst um 11·203 m zu erhöhen.

Wasserscheide des Karlsbader Gebirges (bei Buchau, Böhm.-Killmes, Leimgruben u. s. w.) berechnete v. Hochstetter den Betrag der Muldensenkung auf etwa 1000 Fuss = ca. 320 *m*. Nehmen wir selbst an, dass der Granit des Muldentiefsten im Karlsbad—Ottowitzer Becken (in ca. 200 *m* Meereshöhe) einst im Niveau des Drei-Kreuzberges gewesen sei (551 *m* Meereshöhe), so kommen wir über 350, im Maximum 400 *m* als Betrag der Senkung nicht hinaus.

Es besteht also für die mindestens um das Fünffache tiefer reichenden Quellspalten die Circulationsmöglichkeit in der Tiefe auch nach der Senkung der nördlichen Granitscholle in ausreichtendstem Maasse fort. Dass aber diese Möglichkeit auch in den obersten Theilen der abgesunkenen Granitscholle des Muldentheils gegeben ist, kann nicht bezweifelt werden, wenn man in Betracht zieht, dass bei einer supponirten Senkung des Karlsbader Gebirges um 400 *m* die Quellen sehr wohl Gelegenheit hätten, auf den zahlreichen Spalten des Granites nach oben wieder zu Tage zu treten, was bei dem, in Folge der Senkung noch mehr von Verwerfungen und Klüftungen durchzogenen Granit der Mulde umso leichter stattfinden kann.

5. Die Existenz von Klüften in analoger Richtung, wie jene des Karlsbader Gebirges sind, ist aber jenseits der Eger in den Kaolinbauen vielfach zu erweisen.

Ich hatte Gelegenheit beim Befahren der Kaolingruben dort, wo ein Streckenort vorhanden war, diese Beobachtung wiederholt zu machen. Selbst in ganz trockenen Strecken konnten diese Klüfte, welche nichts anderes als die Fortsetzung der im unzersetzten Granit verlaufenden und dort wasserführenden Spalten sind, beobachtet werden. Die beobachtete Uebereinstimmung ihrer Richtung mit jener der Spalten im Karlsbader Granit spricht dafür, dass, wie von vorneherein anzunehmen ist, bei der Senkungsbewegung des Muldengranites eine seitliche Drehung nicht erfolgte, und dass somit die wahrscheinliche Richtung, in welcher sich die Thermen im Gebiete der Mulde fortsetzen können, dieselbe ist, welche sie in Karlsbad haben.

Weitere Beobachtungen nach dieser Richtung gleichzeitig mit den Spaltenbeobachtungen im Tepplthale werden demzufolge eine erhöhte Bedeutung erlangen.

Es ist hier wohl der Ort, um auf den Zusammenhang der Richtung hinzuweisen, welche der Thermalzone einerseits und der Gesamtlängserstreckung der ganzen Granitmasse des Karlsbader- und Erzgebirges bis nach Sachsen hin andererseits eigenthümlich ist. Schon v. Warnsdorff hat 1855<sup>1)</sup> die Lage der Thermalspalte mit der Erhebungslinie des Thüringer- und Böhmerwaldes verglichen, worauf auch F. Teller hinweist, indem er sagt (s. Anhang S. 774) „dass die SSO—NNW streichende Thermalzone einer Richtung folge, welcher bekanntlich im Gebirgsbaue des Böhmerwaldes wie in jenem des Erzgebirges eine hervorragende Bedeutung zukommt.“

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. R.-A. VI. Bd. S. 92.

Es würde zu weit führen, die grosse Bedeutung dieser geologisch so ausgezeichneten uralten Dislocationsrichtung im Detail zu schildern. Für die in Rede stehende Hinsicht genügt die Bezugnahme auf Prof. Reyer's lichtvolle Darstellung der „Tektonik der Granitergüsse von Neudeck und Karlsbad“,<sup>1)</sup> worin nicht nur aus der Gesamtanordnung des Granitmassives, dessen Längsachse auf der Linie Karlsbad—Eibenstock—Kirchberg in Sachsen in die Richtung der Stunde 10 fällt<sup>2)</sup>, und welcher nach der alten Naumann'schen Beobachtung auch die Reihen kleinerer elliptischer Granitdurchbrüche bei Schneeberg und Aue in Sachsen parallel liegen, sondern auch aus der Art der Vertheilung der feinkörnigen Granite innerhalb der grobkörnigen (man vgl. die unten angegebenen Kartenskizzen Reyer's) auf die Richtung der Eruptionsspalten des Granites mit grosser Sicherheit geschlossen wird. Alle diese Spalten folgen der Stunde 10.

Diese quer gegen das Erzgebirge verlaufende Spaltenbildung hielt auch in viel späterer Zeit noch an. Die Granite, welche in mindestens vorpermischer Zeit auf ihr empordrangen, wurden selbst wieder davon betroffen, wie die in ihnen aufsetzenden Quarz- und die Mitternachts-Erzgänge sowie die gleichen überall zu beobachtenden Kluffrichtungen beweisen.

Dieser Hauptzerklüftungsrichtung parallel liegt nun die Thermalzone im Karlsbader Gebirge. Die allgemeine Verbreitung einer so prägnant in Erscheinung tretenden Störungsrichtung spricht nach meiner Ansicht in hohem Masse für die Möglichkeit, dass das innerhalb derselben geologischen Einheit — des Granites — circulirende Wasser dem durch dieses Spaltensystem vorgezeichneten Wege folgt, d. h. sich nordnordwestlich weiter erstreckt.

6. Für die Möglichkeit der Fortsetzung der Thermalspalte nach Nord spricht mittelbar auch das sehr lückenhafte Auftreten des Basaltes.

Wir können dort, wo tektonische Störungen vorhanden sind, welche das Empordringen von Eruptivgesteinsmassen ermöglichten, im allgemeinen zwei Fälle unterscheiden. Entweder hat man es mit zusammenhängenden Massen zu thun, welche in mächtigen Gängen in die Tiefe setzen, dann kann man dieselben auch ober Tags als langgestreckte Gangmassen oder Reihen von Kegelbergen — wie dies im benachbarten Basaltgebirge Böhmens zu beobachten ist — weithin verfolgen. Oder es sind nur Gänge von geringer Mächtigkeit vorhanden, gleichsam Infiltrationscanäle des Eruptivmagmas im spaltenreichen Hauptgesteine — hier Granit — welche apophysenartig verzweigt einzelne der grösseren Spalten ausgefüllt haben, ohne aber die Mächtigkeit zu besitzen, um ganze Gebirgsglieder scheiden zu können.

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. R.-A. 29. Bd. S. 405 u. s. f., Kartenskizze S. 407. Vgl. auch Theoretische Geologie S. 146. Kartenskizze S. 147 und die schematischen Darstellungen S. 154.

<sup>2)</sup> Auf der Naumann'schen geolog. Karte von Sachsen hora 9 und 14<sup>o</sup> reducirt.

Zu den letzteren muss man die Basalte der Umgebung von Karlsbad stellen, welche, wenn die Bruchlinie an der Grenze der Braunkohlenmulde eine Zerstörung der innigen Beziehungen d. i. der Continuität der beiderseits vorhandenen Granitgebiete zur Folge gehabt hätte, gewiss in dieser Dislocationsspalte in reichlichem Maasse, etwa wie in dem benachbarten Duppauer Basaltgebiete emporgedrungen wären.

Statt dessen bemerken wir, dass die Basaltvorkommnisse im Innern sowie am Rande der Mulde, ganz besonders aber bei Karlsbad ganz minimale, ja auffallend geringe genannt werden müssen, welche sich in der Art ihres Auftretens in nichts von denjenigen einzelnen Eruptivstellen unterscheiden, welche auf der Höhe und mitten im Granite des Karlsbader Gebirges anzutreffen sind. Zwischen dem Gebiete der Karlsbader Thermen und dem demselben zunächst befindlichen Muldenantheil von Zettlitz-Ottowitz ist anstehender Basalt bislang gar nicht nachgewiesen worden, denn die Vorkommnisse von Basalttuff bei Fischern (Kappelberg) und Weheditz sind geschichtete Glieder der mittleren Braunkohlenformation und gehören als solche der Decke der Tertiärbildungen an.

Den nächsten anstehenden Basalt bildet das Vorkommen am Altrohlauer Bach oberhalb der Wobesmühle; erst  $2\frac{1}{2}$  Kilometer östlich vermuthet man ein unterirdisches Vorkommen bei Weheditz und ebenso gross ist wieder die Entfernung bis zu den Basaltausbissen im Giesshübler Herrschaftswalde.

Solche Entfernungen entsprechen aber jenen, welche den Basaltdurchbrüchen zukommen, die auch am Plateau und an den Abhängen des Granitstockes des Karlsbader Gebirges auftreten: Veitsberg, Schlossberg bei Funkenstein, Jägerhausberg bei Aich, Hornerberg u. s. w.

Es treten somit zur geotektonischen Bedeutung der Dislocationsspalte des Egerthales keinerlei Momente hinzu, welche die Circulation von Grundwässern schwieriger gestalten könnten, als dies innerhalb des südlichen Theiles des Granites — im Karlsbader Gebirge selbst — der Fall ist, woraus die Möglichkeit einer Verbindung des in directem Contact stehenden wassererfüllten Spaltensystemes im Granite dieswie jenseits der Eger zur Wahrscheinlichkeit wird.

7. Die Erschrotung von Grubenwässern mit wenigstens partiell thermischen Eigenschaften spricht für die grösste Wahrscheinlichkeit einer Fortsetzung des Circulationsgebietes der Thermen nach Nord.

#### Die Grubenwässer der Elbogen—Karlsbader Mulde.

Dieselben lassen sich mit grosser Präcision in zwei scharf getrennte Gruppen theilen.

1. In die aus dem Hangenden, der Braunkohlenformation, kommenden Wasser und
2. in die aus dem Liegendgranite stammenden Grubenwässer.

Das Braunkohlenbecken enthält in seinen sandigen, wasserdurchlässigen Ablagerungen sowie auf vielen Verwerfungsspalten jenes Niederschlagswasser, welches direct auf die Mulde fällt. Es ist ein

Tagwasser, welches sich nach der Tiefe zu mit löslichen Stoffen, die es den Braunkohlen-Ablagerungen entnimmt, anreichert. Sein Circulationsgebiet können wir das Braunkohlenreservoir nennen.

Das aus dem Granite kommende Wasser stammt jedoch aus fernerab liegenden Niederschlagsgebieten, wahrscheinlich aus den Gehängen und den Höhen der Grenzgebirge (Karlsbader- und Erzgebirge) der Mulde. Es kann entweder durch nur oberflächliche Circulation in den Granitgebieten die gewöhnliche Temperatur der Oberflächenschichten des Bodens aufweisen, es kann aber auch durch Eindringen in die Tiefe thermische Eigenschaften erlangen. In beiden Fällen hat man es aber in solchen Bergbauen mit einem aufsteigenden Wasserstrom zu thun, der, weil seine Circulation nur innerhalb des Granites liegt, ganz charakteristische chemische Eigenschaften aufweist, an denen man jedes specielle Vorkommen erkennen kann, selbst dann, wenn — wie es bei der Johannizeche in Ottowitz der Fall war — dieses Granitwasser schon in den Ablagerungen der Braunkohlenformation angefahren wird. Die Grösse der Entfernung vom Granite selbst, innerhalb welcher ein solcher Anbruch geschieht, wird dafür massgebend sein, ob „Gemischtes Grubenwasser“ — wie ich es nennen will — auftritt, d. h. solches, welches durch weitere Circulation von Granitgrundwasser in den darüber befindlichen Braunkohlen-Ablagerungen beziehungsweise durch Beimischung von Wässern aus dem Braunkohlenreservoir auch Bestandtheile der durchsetzten hangenden Gebirgsglieder aufzunehmen im Stande war.

Aus dem Gesagten erhellet die ausschlaggebende Wichtigkeit der chemischen Untersuchungen der Grubenwasser für die Feststellung der Provenienz derselben, auf welchen Punkt in den Schlussvorschlägen zurückzukommen sein wird.

In den hier eingefügten beiden Tabellen, deren Mittheilung ich der Güte des Herrn Dr. Sipöcz verdanke, sind die Resultate der von ihm vorgenommenen eingehenden chemischen Untersuchung einer Reihe von Grubenwässern enthalten.

Um die selbst dem Auge des Fachmannes in ziffermässiger Darstellung schwer übersichtlichen Ergebnisse der Analysen zur Grundlage der nachfolgenden Erörterungen machen zu können, habe ich eine Auswahl der von Herrn Dr. Sipöcz ausgeführten Analysen in der Tafel XXI graphisch dargestellt. Es wurden die Alkalien (Kali- und Natronsalze) in gelber Farbe, die alkalischen Erden (Kalk und Magnesia) in rother Farbe zur Darstellung gebracht, während der Kohlensäuregehalt (halb gebundene und freie Kohlensäure) in blauer Farbe den Schluss bildet. Als Massstab für die Menge diente 1 *cm* == 1 Zehntel Promille (oder 1 *cm* == 1 Theil in 10000 Theilen Wasser). Nur die Analysen des Sprudels und der Stephaniequelle wurden des gegebenen Raumes wegen in halbem Masse (0.5 *cm* == 0.1‰) dargestellt. Die Säuren der Salze wurden durch Schraffen angegeben, und zwar für

Carbonate (kohlen-saure Salze)	horizontal
Sulfate (schwefel-saure Salze)	vertikal
Chloride (salz-saure Salze)	punktirt.

# Chemische Zusammensetzung von Grubenwasserproben

aus den Kohlenwerken bei Karlsbad.

Nach den Analysen von Dr. Ludwig Sipöcz in Karlsbad<sup>1)</sup>.

10.000 Theile enthalten:

Zu Seite 753 [83].

	Johannizeche bei Ottowitz des R. Gottl & Cons.						Dreikönigzeche bei Ottowitz des H. Mader & Gen.		Josefzeche bei Ottowitz des A. Klötzer & Gen.		Heinrich-Jakobizeche (Riedel'sches Kohlenwerk) bei Dallwitz v. Springer & Co.			Caroli-Johannizeche des A. Leonhardt bei Janessen.		Carolizeche, Ottowitz.	Emmý-Z. Taschwitz.	Andreas-Antoni-Z. Taschwitz.	B r u n n e n		
	Verwerfungsstelle im südlichen Grubenfelde. Wassereinbruch August 1887.				Hauptstrecke der Verwerfung	Fahr- und Wetter-schacht	Nördliches Grubenfeld*	Förder-schacht 8m unter dem Tageskranz		Förder-schacht 30m unter dem Tageskranz	Schacht I	Strecke II	Fahr-schacht	Nördliche Strecke*	Südwestliche Strecke*				bei Zebisch in Zettlitz	Premlowitzer Hof*	Dörr, 12m tief.*
	Seehöhe Meter	334 *	334	334	334	334	334	355	397	340	330	337	337	337	301'4	301'4	340	350	349	400	395
Probe entnommen am	15. Septemb. 1887	5. Decemb. 1888	26. Februar 1889	24. Februar 1891	24. Februar 1891	26. Februar 1889	26. Februar 1899	26. Februar 1889	11. März 1885	26. Februar 1889	11. März 1885	11. März 1885	26. Februar 1889	9. Mai 1889	9. Mai 1889	11. März 1885	16. April 1885	16. April 1885	14. Januar 1885	9. Februar 1885	26. Februar 1889
Temperatur in ° C.	16·5	16·0	16·0	15·8	15·7	15·5	11·0	18·0 <sup>2)</sup>	12·0		14·0	14·0	14·0	11·3	13·5	14·2	11·0	11·8	4·8	6·4	6·0
Kaliumoxyd.	0·2715	0·2782	0·2850	0·2657	0·2715	0·1140	<b>0·0840</b>	0·0763	<b>0·0483</b>	0·0608	0·0657	0·1323	0·1072	<b>0·2106</b>	<b>0·1410</b>	<b>0·0652</b>	<b>0·0386</b>	<b>0·0628</b>	0·0937	<b>0·0812</b>	0·0792
Natriumoxyd	<b>3·8370</b>	3·5528	3·4993	3·5023	3·5080	0·5939	<b>0·7254</b>	0·9495	<b>0·5352</b>	0·4026	0·5127	1·8020	0·7164	<b>1·0172</b>	<b>0·5661</b>	<b>0·2092</b>	<b>0·1586</b>	<b>0·2020</b>	0·3007	<b>0·1919</b>	0·2174
Calciumoxyd	<b>0·3650</b>	0·4100	0·4200	0·4200	0·4100	1·0200	<b>1·4300</b>	2·2800	<b>0·9730</b>	0·8150	1·5980	0·6680	1·6350	<b>0·6750</b>	<b>0·5400</b>	<b>0·6040</b>	<b>0·3520</b>	<b>3·3620</b>	0·5440	<b>0·4640</b>	0·4850
Magnesiumoxyd	<b>0·1604</b>	0·1694	0·1675	0·1622	0·1676	0·4955	<b>0·7009</b>	1·0031	<b>0·3495</b>	0·3225	0·6133	0·2983	0·6378	<b>0·3009</b>	<b>0·2288</b>	<b>0·3297</b>	<b>0·1279</b>	<b>1·0378</b>	0·1355	<b>0·1059</b>	0·1946
Eisenoxyd und Thonerde	<b>0·0050</b>	0·0100	Spuren	0·0100	0·0100	0·0050	<b>0·0050</b>	0·0100	<b>0·0050</b>	0·0050	0·0220	0·0130	0·3850	<b>0·0300</b>	<b>0·0100</b>	<b>0·0100</b>	<b>0·0060</b>	<b>0·9420</b>	Spuren	Spuren	0·1150
Chlor . . .	<b>0·4044</b>	0·3230	0·3317	0·3265	0·3265	0·0903	<b>0·1919</b>	0·2466	<b>0·0443</b>	0·0433	0·0535	0·0821	0·0946	<b>0·2238</b>	<b>0·0544</b>	<b>0·0386</b>	<b>0·0337</b>	<b>0·0312</b>	0·2295	<b>0·1080</b>	0·0927
Schwefelsäure	<b>0·5338</b>	0·4463	0·4462	0·4428	0·4360	0·5321	<b>1·0213</b>	5·1663	<b>0·2650</b>	0·2557	3·9398	2·4160	4·0610	<b>0·7071</b>	<b>0·8633</b>	<b>1·0161</b>	<b>0·2379</b>	<b>7·9347</b>	0·8503	<b>0·8411</b>	0·0498
Kieselsäure	<b>0·3800</b>	0·4550	0·4500	0·4450	0·4450	0·1550	<b>0·4500</b>	0·3400	<b>0·4120</b>	0·3150	0·1120	0·1820	0·2300	<b>0·2950</b>	<b>0·3450</b>	<b>0·2450</b>	<b>0·4300</b>	<b>0·3750</b>	0·0915	<b>0·1160</b>	0·4100
Kohlensäure	<b>7·2400</b>	6·0500	6·1600	6·0600	7·2200	3·1000	<b>3·6800</b>	1·0800	<b>2·8700</b>	2·3000	1·7000	1·9600	2·0400	<b>3·4500</b>	<b>1·5500</b>	<b>2·0800</b>	<b>0·9000</b>	<b>1·2100</b>	0·6500	<b>0·3600</b>	2·1000
Ammoniak .	—	—	Spuren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salpetrigsäure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Salpetersäure	—	—	—	—	—	—	—	0·2573	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Organische Substanzen	—	—	0·0505	0·0474	0·0474	0·7015	<b>0·3729</b>	0·3144	—	0·1169	—	—	0·1532	—	—	—	—	—	—	—	0·2623
Trockenrückstand bei 120° C.	<b>8·9500</b>	8·0500	8·3000	8·2000	8·1000	4·5000	<b>6·1500</b>	11·500	<b>4·1500</b>	3·300	8·100	6·5500	8·6500	<b>4·5500</b>	<b>3·2000</b>	<b>3·3000</b>	<b>1·9000</b>	<b>15·2000</b>	3·0000	<b>2·2000</b>	2·3500
<b>welche zu Salzen gruppirt ergeben:</b>																					
Kaliumsulfat .	<b>0·5020</b>	0·5145	0·5270	0·4913	0·5015	0·2108	<b>0·1556</b>	0·1411	<b>0·0893</b>	0·1125	0·1215	0·2447	0·1982	<b>0·3894</b>	<b>0·2608</b>	<b>0·1206</b>	<b>0·0714</b>	<b>0·1161</b>	0·1733	<b>0·1501</b>	0·1066
Kaliumchlorid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0326
Natriumsulfat	<b>0·5383</b>	0·3729	0·3626	0·3860	0·3648	0·7727	<b>1·2761</b>	1·6794	<b>0·3979</b>	0·3623	1·0663	3·9607	1·4505	<b>0·9384</b>	<b>1·1872</b>	<b>0·4012</b>	<b>0·2958</b>	<b>0·3997</b>	0·2282	<b>0·2232</b>	0·1275
Natriumchlorid	<b>0·6672</b>	0·5330	0·5473	0·5387	0·5387	0·1490	<b>0·3167</b>	0·4069	<b>0·0731</b>	0·0714	0·0883	0·1355	0·1561	<b>0·3693</b>	<b>0·0898</b>	<b>0·0637</b>	<b>0·0556</b>	<b>0·0515</b>	0·3787	<b>0·1782</b>	0·2559
Natriumcarbonat . .	<b>5·5491</b>	5·3073	5·2121	5·2074	5·2520	0·3032	—	—	<b>0·5511</b>	0·3528	—	—	—	<b>0·7029</b>	—	—	—	—	—	—	—
Eisensulfat (FeSO <sub>4</sub> ) . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0418	0·0247	0·7317	—	—	<b>0·0190</b>	—	<b>1·8902</b>	—	—	—
Eisencarbonat (FeCO <sub>3</sub> )	<b>0·0072</b>	0·0145	Spuren	0·0145	0·0145	0·0072	<b>0·0072</b>	0·0145	Spuren	0·0072	—	—	—	<b>0·0435</b>	<b>0·0145</b>	—	<b>0·0087</b>	—	Spuren	Spuren	0·1667
Calciumsulfat	—	—	—	—	—	—	<b>0·3928</b>	5·0262	—	—	3·8832	0·1027	3·9731	—	<b>0·1272</b>	<b>1·2322</b>	<b>0·0655</b>	<b>8·1697</b>	1·0913	<b>1·1037</b>	—
Calciumcarbonat	<b>0·6517</b>	0·7321	0·7497	0·7500	0·7321	1·8014	<b>2·2650</b>	1·4554	<b>1·7375</b>	1·4554	—	1·1172	—	<b>1·2053</b>	<b>0·8705</b>	<b>0·2374</b>	<b>0·5855</b>	—	0·1695	<b>0·0175</b>	0·8661
Calciumnitrat	—	—	—	—	—	—	—	0·4689	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnesiumsulfat	—	—	—	—	—	—	—	1·7964	—	—	1·4640	—	0·6448	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnesiumcarbonat	<b>0·3367</b>	0·3557	0·3517	0·3406	0·3519	1·0393	<b>1·4719</b>	0·8547	<b>0·7340</b>	0·6773	0·2633	0·6265	0·8883	<b>0·6304</b>	<b>0·4805</b>	<b>0·6924</b>	<b>0·2724</b>	<b>0·1798</b>	0·2845	<b>0·2224</b>	0·4136
Kieselsäure . . .	<b>0·3800</b>	0·4550	0·4500	0·4450	0·4450	0·1550	<b>0·4500</b>	0·3400	<b>0·4120</b>	0·3150	0·1120	0·1820	0·2300	<b>0·2950</b>							

