

Studien über unterirdische Wasserbewegung.

Von Dr. Franz E. Suess.

Mit 3 Tafeln (Nr. X—XII) und 4 Zinkotypen im Text.

I. Die Thermalquellen von Teplitz und ihre Geschichte.

Einleitung.

Indem ich mich entschlossen habe, die beiden grossen Grubenereignisse, die Wassereinbrüche von Dux—Teplitz und die Schwimmsandeinbrüche von Brüx, vom geologischen Gesichtspunkte übersichtlich zu schildern, bin ich einer vom Herrn Hofrath Hermann Hallwich ausgehenden Anregung gefolgt, und nur der vielseitigen Unterstützung des genannten Herrn habe ich es zu danken, dass die Durchführung der Arbeit überhaupt möglich wurde. Von den Herren Centraldirector G. Bihl und Inspector H. Muck der Brüxer Kohlenbergbau-Gesellschaft wurde mir das Actenmaterial, sowie die betreffenden Profile und Karten zur Verfügung gestellt. Auf meiner im Sommer 1897 auf diese Anregung hin unternommenen Reise in die Umgebung von Teplitz und nach Brüx fand ich allenthalben die weitgehendste Unterstützung, und bin für zahlreiche Auskünfte besonders den Herrn N. Marischler, Ingenieur in Teplitz, Herrn Philipp Schiller, Besitzer der Zinnwerke in Graupen, verpflichtet. Allen den genannten Herren spreche ich hiermit für die mir erwiesenen Dienste meinen wärmsten Dank aus.

Die ausserordentlichen Schwierigkeiten, welche dem Braunkohlenbergbaue im Brüx—Teplitzer Gebiete durch die unterirdischen Wasser zeitweise bereitet werden, haben zu grossartigen Sanirungsmassnahmen geführt. Namentlich bei der Rettung der Teplitzer Thermen nach erfolgtem Einbruche sind montanistisch-hydrotechnische Experimente vorgenommen worden, welche an Kühnheit und Grossartigkeit der Anlage vielleicht nicht ihres Gleichen haben. Dabei sind natürlich in den vielen theils technischen und theils geologischen Schriften und Gutachten über den Gegenstand sehr viele Beobachtungen niedergelegt worden, welche für den Geologen in mancher Beziehung lehrreich sind.

Eine kurze zusammenfassende Darstellung der Geschichte der Einbrüche der Teplitzer Thermen und der Schwimmsandeinbrüche von Brüx, deren Einzeldaten in sehr zahlreichen Schriften von Ingenieuren und Geologen zerstreut sind, dürfte es dem ferner stehenden geologischen Publikum erleichtern, sich über diese Fragen zu unterrichten. Im ersten und zweiten Capitel wurde der Standpunkt des Geologen in der Auffassung der Entstehung der heissen Quellen dargethan, der vielleicht der Aufmerksamkeit des Bergmannes und des Ingenieurs würdig erscheinen mag. Zu den technischen Fragen, in denen gerade die Herren Ingenieure der Brüxer Kohlenbergbau-Gesellschaft sich in beiden Fällen in hervorragender Weise auszeichnen Gelegenheit gefunden haben, auch nur ein Wort mitzusprechen, liegt dem Verfasser vollkommen ferne.

I. Allgemeine Bemerkungen.

Die Thermen von Centralfrankreich und die Thermenlinie von Nordböhmen.

Die Wirksamkeit des an der Erdoberfläche bewegten Wassers, welches den Detritus von den Höhen der Continente herniederführend, in den Meeren mächtige Formationen anhäuft und dadurch die Bedingungen zur Entstehung der Kettengebirge vorbereitet, ist längst als der bedeutendste geologische Factor erkannt worden. In neuerer Zeit hat sich aber auch die Erkenntniß immer mehr Bahn gebrochen, dass die in der Tiefe der Erde resorbirten Wassermassen den grössten Antheil nehmen an den geologischen Phänomenen der Tiefe, nicht nur an der Entstehung der Erzgänge, sondern auch an den vulkanischen Erscheinungen, an den Erstarrungsformen der Tiefengesteine, an den Erscheinungen des Contactmetamorphismus und des regionalen Metamorphismus.

Was die Bewegung derjenigen Wassermassen betrifft, welche den atmosphärischen Niederschlägen entstammend, in die Erde eindringen und nach einem relativ kurzen Wege wieder an die Oberfläche gelangen, so ist deren Deutung doch im Principe ziemlich einfach trotz aller Schwierigkeiten, die sich je nach der Beschaffenheit der Oertlichkeit darbieten mögen und trotz der grossen Mannigfaltigkeit, in welcher die wasserführenden und die undurchlässigen Gesteine miteinander in Beziehung treten können; sie ist meistens schon zugleich mit der genauen Erkenntniß der geologischen und meteorologischen Verhältnisse der betreffenden Oertlichkeit gegeben. Nur wo es sich um Grundwasserströme grösserer Flüsse handelt, welche entfernteren Niederschlagsgebieten entstammen, kommt auch die geologische Beschaffenheit der letzteren theilweise in Betracht. Sonst wird immer eine örtliche Erklärung der Verhältnisse als zureichend erachtet werden können.

Wenn aber Wasser mit höherer Temperatur, als die normalen Quellen, an die Oberfläche treten, — Wasser, von denen man an-

nehmen muss, dass sie aus grösseren Tiefen empordringen, so werden die örtlichen Verhältnisse keine befriedigende Erklärung für die Frage bieten, warum sich gerade hier eine warme Quelle befindet und örtliche Erklärungsversuche müssen insbesondere dann abgelehnt werden, wenn sich ein höheres Gesetz in der Vertheilung der Thermen auf eine grössere Strecke nachweisen lässt, wenn sie in Zonen auftreten, welche von der Tektonik eines grösseren Gebietes in deutlicher Abhängigkeit stehen. Es sind überhaupt tiefer liegende Ursachen, denen sie ihr Auftreten zu verdanken haben und nur durch weiter gehende Schlüsse können wir einige Aufklärung über ihre Entstehungsbedingungen erhalten.

Hier kann nicht die Rede sein von jenen Thermen und Geysiren, welche die activen Vulkane so häufig begleiten. Ueber den Ursprung dieser kann wohl kein Zweifel bestehen und sie machen unmittelbar den Eindruck von condensirten heissen Dämpfen, welche ebenso wie die übrigen verschiedenartigen Gasexhalationen in tieferen Regionen einem noch flüssigen Magma entströmen. Ihr mittelbarer Zusammenhang mit dem Vorhandensein grosser Verwerfungen ist unzweifelhaft, indem diese die Bedingung für eine lebhaftere Communication des Erdinnern mit der Oberfläche und für das Entstehen der Vulkane darbieten.

Längst bekannt sind die Beziehungen zwischen Thermen und Erz- und Mineralgängen. Daubrée¹⁾ und später Pošepny²⁾ u. a. haben diesen Gegenstand sehr ausführlich behandelt. Sehr viele Mineralgänge lassen sich wieder auf Eruptivstöcke zurückführen, aus denen die Metalle und sonstige mehr flüchtige oder leichter lösliche Substanzen entweder in Gasform oder als wässrige Lösung entwichen sind. Es muss heutzutage für höchst wahrscheinlich gelten, dass die Tiefengesteine ebenso, wie die an der Oberfläche emporquellenden Laven, von Wassermassen durchtränkt waren, welche sie bei ihrer Erstarrung zugleich oder nach der Entwicklung der saueren Gänge in das Nebengestein entsendet haben. Die Literatur über Erzgänge bietet zahllose Beispiele für Gangvorkommnisse, die unzweifelhaft mit dem Empordringen eruptiver Magmen in Zusammenhang stehen und von denen ein grosser Theil unter Mitwirkung von Wasser gebildet worden sein muss.