# Chemische Zusammensetzung der Grubenwässer

aus den Kaolinschächten in Zettlitz und Unter-Meierhöfen.

Nach den Analysen von Dr. Ludwig Sipöcz in Karlsbad <sup>1)</sup>.

10.000 Theile enthalten:

Zu Seite 753 [83].

	Einigkeitszeche des E. Mader & Cons. in Zettlitz.											R. Gottl, Zettlitz.				Zebisch & Pfeiffer, Zettlitz.		W. Lorenz, Zettlitz.		W. Lippert, Untermeierhöfen
	Schacht	Ablauf	Maschinen-Schacht	Haspel-schacht	nördlich vom Förder-schacht	—	Granit-strecke	Granit-strecke*	—	Obere Strecke	Untere Strecke	Ablauf	Kunst-schacht*	Haspel-Schacht*	Granitstrecke südöstlich vom Kunst-schachte		Gemengt mit Zuflüssen aus der Strecke*			
	9. Septemb. 1884	9. Septemb. 1884	14. Jänner 1885	14. Jänner 1885	10. Novemb. 1885	9. Februar 1886	19. Jänner 1887	15. Septemb. 1887	5. December 1888	24. Februar 1892	24. Februar 1892	9. Septemb. 1884	10. Februar 1885	10. Februar 1885	27. Jänner 1891	9. Septemb. 1884	14. Jänner 1885	10. Novemb. 1885	9. Februar 1886	16. April 1884
Seehöhe der Bausohle	—	—	377·46	379·05	377·46	377·4	377·4	377·0	377·0	—	—	—	361	361	361·9	—	381·19	372·415	347·0	353·369
Wassertemperatur in C.	14·0	13·6	14·0	12·2	13·0	14·5	15·0	15·0	14·5	15·7	14·9	11·7	10·2	11·4	12·1	10·8	10·0	10·5	9·7	8·4
Kaliumoxyd	0·272	0·241	0·2347	0·2370	0·2512	0·2521	0·2400	<b>0·2425</b>	0·2666	0·2531	0·2425	0·255	<b>0·2236</b>	<b>0·2173</b>	<b>0·2570</b>	0·226	<b>0·2144</b>	<b>0·2676</b>	<b>0·2251</b>	<b>0·1178</b>
Natriumoxyd	3·215	3·024	3·2629	3·2162	3·2704	3·3253	3·3111	<b>3·3360</b>	3·3555	3·3191	3·3201	3·023	<b>2·4975</b>	<b>2·8728</b>	<b>3·4353</b>	2·978	<b>3·0252</b>	<b>2·9222</b>	<b>4·1971</b>	<b>1·3896</b>
Calciumoxyd	0·308	0·353	0·3300	0·3500	0·3300	0·2920	0·3050	<b>0·3150</b>	0·3050	0·3050	0·3000	0·728	<b>1·1950</b>	<b>0·7780</b>	<b>0·3650</b>	0·288	<b>0·2750</b>	<b>1·6050</b>	<b>0·3030</b>	<b>0·9780</b>
Magnesiumoxyd	0·122	0·137	0·1351	0·1441	0·1297	0·1182	0·1207	<b>0·1225</b>	0·1189	0·1189	0·1207	0·287	<b>0·4180</b>	<b>0·3110</b>	<b>0·1459</b>	0·116	<b>0·1099</b>	<b>0·4216</b>	<b>0·1218</b>	<b>0·3470</b>
Eisenoxyd	0·033	0·018	0·0150	0·0100	0·0080	0·0080	Spuren	<b>0·0100</b>	Spuren	Spuren	Spuren	0·128	<b>9·6700</b>	<b>0·0330</b>	<b>0·0015</b>	0·013	<b>0·0050</b>	<b>0·0130</b>	<b>0·0080</b>	Spuren
Chlor . . .	0·266	0·279	0·2670	0·2557	0·2592	0·2646	0·2696	<b>0·2745</b>	0·2738	0·2463	0·2745	0·513	<b>0·5048</b>	<b>0·5254</b>	<b>0·3400</b>	0·322	<b>0·2718</b>	<b>0·5303</b>	<b>0·7363</b>	<b>0·6080</b>
Schwefelsäure	0·376	0·833	0·6540	0·6213	0·3065	0·2660	0·3003	<b>0·3484</b>	0·3742	0·3209	0·4257	3·850	<b>18·4168</b>	<b>2·8818</b>	<b>0·4995</b>	0·363	<b>0·3193</b>	<b>2·3130</b>	<b>1·0463</b>	<b>1·6307</b>
Kieselsäure	0·568	0·533	0·5250	0·5400	0·5700	0·5680	0·5750	<b>0·5800</b>	0·5850	0·5800	0·5800	0·353	<b>0·7000</b>	<b>0·3420</b>	<b>0·5400</b>	0·493	<b>0·4900</b>	<b>0·3580</b>	<b>0·4180</b>	<b>0·2520</b>
Kohlensäure . . .	6·660	nicht bestimmt	6·4000	4·7934	5·2700	6·8000	6·8900	<b>7·1500</b>	6·8490	7·0000	6·9600	nicht bestimmt	<b>0·4000</b>	<b>4·2667</b>	<b>6·5000</b>	nicht bestimmt	<b>5·6000</b>	<b>4·3600</b>	<b>5·1700</b>	<b>2·0900</b>
Trockenrückstand bei 120° C.	7·800	7·800	7·7500	7·9000	7·8000	7·9000	7·9000	<b>8·0000</b>	7·7000	7·8000	7·8000	10·000	<b>36·3000</b>	<b>9·2000</b>	<b>8·3000</b>	7·300	<b>7·2000</b>	<b>9·8000</b>	<b>9·7500</b>	<b>6·3000</b>
<b>welche zu Salzen gruppirt ergeben:</b>																				
Kaliumsulfat	0·503	0·445	0·4343	0·4380	0·4645	0·4662	0·4443	<b>0·4484</b>	0·4930	0·4680	0·4484	0·471	<b>0·4135</b>	<b>0·4018</b>	<b>0·4752</b>	0·418	<b>0·3965</b>	<b>0·4949</b>	<b>0·4163</b>	<b>0·2179</b>
Natriumsulfat	0·257	1·116	0·8070	0·7463	0·1670	0·0923	0·1706	<b>0·2530</b>	0·2624	0·1882	0·3902	5·893	<b>4·7061</b>	<b>4·7889</b>	<b>0·4994</b>	0·339	<b>0·2434</b>	<b>3·7037</b>	<b>1·5184</b>	<b>1·9624</b>
Natriumchlorid .	0·439	0·460	0·4403	0·4220	0·4277	0·4367	0·4449	<b>0·4530</b>	0·4518	0·4064	0·4530	0·847	<b>0·8329</b>	<b>0·8668</b>	<b>0·5610</b>	0·531	<b>0·4485</b>	<b>0·8750</b>	<b>1·2150</b>	<b>1·0032</b>
Natriumcarbonat . .	4·903	3·917	4·5734	4·5554	5·0733	5·2173	5·1266	<b>5·1002</b>	5·1277	5·1620	4·9706	—	—	<b>0·5490</b>	<b>4·9880</b>	4·348	<b>4·5807</b>	<b>1·4355</b>	<b>4·9363</b>	—
Eisensulfat (FeSO <sub>4</sub> ) . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>18·3783</b>	—	—	—	—	—	—	—
Eisencarbonat (FeCO <sub>3</sub> )	0·047	0·026	0·0217	0·0145	0·0116	0·0116	Spuren	<b>0·0145</b>	Spuren	Spuren	Spuren	0·185	—	<b>0·0478</b>	<b>0·0342</b>	0·019	<b>0·0072</b>	<b>0·0188</b>	<b>0·0116</b>	Spuren
Calciumsulfat . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·534	<b>2·9039</b>	—	—	—	—	—	—	<b>0·7300</b>
Calciumcarbonat	0·550	0·630	0·5893	0·6250	0·5893	0·5214	0·5446	<b>0·5625</b>	0·5446	0·5446	0·5357	0·907	—	<b>1·3893</b>	<b>0·6518</b>	0·514	<b>0·4910</b>	<b>1·9038</b>	<b>0·5410</b>	<b>1·2101</b>
Magnesiumsulfat . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>1·2548</b>	—	—	—	—	—	—	—
Magnesiumcarbonat	0·256	0·288	0·2837	0·3026	0·2724	0·2482	0·2535	<b>0·2572</b>	0·2497	0·2497	0·2535	0·608	—	<b>0·6531</b>	<b>0·3065</b>	0·243	<b>0·2308</b>	<b>0·8854</b>	<b>0·2538</b>	<b>0·7287</b>
Kieselsäure . . . . .	0·568	0·533	0·5250	0·5400	0·5700	0·5680	0·5750	<b>0·5800</b>	0·5850	0·5800	0·5800	0·353	<b>0·7000</b>	<b>0·3420</b>	<b>0·5400</b>	0·493	<b>0·4900</b>	<b>0·3580</b>	<b>0·4180</b>	<b>0·2520</b>
Kohlensäure, halbgeb.	2·427	2·062	2·3105	2·3281	2·5112	2·5273	2·4985	<b>2·5028</b>	2·5269	2·5112	2·4298	0·785	—	<b>1·1992</b>	<b>2·5365</b>	2·161	<b>2·3993</b>	<b>1·9030</b>	<b>2·4235</b>	<b>0·9142</b>
Kohlensäure, frei . . .	1·806	nicht bestimmt	1·7790	0·1372	0·2476	1·7454	1·8930	<b>2·1444</b>	1·8163	1·9778	2·1004	nicht bestimmt	<b>0·4000</b>	<b>1·8683</b>	<b>1·4270</b>	nicht bestimmt	<b>1·1214</b>	<b>0·5540</b>	<b>0·3230</b>	<b>0·2618</b>
Schwefelsäure, halbgeb. und frei	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>3·3558</b>	—	—	—	—	—	—	—
								(Fig. 14.)					(Fig. 20.)	(Fig. 18.)	(Fig. 19.)		(Fig. 15.)	(Fig. 16.)	(Fig. 17.)	(Fig. 13.)

<sup>1)</sup> Die auf der Tafel XXI graphisch dargestellten Analysen (\*) sind fett gedruckt und enthalten die Angabe der Figuren am Fusse.

Damit wurde ermöglicht, die Zusammensetzung aller in Betracht kommenden Wässer mit einem Blicke zu überschauen und zu vergleichen. Fassen wir nun die Ergebnisse der bisherigen Analysen unter den vorausgeschickten Gesichtspunkten in Gruppen zusammen, so ergibt sich:

1. Aus den Figuren 5, 6, 7, 8 und 11 als  
Charakteristisch für die Wässer des Braunkohlenreservoirs:

Die Menge der Kalk- und Magnesiumsalze [roth] überwiegt jene der Alkalien normalerweise um das zwei- bis dreifache (in Ausnahmefällen [Fig. 6] auch bedeutend mehr). Sie gleichen in dieser Hinsicht vollkommen den gewöhnlichen Brunnensäuern (Fig. 3, 4), welche im Gebiete der Mulde vorkommen, und die dem etwas verdünnteren Wasser der Oberfläche des Reservoirs entnommen werden.

2. Aus den Figuren 12 und 14 bis 19 als  
Charakteristisch für die Wässer des Granites:

Die Menge der Alkalisalze (Kali- und vorwiegend Natronsalze [gelb]) überwiegt jene der Kalk- und Magnesiumgruppe beträchtlich, und zwar lässt sich dies umso zutreffender constatiren, je zweifelloser eine Communication und Beimischung von Wasser aus dem hangenden Braunkohlenreservoir an der Entnahmestelle ausgeschlossen erscheint. Daher nähern sich die Wässer in den Kaolingruben im relativen Mengenverhältnisse der beiden massgebenden Salzgruppen überaus der Zusammensetzung, wie sie — in concentrirterem Zustande — die Karlsbader Thermen aufweisen. Es beträgt beispielsweise das Verhältniss der

	Alkalisalze :	Kalk- und Magnesiumsalzen
Im Sprudel (Fig. 22) wie . . . . .	10 <sup>1</sup> )	1
Stephaniequelle (Fig. 21)	9	1
Zettlitzer Kaolingruben:		
Grube W. Lorenz (Fig. 17) . . . . .	10	1
Thermalwasser der Granitstrecke der Einigkeitszeche (Fig. 14) . . . . .	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1
Grubenwasser (Zebisch und Pfeiffer) (Fig. 15)		
Thermalwasser der Johanni Braun- kohlenzeche Ottowitz (Fig. 12)		

Die angeführten Beispiele sind typisch für die chemische Beschaffenheit des Granitwassers, welches sich als kaltes und verdünntes, nur in der relativen Menge der drei Natronsalze untereinander etwas variirtes Sprudelwasser charakterisiren lässt.

Die Analogie in der Zusammensetzung mit dem Karlsbader Thermalwasser geht so weit, dass man aus einzelnen der Granitwäs-

<sup>1</sup>) Auf Einheiten abgerundet.

ser, beispielsweise jenen, welche die Analyse aus den Kaolingruben von W. Lorenz in Zettlitz angibt<sup>1)</sup> (Fig. 16 u. 17), durch Abdampfen Sprudelsalz erzeugen könnte, das dem Karlsbader Salze der Zusammensetzung nach fast völlig gleichkäme, so dass es nur analytisch, kaum aber durch den Geschmack davon zu unterscheiden wäre.

3. Die Analysen Fig. 9, 10 und 13 dienen als Beispiele für die Charakteristik der Gemischten Wässer.

Das Mengenverhältniss der Alkalien- zu den Kalk-Magnesia-Salzen stellt sich nahezu gleich. Die betreffenden analysirten Vorkommnisse aus dem W. Lippert'schen Kaolinbaue in Unter-Meierhöfen (Fig. 13), dann aus der Caroli-Johannizeche in Janessen (Fig. 9 u. 10) sind räumlich benachbart und zeigen, dass einerseits Kaolingruben auch mit Wässern zu thun haben können, welche zum Theile aus dem Hangend-Braunkohlenreservoir gespeist werden (Fig. 13), andererseits aber Kohlenbaue mit solchen, die (wie beim Bau auf das Liegendflötz naturgemäss ist) auch theilweise (andererorts selbst gänzlich [Fig. 12]) aus dem Granite entspringen.

Nach diesen Bemerkungen über die Art der unterirdischen Wässer müssen wir als Kriterien jener derselben, welche wir als mit thermischen Eigenschaften nach Art der Karlsbader Quellen ausgestattet erkennen wollen, folgende Bedingungen erfüllt sehen:

1. Es muss nach seinen chemischen Eigenschaften ein Granitwasser von

2. einer über das Jahresmittel der der betreffenden Tiefe zukommenden Bodentemperatur reichenden Erwärmung vorhanden sein. Es kann

3. eventuell gleichzeitig damit eine Concentration durch Anreicherung der festen Bestandtheile verbunden sein

Die ersten beiden Bedingungen erfüllen die beiden Wassereinbrüche, welche

a) im Braunkohlenbaue der Johannizeche bei Ottowitz am 23. August 1887 und

b) im Kaolinbaue der Einigkeitszeche (Parz. 62 der Gemeinde Zettlitz), u. zw. in der Granitstrecke derselben in besonders ergiebiger Weise, erschroten wurden.

Ersterer wies bei einer um 4—5° C. über die normale Bodentemperatur sich erhebenden Temperatur (von 16—17° in 337.2 m Seehöhe) und einer von Dr. L. Sipöcz als constant nachgewiesenen Zusammensetzung eines „schwachen Natronsäuerlings“ (vgl. Analyse Taf. XXI, Fig. 12) die Zusammensetzung eines kohlenensäurereichen Granitwassers bei einer Zufussmenge von 50—168 Litern pro Minute auf.

Letzterer zeigte bei nahezu derselben Temperatur (15° C. in 377 m Seehöhe) auch eine fast vollständig gleiche Zusammensetzung mit

<sup>1)</sup> Infolge ihres bedeutenden Gehaltes an Chlornatrium.

jenem. (Vgl. Analyse Fig. 14.) Auch der hohe Kohlensäuregehalt, der sich ausser in den Thermen bei keinem der untersuchten Grubenwässer in gleicher Höhe wiederfand, ist für die Verwandtschaft beider Grubenthermen, wie ich sie benennen möchte, charakteristisch.

Die Wassermenge war aber in dem Kaolinbaue, welcher direct den Granit durchörterte (!), naturgemäss eine grössere. Sie betrug in der Zeit vor der Betriebseinstellung und Ersäufung des Baues 274 l pro Minute und war unverhältnissmässig das stärkste von allen im Bereiche der Kaolingruben auftretenden Grubenwässern.

Es muss besonders betont werden, dass dieser ausgiebige Wasser-einbruch in einem Werke mit relativ hoher Bausohle (17 m über dem sogenannten Normalpunkt der Teplmündung) erfolgte, also etwa im Niveau des Sprudels, um die Bedenklichkeit der Verritzung des Granites selbst in höheren Niveaux als 360 m darzuthun. Auch hierauf wird bei den Vorschlägen zur Ergänzung der bestehenden Massregeln für den Thermenschutz zurückzukommen sein.

8. Es bedarf nach der Darstellung der Grubenwasserverhältnisse in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit der Thermenfortsetzung nach Nord nur mehr des Hinweises auf die bei der Abteufung der Stephaniequelle im Süden der Thermalpalte gemachten Erfahrungen.

Noch v. Hochstetter misstraute der Annahme einer Verbindung des Dorotheen-Säuerlings mit den Thermen und kannte der Hoffschens Quellenlinie nur eine topographische Berechtigung zu<sup>1)</sup>. Den Beweis für deren geologische Bedeutung, welche v. Hochstetter negirte, erbrachte die Auffindung der Stephaniequelle unter den bekannten eigenthümlichen Umständen, welche darthun, wie unberechenbar Art und Intensität der thermalen Acusserungen beim Eindringen in den Granit sich gestalten. Das Terrain, auf welchem die Stephaniequelle erschlossen wurde, war als kohlen-säurereich bekannt. Nach den Ausführungen im zweiten Abschnitte dieser Arbeit ist der Grund hiefür leicht einzusehen: Es ist die Stelle des Einschnittes der Tepl in die Thermal-spaltenzone. Wenn nun der Dorotheen-Säuerling wegen seiner höheren Lage (391 m) nur kaltes, jedoch sehr kohlen-säurereiches Wasser führt (u. zw. echtes alkalireiches Granitwasser, wie die alte aber hinlänglich genaue Analyse [Fig. 2 der Taf. XXI] von Berzelius zeigt), so musste, wenn man es mit der Fortsetzung der Thermenzone zu thun hatte, nach Massgabe des Eindringens in ein tieferes Niveau die Temperatur rasch zunehmen. Die unerwartete Schnelligkeit, mit der dies erfolgte (bei den vorgenommenen Sondirungen für 12 m von 16° auf 25,8° C.), sowie der Umstand, dass ein so concentrirtes Thermalwasser<sup>2)</sup> in geringer Tiefe auftrat, lässt ersehen,

<sup>1)</sup> Ueber die Lage der Karlsbader Thermen etc. Sitzber. Wr. Ak. 1856. S. 17. [27].

<sup>2)</sup> Nach der Analyse von Dr. L. Sipöcz von gleicher procentueller Zusammensetzung der Salze wie im Sprudel. (Vgl. Fig. 21 Tafel XXI, sowie Anmkg. S. 721.) Dr. Sipöcz nennt die Stephaniequelle daher mit Recht „Kalter Sprudel“.

in welcher rapiden Weise bei der Verritzung des Grundgebirges auch anderswo Ereignisse eintreten können, welche ein unerwünschtes Analogon hiezu bieten würden.

Der Spiegel der Stephaniequelle liegt in circa 381 *m* Seehöhe (Niveaucote 385·2 *m*), also etwa im Niveau der Sprudelausläufe, der Schlossbrunnen liegt dagegen 392 *m* hoch; trotzdem nun das tiefere Teplbett zwischen den genannten Quellen liegt, erscheint doch der Schlossbrunnen bis zu einer derartigen Höhe gespannt, d. i. um 13·75 *m* höher als die Teplfurche am Sprudel. Es liegt nichts vor, was gegen die Möglichkeit spricht, dass Aehnliches nicht auch in Bezug auf das Egerthal der Fall sein könnte.

9. Denn die Spannungshöhe der Granitwässer ist zu beiden Seiten des Egerthales höher als dessen Nivelette.

Es ist hier der Ort, um auf jenen Factor zu sprechen zu kommen, welcher für die Bestimmung des Tiefenniveaus massgebend war, bis zu welchem bisher ein ungehinderter Bergbau gestattet ist, ein Horizont, oberhalb dessen auch die Sachverständigen des Jahres 1880 das Verritzen des Grundgebirges für unbedenklich hielten.

Man folgerte damals aus dem orographischen Charakter der Egerthalfurche und noch mehr aus dem tektonischen Grunde, weil dieselbe bei Karlsbad der Bruchlinie parallel zum Muldenrande folgt, dass die Eger auch in hydrographischer Hinsicht unbedingt aufschliessend und drainirend für alle oberhalb ihres Spiegels circulirenden Grundwässer wirken müsse, ob diese nun thermale Eigenschaften besitzen oder nicht. Die Eger hätte nach dieser Annahme die Aufgabe, einerseits im Norden alle Granitwässer der Mulde bis zu ihrem Spiegel abzuführen, andererseits in gleicher Weise die Thermen, falls deren Zone bis zum Egerthale reichen würde, zum Abflusse zu bringen.

Dieser so gefolgerte Ausfluss von Thermen im Egerthale wäre aber nur dann eine unbedingte Consequenz des Einschnittes der Eger in die Thermalzone, wenn das vom Thermalwasser erfüllte Spaltennetz in unveränderlicher Continuität bis an das Gehänge des Egerthales streichen würde. Eine solche durchstreichende Continuität von bis an die Oberfläche reichenden Quellspalten ist aber nach den über die Topik der Thermen gewonnenen Erfahrungen selbst im engsten Quellgebiete Karlsbads nicht nachzuweisen. Dort stellen sich alle Thermen als auf einem Systeme von parallelen Einzelspalten liegend dar, deren unterirdischer Verband über allem Zweifel ist, deren oberflächliche Communication aber nur in wenigen Fällen und nur auf geringe Erstreckung nachgewiesen werden konnte („Russische Krone“ — „Stadt Hannover“ mit 22 *m*; Schlossbrunnen mit 6—8 *m*, etc.). Es wäre nicht möglich, dass die Karlsbader Thermen in so verschiedenen Niveaux zu Tage treten, wenn nicht die Verzweigungen im Spaltennetze untereinander soweit unabhängig wären, als zur Erklärung der grossen Differenzen an Ausflusshöhe, Wassermenge und Temperatur bei minimalen Entfernungen nothwendigerweise angenommen werden muss. Versinterungen, Ocherabsätze, Aus-

füllungen mit Granitgrus, Ueberdeckung mit thonigen Sedimenten können einen wirksamen oberflächlichen Spaltenverschluss bilden.

Die Geschichte der Auffindung der Quellen hat dies vielfach erwiesen. So wurde z. B. die nördlichste der eigentlichen Thermen, der Kaiserbrunnen, im Jahre 1852 bei den Grundgrabungen zum Militärbadehaus zufällig erschürft. Das Profil des oberflächlichen Spaltenverschlusses dieser Therme hat uns v. Warnsdorff aufbewahrt<sup>1)</sup>, indem er angibt, dass unter einer Torfschichte und darunterfolgenden starken Lage von Granit-, Quarz- und Hornsteinblöcken, sowie Sand und Grus eine zwei bis drei Fuss mächtige rothgefärbte Thonschichte die Quellspalte (den Hornsteingang) bedeckte. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse an der Stelle der Stephaniequelle; und neuestens hat der Aufschluss der Quelle der „Russ. Krone“ ergeben, dass die unteren Quelladern sowie einst jene im Nachbarhaus „Stadt Hannover“ bei der Entfernung einer Schichte Gehängelehm, die vielfach den Ostfuss des Hirschensprunges bedeckt, hervorbrachen. Analoge Verhältnisse müssen wir aber auch annehmen, um beispielsweise eine Erhaltung des Niveaus der Eisenquelle auf 395 m, d. i. 35 m über dem Egerspiegel, zu erklären.

Die Erfahrungen des Kaolin-Bergbaues haben in zweifelloser Weise erhärtet, dass dem Egerthal die ihm beigelegte Eigenschaft eines Draingrabens für die Granitwässer nicht zukommt. In einer, die Entfernung des Kaiserbrunnens von der Eger nur wenig übertreffenden Distanz jenseits derselben wurden, wie oben erwähnt (Punkt 8: Wassereinbrüche) in Zettlitz die Granite der Einigkeitszeche durchörtert, welche nahezu im Niveau des Sprudels, u. zw. 17 m über dem Egerspiegel die abnorm grossen Wassermengen geliefert haben, welche, wie ausnahmslos alle in dieser Zeche angetroffenen Grubenwässer aus dem Kaolin, die typische Zusammensetzung echter Granitwässer zeigen. Es geht daraus zunächst die wichtige Thatsache hervor, dass der Granit jenseits der Eger in höheren Niveaux wie diese bedeutende Wassermassen führt.

Zieht man ferner in Erwägung, dass die über das Jahresmittel der Bodenkälte reichende höhere Temperatur derselben (15° C.) mindestens auf einen mittelbaren Zusammenhang mit den Thermen hinweist, so kann aus dem Umstande, dass im Egerthale selbst keine thermalen Aeusserungen auftreten, noch immer nicht gefolgert werden, dass ein Zusammenhang der Granitwässer dies- wie jenseits des Flusses nicht bestehen könne. Die genannten Thatsachen zwingen vielmehr zu der Annahme, dass die wasserführenden Spalten des Granites in der Tiefe communiciren.

Es kann nun aus den in Punkt 1-8 angeführten Gründen eine directe Verlängerung der aufsteigenden Thermalwasser führenden Spaltenzone in das Gebiet jenseits der Eger bestehen oder nicht, so wird in jedem Falle durch eine Entlastung miteinander communicirender Spaltensysteme einerseits — d. i.

<sup>1)</sup> Jahrbuch geol. R.-Anst. 1855, S. 88.

durch eine Wasserschrotung in den Bergbauen — eine Druckverminderung (Spannungsabnahme) andererseits im Thermalgebiete zu gewärtigen sein.

Wenn diese Möglichkeit, wie ich hinlänglich begründet zu haben glaube, besteht, wenn auch nur geringe Wassermengen durch einen Wassereinbruch in tiefen Niveaux der Bergbaue aus dem Thermalbezirke Karlsbads abgezogen werden sollten, so ist in Consequenz davon schon eine geringe Einbusse an Spannung im Thermenbereiche bereits hinreichend, um beispielsweise den empfindlichsten Brunnen der Karlsbader Thermen, das „Manometer“ des Sprudels, den Schlossbrunnen, dessen Bedeutung bereits Dr. v. Hochberger und Dr. Mannl erkannt haben, zu alteriren oder — im ungünstigen Falle — gar zum Versiegen zu bringen.

Wassereinbrüche in den Bergbauen von 168, bezw. 274 Litern pro Minute, also 6—16%, der Thermalwassermengen, sind aus diesem Grunde schon wegen des dadurch bedingten Nachrückens der Thermalwässer und eines zu gewärtigenden Druckverlustes an den gegenwärtigen Ausflusspunkten der einzelnen Quellen für den ungefährteten Bestand derselben bedenklich.

Die in dem ersten Theile vorgeschlagenen Verschärfungen der Beobachtung der Thermen werden, wie ich glaube, in derartigen Fällen den Schlusspunkt unter die im Vorhergehenden angeführten Wahrscheinlichkeitsgründe für die Fortsetzung der Thermen-circulation nach Nord setzen, d. h. diese bisherige Annahme auch ohne den Eintritt einer Katastrophe auf eine für den Bestand der Thermen nicht gefahrdrohende Art beweisen und damit zur Gewissheit erheben.

Dann wird es an der Zeit sein, in Betreff weiterer Sicherungen die naheliegenden Consequenzen zu ziehen.

## **II. Massnahmen und Beobachtungen im Bereiche der Bergbaue auf Braunkohle und Kaolin zur Erweiterung der bestehenden Schutzmassregeln für die Thermen.**

Ausgehend von dem Gesichtspunkte, dass die Anlagen für die Kaolinerdegewinnung in bergtechnischer Hinsicht jenen der Bergbaue auf Kohle durch die Art ihres Betriebes und Abbaues völlig gleichen, wäre die Uebertragung aller bereits bezüglich der letzteren geltenden Grundsätze in Bezug auf den Thermenschutz auf die ersteren in umso höherem Maasse geboten, als sich, wie aus den Ausführungen des I. Abschnittes hervorging, die Kaolinbaue principiell nur im Grundgebirge bewegen.

Es wären demnach bezüglich der Evidenzhaltung aller Baue auf Kaolin die für dieselbe auf den Braunkohlenzechen geltenden Vorschriften sinngemäss zu übertragen, und zwar, soweit analoge Bestimmungen nicht schon in den Paragraphen 37—39 des Regulativs der

k. k. Bezirkshauptmannschaft Karlsbad erlassen sind, für beiderlei Bergbaue in der im Nachfolgenden ausgeführten Weise. Dabei wird als leitender Grundsatz aller Detailangaben die Forderung aufgestellt, alle geologisch verwertbaren Momente, welche sich während der Eröffnung und des Betriebes eines Bergbaues durch dessen Aufschluss von selbst ergeben, festzuhalten, um nicht nur einen zutreffenden Einblick in die Lagerungsverhältnisse jedes Baues während seines Betriebes zu erhalten, sondern auch zu dem Zwecke, um für alle späteren Fälle das Beobachtungsmaterial fixirt und damit stets verfügbar zu haben.

Als die für den Geologen und alle in der Angelegenheit des Quellschutzes mitbetheiligten Factoren wesentlichsten Momente müssen die Verhältnisse der Grubenwässer bezeichnet werden. Das Wo und Woher ihres Auftretens, also ihre räumliche Vertheilung in Bezug auf Situation, Niveau und das zuletzt passirte Gebirgsglied (Lit. *A*, *B* und *C* der weiter unten formulirten Erfordernisse), ihre Artbestimmung durch die chemische Analyse, die Mengen und Temperaturmessung muss für jeden speciellen Fall als unbedingt nöthig erklärt werden. So sehr die im vorhergehenden Theile erörterten Beziehungen der Grundwässer dieswie jenseits der Eger die zur Präcisirung dieser hochwichtigen Factoren erforderlichen Massregeln fast als selbstverständlich erscheinen lassen, kann ich doch nicht umhin, die in meinem Originalberichte aufgestellten Forderungen, welche der Geologe erheben muss, um einen Einblick in das unterirdische Wasserregime zu erhalten, hier anzuführen. Ich möchte dies umsomehr, als mir die Inaugurirung — wenn ich so sagen soll — einer Art von Grundbeziehungsweise Grubenwasserpolizei, welche die Werksbesitzer im eigenen Interesse wie zu Nutz und Frommen der Thermen grossentheils selbst auszuüben im Stande sind, nicht nur als für die Kenntniss der unterirdischen Wassercirculation unentbehrlich, sondern auch als ein Präventivmittel zweckmässigster Art erscheint gegen die Gefahren, welche den Thermen wie der Betriebsführung aus einem bedeutenden Wassereinbruche drohen. Demgemäss wäre für jede Werksanlage die Führung der folgenden Aufzeichnungen aufzutragen:

### A. Grubenkarten.

1. Die obligatorische Führung der Grubenkarte im Massstabe 1:500, Situation und Aufriss, welche ausser der planmässigen Darstellung der Schächte und Strecken, Abbaue, Bohrlöcher etc. zu enthalten hat:

- a) Die Angabe aller Stellen, wo Wasser zusitzt,
- b) die Bezeichnung der Richtung, aus welcher das Wasser zussickert (Firste, Sohle, Ulm),
- c) die ziffermässige Angabe der Menge jedes einzelnen Wasserzulaufes pro Minute,
- d) die Temperatur jedes einzelnen Wasserzulaufes,
- e) die Bodentemperatur (Temperatur der Berge vor Ort),

f) Eintragung von Richtung und Verfläichen aller Verwerfungen, wie solche beim Vortrieb der Strecken im Kaolin vor Ort zu constatiren sind,

g) Einzeichnung der eventuell durchfahrenen Granitrücken oder vorkommendenfalls von Basaltgängen sowie aller in diesem Grundgebirge beobachtbaren Details, als: Spaltenrichtung, Structur, Grad der Zersetzung etc.

2. Die Angabe der Art des Materials, also der Art der Hangend- und Liegendschichten der Flötze, deren Mächtigkeit und Neigungsrichtung in den Kohlenbauen; der Art der Kaolinerde (ob grobkörnig, feinkörnig), der eingeschlammten Putzen von reiner Massa oder eventuell von Sand, „Schlicker“, von unbauwürdigen Partieen (halbzersettem Granit), den sehr wichtigen Uebergangsbildungen in den noch festen Granit.

3. Die unter Punkt 2 fallenden Angaben der Grubenkarte bezüglich des durchfahrenen Materials sind durch Handstücke, deren Entnahmestelle im Grubenplane mittelst Nummer genau zu bezeichnen ist, zu belegen. (Vgl. weiter unten C.)

4. Diese Grubenkarte wäre in duplo zu führen und ein Exemplar derselben an das mit der Ueberwachung betraute bergbehördliche Organ abzuführen. Für die Richtigkeit ihrer Angaben hätte die Leitung jeder Werksanlage die Verantwortung zu übernehmen, und werden dieselben durch das bergbehördliche Organ im Sinne der unverzögerten Ergänzung controlirt.

### B. Uebersichtskarte der Bergbaue.

Die oben präcisirten Grubenkarten bilden die Detailgrundlage für die Uebertragung aller ihrer wesentlichen Angaben in den Katastralplan zum Zwecke der Uebersicht, wie dies bezüglich der Evidenzhaltung der verliehenen Grubenmaasse hinsichtlich der Bergbaue bergbehördlich gepflogen wird.

Mit Rücksicht auf die Bestimmung einer den Thermenschutz bezweckenden prophylaktischen Massregel wäre insbesondere der Markirung der Grubenwasser-Verhältnisse, der Verritzungen des Grundgebirges, sowie der Festlegung der Verwerfungsrichtungen bei der Einzeichnung in die Katastralmappe besondere Aufmerksamkeit zu schenken, und würde es sich empfehlen, im Uebrigen an der bisherigen Gepflogenheit der Darstellung, wie sie im k. k. Revierbergamte Elbogen geführt wird, festzuhalten. Es würde sich also darum handeln, die Evidenzhaltung der Braunkohlenbergbaue im gegenwärtigen erweiterten Schutzzrayon nach den genannten drei Richtungen im Detail zu ergänzen, sowie die bisherigen Wahrnehmungen auf den Kaolinschächten unter Zugrundelegung der nach Obigem vervollständigten Grubenpläne nachzutragen.

Auf Grund dieser Darstellung, welche zweckmässig in zwei Exemplaren für das k. k. Revierbergamt, wie für die k. k. Bezirkshauptmannschaft, anzufertigen wäre, kann in weiterer Folge die Herstellung von Uebersichtskarten in kleinerem Masstabe (etwa mit Benützung der Scharfing'schen Karte 1:11520), welche

1. die Grubenwasservertheilung,
2. die Art der Grubenwässer,
3. die Niveauverhältnisse des Grundgebirges

gesondert zur Darstellung zu bringen hätten, in's Auge gefasst und damit eine grosse Reihe von wichtigen Beobachtungen benützlich gemacht werden, welche geeignet erscheinen, zur Lösung der Frage der unterirdischen Wassercirculation in wesentlichem Maasse beizutragen, und dadurch ein neues Licht auf die Beziehungen der Thermen zu den Grubenwässern zu werfen.

### C. Belegstücke für die Gebirgsarten der Grubenbaue.

Nach Punkt 3 *Lit. A* wären die Angaben der Grubenkarten mit nummerirten Handstücken, deren Entnahmestelle im Grubenplane mit der gleichen Nummer einzutragen ist, zu belegen. Es soll damit das aufgeschlossene oder abgebaute Material in einem für die Lösung auch später auftauchender Fragen dienlichen Zustande erhalten werden und selbst dann noch verfügbar sein, wenn die betreffenden Baue eingestellt und unzugänglich geworden sind. Die obligatorische Einführung dieser Massregel empfiehlt sich umso mehr, als dieselbe bei jedem Bergbaubetriebe, weil im Interesse einer rationellen Betriebsführung gelegen, bereits durchgeführt sein dürfte. Die Handstücke (zweckmässig im Formate von  $8 \times 12 \text{ cm}$ ) wären in duplo zu entnehmen und je 1 Exemplar auf der Zeche (Werksleitung, Besitzer) aufzubewahren, eines aber einer gemeinsamen Aufbewahrungsstelle (K. k. Revierbergamt, eventuell einer Museumsabtheilung in Karlsbad) zuzuweisen.

### D. Evidenzhaltung der Grubenwässer.

Da der Zustand der unterirdischen Wasser nach den vorhergehenden Ausführungen den für den Thermenbestand wichtigsten und kritischsten Faktor bildet, so muss die genaueste Beobachtung derselben einen Hauptpunkt aller prophylaktischen Massregeln bilden.

Ueber die örtliche Evidenzhaltung aller Aufschlüsse derselben sowie in Bezug auf deren Menge und Temperatur haben die Grubenkarten die nöthigen Angaben zu enthalten.

Es muss aber auch die Art jedes Grubenwassers wenigstens insoweit bekannt sein, um es einer der bezüglich ihrer Zusammensetzung und Provenienz bestimmt charakterisirten Gruppen zuweisen zu können (vgl. Abschnitt I, Analysentabelle und *Lit. C*, Punkt 7, S. 754).