An vielen Stöcken der verschiedenartigsten Tiefengesteine kann man beobachten, dass die begleitenden Eruptivgänge in pegmatitische Gänge, deren Bildung unter Mitwirkung von Wasser sehr wahrscheinlich gemacht wurde, und fernerhin in Quarzgänge mit oder ohne Erzführung übergehen; die letzteren sind ohne Zweifel aus wässrigen Lösungen hervorgegangen. Man hat hieraus geschlossen, dass auch die Tiefengesteine mit Wasserdämpfen durchtränkt waren, welche bei der Erstarrung zuerst in Verbindung mit kieselsauren Lösungen, gleichsam von diesen in Dampfform absorbiert und später nach Erstarrung der feldspäthigen und quarzigen Substanzen als Lösung dieser in überhitztem Wasser emporgedrungen sind. Nichts steht

¹⁾ A. Daubrée. Les Eaux souterraines aux époques anciennes. Paris 1887.

²⁾ F. Pošepny. The Genesis of Ore Deposits. Transact. of the American Institution of Mining Engineers. New-York 1893. Vol. XII.

der Annahme entgegen, dass solche Wasser hie und da bis an die Oberfläche empordringen, wie das z. B. in den vulkanischen Geysirgebieten von Island und Neuseeland ohne Zweifel der Fall ist. In anderen Gegenden wieder, wo die vulkanische Thätigkeit an der Oberfläche seit längerer Zeit bereits aufgehört hat, mögen solche Wasser zur Erwärmung der absinkenden Grundwässer dienen und indem sie eine Verminderung der geothermischen Tiefenstufe hervorrufen, die Entstehung der Thermen begünstigen.

Wenn die Thermen nicht mit eruptiven Vorkommnissen in Zusammenhang stehen, so treten sie doch fast stets in Gruppen auf, welche mit den allgemeineren tektonischen Verhältnissen in Beziehung stehen, und es kann auch dann nicht das Auftreten der einzelnen warmen Quellen irgendwelchen örtlichen Zufälligkeiten zugeschrieben werden. Insbesondere sind es grosse Verwerfungen und Bruchzonen, in welchen den Wässern der Tiefe das Aufsteigen in einzelnen Canälen ermöglicht wird. Das bekannteste Beispiel eines solchen Falles ist die oft citirte Thermenlinie von Baden bei Wien; hier steigen an dem NS-streichenden Abbruche der Alpen die warmen Quellen von Mödling (Spuren¹⁾, Baden, Vöslau empor; weiter südlich setzt sich die Linie in den warmen Quellen von Fischau, Brunn und Seilerbründl fort. Eine ähnliche Rolle wie diese Quellen am Westrande des inneralpinen Wienerbeckens spielt die Therme von Deutsch-Altenburg am östlichen Abbruche. Nach älteren Angaben ist in früherer Zeit an diesem Abbruche auch bei Mannersdorf nächst Hof am Fusse des Leithagebirges eine warme Quelle zu Tage getreten.

Ganz analog verhalten sich die natürlichen und die erbohrten warmen Quellen von Ofen und Pest. Das vom Bakonyer-Walde gegen NO streichende Mittelungarische Gebirge bricht in seinen hauptsächlich aus rhätischen Gesteinen bestehenden Ausläufern an der Donau in ganz ähnlicher Weise ab, wie die Zone der Kalkalpen südlich von Wien. Dass man es hier wirklich mit einem Abbruche zu thun hat, beweisen die Verwerfungen, welche donauwärts staffelförmig absetzen. Gegenwärtig treten mehrere Thermen mit Temperaturen bis 50° C. am Fusse der Berge, knapp am Rande der Donau, in einer Seehöhe von 100—106 m zu Tage. Sehr mächtige Ablagerungen von Kalktuff am Gehänge des Gebirges, welche bis in eine Seehöhe von 228 m reichen¹⁾, beweisen, dass zahlreichere Thermen früher hier einen bedeutend höheren Ausfluss besessen haben.

Der Tuff enthält Reste von diluvialen Säugethieren²⁾. Die ehemals so bedeutend höhere Lage dieser Quellen spricht jedenfalls nicht für die sehr verbreitete Theorie, welche die Thermalwässer ausschliesslich durch den hydrostatischen Druck der in einem benachbarten Gebirge infiltrirten Tagwässer emporsteigen lassen will. Es ist klar, dass bei den mannigfachen Verlegungen der Mündung,

1) W Zsigmondy. Der artosische Brunnen im Stadtwäldchen zu Budapest. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1878, 28. Bd., pag. 664.

2) *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cercus megarceros* u. a. K. F. Peters. Geologische Studien aus Ungarn. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1857, Bd. 8, pag. 332.

welche eine Quelle theils durch Erosion ihres Laufes und theils durch wiederholte Verstopfung ihres Canales durch ihren eigenen Sinter hervorruft, mit der Zeit die tiefste Stelle an der Oberfläche als Ausflussöffnung erreichen wird. So sind auch diese Quellen vom Gehänge des Gebirges bis an dessen Fuss oder auch bis unter die Alluvien der Donau gewandert. Dass auch unter den Alluvien der Donau warme Wasser emporsteigen, wird durch die artesischen Bohrungeu auf der Margaretheninsel und im Stadtwäldchen bewiesen.

Aehnliche Thermengruppen, welche mit Verwerfungsspalten zusammenhängen, liessen sich leicht in grösserer Zahl anführen; ich will hier aber nur noch auf ein Beispiel näher eingehen, welches einerseits deutlich die Beziehung zu einem ehemaligen Vulkanismus erkennen lässt und anderseits die grösste Aehnlichkeit aufweist mit jener grossen Thermengruppe, welcher die hier zu besprechende Therme von Teplitz angehört.