Es wäre daher vorzunehmen:

1. Für jede einzelne bedeutendere Wassererschötung, als welche schon Grubenwässer von einer Ergiebigkeit von  $10 \text{ l}$  pro Minute aufzufassen sind, und zwar von an der Einbruchsstelle entnommenen Proben eine vereinfachte Analyse, welche zu enthalten hat:

- a) Trockenrückstand,
- b) Alkalien (Summe),

- c) Schwefelsäure,
- d) Chlor,
- e) Kohlensäure.

2. Für jeden Bau (beziehungsweise Zeche) aber mindestens eine vollständige Analyse und zwar desjenigen Wasserzufflusses, welcher der relativ grösste ist.

3. Für alle über 20 l pro Minute liefernden Einbruchstellen eine vollständige Analyse.

4. Ueber die Wasserhaltung, sowie über die Beobachtungen der einzelnen Wasserzufflüsse in den Gruben bezüglich ihrer Menge und Temperatur ist ein Journal zu führen, für dessen Angaben die Werksleiter verantwortlich sind. Die Beobachtungen können bei den kleineren (unter 10 l pro Minute) Zuffüssen wöchentliche sein. In als wasserlästig bekannten Strecken und Bauen sind tägliche Aufschreibungen zu führen.

5. Wassererschötungen von über 20 l pro Minute oder von einer 15° C. übersteigenden Temperatur unterliegen sofortiger Anzeigepflicht an die mit der Ueberwachung betraute Behörde.

#### **E. Beobachtung der Zerklüftungsrichtungen des kaolinisirten Granites.**

Wie im I. Abschnitte Seite 750 hervorgehoben wurde, ist der kaolinisirte Granit von Klüften durchzogen, welche als die Fortsetzung der in der Tiefe wasserführenden Spalten des unzersetzten Granites zu betrachten sind.

Es kann daher aus der Richtung und dem Fallen dieser Klüfte auf deren Fortsetzung nach der Tiefe zu geschlossen werden und damit Lage und Verlauf der Granitspalten im Gebiete der Mulde dort bestimmt werden, wo ein aufgeschlossenes Streckenort zu diesen Beobachtungen Gelegenheit bietet. Diese Spaltenbeobachtungen bilden eine Fortsetzung derjenigen Arbeiten, welche mit Rücksicht auf die Detailbeobachtungen der Granitspalten im Gebiete des Karlsbader Gebirges in Vorschlag gebracht worden sind. Ihrer Durchführung muss die Herstellung der nach Obigem ergänzten Grubenkarten der Kaolinwerke vorangehen.

#### **F. Specielle Schutzvorkehrungen anlässlich bestimmter Bedürfnisse des Bergbaues.**

In den nachfolgenden Erörterungen sollen einzelne Fälle berührt werden, welche mir bei der Kenntnissnahme der Verhandlungsacten zum Zwecke besonderer Massnahmen für den Thermenschutz Anlass gegeben haben, Erweiterungen derselben mit Rücksicht auf etwaige Wiederholungsfälle in Vorschlag zu bringen. Diese Vorschläge können füglich als Vorsichtsmassregeln beim Eingriff in's Grundgebirge bezeichnet werden und enthalten somit nicht nur alle Schutzvorkehrungen beim Abbaue der Kaolinerde in sich, sondern andererseits auch Specialfälle von Verritzungen des Liegendgranites in Braunkohlenbergbauen aus Anlass technischer Betriebserfordernisse.

Der Grundgedanke aller Schutzmassregeln liegt in dem Principe der Niveauerhaltung der Thermen, welches die geologischen Experten des Jahres 1880 mit dem Satze ausgesprochen haben (Punkt 6 ihres Gutachtens vom 20. Mai):

„Wenden wir die Erfahrungen von Teplitz auf die Karlsbader Verhältnisse an, so handelt es sich vor allem darum, alle solchen Eingriffe in das Circulations- und Ausflussgebiet der Thermalwässer zu vermeiden, welche denselben einen Abfluss in einem tieferen Niveau als dem gegenwärtigen ermöglichen würden.“

Demzufolge wurde das Verritzen des Grundgebirges innerhalb des erweiterten Schutzrayons nur bis zu dem, damals mit 360 *m* Seehöhe angenommenen „Normalpunkte“ freigegeben, unterhalb dieser, mit Rücksicht auf die Tiefenlage des Egerthales sowie dessen orographischen und tektonischen Charakter festgestellte Grenze aber die von Fall zu Fall einzuholende behördliche Genehmigung zur Vorbedingung gemacht. Diese Massregel ist, wie ich glaube, nur als Minimum dessen zu betrachten, was vom Standpunkte der Niveauerhaltung gefordert werden darf. Den Erörterungen im Punkte 9 des vorangehenden Theiles zufolge ist der von den Geologen des Jahres 1880 angenommene Charakter des Egerthales als einer für die Grundwässer des Granites aufschliessend und drainirend wirkenden Terrainfurche nicht nur nicht erwiesen, sondern es sprechen die gewichtigsten Gründe für die Communication der Grundwässer dies wie jenseits der Eger, welche Wässer auch in höheren Niveaux als die Eger selbst, jenseits derselben in grosser Menge angehäuft sind. Es muss daher das Princip der Niveauerhaltung der gegenwärtigen Ausflusshöhen der Thermen dahin ausgesprochen werden, dass zur Wahrung desselben eine Verritzung granitwasserführender Schichten des Grundgebirges, in welches der „Kaolin“, ebenso wie etwa vorkommender anstehender Basalt<sup>1)</sup> einzubeziehen ist, unter einem Niveau von 380 *m*, d. i. des mittleren Horizontes der Karlsbader Thermen innerhalb des ganzen weiteren Schutzrayons nicht stattfinden darf.

Die Uebertragung dieses Principes auf die in der Praxis des Bergbaues eintretenden Fälle müsste sich wie folgt gestalten:

### I. In den Braunkohlenbergbauen.

1. Hat sich durch die (sub 3 Lit. D) vorgeschlagene Analyse in Fällen grösserer Wassererschötungen in den Schichten der Braunkohlenformation, als welche Wassermengen an der Einbruchsstelle von über 20 *l* pro Minute zu betrachten sind, ergeben, dass die Einbruchwässer aus dem Liegendgranite stammen, so ist namentlich dann, wenn sie auch gleichzeitig eine höhere Temperatur aufweisen, wie seinerzeit anlässlich des Wassereinbruches auf der Johannizeche bei Ottowitz, von Fall zu Fall unter Beziehung geologischer und

<sup>1)</sup> Dagegen nicht der zur mittleren Braunkohlenformation gehörende Basaltuff.

bergtechnischer Fachmänner zu entscheiden, ob und welche specielle Schutzmassregeln für die Thermen nothwendig erscheinen, beziehungsweise in welchem Maasse der Abbau an der gefährdeten Stelle einzuschränken sei.

2. In einem Horizonte unter 380 *m* Seehöhe erscheint eine Verritzung des Grundgebirges vom Standpunkte des vollkommen ungefährdeten Bestandes der Thermen als principiell unzulässig. Die ausnahmsweise Gestattung in Fällen unbedingt erforderlicher, technisch auf andere Weise nicht durchführbarer Betriebsanlagen würde mir mit Rücksicht auf die Interessen des Bergbaues aber gegen die ausgesprochene Integrität einer zuverlässlich wirksamen Prophylaxe in Bezug auf den Quellenschutz nur dann minder bedenklich erscheinen, wenn die nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

a) Es darf die projectirte Verritzung auf keine grössere Tiefe, d. h. nur bis auf wenige (unter 5) Meter in das Grundgebirge eindringen.

b) Die Umgebung der aufzufahrenden Strecke, nachzunehmenden Sohle etc. darf von vorneherein nicht als wasserlästig, bezw. viele, wenn auch geringe Quantitäten Einbruchswasser liefernde Stellen enthaltend, bekannt sein.

c) Während des Eindringens in das Liegendgebirge ist dem etwa auftretenden Wasser die grösste Beachtung zu schenken. Tägliche Messungen von Menge und Temperatur sind journalmässig zu verzeichnen.

d) Klüfte im Grundgebirge müssen nach Richtung und Fall im Grubenplane verzeichnet und Materialproben nach Massgabe vorkommender Aenderungen desselben, mindestens aber von 10 zu 10 *m* entnommen werden.

e) Tiefer als die projectirte Verritzung gehende Bohrungen sind unzulässig. Vorbohrungen von kleinem Kaliber in der Richtung des Vordringens (der Nachnahme) jedoch nothwendig.

f) Pflicht sofortiger Meldung bei Wassererschotungen von über 20 *l* pro Minute oder einer über 15° steigenden Temperatur.

g) Wassererschotungen von über 50 *l* pro Minute einer 20° C. übersteigenden Temperatur, oder einem Gehalte von über 16 Theilen Alkalisalzen in 10.000 Theilen Wasser, wären je einzeln schon als Grund anzusehen, den weiteren Vortrieb einzustellen und die Strecke wieder wasserdicht zu verbauen.

## II. In den Kaolinerdebauen.

Die Baue auf Kaolinerde sind, weil sie sich im Grundgebirge d. i. im Granit bewegen und diesen in seinen zersetzten Theilen direct abbauen, als um so gefährlicher für die Thermen zu bezeichnen, in ein je tieferes Niveau sie hinabdringen. Solange also ein Horizont über 380 Meter Seehöhe nicht unterschritten wird, wird man, weil durch etwaige Grubenwasser eine Verminderung der Spannung der Thermen nicht zu erwarten steht, unbeschadet darum, ob zersetzter oder unveränderter Granit durchfahren wird, dem Bergbaue mit Be-

zug auf den Thermenschutz vollkommene Bewegungsfreiheit concediren können, und nur für den Fall der Erschrotung bedeutender (über 50 l pro Minute) oder über 15° C. warmer Wassermassen aus dem Granite eine Meldepflicht und in der Folge eine Feststellung von Fall zu Fall zu erörternder Schutzmassregeln im Auge behalten müssen.

Eingreifender gestalten sich die möglichen Folgen des Kaolinerdeabbaues für die Thermen, wenn derselbe unter dem mittleren Ausflussniveau derselben betrieben wird. Es genügt an dieser Stelle der Hinweis auf die im Punkte 9 Lit. C des I. Abschnittes dargelegten Gründe, um die folgenden Vorschläge als gerechtfertigt erscheinen zu lassen:

1. In einem Niveau unter 380 m, jedoch über dem Normalpunkte wäre der Kaolinerdeabbau mit Rücksicht auf die bisherigen Erfahrungen in den Kaolinschächten und auf das Interesse der Porzellanindustrie, aber ausgesprochenermassen gegen die volle Integrität eines unbedingt zuverlässigen Schutzes der Karlsbader Thermen, welcher das Hinabgehen unter 380 m ausschliessen würde (vgl. umstehend I. 2.) unter Einhaltung der folgenden Vorsichtsmassregeln, sowie der allgemein für die Bergbaue in Vorschlag gebrachten Schutzmassregeln Lit. A—E auch weiterhin zu gestatten:

a) Wenn die Aufschliessung der Strecken wie der darauffolgende Abbau nur innerhalb des zersetzten Granites (Kaolinerde) sich bewegt, und jedes Durchörtern festen oder halbzersetzten Granites von vornherein ausgeschlossen wird. Zu diesem Zwecke sollen

b) Vorbohrungen am Streckenort wohl gestattet sein, Sohlenbohrungen zum Zwecke der Feststellung der Kaolinerdenmächtigkeit nur über Anmeldung und unter Ueberwachung seitens des bergbehördlichen Controll-Organes durchgeführt werden.

c) Wenn die Menge des Grubenwassers an keiner Einbruchsstelle über 50 l pro Minute, oder über eine Temperatur von 15° C. steigt oder dasselbe einen Gehalt an Alkalisalzen von mehr als 16 Gramm in 10 l Wasser aufweist. Davon sind nur jene Grubenwässer ausgenommen, welche durch die Analyse, als mit Sicherheit aus dem hangenden Braunkohlenreservoir stammend, erkannt werden.

d) In Gruben, wo der Wasserzuzfluss constant über 100 l pro Minute beträgt, ist der Betrieb einzustellen und für einen wasserdichten Verbau Sorge zu tragen.

2. In einem Niveau unter dem Normalpunkte <sup>1)</sup> erscheint der Abbau von Kaolinerde im ganzen Gebiete des erweiterten Schutzrayons unter allen Umständen als unzulässig.

<sup>1)</sup> Nach dem alten Nivellement 360 m, nach Gröger 369.777 m, nach dem neuen Nivellement der Buschtiehrader Eisenbahn 371.203 m.

In der vorliegenden Arbeit habe ich über jene Wahrnehmungen berichtet, und an dieselben die zum Schutze der Thermen dienlich erscheinenden Vorschläge geknüpft, welche ich auf Grund der Beobachtungen in Karlsbad, sowie in den Terrains der Bergbaue, ausser dem auch auf Grund des darauffolgenden Studiums des mir vom löblichen Stadtrathe von Karlsbad zur Verfügung gestellten Materiales schon jetzt für durchführbar erachte.

Nach Inauguration der im Obigen in Vorschlag gebrachten Massnahmen und nach Ablauf einer gewissen Zeitdauer der neu anzustellenden Beobachtungen wird sich ergeben, ob und in welchem Maasse eine neuerliche, sei es principielle oder nur ergänzende Erweiterung, beziehungsweise Abänderung der derzeitigen Schutzvorkehrungen geboten sei.

Man wird aus diesen Beobachtungsergebnissen nur die Schlussfolgerungen zu ziehen haben, um, auf festgestellten Thatsachen fussend, in Betreff weiterer Schritte eine vorgezeichnete Bahn vorzufinden. Die vorgeschlagenen Massregeln aber sind bis auf die zeitraubenden Analysen der Grubenwässer so einfacher Natur, dass sie, einmal im Gange, für die Leitung der Bergbaue fast gar keinen, für die Stadt Karlsbad aber einen durch den Werth des zu beobachtenden und dadurch mittelbar zu schützenden Objectes — der Thermen selbst — wohl hinlänglich gerechtfertigten Mehraufwand von Arbeit bedingen.

Am Schlusse meiner Ausführungen angekommen, gebe ich mich der Hoffnung hin, dass die formulirten Vorschläge von kompetenter Seite die entsprechende Würdigung finden und damit der praktische Zweck meiner Mission zur Erfüllung gelangen möge. Für das in mich gesetzte Vertrauen der Direction der k. k. geolog. Reichsanstalt sowohl, als für die nach jeder Richtung gewährte Unterstützung meiner Arbeiten von Seite der k. k. Bezirkshauptmannschaft in Karlsbad, des k. k. Revierbergamtes in Elbogen und des löblichen Stadtrathes von Karlsbad, sage ich wiederholten ergebensten Dank.

Für die mit einer Reproduction der wesentlichsten Tafeln meines officiellen Berichtes verbundene Ausstattung dieser Arbeit bin ich der Direction, für die einleitend hervorgehobene Beigabe der geologischen Karte des Stadtgebietes von Karlsbad aber Herrn Geologen Fr. Teller der k. k. geolog. Reichsanstalt zu bestem Danke verpflichtet.

## Anhang.

### Geologische Gutachten betreffend den Schutz der Karlsbader Thermen<sup>1)</sup>.

#### I.

#### Auszug aus dem Protokolle

aufgenommen am 20. Mai 1880 in Karlsbad.

#### Gegenstand

ist die zufolge berghauptmannschaftlichen Auftrages vom 24. April 1880, Z. 1293, vorgenommene Verhandlung behufs Revision des von der vorbestandenen k. k. Berghauptmannschaft in Komotau im Einvernehmen mit dem k. k. Bezirksamte in Karlsbad unterm 26. April 1859, Z. 821 für die Karlsbader Thermen festgesetzten Schutzraumes gegen Bergbauunternehmungen.

#### Sachverhalt.

Ein von Professor Harlacher in Prag verfasster, und in Nr. 51 des Jahrganges 1879 der „Bohemia“ veröffentlichter Aufsatz über die angebliche Gefährdung der Karlsbader Thermen durch den benachbarten Bergbaubetrieb erregte die Aufmerksamkeit der politischen Behörde und veranlasste das h. k. k. Ackerbauministerium hierüber ein Gutachten der geologischen Reichsanstalt einzuholen.

Dieses erstattete Gutachten geht allerdings dahin, dass die von Professor Harlacher in Betreff der Karlsbader Thermen aufgestellten Thesen nicht richtig seien, gleichwohl empfahl die k. k. geologische Reichsanstalt behufs Gewinnung eines vollkommen sicheren Urtheiles über die ganze Angelegenheit und zur Beruhigung der aufgeregten öffentlichen Meinung analog wie in Teplitz auch in Karlsbad Erhebungen der massgebenden Verhältnisse anzuordnen.

Die Karlsbader Stadtgemeinde, hievon verständigt, ist nun im Wege der k. k. Bezirkshauptmannschaft um die auf ihre Kosten vorzunehmende Erhebung aller bergtechnischen und geologischen Momente eingeschritten, welche auf einen vollständigen Schutz der Karlsbader Thermen gegen Gefahren aus dem Bergbaubetriebe Bezug nehmen, in Folge dessen das h. Ackerbauministerium mit dem Er-

<sup>1)</sup> Als Anhang seien die sich mit der Thermenschutzfrage beschäftigenden geologischen Gutachten reproducirt, welche aus dem mir zur Einsicht gelangten Actenmateriale stammen. Für die Beleuchtung der ganzen Schutzfrage sind dieselben umso wichtiger, als in neuester Zeit abermals fachmännische Stimmen ihr Votum abzugeben Gelegenheit hatten, deren Publication an dieser Stelle mit Rücksicht auf noch in Schwebe befindliche Verhandlungen jedoch gegenwärtig nicht stattfinden kann.

lasse vom 2. September 1879, Z. 8775/810 dieses Einschreiten der Berghauptmannschaft in Prag zur Amtshandlung mit der Weisung übermittelte, dass die hierüber einzuleitende Erhebung, welche sich als eine Vorarbeit zur allenfälligen Revision des für die Karlsbader Thermen bestehenden Schutzgebietes darstellt, gemäss § 222 a. B.-G. im Einvernehmen mit der k. k. Statthalterei unter Zuziehung von geologischen und bergtechnischen Fachmännern durchzuführen, und bei der Wahl der ersteren der Wunsch der Karlsbader Stadtgemeinde thunlichst zu berücksichtigen sein wird.

Nachdem die Voreinleitungen zu diesen Erhebungen beendet waren und die vom Karlsbader Stadtrathe namhaft gemachten geologischen Fachmänner ihre Bereitwilligkeit zur Intervention bei dieser Verhandlung abgegeben haben, wurde im Einvernehmen mit der k. k. Statthalterei diese Verhandlung mit dem Erlasse der k. k. Berghauptmannschaft vom 24. April 1880, Z. 1293 auf den 19. Mai 1880 angeordnet, und es bildet nun diese Verhandlung den Gegenstand dieses Protokolles.

Als geologische Fachmänner waren anwesend: Der k. k. Hofrath und Director der geologischen Reichsanstalt Herr Franz Ritt. v. Hauer; der k. k. Hofrath und Professor an der technischen Hochschule in Wien Herr Ferdinand Ritt. v. Hochstetter; der k. k. Bergrath der geolog. Reichsanstalt Herr Heinrich Wolf.

Am 20. Mai Nachmittag wurden die Herren geologischen Fachmänner ersucht, ihr begründetes Gutachten abzugeben, ob und in welcher Richtung sich eine Revision des für die Karlsbader Thermen bestehenden Schutzgebietes gegen Bergbau-Unternehmungen als nothwendig herausstellt.

Hierauf haben die Herren geologischen Fachmänner nachstehendes Gutachten abgegeben:

„Aufgefordert, ein begründetes Gutachten abzugeben, ob und in welcher Richtung sich eine Revision des für die Karlsbader Thermen bestehenden Schutzgebietes gegen Bergbau-Unternehmungen als wünschenswerth oder nothwendig herausstellt, beehren sich die Unterzeichneten dieser Aufforderung in den folgenden Erklärungen zu entsprechen:

1. Die Bedeutung Karlsbads als Curort, die es einzig und allein seinen heilkraftigen Thermen verdankt, rechtfertigt es, dass alle diejenigen Massregeln ergriffen werden, welche zum Schutze und zur Erhaltung dieser Quellen dienen können.
2. Der im Jahre 1859 zum Schutze der Quellen abgegrenzte Schutzrayon umfasst die Gemeindebezirke Karlsbad, Drahowitz, Espenthor und Funkenstein südlich der Eger, d. i. im allgemeinen einen Theil des Quellengebietes der Tepl.

Das Princip, welches dem uns mitgetheilten Protokolle zufolge dieser ziemlich willkürlichen Abgrenzung zu Grunde liegt, besteht darin, alle Bergbau-Unternehmungen auf einem Gebiete zu verhindern, welches als das Infiltrationsgebiet für die Karlsbader Quellen betrachtet wurde.

3. Das Infiltrationsgebiet der Karlsbader Quellen lässt sich wissenschaftlich jedoch auch nur mit annähernder Sicherheit nicht feststellen. — Da die Quellen aus sehr grossen Tiefen, jedenfalls aus einer Tiefe von 1000 bis 2000 Meter aus Granitspalten aufsteigen, so können die unterirdischen Wasserzuflüsse ebensowohl von der Erzgebirgsseite her, oder von der Seite des Duppauer Basaltgebirges herkommen, als von der Seite des Karlsbader Gebirges, wie angenommen wurde.

In jedem Falle wird aber das Infiltrationsgebiet der Quellen ein weit ausgedehnteres sein, als jenes, welches durch den bestehenden Schutzkreis abgegrenzt wurde.

4. Zum Schutze der Quellen handelt es sich jedoch weniger um die Bestimmung des wahrscheinlichen Infiltrationsgebietes derselben, als vielmehr darum, das Ausflussgebiet derselben und die unterirdische Wassercirculation in der Umgebung dieses Ausflussgebietes gegen jede Störung zu schützen.
5. Die unglücklichen Ereignisse in Teplitz im vorigen Jahre haben bewiesen, dass durch tiefergehende Bergbaue die unterirdische Wassercirculation sehr bedeutend gestört werden kann, und dass diese Störungen sich auf grössere Entfernungen erstrecken, als man früher annehmen zu dürfen glaubte.
6. Wenden wir die Erfahrungen von Teplitz auf die Karlsbader Verhältnisse an, so handelt es sich vor Allem darum, alle solchen Eingriffe in das Circulations- und Ausflussgebiet der Thermalwässer zu vermeiden, welche denselben einen Aus- oder Abfluss in einem tieferen Niveau als dem gegenwärtigen ermöglichen würden.

Als das Circulationsgebiet der Karlsbader Thermalwässer betrachten wir den Granit des Karlsbader Gebirges, der sich, theilweise bedeckt von tertiären Braunkohlenbildungen und durchbrochen von Basalten in einer breiten Zone auch nördlich von der Eger bis in das Erzgebirge erstreckt.

Der bisher bestehende Schutzkreis umfasst aber nur einen sehr kleinen Theil dieses Gebietes und erfüllt daher seinen Zweck, die Quellen vor jeder möglichen Gefahr durch bergmännische Arbeiten zu schützen, in keiner Weise.

7. Sollen die Quellen von Karlsbad vor jeder möglichen Gefahr geschützt werden, so muss der Schutzkreis auch auf das Gebiet nördlich von der Eger bis zum Erzgebirge ausgedehnt werden, jedoch nur in der Weise, dass das granitische Grundgebirge vor tieferen Eingriffen geschützt wird, d. h. dass nicht nur etwaige Bergbaue bis in die Tiefen, welche unter das Niveau des Sprudelausflusses (371 *m* nach Kořistka<sup>1)</sup>), im Teplbett, oder unter das Niveau der Eger bei Karlsbad (360 *m*<sup>2)</sup>) reichen, Granitspalten geöffnet werden, welche den Thermalwässern einen leichteren Ausfluss gestatten würden.

<sup>1)</sup> 381 *m* nach dem neueren Nivellement. Anm. d. Autors.

<sup>2)</sup> 369·777 *m* nach Gröger, 371·203 *m* des neuesten Nivellements.

8. Die dermaligen Bergbaue in dem Karlsbader Braunkohlenbecken, — zwischen der Eger und dem Fusse des Erzgebirges — die Lignitbaue bei Dallwitz und Ottowitz, die Kaolingruben bei Zettlitz, ferner die Braunkohlenbaue bei Aich, Taschwitz, Janessen u. s. w. scheinen in dieser Beziehung ungefährlich, da sie das granitische Grundgebirge entweder nicht erreichen, oder sich in Tiefen bewegen, die über jenen Niveaus liegen.

Eine Ausnahme in dieser Beziehung bildet nur das Vorkommen auf dem Grubenfelde „Johanni“ des Herrn Pfob, in welchem, nach den uns gewordenen Mittheilungen, mit dem Bohrloche Nr. III bei Meierhöfen, Katastralgemeinde Donitz, das Liegende des Flötztiefsten erst in 85 *m* unter der Oberfläche, das ist etwa 60 bis 70 *m* unter den oben bezeichneten Niveaus erreicht wurde.

9. Eine Erweiterung des gegenwärtigen Schutzrayons in dem Sinne, dass bergmännische oder andere Arbeiten nur bis zu einer gewissen Tiefe, und zwar bis zu dem Niveau des Einflusses der Tepl in die Eger bei Karlsbad, statthaft sind, in grösserer Tiefe aber nicht ausgeführt werden dürfen, wird demnach wenig störend in die gegenwärtigen Bergbauverhältnisse eingreifen und dennoch eine Vorsichtsmassregel sein, welche die Rücksicht auf das Weltbad Karlsbad als wünschenswerth nicht allein, sondern auch als nothwendig erscheinen lässt.
10. Die Unterzeichneten kommen daher zum Schlusse, dass um allen möglichen Eventualitäten, welche die Karlsbader Thermen schädigen könnten, vorzubeugen, der Schutzkreis für Karlsbad in der Weise erweitert werde, dass derselbe, wie auf der begebogenen Kartenskizze ersichtlich ist, den ganzen Gerichtsbezirk von Karlsbad — von Donawitz im Süden bis zum Fusse des Erzgebirges im Norden — umfasst, östlich bis an die Eger bei Rodisfort reicht und westlich noch die Gemeindebezirke von Neu-Rohlau, Imligau des Elbogner, Putschirn, Janessen und Taschwitz des Karlsbader Bezirkes umfasst, und dass innerhalb dieses Schutzgebietes Bergbaue oder andere Grabungen wohl gestattet werden können, jedoch da, wo durch solche Arbeiten Granit oder Basalt angefahren wird, nur bis zu einer Teufe, welche unter das Niveau des Bettes der Eger beim Einflusse der Tepl in dieselbe bei Karlsbad, d. i. unter 360 *m* Seehöhe nicht hinabgeht.

-----

Fortgesetzt am 21. Mai 1880.

An die Herren bergbaukundigen Fachmänner wurde nun das gleiche Ersuchen wie an die Herren geologischen Fachmänner gestellt, worauf selbe ihr Gutachten erstatteten.

Hierauf geben die Herren geologischen Fachmänner nachstehende Aeusserung ab:

„Wir erkennen mit Genugthuung, dass in den Endergebnissen, zu welchen die Herren bergmännischen Fachmänner in ihrem Gutachten gelangen, irgend eine Differenz gegen unsere eigenen An-

schauungen nicht besteht, nur was die Ausdehnung des Schutzkreises auf die östliche Hälfte des Braunkohlenbeckens nördlich der Eger betrifft, so glauben wir die Einbeziehung dieses Gebietes um so sicherer aufrecht erhalten zu sollen, als ja nach dem Gutachten der Herren bergmännischen Fachmänner selbst eine Störung des bestehenden Bergbaues hier durch die Ausdehnung des Schutzkreises in keiner Weise zu besorgen steht.“

## II.

### Gutachten

des k. k. Adjuncten der geologischen Reichsanstalt in Wien, Herrn Friedrich Teller, erstattet an die Stadtgemeinde Karlsbad im Jahre 1889.

Enthalten in der Aeusserung der Stadtgemeinde Karlsbad auf die Vorschläge des mit der Ueberwachung der Bergbaue und Kaolingruben im Schutzrayon betrauten bergbehördlichen Organes. (Bericht des Herrn k. k. Oberbergcommissärs J. Scharf-dinger vom 25. August 1888 an das k. k. Revierbergamt Elbogen.)

#### **Ad I. Eingehende geologische Untersuchung der Verhältnisse der Thermalquellen zu den Gesteinen und dem Gebirgsbau des Karlsbader- und Erzgebirges.**

Die geologische Literatur über Karlsbad ist eine ausserordentlich reiche. Die glänzendsten Namen sind mit der Erforschung des Ursprungsgebietes dieser Thermen verknüpft, und die diesbezüglichen Untersuchungen erstrecken sich über einen Zeitraum von solcher Ausdehnung, dass sich in ihnen ein Theil der Geschichte der Entwicklung unserer Wissenschaft widerspiegelt. Die Mannigfaltigkeit von geistiger Beanlagung und wissenschaftlichen Interesses, die in diesen Forschungen zum Ausdrucke gelangt, gibt eine Gewähr dafür, dass das Phaenomen der Karlsbader Thermen nicht einseitig, sondern von den verschiedensten Gesichtspunkten aus geprüft und erörtert wurde, und in der That ist eine sorgfältige kritische Darstellung der im Laufe der letzten Decennien erzielten Forschungsergebnisse allein schon eine umfangreiche Arbeit. Wenn die Wissenschaft auf die Frage nach dem Ursprung dieser Thermen und vor Allem nach dem genauen Verlaufe ihrer unterirdischen Bahnen heute trotzdem keine präcisere Antwort geben kann, als eine solche, wie sie in einer „geistreichen Hypothese“ niedergelegt ist, so trägt hieran nicht ungenügendes Verständniss der Erscheinungen oder mangelndes Beobachtungsmaterial die Schuld, sondern einfach die Thatsache, dass der geologischen Wissenschaft, ebenso wie menschlicher Erkenntniss überhaupt gewisse natürliche Grenzen gesteckt sind, jenseits welcher eben Theorie und Hypothese vermittelnd und ergänzend eingreifen müssen. Ist schon eine präzise, des hypothetischen Charakters völlig entkleidete Construction des Spaltennetzes, in welchem das Thermal-

wasser im Teplthal zur Oberfläche gelangt, als ein unlösbares Problem zu bezeichnen, so gilt dies noch in höherem Grade von der Forderung, Verlauf und Ausdehnung dieses Spaltennetzes in dem Gebiete jenseits der Eger zu bestimmen, wo eine mächtige Ablagerung von kohlenführenden Tertiärbildungen das Grundgebirge bedeckt.

Die geologischen Sachverständigen, welche im Jahre 1880 behufs Feststellung eines neuen Schutzrayons für Karlsbad zu Rathe gezogen wurden, waren sich dieser Umstände wohl bewusst, und wenn sie sich über die Unlösbarkeit solcher Probleme, wie die Construction eines durch jüngere Deckschichten verhüllten unterirdischen Spaltennetzes, nicht direct ausgesprochen haben, so ist der Grund hiefür wohl darin zu suchen, dass diese Angelegenheit damals nicht Gegenstand der Fragestellung war, vielleicht auch darin, dass es dem Fachmann fern lag, eine für ihn selbstverständliche Sache ohne besondere Aufforderung ausführlich zu erörtern oder zu begründen.

Die geologische Neuaufnahme des Stadtgebietes und der nächsten Umgebung von Karlsbad, welche vor einigen Jahren in Angriff genommen wurde, ist seit längerer Zeit abgeschlossen und die hierauf bezüglichen Mittheilungen werden sammt den Karten im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt zur Veröffentlichung gelangen. Ich würde mich aber einer absichtlichen Täuschung schuldig machen, wenn ich auf diese Publikation als auf den Messias für die in Schweben befindlichen Fragen hinweisen wollte. Die oben berührten Probleme werden auch nach dem Erscheinen dieser Publikation noch fortbestehen.

Die Thesen und Anschauungen, welche auf Grund dieser neuen, ich darf wohl sagen, möglichst eingehenden Erhebungen zu vertreten sein werden, sind in Kürze die folgenden:

1. Der Ursprung der Thermen steht in keinem causaln Zusammenhange mit dem Hervortreten einer bestimmten Structur-Varietät des Granits. Die wasserführenden Spalten setzen durch die verschiedensten Abänderungen der Gesteine dieses Granitmassivs hindurch.

2. Zwischen den Zerklüftungsrichtungen, welche den Granitkörper als Ganzes durchsetzen, und dem Verlauf der Quellspalten bestehen allerdings die engsten Beziehungen, aber bei dem Umstande, dass kaum bei einem der zahlreichen Quellausflüsse die Austrittsstelle selbst der Beobachtung zugänglich ist, muss die Construction des Spaltennetzes auf Grund anderer als topographischer Momente, wie sie die Ausflussspunkte darbieten, als eine unerfüllbare Forderung bezeichnet werden<sup>1)</sup>.

Das eine aber steht fest, dass die Thermalwässer auf Spalten circuliren, die sich in ihrer Gesammtheit zu einer schmalen, aber auf eine Länge von nahezu 2 Kilometer zu verfolgenden Zone gruppiren.

<sup>1)</sup> Wie die im zweiten Theile (S. 701 bis 716) angegebenen Beobachtungen von Quellspalten zeigen, ist diese Forderung zum Theile doch bereits erfüllt und kann in Hinkunft durch weitere Beobachtungen noch mehr der Erfüllung nahe gebracht werden.

Ann. d. Autors.

Diese Thermalzone streicht von SSO nach NNW und folgt somit einer Richtung, welcher bekanntlich in dem Gebirgsbau des Böhmerwaldes, wie in jenem des Erzgebirges eine hervorragende Bedeutung zukommt.

3. Der Thermalwasser führende Granitkörper, das sogenannte Karlsbader Gebirge, endet nordwärts mit einem nahezu ostwestlich streichenden Bruchrand, welcher in dem nördlichen Steilabfall der Donitz- und Hühner-Leiten, sowie der Kreuzberg- und Sooser-Masse auch landschaftlich scharf ausgeprägt erscheint. Die nördlich von diesem Bruchrand sich ausbreitenden Tertiärbildungen ruhen auf einer abgesunkenen Granitscholle.

Es ist möglich, dass die thermale Spaltenzone des Teplthales an diesem Bruchrande ihr Ende findet, oder dass ihre Fortsetzung durch die genannte Schollensenkung in ein so tiefes Niveau gerückt wurde, dass eine Erschliessung derselben durch den Kohlenbergbau nordwärts der Eger nicht zu befürchten wäre. Wir besäßen sodann in dieser Störungslinie einen natürlichen und den wirksamsten Schutz des Karlsbader Thermalbezirkes gegen die bergbaulichen Eingriffe, aber es darf nicht vergessen werden, dass man mit diesen Betrachtungen bereits das unsichere Gebiet der Hypothese betreten hat, das den Erörterungen über Schutzmassregeln nie als Basis dienen sollte.

4. Setzt die Spaltenzone des Teplthales über den Bruchrand nach Nord in das Tertiärgebiet fort, so kam für die Beurtheilung ihrer Richtung nur die Erfahrung massgebend sein, welche wir über ihren Verlauf im Bereiche des Teplthales besitzen.

Es liegt kein Grund vor, eine seitliche Ablenkung vorauszusetzen.

Aus diesem Umstande folgt aber mit Nothwendigkeit, dass das Gebiet, in welchem sich die Kaolingruben von Zettlitz bewegen, sowie die dasselbe umgebenden Kohlenreviere die lebhaftesten Befürchtungen hinsichtlich einer unfreiwilligen Erschliessung der Thermalwässer erwecken müssen. Es treffen hier alle Umstände zusammen, welche für die Ausscheidung eines engeren Schutzgebietes massgebend sein sollten.

Der gegenwärtig bestehende engere Schutzrayon für die Karlsbader Thermen wird bekanntlich nordwärts von der Eger begrenzt. Die jenseits der Eger liegenden Bergbaue und die Betriebsstätten für Kaolin fallen bereits in das erweiterte Schutzgebiet. Es ist klar, dass diese Abgrenzung des engeren Schutzgebietes nur unter der Voraussetzung begründet erscheint, dass die sub 3 erörterte Störungslinie die wasserführende Spaltenzone nach Nord abschliesst. Trifft diese Voraussetzung nicht zu, und setzt somit die genannte Spaltenzone nach Nord fort, so erscheint auch eine Erstreckung des engeren Schutzgebietes in diese Richtung hin dringend geboten. Bei dem hypothetischen Charakter der sub 3 besprochenen Annahme würde es sich unter allen Umständen empfehlen, zunächst einmal dem Verlaufe und der Richtung der Thermalzone des Teplgebietes Rechnung

zu tragen, und so einem doch zweifellos sehr wichtigen Factor zu seinem Rechte zu verhelfen, der bisher völlig vernachlässigt wurde.

Ich würde vorschlagen, ein Schutzgebiet, von elliptischem Umriss zu construiren, dessen längere Axe mit der eben genannten in NNW streichenden Thermalzone zusammenfällt, und dessen Scheitel nordwärts bis an den Fuss des Erzgebirges reicht. Innerhalb dieses Raumes könnte der oben näher bezeichnete, besonders gefährdende Bezirk im Norden der Eger insofern enger an das vollständig in Bann gelegte Territorium im Süden der Eger angeschlossen werden, als in demselben Aufschlüsse, die unter den Normalpunkt hinabreichen, von einer besonderen behördlichen Bewilligung abhängig zu machen wären.

Die Neuaufnahme des Stadtgebietes wurde, wie bekannt, mit bescheidenen Mitteln und ohne Zuhilfenahme künstlicher Aufschlüsse durchgeführt. Den hier zu beantwortenden Fragen gegenüber müssen Grabungen, Bohrungen etc. überhaupt als armselige Hilfsmittel bezeichnet werden, von denen bei grossem Kostenaufwande kein Erfolg zu erwarten ist. Der grosse, und an sich gewiss lehrreiche Aufschluss, welcher vor einigen Jahren bei dem Abbruch des Hauses „zum weissen Adler“ studirt werden konnte, hat, obwohl er doch gerade in der kritischen Zone zwischen Sprudel und Schlossbrunn lag und eine Reihe von Quellausflüssen erschlossen hat, über Verlauf und Richtung der Thermalspalten keine Aufklärung gegeben. Es ist damit nicht ausgeschlossen, dass Sondirungen der uns unbekanntem Ursprungsstätten der Quellen an anderen Punkten ein günstigeres Resultat ergeben könnten<sup>1)</sup>, aber wenn man sich der Geschichte der Fassung einzelner Quellen erinnert, verliert man unwillkürlich den Muth, die alten, durch die stille Thätigkeit der Therme selbst gefestigten Einbaue anzutasten. In welcher Weise aber solche künstliche Aufschlüsse zur Eruirung der Fortsetzung des Thermalspaltennetzes unter der Decke tertiärer Bildungen herangezogen werden könnten, darüber vermag ich mir überhaupt keine präcise Vorstellung zu bilden. In jedem Falle würden solche Untersuchungen zunächst mit den zum Schutze der Thermen getroffenen behördlichen Verfügungen in grellen Widerspruch treten, und es ist ja auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieselben in der That unmittelbar die Gefahren heraufbeschwören, denen man mittelbar zu begegnen wünscht.

## **Ad II. Ständige Beobachtung der Thermalquellen in ihrem Verhalten namentlich in Bezug auf Temperatur, Wassermenge etc.**

Ueber diese Frage verbreitet sich das eingangs bezeichnete Gutachten wie folgt:

Eine Untersuchung des Verhaltens der Thermalquellen in Bezug auf Quantität, Temperatur, Gasgehalt, etc. in kürzeren Inter-

<sup>1)</sup> Zum Beispiel im Jahre 1893 am Bauplatze des Hauses „Russische Krone“ S. 701 u. s. f., Taf. XVIII. Anmerk. d. Autors.

vallen als den bisher üblichen wäre allerdings in hohem Grade wünschenswerth. Doch würden meines Erachtens für die Beobachtung der Wassermengen monatliche, für Temperaturbeobachtungen acht-tägige Perioden vollkommen ausreichen, ein Bild des normalen Verhaltens der Quellen zu geben.

Sollte eine oder die andere Quelle in ihren physikalischen Verhältnissen besonders auffallende Verhältnisse darbieten, so könnten für dieselbe immer noch enger geschlossene Beobachtungsreihen hergestellt werden.

Es sind hiebei allerdings noch gewisse lokale Schwierigkeiten in Betracht zu ziehen, über welche die gegenwärtig mit der Ueberwachung der Quellen betrauten Organe am besten Aufschluss zu geben in der Lage sein werden. So scheint es mir z. B., dass die Bestimmung der Ergiebigkeit der Sprudelquellen während der Saison nicht ohne Störung der für den Kurgebrauch bestehenden Einrichtungen durchführbar sein dürfte. Für solche Fälle müsste selbstverständlich durch Ausnahmsbestimmungen Vorsorge getroffen werden.