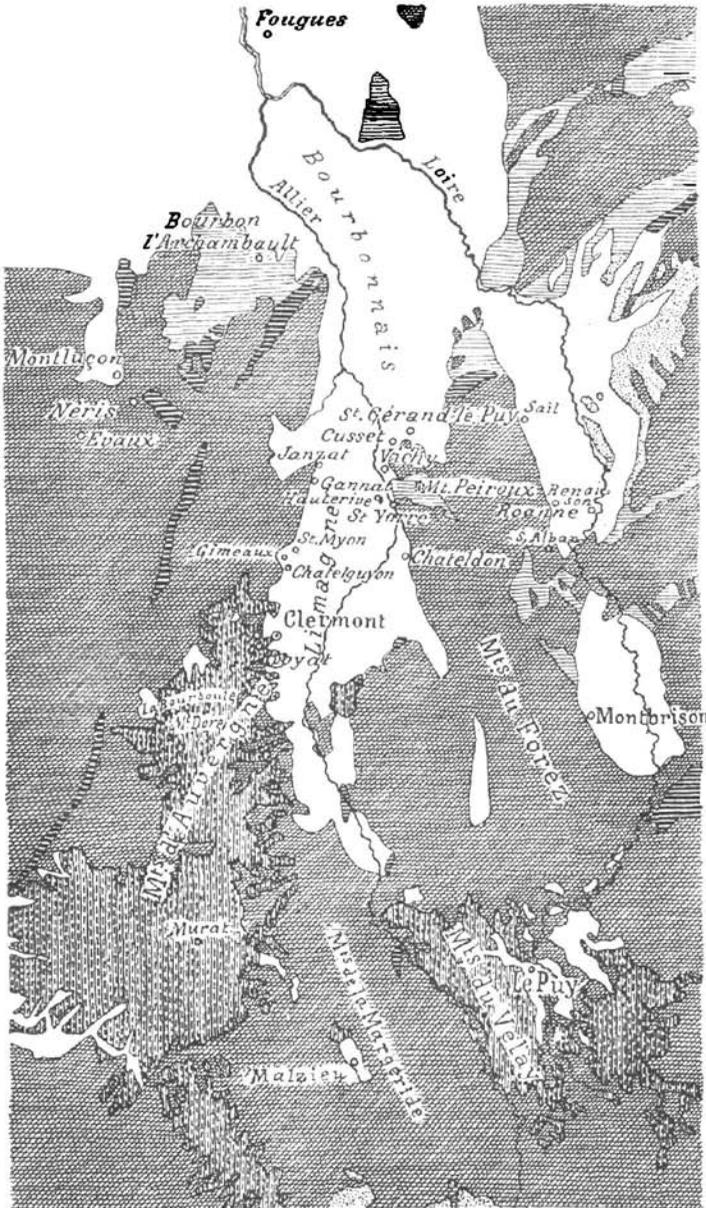
Es ist bekannt, dass das französische Centralplateau in geologischer Hinsicht grosse Analogien aufweist mit dem böhmischen Massiv; beide sind Theile ein und desselben palaeozoischen Gebirges, welchem auch die Horste des Schwarzwaldes und der Vogesen angehören. In beiden Gebieten herrschen die alkrystallinischen Schiefer und Massengesteine vor und in beiden Gebieten ist die Auffaltung während der mittleren Steinkohlenformation erfolgt. Hier und dort liegen an Bruchrändern eingesenkt die Ablagerungen der oberen Steinkohlenformation und des Rothliegenden, und auf den Höhen liegen die Reste der einstmals über beide Gebiete transgredirenden Jura- und Kreideformation. Aber beide Gebirgsstücke haben noch später wiederholt Störungen und Brüche erlitten. Durch solche Brüche wurden nach der jurassischen Epoche die Vogesen und der Schwarzwald von dem Centralplateau abgetrennt.

Eine lebhaftere Bewegung ist sowohl im französischen Centralplateau als auch in der böhmischen Masse im oberen Oligocän und im Miocän eingetreten, zur selben Zeit, als die Alpen aufgerichtet wurden; damals sind neuerdings einzelne Senkungsfelder eingebrochen, und zwar in Nordböhmen der Abbruch des Erzgebirges, welcher Veranlassung geboten hat zur Entwicklung der Vulkanreihe des böhmischen Mittelgebirges und der Duppauer Basaltmasse. Im französischen Centralplateau wurden Ende der Oligocänzeit (Aquitanische Stufe) NS-streichende Spalten aufgerissen, durch welche die Trachyt- und Basaltmassen der Vulkanketten der Auvergne und des Velay emporgequollen sind.

Im französischen Centralplateau treten die SW-streichenden Schichtenzüge, welche von der böhmischen Masse, vom Schwarzwalde und den Vogesen herkommen und das variscische Gebirge bilden, an die SO-streichenden Züge des sogenannten armoricanischen Gebirges, welchem weiter im NW die Halbinsel der Bretagne angehört. Michel-Lévy¹⁾ hat einmal die Ansicht ausgesprochen,

¹⁾ A. Michel-Lévy. Situation stratigraphique des regions volcaniques de l'Auvergne. Bull. de la Société Géologique de France. 3^e Ser. t. XVIII. 1890, pag. 691.

Fig. 1.



- | | | | |
|---|----------------------------|---|--|
|  | Tertiär und Quatär. |  | Steinkohlen-Formation. |
|  | Mesozoische Formationen. |  | Krystallische Schiefer und Kruptivgesteine des Centralmassivs. |
|  | Palaeozoische Formationen. |  | Tertiäre Eruptivgesteine. |

dass bei der Aufrichtung der alpinen Ketten auf die variscischen Falten in der Weise ein Druck ausgeübt wurde, dass sie sich weiter nordwestwärts bewegen mussten; während das armoricanische Gebirge diesem Drucke nicht ausgesetzt war. In der Schaarung, in der die beiden Faltungsrichtungen zusammenstossen, soll dadurch ein Aufreissen des Gebirges an NS-streichenden Spalten hervorgerufen worden sein, welche den unmittelbaren Anlass zur Entwicklung des Vulkanismus gegeben haben. Die Vulkane, welche dem späteren Tertiär, z. Th. auch der Quartärzeit angehörig, nehmen in der That ein etwa dreieckiges Gebiet ein, welches genau in die Schaarung fällt; die beiden längeren Seiten des Dreieckes sind quer auf die im Winkel zusammenstossenden Streichungsrichtungen gestellt. Der Scheitel fällt etwa in die Ebene des Allier bei Vichy. Im Süden finden sich auch noch Spuren der vulkanischen Eruptionen, jenseits der Causses von Aveyron in den Cevennen.

Zahlreiche warme Quellen brechen aus den Urgesteinen des Centralplateaus hervor, und es ist gerade wieder dasselbe Feld, auf welchem sich die alten Vulkankegel befinden, welches die meisten Thermen enthält. Auch das Gebiet nördlich der Auvergne, die Senkungen der Limagne, ferner die Ebene von Roanne, die Ebene des Forez bei Montbrison, weisen an ihren Rändern warme Quellen auf. Ja noch jenseits des Nordrandes des Centralplateaus im Tertiärgebiete finden sich einzelne schwache Thermen. Es macht den Eindruck, wie wenn das Gebiet der warmen Quellen sich über das Feld der Vulkane noch weiter gegen Norden fortsetzen würde; etwa in der Form eines noch höheren Dreieckes, dessen Scheitel in der Nähe von Pougues an der Loire liegt.

Die grosse Häufigkeit der Thermen in dieser Region steht ohne Zweifel mit dem Vulkanismus in Zusammenhang; denn diejenigen Theile der alten Massen, in denen die jüngeren Eruptionerscheinungen fehlen, wie z. B. die Bretagne, sind frei von dieser Erscheinung. Die Vulkane stehen, wie längst bekannt, meist auf Spalten, u. zw. sind sie häufig auf kleinen Querspalten reihenweise geordnet, welche an einer grösseren Spalte aneinander gereiht sind. Michel-Lévy hat das von dem mittleren Theile der Chaîne des Puys gezeigt ¹⁾.

Von den Quellen des nördlich vorliegenden Gebietes scheint dasselbe zu gelten; wenigstens werden einige von ihnen auf kleinere Gangspalten zurückgeführt, welche gruppenweise in paralleler Richtung eine grössere Verwerfung in schiefem Winkel schneiden.