Eine derartige ständige Ueberwachung der Heilquellen würde sicherlich zu mancherlei neuen Ergebnissen führen und ihre Inauguration müsste sowohl von Seite der Wissenschaft, wie auch vom Standpunkte aller jener, denen die rationelle Pflege eines so kostbaren Besitzes am Herzen liegt, mit lebhaftester Freude begrüsst werden; in Bezug auf die Prophylaxis aber wird man von diesen Beobachtungen nicht allzuviel erwarten dürfen. Bei den Quellen mit geringer Ergiebigkeit fallen Schwankungen auch ohne ad hoc aufgenommene Beobachtungsreihen während des täglichen Gebrauches der Quelle schon ins Auge, und man ist ja, wie die Geschichte einzelner dieser Heilquellen lehrt, wiederholt in der Lage gewesen, eine auf diesem einfachen Wege erkannte Störung untersuchen und beheben zu können. Die mächtigeren Ausflüsse von Thermalwasser aber, z. B. die Sprudel- und Hygienquellen unterliegen in ihrer Ergiebigkeit so bedeutenden Schwankungen, dass selbst ein Minus von 200 bis 300 Litern per Minute, das für einen anderen Heilquellenbezirk schon eine empfindliche Einbusse bedeuten würde, hier erfahrungsgemäss noch gar keine Bedenken erregt.

Aus der Zusammenstellung und Vergleichung der Maasszahlen über die Gesamtergiebigkeit der Quellen des Sprudelgebietes, welche ich gelegentlich des Wassereinbruches in der Johannizeche unternommen habe, ergab sich, dass die Differenz zwischen den Resultaten zweier durch eine Jahresperiode getrennter Messungen noch in der letzten Zeit, wo diese Messungen unter sachverständiger Controlle vorgenommen werden, Beträge von über 400 Litern per Minute erreicht. In einem 10jährigen Durchschnitt ergab die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum der Ergiebigkeit der Sprudelquellen nicht weniger als 747·8 Minut. Liter.

Die Schwierigkeiten, welche sich im Gebiete der Sprudelquellen einer exacten Messung entgegenstellen, der Verlust, welchen die normalen Ausflüsse durch bekannte oder verborgene Ausbrüche des Thermalwassers im Teplbette erleiden, der mit Sicherheit zu con-

statirende Umstand, dass die einzelnen Quellausflüsse in ihrer Ergiebigkeit vicarirende Verhältnisse aufweisen, und endlich auch meteorologische Einflüsse bedingen so beträchtliche Variationen in den Maasszahlen für die einzelnen Ausflüsse und für die Gesamtergiebigkeit der Sprudelquellen, dass hier nur sehr extreme Werthe als Alarmrufe gelten können.

Aber gerade diese Umstände lassen es wieder vom wissenschaftlichen Standpunkte aus als ausserordentlich wünschenswerth erscheinen, den in Punkt 2) des Berichtes gegebenen Auregungen nach Thunlichkeit Rechnung zu tragen.

### III.

#### Auszug aus dem Protokolle

aufgenommen im Neubade zu Karlsbad am 2. April 1889.

#### Gegenstand

ist die mit Erlass des Revierbergamtes Elbogen vom 19. März 1889, Z. 401 auf den 2. April anberaumte Lokalerhebung zum Zwecke, um festzustellen:

1. ob eine Beziehung zwischen dem auf der Johannizeche bei Ottowitz südöstlich der Schachtanlage vorhandenen unterirdischen Wasserzuffusse und den Karlsbader Thermen bestehe, eventuell
2. welche Beschränkungen des Berghaubetriebes diesfalls auf dieser Zeche zum Schutze der Karlsbader Thermen erforderlich seien.

Als geologischer Sachverständiger fungirte Herr Friedrich Teller, Adjunct der k. k. geologischen Reichsanstalt. Bergmännischer Sachverständiger Herr beh. aut. Bergingenieur W. Mazourek.

Hieran schliesst sich im Folgenden der von den geologischen und bergmännischen Sachverständigen anlässlich der Grubenbefahrung der Johannizeche aufgenommene Befund.

Die bergmännischen und geologischen Sachverständigen schliessen sich in ihrem Befunde völlig der Darstellung an, wie sie hinsichtlich des Wasserzuffusses und der Grubenverhältnisse in dem Berichte des bergbehördlichen Abgeordneten vom 17. Februar 1889, Z. 267 gegeben ist und erachten nur das eine betonen zu müssen, dass die dort angenommene Verwerfungszone, wie sie den südlichen Theil der Grubenbaue dortselbst abschliesst, nicht den Charakter einer eigentlichen Verwerfung, sondern eines Flötzausbisses trägt, der auf dem dort rasch ansteigenden basaltischen Grundgebirge aufgelagert ist.

Der geologische Sachverständige gibt hiezu nachfolgende Erklärung ab:

Wie aus den oben citirten amtlichen Erhebungen des Herrn k. k. Revierbergamtbeamten hervorgeht, würde der abnorme Wasserzuffluss in der Johannizeche schon am 23. August 1887 erschlossen und besteht somit in annähernd gleicher Ergiebigkeit seit mehr als andert-halb Jahren fort, ohne den Bestand der Karlsbader Thermen irgendwie

zu alteriren. Eine Communication zwischen den wasserführenden Spalten des Grubenbezirkes und jenen des Thermalbezirkes ist also dormalen nicht zu erweisen, und es stimmt damit auch die Thatsache überein, dass die Einbruchswässer nach den wiederholten und sehr sorgfältigen Analysen durch Herrn Dr. L. Sipöcz in ihrer chemischen Zusammensetzung keine Anhaltspunkte zu einer specielleren Vergleichung mit den Karlsbader Thermen darbieten<sup>1)</sup>.

Seitens des bergmännischen Sachverständigen wird der Befund noch speciell dahin ergänzt, dass die auf der Grubenkarte ersichtlich gemachte Störungszone die natürliche Grenze für den Grubenbau bildet, dass daher, nachdem das Grubenfeld längs dieser Störungszone bis an die östliche Markscheide durch den bisherigen Grubenbetrieb vollständig aufgeschlossen wurde, nunmehr der Abbau der Kohle von der östlichen Grenze heimwärts erfolgen und somit auch die Kohlenpeiler längs der Wassereinbruchsstelle gewonnen werden müssten. Der Kohlenabbau erfolgt ortsüblich durch Bruchbau auf die volle Flötmächtigkeit von circa 7 m. Es wird ferner als bedeutungsvoll erachtet zu constatiren, dass längs der mehrfach erwähnten Störungszone und insbesondere in der Nähe der Einbruchsstelle das Flötzansteigen ein sehr bedeutendes (20 bis 28°) ist, dass weiters der im Liegenden des Flötzes auftretende Letten stark blähend ist, und in Folge dessen bei offenen Streckenbauen die Zertrümmerung der sonst festen Kohle eine sehr bedeutende ist.

Nachdem von keiner Seite zu diesem Befund eine weitere Bemerkung gemacht wird, wird der Herr geologische Sachverständige ersucht, folgende Fragen zu beantworten:

1. Sind die gefundenen Anhaltspunkte an dem Wasserzufluss und den Verhältnissen, unter welchen er auftritt, ausreichend, um auf verlässliche Weise eine Beziehung zwischen diesem Wasserzulauf und den Karlsbader Thermen constatiren zu können?
2. Sollte dies der Fall sein, ist es möglich eine schädigende Einwirkung in den Beziehungen dieses Wasserzulaufs zu den Thermen hintanzuhalten und in welcher Weise hätte dies zu geschehen?

Der geologische Sachverständige äussert sich hierüber wie folgt:

Wie schon oben bemerkt, besteht eine derartige directe Beziehung des Wassereinbruches zu den Thermalwässern gegenwärtig nicht. Die Erfahrungen, welche wir jedoch im letzten Jahrzehnt in einem nahe benachbarten Thermalgebiet zu sammeln in der Lage waren, haben uns darüber belehrt, dass in jenen Fällen, wo ein solcher Zusammenhang zwischen Gruben- und Thermalwässern einmal klar vor Augen liegt, von prophylaktischen Massnahmen nicht mehr

<sup>1)</sup> Vergl. Taf. XXI, Fig. 12, 14. Anhaltspunkte zu speciellerem Vergleich — worunter natürlich nicht Identificirung verstanden werden muss — siehe oben S. 754—755. Anmkg. d. Autors.

die Rede sein kann, dass dieser Zusammenhang vielmehr gewöhnlich unter stürmischen, die hydrostatischen Verhältnisse so gänzlich umgestaltenden Erscheinungen eintritt, dass Berathungen und Erwägungen ganz anderer Art nothwendig werden.

Es genügt nach der Ueberzeugung des Sachverständigen durchaus nicht, den momentanen Stand der Beziehungen zwischen Gruben- und Thermalwässern allein ins Auge zu fassen, man wird vielmehr in jedem einzelnen Falle untersuchen müssen, ob Umstände vorliegen, welche für die Zukunft Besorgnisse erregen. Von diesem Gesichtspunkte aus soll in Kürze auf einige Momente hingewiesen werden, welche zu besonderen Bedenken Anlass geben. Es verdienen folgende Punkte in nähere Erwägung gezogen zu werden.

1. Die relativ geringe Entfernung der Einbruchsstelle von dem zu schützenden Thermalgebiet. Die Johannizeche liegt nur 3050 *m* vom Mittelpunkte des Karlsbader Thermalbezirkes, dem Sprudel, ab und von dem nördlichsten Ausflusspunkte dieses Quellenbezirkes, der Eisenquelle, ist sie sogar nur 2150 *m* entfernt. Von diesem Betrage sind endlich noch die 220 *m* in Abzug zu bringen, um welche die Einbruchsstelle vom Tagkranze des Schachtes nach Südost hin abliegt.

Wenn man erwägt, dass die Spaltenzone, auf welcher die Karlsbader Quellen zum Vorscheine kommen, heute mit Einbezug der Stefaniequelle bereits auf eine Länge von 2 *km* verfolgt werden konnte, so erscheint der nicht einmal ganz diesen Betrag erreichende Abstand der Einbruchsstelle von dem Nordrand des Quellenterritoriums als eine gewiss minimale Respectdistanz, für welche wohl nicht ein Analogon in einem anderen mit einem Schutzrayon ausgestatteten Quellengebiete aufzufinden sein dürfte.

## 2. Das Niveau der Einbruchsstelle.

Nach den heute vorliegenden Nivellements liegt die Einbruchsstelle 22·8 *m* unter dem mit 360 *m* angenommenen Normalpunkte, oder wenn wir das Nivellement von Kofistka zu Grunde legen wollten, 34·8 *m* unter dem Ausflussniveau der Sprudelquellen. Diese Differenz muss im Hinblick auf den bekannten Einbruch im Döllinger Schachte, der bei einer Niveaudifferenz von 47 *m* erfolgte, immerhin als eine bedeutende bezeichnet werden. Sie erweckt aber umso mehr Bedenken, als es sich hier um eine Schachtanlage handelt, welche, wie schon oben bemerkt, dem Nordrande des Thermalgebietes so nahe gerückt ist, und die bereits in jenen Theil des Schutzrayons fällt, in welchem bergmännische Arbeiten nach der Tiefe hin keinerlei Beschränkungen erleiden, sofern sie nur das Grundgebirge nicht berühren.

3. Die Uebereinstimmung des chemischen Bestandes der Einbruchswässer mit jenem der Grubenwässer des Kaolingebietes von Zettlitz.

Das aus der Flötzmasse der Johanni-Zeche hervortretende Wasser ist keineswegs ein sogenanntes hartes mit kohlen saurem Kalk, Sulfaten und Eisenverbindungen angereichertes Wasser, wie es in

den die Kohlenflötze begleitenden Sedimenten zu circuliren pflegt. Es ist vielmehr nach den Untersuchungen von Herrn Dr. L. Sipőcz ein reines alkalisches Wasser, das man mit Rücksicht auf seinen Gehalt an kohlen saurem Natron und das Vorhandensein von freier Kohlensäure als einen schwachen Natronsäuerling bezeichnen könnte. Wässer von ganz übereinstimmender Zusammensetzung wurden den Kaolingruben von Zettlitz entnommen, und es unterliegt somit keinem Zweifel, dass auch die Einbruchswässer der Johannizeche dem Grundgebirge entströmen. Dieser Umstand rechtfertigt allein schon die Annahme, dass die Einbruchsstelle nicht mehr allzuweit von jenem kritischen Punkte entfernt sei, an welchem nach den behördlichen Verfügungen auch in dem weiteren Schutzrayon die Sistirung bergmännischer Aufschlussarbeiten einzutreten hätte.

4. Der Thermalcharakter des Einbruchswassers. Die nun seit langer Zeit fortgesetzten Temperatur-Beobachtungen ergaben für den Wasserzufluss in der Johanni-Zeche constant  $16-16.5^{\circ}$  C., also eine Temperatur, welche sich um  $4-5^{\circ}$  des hunderttheiligen Thermometers über das zu erwartende Normale erhebt; auch der im Kaolin in dem Schacht von Mader u. Cons. erschlossene Wasserzufluss weist eine höhere Temperatur auf, u. zw.:  $14.5$  und  $15^{\circ}$  C. Da nach dem officiellen Nivellement der Wasserzufluss in dem Mader'schen Schachte die Cote 377 jener in der Johannizeche die Cote von 337.2 aufweist, so läge es nahe, die höhere Temperatur des Wassers in der Johannizeche als eine Function der tieferen Lage der Einbruchsstelle zu betrachten.

Es können hier aber auch andere schwer controllirbare Zufälligkeiten, vor Allen das Zusetzen von gewöhnlichen kalten Grubenwässern mit im Spiele sein. Wie dem auch sei, das Eine steht fest, dass sowohl die Wässer des Mader'schen Schachtes, wie auch die analog zusammengesetzten Wässer, welche in der Flötzmasse der Johannizeche zum Durchbruche gelangten, eine höhere Temperatur besitzen, als die in benachbarten Gruben in gleichem Niveau circulirenden Wassermassen, und es ist, — da locale Ursachen der Erwärmung ausgeschlossen erscheinen — im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die genannten Einbruchswässer ihre höhere Temperatur derselben Wärmequelle verdanken, welche die Grundlage der benachbarten Thermalerscheinungen bildet.

Damit eröffnet sich nun ohne Zweifel die Möglichkeit einer Beziehung dieser Wassereintrüche zu den warmen Quellen von Karlsbad, eine Beziehung, welche besonders geeignet ist, zur Vorsicht zu mahnen. Jede Vertiefung der Bausohle könnte eventuell zur Erschliessung neuer und vielleicht mächtigerer und wärmerer Zuflüsse führen. Wie rasch und unbekümmert um die Gesetze der Wärmezunahme nach der Tiefe eine Temperaturerhöhung unter Umständen erfolgen kann, dafür besitzen wir ein lehrreiches Beispiel in jener Teufung in der Dorothee-nau, welche der Stephaniequelle ihren Ursprung gegeben hat; die daselbst vorgenommenen Sondirungen ergaben für 12 m Tiefe eine Temperaturzunahme von 16 auf  $25.8^{\circ}$  C.!

Die unter den vorstehenden vier Punkten subsummirtten Bedenken charakterisiren den Standpunkt, welchen der geologische Experte in Bezug auf die an ihn gerichtete Frage über die Beziehungen der Einbruchswässer der Johannizeche zu den Thermen in Karlsbad einnimmt. Wenn auch ein thatsächlicher Zusammenhang zwischen den beiden Gebieten heute nicht besteht, so erscheint doch mit Rücksicht auf die tiefe Lage der Einbruchsstelle, auf ihre geringe Entfernung von dem Nordrande des Karlsbader Quellenbezirkes, sowie mit Rücksicht auf den muthmasslichen Ursprung des Einbruchwassers aus dem Grundgebirge und seine unverkennbaren thermischen Eigenschaften die grösste Vorsicht dringend geboten. In Bezug auf die zweite Frage nach den dem vorliegenden Falle entsprechenden Schutzvorkehrungen muss der Geologe selbstverständlich das Wort dem Herrn Sachverständigen für das Bergwesen überlassen, und es soll nur in Anknüpfung an Punkt 2 und 4 der vorstehenden Ausführungen nochmals betont werden, dass unter den obwaltenden Umständen jede Vertiefung der Bausohle neue Gefahren heraufbeschwören kann, und dass somit nur solche Schutzvorkehrungen eine vollkommen ausreichende Bürgschaft zu gewähren vermögen, welche den Niveauverhältnissen der zu schützenden Quellen, dem wichtigsten Factor aller Schutzzrayons-Calculationen, in gebührender Weise Rechnung tragen. Inwieweit die Beschränkung auf das bezeichnete Niveau auf die gegenwärtigen Abbauvorrichtungen hemmend wirkt, und in welcher Weise diesen Hemmungen begegnet werden könne, — muss ebenfalls der Erörterung des bergmännischen Sachverständigen überlassen bleiben.

Im Anschluss an dieses Gutachten wird seitens des bergmännischen Sachverständigen der Herr geologische Sachverständige um sein weiteres Gutachten über folgende Frage ersucht:

Ist überhaupt eine Veränderung des jetzigen Wasserzulaufes an der Einbruchsstelle der Johannizeche zulässig, ohne eine nachtheilige Aenderung in den möglicherweise bestehenden Beziehungen zu den Karlsbader Thermen hervorzurufen?

Mit Rücksicht auf diese Anfrage praecisirt der geologische Sachverständige seine Aussage über die Unzulässigkeit der Vertiefung der Bausohle dahin, dass durch dieselbe zugleich die Unzulässigkeit einer Veränderung des gegenwärtigen Ausflussniveaus des Einbruchswassers ausgesprochen werden soll.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Zu dem Zwecke, um jede Veränderung des Wasserlaufes an der Einbruchsstelle der Johannizeche hintanzuhalten, wurde über Antrag des bergmännischen Sachverständigen eine Beschränkung des Abbaues in dem Sinne für nöthig erachtet, dass die der Störungszone unmittelbar aufgelagerten Kohlenpfeiler u. zw. sowohl in der Längserstreckung als auch auf eine gewisse Entfernung senkrecht von dieser bezw. dem Verflüchen nach zurückzulassen wären. Dadurch wurde eine neue Abbaugrenze geschaffen, innerhalb welcher der Bruchbau zu unterbleiben hatte. Die Einhaltung dieser in der Grubenkarte näher präcisirten Grenzen wurde der Werksleitung der Zeche ex commissionae aufgetragen.