Der Mte. du Forez bildet einen sporenartig vorspringenden Horst von archaischem Granit, welcher auf beiden Seiten durch mitteltertiäre Ebenen begrenzt ist. Im Westen dehnt sich die weite Ebene Limagne aus, welche von dem Allier durchströmt wird; im Osten durchfliesst die Loire die kleinere Ebene von Roanne. Beide Abbrüche sind von Mineralquellen begleitet. Und zwar befinden sich am Rande der Limagne von Süden nach Norden fortschreitend, die Thermen von Châteldon, Saint-Yorre, Hauterive, Vichy und Cusset,

¹⁾ l. c. pag. 700.

am Rande der Ebene von Roanne die ärmeren Mineralquellen von Saint-Alban, Renaison und Sail-les-Châteaumorand.

Die wichtigste Thermengruppe unter den genannten ist diejenige von Vichy mit Temperaturen von 35—45°, welche Voisin¹⁾ genauer beschrieben hat. Sie brechen bereits im Tertiärgebiete (Ton-grien) hervor und setzen reichliche Mengen von Travertin ab, welche namentlich in den Quellgängen der Cölestiner Quelle in Vichy in Form von abwechselnden Blättern von Calcit und Aragonit gut ausgebildet sind. Diese Absätze, deren Lamellen senkrecht stehen und als Spaltausfüllungen parallel den Salbändern aufgefasst werden, dienen dem genannten Beobachter dazu, eine WNW—OSO-streichende Spalte zu verfolgen, welcher die Quellen entströmen. Denkt man sich die Linie nach OSO verlängert, so trifft man zunächst bei Beau-dechet auf Bildungen, welche nach Voisin Geysirabsätze der Pliocänzeit darstellen; weiterhin setzt sie sich in Form einiger Fluss-spath und Baryt führender Quarzgänge fort, folgt dann auf eine Strecke von 2¹/₂ Kilometer genau dem Thale des Sichon und trifft zuletzt genau auf den Basaltaufbruch des Mt. Peiroux.

Verlängert man dagegen diese Linie gegen WNW, so trifft man am jenseitigen Rande der Ebene auf die kohlen-sauren Thermen von Jenzat.

Die Thermengruppen, welche im Norden in Vichy selbst und dann nahe der Mündung des Sichon bei Cusset in den Alluvien aufsteigen, werden mit anderen Spalten in Verbindung gebracht, welche nahezu in derselben Richtung wie der angeführte Cölestiner-gang streichend, im Thale des Sichon oberhalb Cusset angetroffen werden. Voisin nimmt vier parallele Spalten an, welche zwar dort, wo sie gegenwärtig im Porphyry und in den Gesteinen der Steinkohlenformation gesehen werden, kein Wasser liefern, deren Verlauf aber, sowie deren Reichthum an Fluss-spathkrystallen bei dem verhältnissmässig hohen Gehalt an Fluor in jenen Thermen, direct auf die jetzigen Quellen hinweisen. Das Wasser ergiesst sich jetzt zunächst in die auflagernden Mergel der Tertiärformation, durch die es sich entweder einen Weg bahnt, oder in einer Wasser führenden Schichte ein unterirdisches Becken speist, und durch Bohrungen zum Aufsteigen gebracht werden kann. Im Allgemeinen treten wie gewöhnlich die Wasser dort zu Tage, wo die Gangspalte die Oberfläche im tiefsten Punkte trifft; das ist in den Thalwegen des Allier und des Sichon der Fall.

Auch die schwachen Thermen von Hauterive und St. Yorre weiter im Süden durchdringen das auflagernde Miocän; ebenso die-jenigen von Brugheas weiter westlich in der Ebene.

Vielleicht geht Voisin zu weit, wenn er auch noch die Thermen von St. Alban am Rande der Ebene des Forez mit derselben Spalte in Verbindung bringen will, welche die Cölestiner Quelle in Vichy und den Basalt des Mt. Peiroux verbindet, da sie genau in der Fortsetzung derselben liegen; aber auch de Launay hat die Thermen

¹⁾ M. H. Voisin. Mémoire sur les Sources Minérales de Vichy et des Environs. Annales des Mines. Paris 7^{ème} Série. 1879, Tome XVI, pag. 488.

von Neris und von Evaux weiter im Westen auf zwei mächtige, NW—SO-streichende Quarzgänge zurückzuführen gesucht, von denen sich wenigstens der von Evaux auf eine lange Strecke verfolgen lässt, die verschiedensten krystallinischen Gesteine durchsetzend¹⁾.

So viel steht wohl fest, dass es, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch zum grossen Theile die Ränder der im alten Massive eingesenkten Ebenen sind, an welchen die Thermen auftreten; so liegt an demselben Rande der Limagne wie die angeführte Quellenreihe noch weiter südlich die Therme von Chateldon; an dem gegenüberliegenden Rande liegen südlich von Gannat die Thermen von St. Myon, Giméaux und Chatelguyon. Gewiss spielt bei dieser Erscheinung auch der Umstand eine grosse Rolle, dass die Quellen, wie erwähnt, den tiefsten Punkt des Austrittes der Gangspalte zur Oberfläche aufsuchen. Die Ränder der Ebenen selbst stellen aber eben so sicher in vielen Fällen Verwerfungsspalten dar; anderseits ist es gar nicht selten, dass die Horste nicht durch periphere Brüche begrenzt sind, sondern dass eine Reihe von Verwerfungen in schieferm Winkel gegen den Rand hinausstreicht, so dass eine Anzahl von streifenförmigen Stufen entsteht, deren äusserer Flügel unter die umrandende Ebene hinabsinkt. In Folge dessen zeichnet sich öfters der Rand des Horstes gegen die jüngeren Bildungen des Liegendflügels in zackigen Umrissen ab, welche man mit den Umrissen einer zerbrochenen und theilweise ins Wasser gesunkenen Eisdecke vergleichen hat. Als das grossartigste Beispiel eines derartigen Abbruches ist der Westrand der böhmischen Masse bekannt, mit den weit vorspringenden Ecken und dem mächtigen Quarz gange des bairischen Pfahles, welcher sich vom Quellgebiete des Mühlbaches in Oberösterreich bis nach Amberg in Baiern verfolgen lässt²⁾.

Mögen nun die Thermen auf den Hauptdislocationen emporsteigen, oder auf kleineren Spalten, welche diese kreuzen und durch ihre Anhäufung in Reihen geordnet, den gesammten Abbruch bewirken — in jedem Falle kann ihr Zusammenhang mit den Verwerfungen nicht bezweifelt werden. Von diesen ist andererseits ebenfalls das Auftreten der Vulkane abhängig. Einzelne Ausbrüche sind höchst wahrscheinlich auf denselben Spalten vor sich gegangen, auf welchen heute noch heisse Quellen zu Tage treten. Die Zurückführung der Thermen auf die eruptiven Vorgänge der späteren Tertiärzeit wird noch durch den Umstand gestützt, dass Voisin einzelne Theile der Ablagerungen des Alttertiär der Limagne als alte Geysirbildungen erkennen konnte. Es sind das Sande an der Basis der lacustren Ablagerungen der Limagne; manchmal sind die eckigen Quarz- und Feldspathkörner durch ein kieselsaures, jaspisartiges oder auch durch ein kalkiges Cement verbunden. In den verschiedensten Stufen findet sich ausserdem eine Art kalkiger Oolithe, welche in den Centren Quarz-

¹⁾ B. de Launay. Les sources Thermales de Néris (Allier) et d'Évaux (Creuse). Annales des Mines. Paris. 9^{ème} Série. 1895. Tome VI, pag. 576.

²⁾ Ein schönes Beispiel dieser Art bildet auch der Westabbruch der Cevennen bei Charolles. Michel-Lévy und Delafond, Blatt 147, Charolles, der geologischen Specialkarte von Frankreich.

körner enthalten. Diese Bildungen können nach Voisin ihre Entstehung nicht den absickernden Tagwässern, sondern nur den aufsteigenden warmen Wässern verdanken, welche die gelösten Substanzen in den Sedimenten abgesetzt haben. Sie werden als harte und nicht verwitternde Steine namentlich in der Umgebung von Hauterive und im Thale des Sichon gebrochen. Auch in der Umgebung von Vichy zeigen die Süßwasserkalke einige besondere Erscheinungen. Während sie sonst einformig weiss sind, gibt ihnen hier eine Beimengung von Eisenoxyden meist eine rothe Farbe. Ferner sind sie häufig oolithisch oder enthalten kieselsaure Concretionen. Voisin führt, wie bemerkt, alle diese Vorkommnisse zurück auf die Thätigkeit von Geysiren zur Miocänzeit.

Gar manche Vergleichspunkte bieten sich zwischen dem centralfranzösischen Thermengebiete und der langgestreckten Zone in Nordböhmen, welche durch das Auftreten einer Reihe von Thermen und zahlreichen Säuerlingen ausgezeichnet ist und welche Laube unter dem Namen der böhmischen Thermalpalte in vortrefflicher Weise beschrieben hat¹⁾. Nahezu gleichzeitig — und wie man annimmt, veranlasst durch die Auftrichtung und Verschiebung der Alpen gegen Norden — haben sich in beiden Gebieten die Senkungsfelder gebildet, welchen die tertiären Vulkane und die heissen Quellen ihre Entstehung verdanken.

Die französischen Vulkane stehen, wie erwähnt, in einer N—S-streichenden Zone von Brüchen, welche mit der Schaarung der amerikanischen und variscischen Falten zusammenfällt. Die nordböhmischen tertiären Vulkane dagegen, begleiten in dem Höhenzuge des böhmischen Mittelgebirges bis zur Duppauer Basaltmasse und zum Kammerbühl ein NO—SW gerichtetes Senkungsfeld, welches in dem fast geradlinigen Abbruche des Erzgebirges von Teplitz bis in das Tertiärbecken von Eger sehr scharf zum Ausdrucke gelangt. Die grosse Verwerfung wiederholt eine Richtung, welche schon hin und wieder in früheren Zeiten die tektonischen Bewegungen im westlichen Theile der böhmischen Masse beherrscht hat, wie das besonders deutlich in der Form und in den tektonischen Leitlinien des mittelböhmischen Silurdevons hervortritt, und welche im Gegensatze zu den Querbrüchen, denen unter anderen die mächtigen Störungen des böhmischen und bairischen Pfahles angehören, dem variscischen Streichen folgt.

Das Erzgebirge stellt nach Laube ein der Länge nach eingebrochenes Gewölbe dar. Der Südrand wird durch eine scharfe Bruchlinie gebildet; gegen Norden senkt es sich in allmäliger Abdachung zum sächsischen Granulitgebirge. An dem Einbruche haben noch die Ablagerungen der Kreideformation theilgenommen; ihm folgte die Bildung grösserer Seen in den Becken von Saaz—Dux, von Falkenau und von Franzensbad—Eger. Ebenso wie in den Einbruchfeldern von Centralfrankreich, beginnt auch hier die

¹⁾ G. C. Laube. Geologische Excursionen im böhmischen Thermalgebiete. Leipzig 1884, pag. 3.

Schichtserie mit Ablagerungen der tongrischen und der aquitanischen Stufe. In beiden Fällen hat man es mit nahezu gleichalterigen Süsswasserbildungen zu thun; nur mit dem Unterschiede, dass diejenigen Böhmens sehr mächtige Braunkohlenflötze enthalten.

Den Südrand der miocänen Mulde begleitet von Nordosten her, schon am Rande des Elbesandsteingebirges beginnend und in paralleler Richtung dem Abbruche des Erzgebirges folgend, die Vulkanette des Böhmisches Mittelgebirges. Im Nordosten bildet sie einen ziemlich breiten, zusammenhängenden Rücken; in der Gegend von Brüx und Postelberg löst sie sich aber rasch in einen Zug von einzelnen Kegelbergen auf. Bei Karlsbad erscheint als Fortsetzung wieder ein grösseres zusammenhängendes Basaltgebiet in der Duppauer Masse, deren Ströme bis auf das gegenüberliegende Gehänge des Erzgebirges sich ergossen haben. Bis an den Rand des Fichtelgebirges in Baiern setzt sich diese Reihe von Vulkanen in einzelnen Aufbrüchen von kleineren Basaltpartieen fort. Aber auch auf den Höhen des Erzgebirges sind die vulkanischen Spuren der Tertiärzeit nicht selten anzutreffen. Als Beispiel sei hier nur genannt der schöne Kegel des Gaisingberges bei Annaberg in Sachsen.

Die altkrystallinen Gesteine des Erzgebirges tauchen stellenweise im Süden der Kette neuerdings aus den jungen Ablagerungen hervor; so ist bereits im Elbethale zwischen Czernosek und Libochowan eine kleine Insel verschiedener krystallinischer Schiefergesteine unter der Bedeckung von Kreidebildungen aufgeschlossen. Aehnliche Aufbrüche erscheinen im Wopparnethale und in einer kleinen Gneissinsel bei Milleschau. Weiter im Osten findet sich als Fortsetzung dieser Vorkommnisse das unregelmässige Gneissgebiet von Bilin, in dem der gesunkene Gegenflügel des Erzgebirges zu Tage tritt. Diesem Flügel gehören auch die Porphyrkuppen von Teplitz an, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Zahlreicher und ausgedehnter werden die Aufbrüche des Urgebirges weiter im Westen zwischen Klösterle und Kaschwitz am Rande der Duppauer Basaltmasse, wo das Thal der Eger in Granulit und Hornblendegesteine eingeschnitten ist. Jenseits der Duppauer Masse ist der Gegenflügel des Erzgebirges im Karlsbader Gebirge und im Kaiserwaldgebirge vollständig erhalten geblieben. Das bezeugen der Neudecker und der Karlsbader Granit, welche an beiden Seiten der Tertiärmulde angetroffen werden; und noch deutlicher bekundet die Zusammengehörigkeit beider Gebirgstheile der mächtige Quarzgang des böhmischen Pfahles, der, ebenso wie die zahlreichen Quarzgänge der Umgebung von Grasslitz, Neudeck und Joachimsthal im allgemeinen Nordwest—Südost streicht; unweit Franzensbad verschwindet er unter der Tertiärbedeckung, erscheint aber wieder bei Sandau jenseits der Mulde, von wo er sich weithin gegen Süden verfolgen lässt. Eine jüngere tektonische Bewegung, im Sinne der NNW—SSO-streichenden Quarzgänge und Querbrüche scheint in der geradlinigen östlichen Begrenzung des Beckens von Eger zwischen Schönbach und Miltigau zum Ausdrucke zu gelangen.