# Inhalt.

	Seite
<b>Einleitung</b>	671
<b>I. Theil. Zur Physiographie der Quellen</b>	679
I. Kritik der bisherigen Messungen	679
Tabelle der Sprudelmessungen 1879 bis 1894	680
II. Vorschläge zur Erhöhung des Genauigkeitsgrades der Quellenmessungen	684
III. Ergebnisse der bisherigen Messungen	687
A. Darstellung derselben	687
Tabelle der Messungen der Karlsbader Thermen	688
B. Beobachtungsergebnisse	688
C. Erläuterungen hiezu	689
Versuchs- und Normalquellen	691
Unabhängigkeit der Thermen von der Niederschlagsmenge	692
IV. Ueber die zweckmässigste Art der Quellenmessungen	692
A. Messungen der Ergiebigkeit der Thermen	692
B. Messungen der Quellen-Temperatur	693
Linie der Normaltemperatur.	694
C. Messungen des Gasgehaltes der Thermen	696
V. Wasserstände bei Karlsbad	699
<b>II. Theil. Topik der Thermen</b>	700
I. Beobachtungen von Quellspalten	701
A. Die Thermalspalte der Quelle des Hauses „Zur Russischen Krone“	701
B. Die Thermalspalte des Felsenabhanges in der Mühlbadgasse	704
C. Die Quellspalten des Schlossbrunnens und Mühlbrunnens	706
D. Die Quellspalte der Elisabeth- und Orchesterquellen	712
E. Hornsteingang der Quellen im Militärbadehaus	716
II. Die Hauptthermenlinie	717
A. Rückblick auf bisherige Forschungsergebnisse	717
B. Alle Thermen liegen auf der Hoff'schen Quellenlinie	720
Tabelle der Azimuthc verschiedener Quellenlinien	722
Tabelle der Richtungen der beobachteten Quellspalten	723
Folgerungen aus den Messungen am neuen Stadtplane 1:500	724
III. Massnahmen zur Erweiterung unserer Kenntniss der Topik der Thermen	727
A. General-Quellenplan	727
B. Specialpläne	729
C. Ueber die detaillirte Beobachtung der Zerklüftungsrichtungen des Karlsbader Granites und neu aufzustellende Messungen der Bodentemperatur	729

	Seite
<b>III. Theil. Thermen und Bergbau</b>	<b>733</b>
I. Ueber die Beziehungen der Thermen zum Braunkohlenbergbau und der Kaolingewinnung.	733
A. Geologische Uebersicht	734
B. Geologische Kriterien des Braunkohlenbergbaues und der Bauc auf Kaolinerde	735
I. Die Braunkohlenformation	739
II. Die Kaolinlagerstätten	742
C. Gründe für die Möglichkeit der Fortsetzung der Thermalpalte in das Gebiet nördlich der Eger	746
Tabelle der Granitvarietäten in den Kaolingruben	749
Arten der Grubenwässer der Elbogen—Karlsbader Mulde	752
Tabelle der Grubenwasseranalysen von Dr. L. Sipöcz	753
Graphische Darstellung der Analysen Dr. L. Sipöcz' „Sprudelsalz“ aus Grubenwasser zu erzeugen	755
Das Egerthal — kein Aufschluss für alle Granitwässer	757
II. Massnahmen und Beobachtungen im Bereiche der Bergbaue	759
A. Grubenkarten	760
B. Uebersichtskarten	761
C. Belegstücke	762
D. Evidenzhaltung der Grubenwässer	762
E. Beobachtung der Zerklüftungsrichtungen des kaolinisirten Granites	763
F. Specielle Schutzvorkchrungen anlässlich bestimmter Bedürfnisse des Bergbaues	763
I. In den Braunkohlenbergbauen	764
II. In den Kaolinerdebauen	765
Schlussbemerkungen	767
<b>Anhang</b>	<b>768</b>
I. Gutachten der Geologen v. Hauer, v. Hochstetter und Wolf vom 20. Mai 1880 wegen Revision des Schutzraumes für die Karlsbader Thermen	768
II. Gutachten des Geologen Fr. Teller in Betreff der Vorschläge des mit der Ueberwachung der Bergbaue im Schutzrayon betrauten bergbehördlichen Organes	772
III. Gutachten des Geologen F. Teller anlässlich des Wassereinbruches auf der Johanni-Braunkohlenzeche bei Ottowitz	777

## **Tafel XIV.**

**Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader  
Thermen.**

## Erklärung zu Tafel XIV.

(Siehe Seite 684.)

Nebenstehende Tabelle soll ein Bild des Grades der Fehlerhaftigkeit der bisherigen Messungen geben, indem um die erhaltenen (gemessenen) Werthe die Fehlergrenzen in der Form von Kreisen aufgetragen wurden.

Die Umbüllungslinien um die Kreise geben die Grenze an, innerhalb deren der wahre Werth jeder Messung liegt.

Da die Extremwerthe der möglichen Abweichungen vom wahren Zustande durch die (in der Figur weggelassenen) inneren Tangenten an die benachbarten Fehlerkreise dargestellt werden (d. i. also durch die in einem Falle z. B. zu kleine, bei der nächsten Beobachtung zu grosse Messung), so sieht man, wie die gegenwärtige Fehlergrenze das wahre Bild der Variation der Quellen noch in nebelhafter Weise verhüllt.

Die neu beantragte Messungsmethode engt die Fehlergrenzen auf  $\pm 1\%$  beim Sprudel und auf  $\pm \frac{1}{3}\%$  bei den kleineren Quellen ein. Die so zu erwartenden Fehlergrenzen sind durch die innersten schraffirten, stärker ausgezogenen bandförmigen Flächen, bzw. durch die volle Linie von  $\frac{2}{10}$  mm Dicke beim Schlossbrunnen dargestellt.

Die Tafel zeigt auch die gleichsinnige Undulation des Schlossbrunnens während der angegebenen Zeitepoche 1886–1893. (S. S. 689.)

Die wesentliche Aufgabe dieser Tafel besteht darin, zu zeigen, in welcher bedeutendem Masse durch Erhöhung der Genauigkeit der Beobachtungen das ganze Bild des Zustandes der Thermen an Schärfe und damit an Richtigkeit gewinnt.

### Masstab:

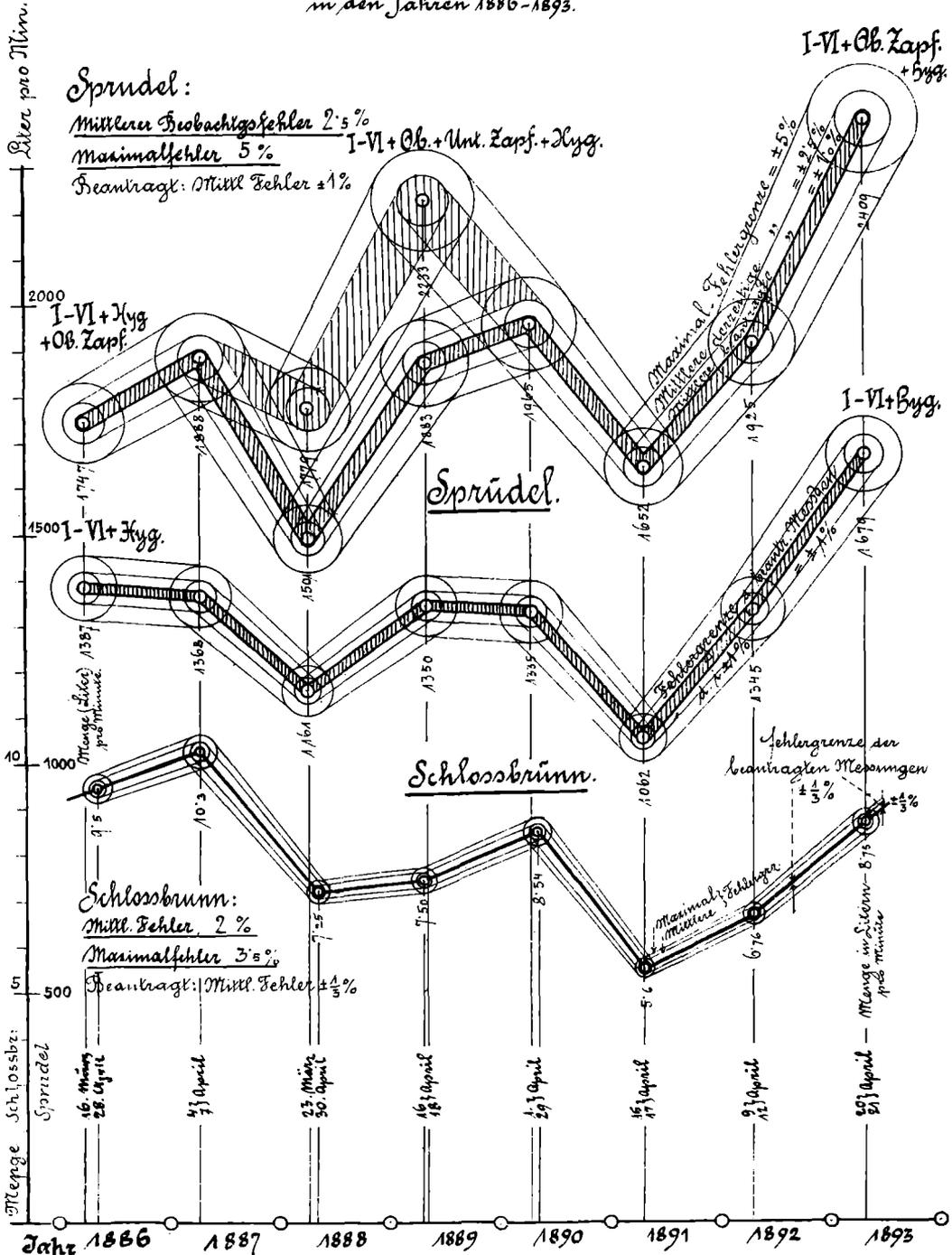
Für die Sprudelquellen 6·8 mm = 100 Liter pro Minute.

Für den Schlossbrunnen 6·8 mm = 1 Liter pro Minute.

# Tabelle der Fehlergrenzen.

## Frühjahrmessungen von Sprudel und Schlossbrunn

in den Jahren 1886-1893.



Nach den Messungen des Kärnthnerischen Karlsbad-Kommissionärs.

## **Tafel XV.**

### **Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader Thermen.**

## Erläuterungen zu Tafel XV.

(Vergl. Seite 688 u. ff.)

Die vorliegende Tafel gibt einen Theil der bei den Messungen der Karlsbader Stadtgemeinde gefundenen Resultate (siehe Tableau auf Seite 688) in graphischer Darstellung wieder.

Die fortlaufenden Jahre von 1869 bis 1893 wurden als Grundlinie aufgetragen und über jeder Jahresstrecke die betreffenden Thermalwassermengen als Höhen verzeichnet. Durch die fortlaufende Verbindung aller gemessenen Werthe resultirt das Bild der Ergiebigkeitsschwankungen.

Die Darstellung der Sprudelquellen wurde in folgende Einzelsummen zergliedert:

1. Sprudelquellen I—VI in Summe; daran schliessend
2. Die alte und neue Hygieenquelle; daran schliessend
3. Die Summe der Wassermenge der Zapfenlöcher.

Von den kleineren Quellen kam in hundertfach vergrössertem Massstabe zur Darstellung die Ergiebigkeit:

- |  |                  |
|--|------------------|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Des Schlossbrunnens,</li><li>2. Der Theresienquelle,</li><li>3. Des Mühlbrunnens,</li><li>4. Des Marktbrunnens,</li><li>5. Des Neubrunnens.</li></ol> | } Normalquellen. |
|--|------------------|

Zur Beurtheilung der eventuellen Abhängigkeit der Wassermenge der Quellen vom Niederschlage wurden fortlaufend verzeichnet:

- a) Die Jahressumme des Niederschlages in Eger,
- b) Die Jahressumme des Niederschlages in Karlsbad,
- c) Die Monatssumme des Niederschlages in Karlsbad.

Die graphische Darstellung bringt zum prägnanten Ausdruck:

1. Die Extremwerthe der Messungen an den dargestellten Quellen (Sprudel im Frühjahr 1874 mit 1626, im Frühjahr 1881 mit 2664 Litern).
2. Die gleichsinnige Undulation der Ergiebigkeiten der Sprudelquellen mit den Normalquellen, welche in der Taf. XVI näher specificirt erscheint, sowie der Springerquellen (I—VI) mit der Totalmenge aller Sprudelquellen.
3. Die gegensinnige Undulation der genannten Quellengruppen in einzelnen Zeitabschnitten (vgl. S. 689).
4. Die Unmöglichkeit, eine Abhängigkeit der Quellen von den Niederschlagsmengen dormalen zu erweisen.

---

**Zur Beachtung.** Da die photographische Reduction der in verschiedenen Farben ausgeführten Originaltafel nur schwarze Linien lieferte, so empfiehlt es sich bei Detailstudien zur besseren Uebersicht, die einzelnen Quellennlinien, namentlich für die S. 689 u. ff. hervorgehobenen Zeitabschnitte durch Ueberfahren mit Farbstiften zu markiren.

Das Wort „Corrections-Massstab“ ist als hier gegenstandslos zu streichen.

---



## **Tafel XVI.**

**Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader  
Thermen.**

## **Erläuterungen zu Tafel XVI.**

(Vergl. Seite 689, 691.)

Zu dem Zwecke, um aus verlässlichen Anhaltspunkten ein fortlaufendes richtiges Bild des Zustandes der Sprudelquellen und damit des Gesamtzustandes der Thermen zu erhalten, auch dann, wenn die Sprudelquellen selbst nicht gemessen werden, bezw. in den Zeiträumen zwischen je zwei Sprudelmessungen, wurde die tägliche Messung der Normalquellen vorgeschlagen.

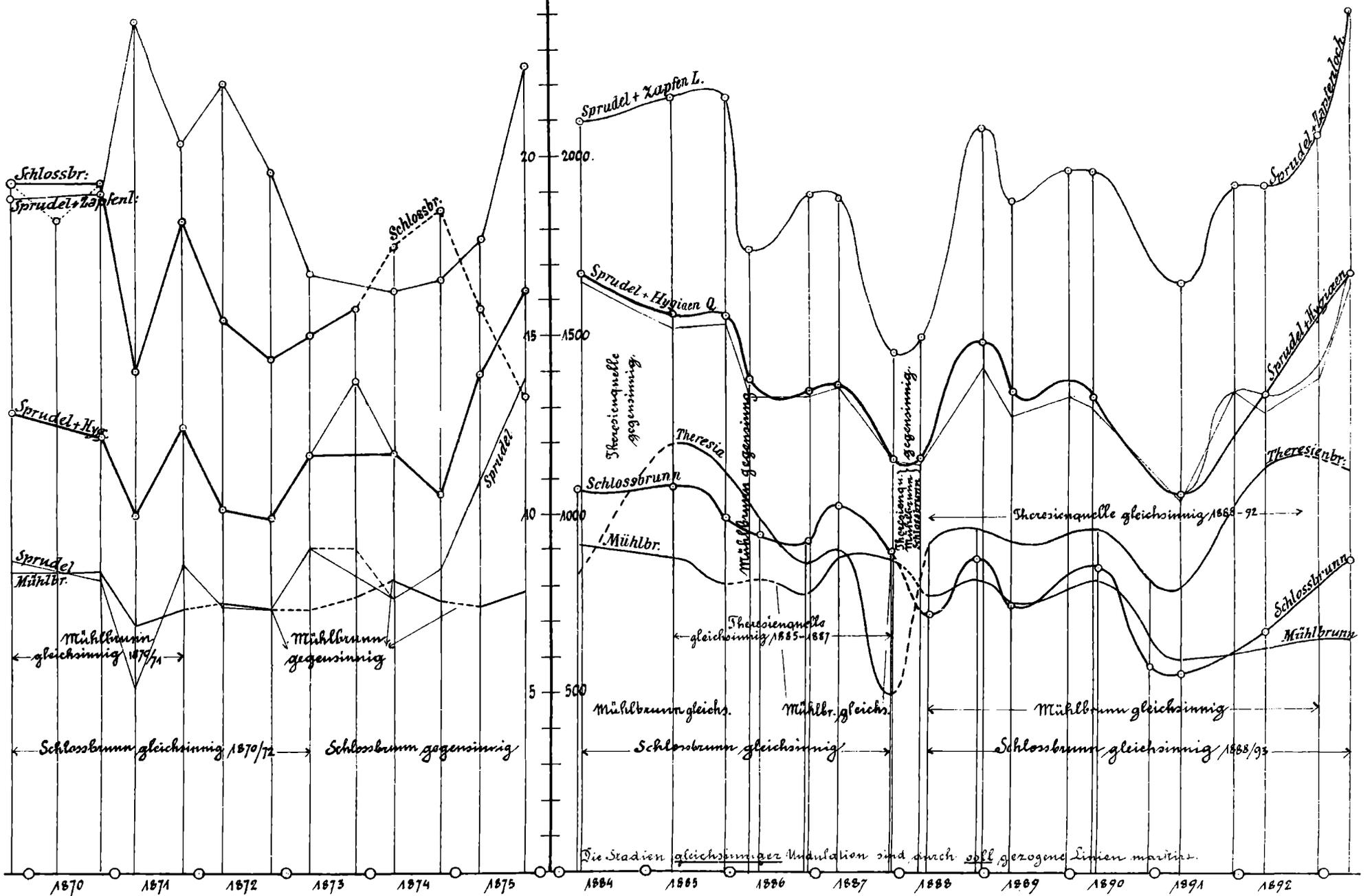
Die Tafel XVI zeigt nach Art der Darstellung der beiden vorhergehenden, dass die drei verzeichneten Quellen: Schlossbrunn, Theresienquelle und Mühlbrunn durch oft jahrelange Zeiträume in ihren Schwankungen mit jenen der Sprudelquellen parallel laufen: d. i. im Stadium gleichsinniger Undulation sich befinden.

Wird das Verhalten einer dieser Quellen nicht normal (gegensinnig), so stehen der Beobachtung in der Regel die beiden von der Störung nicht betroffenen anderen Quellen zur Verfügung. Nur selten (in der dargestellten langen Beobachtungsreihe nur von Ende 1887 bis Anfang 1888) versagen die Normalquellen gleichzeitig den Dienst, als Indicatoren der Sprudelquellen benützlich zu sein.

Die zweite Figur der Tafel gibt ein Bild, wie sich die in Folge der seltenen Beobachtungen jetzt nur sprungweise darstellbaren Zustandsänderungen der Thermen in Zukunft durch die Ergebnisse stetiger Beobachtung kennzeichnen werden.

# Tabelle des Verhaltens der Versuchs- und Normalquellen.

Maßstab f. d. kl. Quellen 25 2500 L. für Maßstab f. d. Sprudelquellen.



Nach den Messungen des Stadtbauamtes Karlsbad zusammengestellt

**Tafel XVII.**

**Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader  
Thermen.**

## Erläuterungen zu Tafel XVII.

(Vergl. Seite 694, 695.)

Um den Zustand jeder einzelnen Quelle in Bezug auf ihr früheres, aus einer thunlichst grossen Reihe vorhergehender Beobachtungen (in der vorliegenden Zeichnung für 25 Jahre) basirtes Verhalten darzustellen, dient die Herstellung der in der Tafel XVII veranschaulichten Quellengraphica.

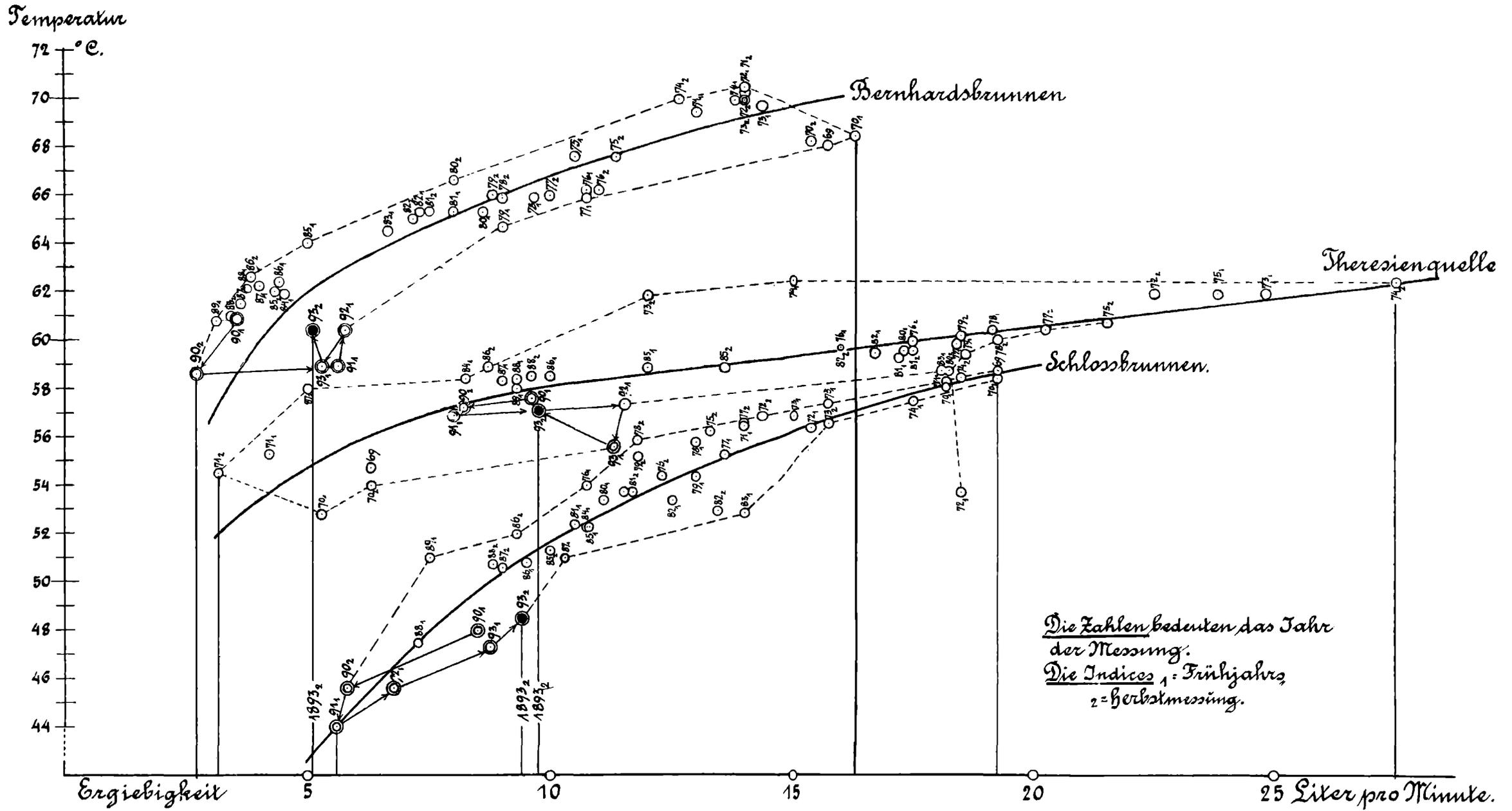
Nach den auf Seite 694 des I. Theiles gemachten Angaben lässt sich die jeweilige Menge und Temperatur einer Therme graphisch in directen Bezug setzen; indem man die erstere als Abscisse (horizontal), die letztere als Ordinate (senkrecht dazu) aufträgt. Die Gesamtanordnung der Einzelbeobachtungen gibt gleichsam ein historisches Zustandsbild, welches die Geschichte der physikalischen Verhältnisse jeder Therme auf einen Blick zu überschauen gestattet. Dem Factor der Zeit wird hiebei durch Beifügung der Jahreszahl zu jedem Beobachtungspunkte Rechnung getragen, und kann eine Verbindung der aufeinanderfolgenden Beobachtungsdaten (wie in der Tafel bezüglich aller drei Quellen für die Jahre 1890—1893 durchgeführt wurde) über die Veränderungstendenz, in welcher sich der jeweilige Quellenzustand befindet, Aufklärung geben.