Mit Sicherheit können wir annehmen, dass am Südrande des Erzgebirges nicht nur eine einzige grosse Verwerfung entstanden ist,

sondern, dass die miocäne Decke eine ganze Zone von Brüchen verbirgt. So sind auch die Basaltketten nicht unmittelbar dem Rande des Gebirges angelagert, sondern sie folgen demselben in einer ziemlichen Entfernung; sie sind auf südlicheren Parallelspalten emporgequollen. Auch im Erzgebirge selbst haben jüngere Spalten dem basaltischen Magma den Weg zu Tage eröffnet.

Die Thermen und Sauerlinge Nordwestböhmens folgen ähnlich wie die breite Zone der jungen Eruptivgesteine dem Rande des Abbruches. Sie liegen aber nicht in dem Eruptivgebiete selbst. Die gasförmigen und wässerigen Exhalationen der Tiefe mussten sich — wie Laube bemerkt — nachdem die Hauptgänge durch erstarrtes Magma verstopft waren, die Nebenspalten erwählen, um zur Oberfläche zu gelangen. Zumeist treten sie dort zu Tage, wo das ältere Gestein unter der tertiären Decke hervortraucht. So entspringen den Porphyrkuppen die Thermen von Teplitz—Schönau, dem Gneisse von Bilin der bekannte Sauerling, ebenso entspringen dem Gneisse die Wässer von Tschachwitz und Kronau; im Granite jenseits der Dup-pauer Basaltmasse befinden sich die bekannten Sauerlinge von Giesshübel und, die weitaus bedeutendste aller dieser Quellen, der berühmte Sprudel von Karlsbad. Weiter im Süden entquillt demselben Granitstocke die Therme von Marienbad.

Zwischen Karlsbad, Marienbad und Sandau liegt eine ganze Reihe von Sauerlingen. Anders verhält es sich aber mit den zahlreichen Sauerlingen von Franzensbad, welche einem Tertiärgebiete entspringen.

Die Gesamtheit der geologischen Verhältnisse der nordböhmischen Thermalzone lehrt neuerdings, — namentlich unterstützt durch den Vergleich mit dem Thermalgebiete des französischen Centralplateaus —, dass das Auftreten heisser Wässer nicht von örtlichen Zufälligkeiten, sondern von der geologischen Geschichte ganzer Länderstriche abhängig ist, und sie muss uns warnen vor etwaigen Versuchen, die einzelnen Quellen für sich, blos durch die zufälligen Verhältnisse der näheren Umgebung erklären zu wollen. Es scheint, dass in beiden Gebieten an zahlreichen Spalten warmes Wasser empordringt, dass es aber in vielen Fällen von den auflagernden Tertiärschichten zurückgehalten wird, sich hier vielleicht mit dem Grundwasser vermischt und nicht bis an die Oberfläche gelangen kann. Das ist zum Beispiele bei dem Sauerlinge der Fall, der in der Nähe der Stadt Brux an der Basis des miocänen Tegels erbohrt worden ist¹⁾.

Die Tagwässer, welche die überlagernden Kreide- und Tertiärschichten erfüllen, vermengen sich mit den aufsteigenden Thermalwässern; beide treten miteinander in hydrostatische Wechselbeziehung. Wie weit die gegenseitige Beeinflussung gehen kann, haben in grosser Deutlichkeit die wiederholten Wassereinbrüche in den Braunkohlen-gruben von Dux und Osseg gelehrt, welche sich stets in einem Sinken der

¹⁾ D. Stur. Der zweite Wassereinbruch von Teplitz—Osseg. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., XXXVIII. Bd., 1886, pag. 490.

Quellen von Teplitz bemerkbar gemacht haben. Die Sanierungsarbeiten haben zu den eingehendsten vergleichenden Beobachtungen der Wasserstände geführt und es wird sich wohl kaum irgendwo ein zweites Gebiet finden lassen, welches eine bessere Gelegenheit bietet, die Wechselbeziehungen zwischen Grundwasser und Thermalwasser zu beobachten, als das Gebiet von Teplitz—Schönau.

II. Zur Geologie der Umgebung von Teplitz—Schönau und die Thermen.

Kaum ein Theil unseres Vaterlandes ist so oft und eingehend von verschiedenen Fachmännern beschrieben worden, wie die Umgebung von Teplitz—Schönau. Hier sollen nur wenige Bemerkungen Platz finden, welche sich auf den Zusammenhang des geologischen Aufbaues mit den Thermen beziehen. Aus dem im vorigen Capitel Gesagten geht hervor, dass man dreierlei geologische Einheiten unterscheiden kann, welche in das Teplitzer Gebiet eingreifen: 1. das Erzgebirge; 2. das böhmische Mittelgebirge und 3. das Braunkohlenbecken von Dux und Brüx.

Das Erzgebirge verdient bei der Frage nach der Herkunft der Teplitzer Thermen Berücksichtigung wegen des Zusammenhanges des postcarbonischen Porphyrzuges, welcher weit von Sachsen her südwärts ziehend, am Gebirgsrande zwischen Klostergrab und Graupen abbricht, mit den Porphyrkuppen zwischen Schönau und Janegg. Es sind gerade diese Kuppen, in welchen sich die warmen Quellen von Teplitz befinden. Dieser Zusammenhang hat schon zu den mannigfachsten Discussionen Anlass gegeben. Wiederholt wurde die Frage aufgeworfen, ob der Porphyr einen deckenförmigen Erguss auf dem Gneisse oder einen bis zur ewigen Teufe niedergehenden Gang im Gneisse darstellt. An die erstere Auffassung wurde die Vorstellung geknüpft, dass der Porphyr des Erzgebirges auf seinen Spalten die Tagwässer zur Tiefe führe bis an die Grenze gegen den Gneiss, an welcher sie dann thalwärts gegen Süden absinken und in den Teplitzer Porphyrhügeln durch den hydrostatischen Druck emporgetrieben werden. Zur Beleuchtung dieser Frage sind auch die Lagerungsverhältnisse des Porphyrs weit im Norden, im Erzgebirge von Bedeutung.

Von anderer Seite wurde dem Mittelgebirge eine ähnliche Rolle als Sammler der Wässer zugeschrieben¹⁾. Auf den allgemeinen Zusammenhang der Thermalerscheinungen mit dem jungen Vulkanismus wurde schon im vorigen Capitel hingewiesen.

¹⁾ Norb. Marischler. Studien über den Ursprung der Teplitz—Schönauer Thermen. Teplitz, 1888. Selbstverlag des Verf. — Derselbe: Die Ergebnisse der Teplitzer Tiefbohrungen in geologischer und bohrtechnischer Beziehung. Anhang. Teplitz.

Die jüngeren Ablagerungen der Umgebung von Teplitz sind als hauptsächlichste Behälter des Grundwassers für die hier behandelten Fragen von höchster Wichtigkeit.

1 Die Lagerungsverhältnisse des Teplitzer Porphyrs im Erzgebirge.

G. C. Laube hat die Auffassung, dass der Stock des Teplitzer Quarzporphyres eine Gangmasse darstellt, welche an den Rändern stellenweise übergequollen ist, am deutlichsten ausgesprochen und am eingehendsten begründet. Ohne Zweifel hat diese Auffassung weitaus die grösste Wahrscheinlichkeit für sich und es sind auch in erster Linie Laube's Argumente, welche in der vorliegenden Darstellung Platz finden sollen.

Die Aufschlüsse an den beiden Rändern des Porphyrzuges sind leider derart mangelhaft, dass sich die Lagerungsverhältnisse nur an wenigen Punkten beobachten lassen. Beim Bahnhofe von Klostergrab, am Westrande der Porphyrmasse und am Rande der Ebene hat Laube die Ueberlagerung des Porphyres über dem Gneiss auf eine kurze Strecke nachgewiesen¹⁾.

Schon unweit NO von Klostergrab sind in dem grossen Thiergarten von Niklasberg an den Fahrwegen einige Aufbrüche in einer eigenthümlichen schieferigen Randbildung des Porphyrs zu sehen; das Gestein ist blassroth und ölgrün gefleckt und gestreift und hat oft ein breccienartiges Aussehen.

Reyer hat diese Bildungen für eine Art von Tuff angesehen²⁾. Nach Laube und Dalmer haben wir es aber hier mit pechsteinartigen Bildungen zu thun, und der letztere Autor erwähnt noch, dass diese Randbildungen allmählig in die eigentliche Porphyrmasse übergehen³⁾. Diese Umstände, sowie auch das Auftreten von flaserigen Vitroporphyren, welche bei Zaunhaus an der sächsischen Grenze in den Porphyr übergehen, sind von Laube mit Recht dafür angeführt worden, dass wir uns an diesen Punkten an den Salbändern und an dem wirklichen Rande des Porphyrstockes befinden. An der Strasse von Klostergrab nach Niklasberg kann man beobachten, dass der Gneiss circa 30° O unter den Porphyrstock einfällt.

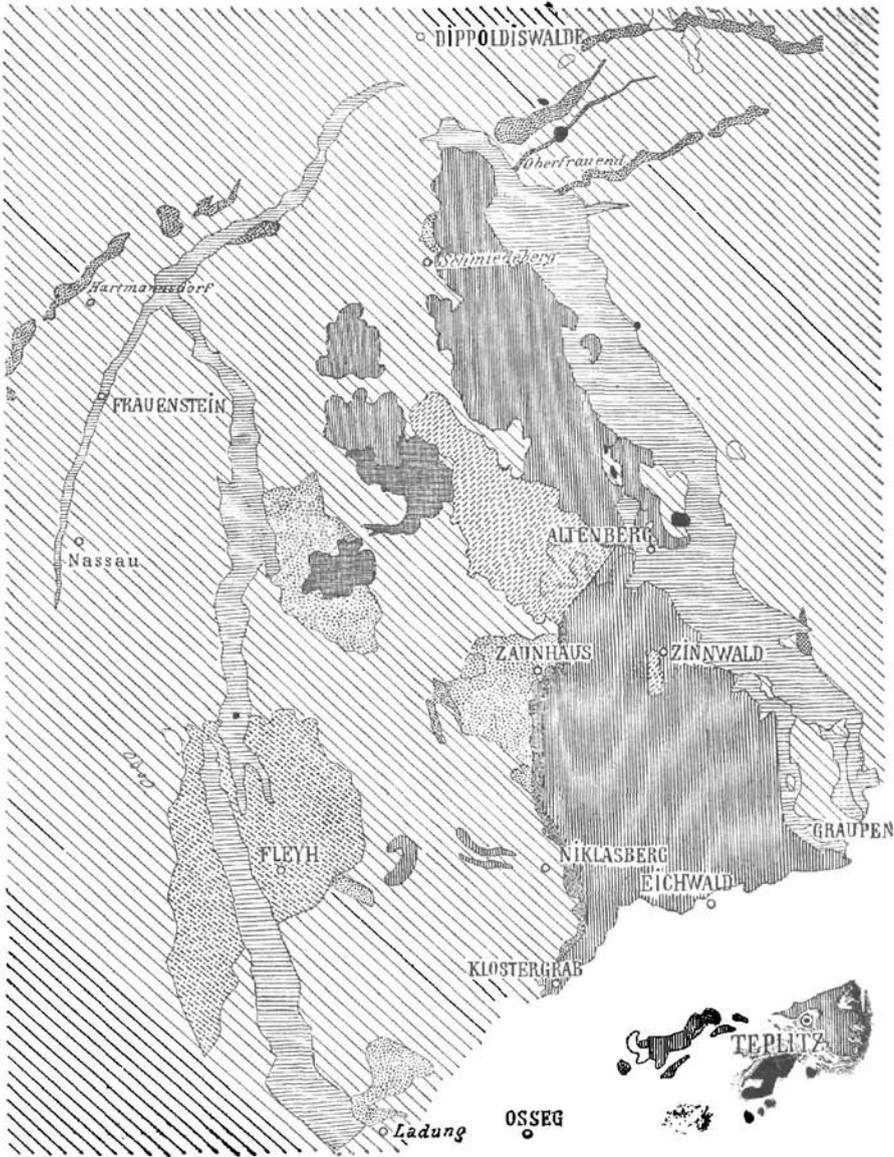
Am Nordausgange des Hirschberg-Tunnels bei Niklasberg sind die bunten Randbildungen des Porphyrs besonders gut aufgeschlossen. Sie werden hier zunächst von Bildungen der unteren Steinkohlenformation und dann vom Gneiss unterteuft. Beim Bau des Tunnels war ein anthracitisches Steinkohlenlager mit undeutlichen Resten von Calamiten und Sigillarien aufgeschlossen worden; es lag, 20° Westfallend, über dem Muscovitgneiss. Jetzt ist dasselbe nicht sichtbar. Sehr deutlich sieht man aber die Ueberlagerung der bunten Porphyre an einem Schotterbruche unweit über dem Nordausgange des Tunnels.

¹⁾ G. C. Laube. Geologie des böhmischen Erzgebirges. II. Theil. Prag, 1887, pag. 204.

²⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1879, pag. 5 und Laube, Verhdl. 1883, pag. 249.

³⁾ Erläuterungen zur geol. Specialkarte des Königreichs Sachsen. Section Altenberg—Zinnwald, pag. 25.

Fig. 2.



- | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------|---|--|
|  | Alluvium, Tertiär und Kreideformation. |  | Steinkohlen Formation. |  | Plattig-schiefrige Randausbildung des Teplitzer Quarzporphyrs. |
|  | Tertiäre Eruptionen. |  | Granit-Porphyr. |  | Fleyher Granit (Granit). |
|  | Gneiss-Formation. |  | Postcarbonischer Granit. |  | Gänge und Querkuppen von Quarzporphyr im Norden. |
|  | Phyllit-Formation. |  | Teplitzer Quarzporphyr. | | |

Sie liegen über einem kleinen Anthracitflötze, welches von kohligem Letten und sandigen Lagen mit Quarzitzeröllen begleitet wird¹⁾. Zur Zeit meines Besuches (Juni 1897) kam über dem kohligem Letten am Rande des bunten Porphyrs eine mächtige Quelle hervor. Eine Erscheinung, die gewiss nur dazu beitragen kann, das Einfallen des Letten unter den Porphyrr zu bestätigen. Durch diesen Aufschluss wird das postcarbone Alter des Porphyrs bewiesen.