Alle Beobachtungen gruppiren sich um eine Mittellinie: die Linie der Normaltemperatur jeder Quelle, welche aus der Umhüllung der Gesamtheit aller vorliegenden Messungen leicht zu entwerfen ist. Die Construction dieser aus den vieljährigen Beobachtungen abgeleiteten Normallinie gibt den Massstab zur Beurtheilung des jeweiligen Zustandes einer Quelle.

Die 25jährige Geschichte der drei verzeichneten Quellen, welche man auf der Tafel überblickt, lehrt beispielsweise, dass der Schlossbrunnen wie der Bernhardsbrunnen in den verfloßenen vier Jahren einen Tiefstand ihrer Entwicklung passirten.

Legt man diesen Darstellungen einen noch grösseren Massstab zugrunde, so wird die Veränderungstendenz umso deutlicher zum Ausdrucke gelangen. Dieselbe stellt sich als eine Function der speciellen Beziehungen der betreffenden Therme zur Hauptspalte dar und folgt bei den Normalquellen in der Regel den Hauptschwankungen der ganzen thermalen Thätigkeit. Plötzliche Aenderungen des in dieser subtilen Weise definirbaren jeweiligen Quellenzustandes werden daher unter Umständen als Alarmrufe gelten können.

# Zustandsgraphicon und Linie der Normaltemperatur einiger Quellen.



Die Zahlen bedeuten das Jahr der Messung.  
 Die Indices 1 = Frühjahrs  
 2 = Herbstmessung.

Nach der 25 jährig. Messungsreihe des Stadtbauamtes Karlobad.

## **Tafel XVIII.**

**Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader  
Thermen.**

---

## Erläuterungen zu Tafel XVIII.

(Vergl. Seite 701—704.)

Die vorliegende Situation gibt eine Darstellung der im Winter 1893 auf dem Bauplatze des Hauses „Zur russischen Krone“ aufgeschlossenen Quellspalte, deren Verlängerungen sich über die Grenzen der beiden Nachbarhäuser fortsetzen.

Im Zusammenhalte der am Bauplatze der „Russ. Krone“ aufgedeckten „Unteren Quelle“ mit den beiden anderen Quellengruppen, der bergwärts gelegenen blasenförmigen Klufterweiterung und den Quellen des Jahres 1846 im unterhalb liegenden Nachbarhause „Stadt Hannover“ ergibt sich eine totale Länge der von acht Quelladern gebildeten Thermalspalte von ca. 22 m.

Das Streichen dieser ausgezeichneten Quellspalte steht in vollstem Einklange mit dem Streichen der auf der Tafel gleichfalls verzeichneten Quellspaltenrichtung des Schlossbrunnens und folgt der Richtung der Hoff'schen Quellenlinie in Stunde  $10\frac{1}{2}$  (= hora 9,  $11^{\circ}$  reduc.).

Hornsteingänge parallel zur Quellspalte fanden sich am Bauplatze mehrfach vor.

Das Auffinden einer so klar zu verfolgenden, der herrschenden Hauptzerklüftungsrichtung des Granites am Bauplatze parallel verlaufenden Thermallinie ist von grundlegender Bedeutung für die Erklärung der Gesamtanordnung des Karlsbader Quellenzuges, sowie für die Art der Circulation der Thermalwässer im Granite.

Das Auftreten der Kohlensäureexhalation am Abhange der Hirschsprunggasse und einer minimalen lauen Quellader im rückwärtigen Theile des Hauses „Hannover“ beweisen, dass sich die thermalen Ausserungen selbst bis auf bergwärts noch höher liegende Spalten erstrecken.



# Geologische Karte des Stadtgebietes von Karlsbad

aufgenommen 1887-8 auf Grundlage des vom Stadtbauamte revidirten Schindler'schen Situationsplanes vom Jahre 1885.

VON **FRIEDRICH TELLER**

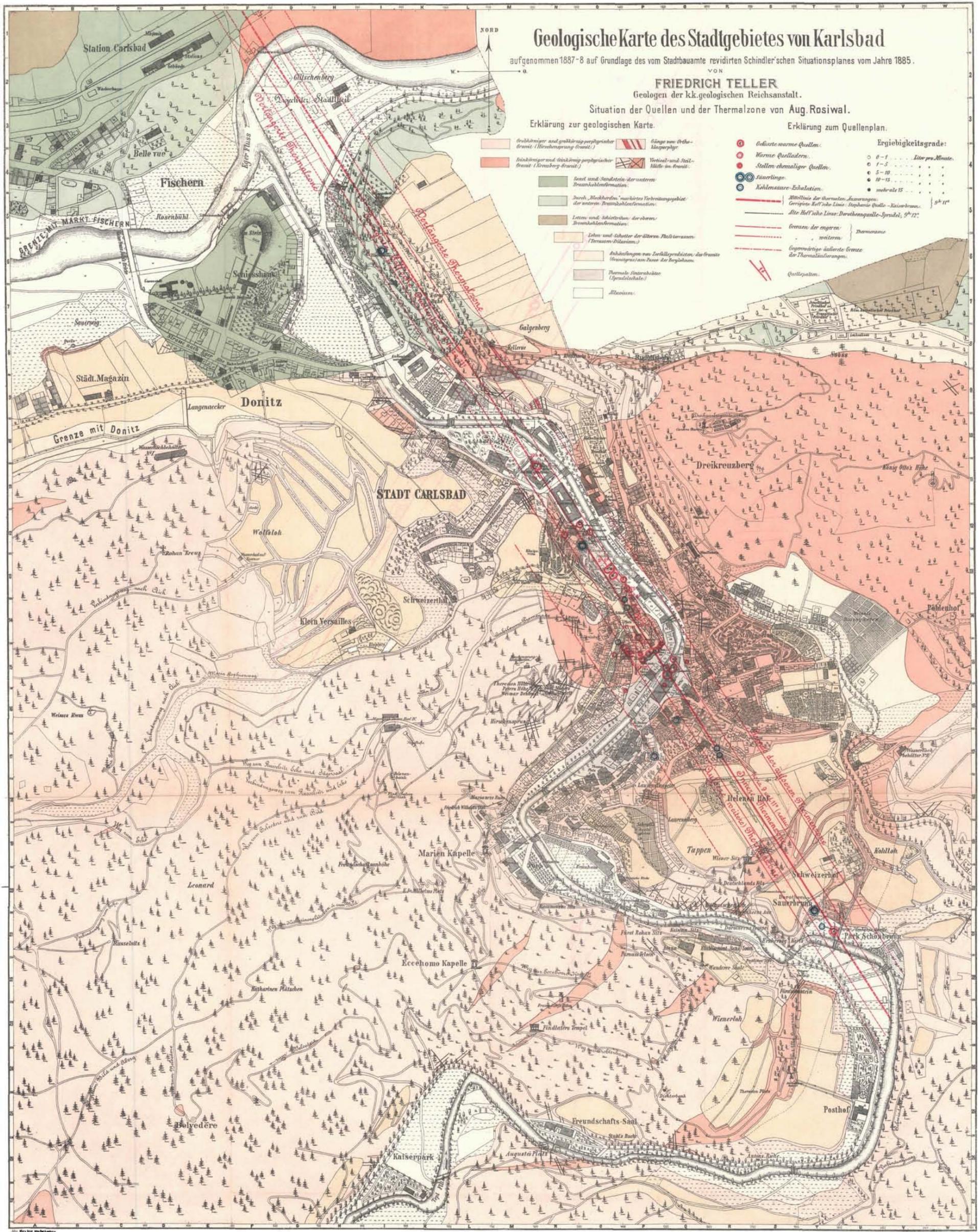
Geologen der k.k. geologischen Reichsanstalt.

Situation der Quellen und der Thermalzone von Aug. Rosival.

Erklärung zur geologischen Karte.

Erklärung zum Quellenplan.

	Ordäviner und großkristallinischer Granit (Hochengung-Granit.)		Gänge von Orthoklasporphyr		Gekochte warme Quellen.	<b>Ergiebigkeitsgrade:</b> 
	Trias- und Jura- und Kreide- und Tertiär-Granit (Königsberg-Granit.)		Vertikal- und Stal-klüfte im Granit.		Warme Quellen.	
	Sand- und Sandstein der unteren Braunkohleformation.				Stellen ehemaliger Quellen.	
	Durch Blockherden "markiertes" Verbreitungsgebiet der unteren Braunkohleformation.				Säuerlinge.	
	Lehm- und Schieferstein der oberen Braunkohleformation.				Kohlensäure-Evolution.	
	Lehm- und Schiefer der älteren Pläzänen (Ternauer-Pläzänen.)				Mittelsitz der Thermalen, Auswertung: Gergichte Kell'sche Linie - Stephano-Quelle - Kaiserbrunn.	
	Anhäufungen von Zerfallsprodukten des Granits (Granitgerölle) am Fuße der Blockherden.				Alle Hoff'sche Linie: Dartheimquelle - Sprudel, 9° 12'.	
	Thermale Sinterablätze (Opusculithale).				Grenzen der engeren Thermalzone.	
	Alluvien.				Gegenwärtige äußere Grenze der Thermalzonen.	



## **Tafel XX.**

### **Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader Thermen.**

---

## Erläuterungen zur Tafel XX.

(Vergl. Seite 739—741.)

Die Mehrzahl der Figuren stellt im Maasstabe 1:1000 Schichtprofile dar, welche nach den von J. Scharfingcr gemachten Angaben der betreffenden Aufschlussresultate in den verschiedenen Gebietstheilen der Elbogen Karlsbader Braunkohlenmulde construirt wurden. Es lassen sich damit die Lagerungsverhältnisse in den einzelnen Theilen mit einem Blickc übersehen.

Als für den kurz gefassten Text wichtige ergänzende Erläuterungen wurden die einen Gesamtüberblick über die Gestaltung der verschiedenen Horizonte der Braunkohlenformation bietenden schematischen Darstellungen, welche für sich sprechen, den vorgenannten Figuren angereicht.

Es ist nöthig zu bemerken, dass in der mitgetheilten Reihe von Bohrlochprofilen stellenweise recht schwer eine Unterabtheilung in die drei gewöhnlich auseinandergehaltenen Stufen der Braunkohlenformation getroffen werden konnte. So ist gerade die Ausscheidung der mittleren Formationsstufe in den Fig. 1—3 auf Grund der vorliegenden Angaben kaum durchzuführen, und werden die Acquivalente derselben nach Analogie der Fig. 8—10 wohl innerhalb der nicht weiter gegliederten Lignitflöze zu suchen sein.

Da die Sechöhen der dargestellten Profile mit Präcision nicht angegeben sind, so möge hier mit Rücksicht auf die Wichtigkeit einer wenigstens annähernden Kenntniss der Tiefenlage der Horizonte, eine Fixirung ihrer Niveaus auf Grund der Scharfingerschen Uebersichtskarte stattfinden.

### Niveauangaben der Schichtenprofile.

		S e c h ö h e	
		der Terrain- oberfläche nach Scharfingers Karte	des Liegenden Grundgebirges (Kaolin oder Granit)
A. Elbogen— Neusattler Mulde.	{ Fig. 1. Bohrloch Bahnhof Neusattl	454	213·5
	{ Fig. 2. Bohrloch P. 94, Albernhof	445	229·7
	{ Fig. 3. Bohrloch P. 623, Granesau )	431	321·3
B. Chodau— Münchhofer Mulde.	{ Fig. 4. Bohrloch P. 1240, Poschczau	441	406
	{ Fig. 5. Richardschacht, Chodau	425	343·5
	{ Fig. 6. Bohrloch P. 418/3, Unt.-Chodau	441	397
C. Janessen- Taschwitz Mulde.	{ Fig. 7. Beim Förderschacht, Caroli- Johanni-Zeche	377	301·8
	{ Fig. 8. Bohrloch P. 896, Ottowitz	407 (?)	356 (?)
D. Karlsbad Ottowitz Mulde.	{ Fig. 9. Bohrloch Grubenmass Josef, Ottowitz	406	287
	{ Fig. 10. Bohrloch Grubenmass Anna, Ottowitz	418	unter 224
	{ Fig. 11. Kaolinschacht P. 62, Zettlitz	415	396
Zettlitzer Kaolin-Lager.			

1) Man corrig. die Côte 101·73 der Tafel für die Sohle des Laufers; Dach des Hauptflötzes — 101·88.



## **Tafel XXI.**

**Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader  
Thermen.**

## Erläuterungen zu Tafel XXI.

(Vergl. Seite 753—756.)

Die beiden Tabellen der Grubenwasseranalysen von Dr. L. Sipőcz (zu S. 753) bilden die Grundlage der Mehrzahl der dargestellten Analysen.

Die graphische Darstellung der Thermalwasser-, Grubenwasser- und Quellwasseranalysen wurde in der Weise vorgenommen, dass die analytisch gefundenen Bestandtheile in dem Massstabe von 1 cm  $0.1\%$  (d. i. 1 Theil in 10.000 Theilen Wasser) aneinandergereiht wurden. (Nur Fig. 21 und 22 im halben Massstabe.)

Durch verschiedene Farbentöne (siehe Zeichenerklärung) wurden die basischen Bestandtheile und die Kohlensäure, durch Schraffen die übrigen Säuren etc. dargestellt.

Die auf der Tafel verzeichneten Grund- und Quellwässer zerfallen je nach ihrer Provenienz in zwei Hauptgruppen:

1. Granitwässer, aus dem Granitgrundgebirge stammend, deren Gehalt an Alkalisalzen (gelb) jenen an Kalk- und Magnesiumsalzen (roth) bedeutend überwiegt. Hierher gehören auch die Thermen, welche eine concentrirte Modification der Granitwässer darstellen.
2. Braunkohlengrubenwässer, deren Gehalt an Kalk- und Magnesiumsalzen (roth) jenen an Alkalisalzen (gelb) um das 2—3fache überwiegt. Sie stammen aus den Schichten der Braunkohlenformation im Hangenden des Grundgebirges. Die beiden untersuchten Brunnenwässer (Fig. 3, 4) sind verdünnte Modificationen dieser Grubenwässer.

Eine dritte Art von Grubenwässern bilden die:

Gemischten Wässer, deren Gehalt an Alkalien und alkalischen Erden nahezu gleich ist, und welche durch Eintritt von Granitwässern in das „Braunkohlenreservoir“ (s. Seite 755) oder umgekehrt entstehen.

Wesentlich ist, dass reine Granitwässer auch in die Schichten der Braunkohlenformation eintreten und dort angefahren werden können (Analyse Fig. 12). Die Wässer der Kaolingruben sind mit Ausnahme seltener Fälle (Fig. 13. Unter-Meierhöfen: gemischtes Wasser) stets aufsteigende Granitwässer, was durch die zahlreichen Analysen Dr. Sipőcz's (Fig. 14—19) bewiesen wird.

## GRAPHISCHE DARSTELLUNG VON GRUNDWASSER-UND QUELLEN-ANALYSEN

Nach den Analysen von Dr. L. Sipöcz.

Mafstab für Fig. 1-20 1cm = 0.1%,  
d. i. 1 Theil in 10000 Theilen Wasser.

### Kalte Quellen. (vgl. Hochstetter S. 92.)

Fig. 1.  
Eisenquelle.  
(Analyse v. R. Göll)  
1863,  
(72 - 12°) 40° C.



Fig. 2. Dorothea-Säuerling (Berzelius 1822)  
Kohlensäure nach Lampadius 1820.

### Brunnenwässer.

Fig. 3.  
Meierhof  
Premlowitz.  
335 M. 1/2 1885, 6° C.

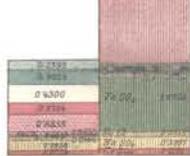


Fig. 4.  
Dörr. 12 m tief.  
410 M. 2/2 1889,  
6° C.



### Braun-Gruben-

Fig. 5.  
Emmy-Zeche  
bei Taschwitz.  
356 M. 1/2 1885,  
11° C.



### kohlen-

Fig. 6.  
Andreas-Anton-Zeche bei  
Taschwitz. 349 M. 1/2 1885, 11° C.



### Gemischtes Wasser.

Fig. 13.  
Kaolingrube in  
Unter-Meierhöfen.  
353 M. 1/2 1884, 8° C.



### Granit - Wässer.

Fig. 14. Einiger-Zeche - Kaolingr. v. Mader u. Consort. in Zettlitz.  
Gemeinstrecke n.a.a.d. 377 M. 1/2 1887, 15° C.

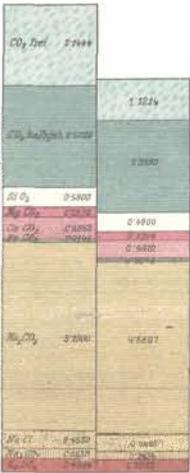
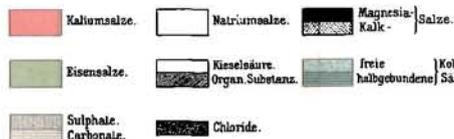


Fig. 15. Kaolingrube von Zebisch und Pfeiffer  
in Zettlitz. 381 M. 1/2 1885, 10° C.



### Thermal - Wässer

Fig. 21.  
Stephanie-Quelle.  
381 M. 1/2 1886, 22° C.



### Braunkohlen-Grubenwässer.

Fig. 7. Josef-Zeche  
bei Otowitz.  
340 M. 1/2 1885, 12° C.



Fig. 8. Caroli-Zeche  
bei Otowitz.  
340 M. 1/2 1885, 14° C.



### Gemischte Wässer.

Fig. 9.  
Caroli-Johanni-Zeche  
bei Janessen.  
3014 M. 1/2 1889.



Fig. 10.  
Nördl. Strecke 11° C.



Fig. 11.  
Südwestl. Strecke 13° C.



### Braunkohlen-Grubenwässer.

Fig. 11. Dreikönig-Zeche  
Otowitz.  
355 M. 2/2 1889,  
11° C.



Fig. 12. Johanni-Zeche bei Otowitz. 334 M. 1/2 1887, 18° C.



### Granit - Wässer

#### Kaolingruben (W. Lorenz) in Zettlitz.

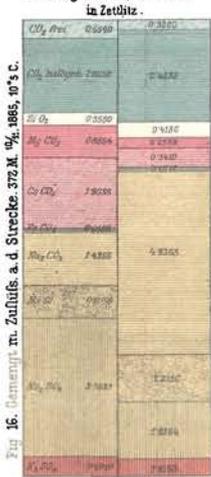


Fig. 17. 347 M. Meeressänche 1/2 1886, 9° C.

Fig. 18. Haspelschacht. 361 M. 1/2 1885, 11° C.

Fig. 19. Granustrecke, 80 x Kunstschacht. 362 M. 1/2 1891, 12° C.

### Abnormes Grubenwasser („Sumpfwasser“).



Fig. 20. Kunstschacht der Kaolingrube von R. Göll in Zettlitz. 361 M. 1/2 1885, 10° C.

### Halber Maßstab der Darstellung der anderen Wässer d. i. 5 mm.



Fig. 22. Sprudel nach der Analyse von Ludwig u. Maubner. 73° C.  
Halber Maßstab der übrigen Quellen d. i. 5 mm. 0.1%.