Nach einer aufschlusslosen Zwischenstrecke findet das Carbon seine Fortsetzung in einem kleinen Aufbruche von Anthracit, Steinkohle und krystallinischem Kalkstein bei Zaunhaus nahe der sächsischen Grenze. Auch hier wurden Sigillarien und Calamitenreste gefunden.

Noch weiter im Norden ist die Porphyrgrenze nicht mehr deutlich aufgeschlossen und Sch alch vermuthet aus dem nahen Zusammenfallen der Porphyrgrenze mit den Höhenlinien, dass in der Gegend von Schmiedeberg der Porphyrr den Gneiss deckenförmig überlagert²⁾. Deutlicher ist die deckenförmige Ueberlagerung zu constatiren weiter westlich in den isolirten Porphyrvorkommnissen von Hennersdorf—Ammelsdorf und von Schönfeld. Hier liegt nach Sch alch und Beck der Porphyrr stets auf den Kuppen und Höhen, während tiefer an den Gehängen der Gneiss austreicht.

Von Graupen an begleitet den Ostrand des Teplitzer Quarzporphyrrstockes ein ca. 2 Kilometer breiter Zug von Granitporphyrr bis in die Gegend von Oberfrauendorf, westlich von Glashütte in Sachsen. Hier bricht der Teplitzer Quarzporphyrr plötzlich ab und an seinem Nordende biegt gegen Westen der Zug des Granitporphyrs um. Der letztere setzt sich in Form eines schmäleren Ganges SW-streichend nach Hartmannsdorf fort, wo er sich in zwei Aeste theilt, von denen der schmalere die ursprüngliche Streichungsrichtung beibehält und sich in sanftem Bogen immer mehr südwärts wendend und immer schmaler werdend, in der Gegend von Nassau auskeilt. Der mächtigere Gang wendet sich bald zu streng südlicher Richtung und durchquert, ziemlich stark anschwellend, die Granitmasse von Fleyh; schwächere und parallele Seitentrümmer begleiten ihn. Er endigt SSO-streichend südlich vom Wieselstein, unweit Oberleutensdorf am Bruchrande des Erzgebirges.

Die gangartige Natur dieser Vorkommnisse kann nicht bezweifelt werden. Ihre Beziehung zum Teplitzer Quarzporphyrr ist jedoch noch nicht vollkommen klargestellt. Von einzelnen Forschern wurden beide Gesteine nur als Erstarrungsmodificationen eines und desselben Magmas angesehen. Dafür sprechen nach Sch alch einzelne Vorkommnisse aus der Umgebung von Oberfrauendorf, wo sich ein Uebergang zwischen beiden Gesteinen beobachten lässt, ferner noch das Vorkommen einzelner isolirter Partien von Quarzporphyrr innerhalb des Granitporphyrs.

¹⁾ Das dürfte vielleicht der Steinkohlensandstein sein, welchen Jokely (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1853, pag. 549 ff.) anführt, und der während der Zeit, als Laube das Gebiet aufnahm, nicht aufgeschlossen war (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 249).

²⁾ Erläuterungen zur geol. Specialkarte des Königreichs Sachsen. Section Glashütte—Dipoldiswalde, pag. 39.

Dalmer hält den Granitporphyr entschieden für jünger als den Quarzporphyr, da er diesen gangförmig durchsetzt. Breite Uebergangszonen zwischen beiden Gesteinen sollen nicht existiren. Der Granitporphyr durchkreuzt die verschiedenen Structurmodificationen des Teplitzer Porphyrs und steht mit ihnen in keinerlei Beziehung. Seine Ansicht fast Dalmer dahin zusammen, dass der Granitporphyr wohl jünger ist als der Quarzporphyr, dass er zwar zu einer Zeit hervorgebrochen sein muss, in welcher sich im Quarzporphyr bereits eine Differenzirung in verschiedenen Erstarrungsmodificationen vollzogen hatte; hingegen scheint es, dass der Quarzporphyr noch nicht vollständig verfestigt war, so dass eine randliche Verschmelzung zwischen den beiden Gesteinen stattfinden konnte. Auf jeden Fall hat man es hier, wie bereits erwähnt, mit einer mächtigen Gangbildung zu thun. Der Umstand, dass dieser Gang fast in seiner ganzen Ausdehnung an den Teplitzer Quarzporphyr unmittelbar anschliesst und eine grosse Strecke weit mit diesem parallel verläuft, berechtigt zu dem Schlusse, dass auch dieser ebenso wie der Granitporphyr, der Hauptsache nach einen Gang darstellt.

Die Porphyrhügel von Teplitz bilden die Fortsetzung dieser breiten Gangbildung. Am weitesten westlich wurde der Quarzporphyr bei der Katastrophe 1879 im Döllinger-Schachte im Liegenden der Tertiärschichten bei Dux angefahren.

Dies sind im Wesentlichen die Gründe, welche Laube und mehrere seiner Vorgänger veranlasst haben, die Porphyrmasse von Teplitz als einen Gang aufzufassen, welcher an den Rändern übergeflossen ist. Von der Decke mag der grösste Theil durch Erosion entfernt worden sein, und der jetzige Porphyrstock dürfte hauptsächlich aus der Gangmasse bestehen. Diese Anschauung ist insoferne von Bedeutung für das Studium der Wasserverhältnisse von Teplitz, als sie mit der auch jetzt noch bei einzelnen Autoren verbreiteten Ansicht in Widerspruch steht, dass das Thermalwasser an der Basis einer Porphyrdecke vom Gneisse aufgehalten wird, dann auf einer geneigten Fläche gegen Teplitz zu hinabsinkt und dort durch einfachen hydrostatischen Druck emporsteigt. Sie entspricht vielmehr der Anschauung, dass die Thermalerscheinungen allgemeinere Ursachen haben, und dass die warmen Wässer einfach diejenigen Wege einschlagen, welche sich ihnen bieten; in diesem Falle sind das die zahlreichen Klüfte, welche den gangartigen Porphyrstock bis in grosse Tiefen durchsetzen.

2. Kreide- und Tertiärbildungen.

Der Porphyr von Teplitz bildet eine Reihe von Kuppen, welche sich von der Stefanshöhe östlich von Teplitz bis Janegg erstrecken. Während er in Teplitz selbst und in den umliegenden Höhen eine zusammenhängende Partie darstellt, löst er sich, im Osten durch die überlagernden jüngeren Bildungen unterbrochen, in einzelne kleinere Entblössungen auf. Die circa 4 Kilometer breite Mulde zwischen den Hügeln von Teplitz und dem Erzgebirge wird ausgefüllt von untermiocänen Bildungen. Nördlich von Teplitz etwa halbwegs zum Gehänge

des Erzgebirges, taucht der Porphyr noch einmal auf in dem Luisenfelsen bei Weisskirchlitz.

Unmittelbar über dem Porphyr liegen die Ablagerungen der Kreideformation, welche dem Cenoman und dem Senon angehören. Dem Cenoman gehören zunächst die kleinen Sandsteinpartien an, welche bei Graupen und Rosenthal dem Gneisse des Erzgebirges unmittelbar angelagert sind, sowie der harte, lichte Quarzsandstein des Herrenhübels von Janegg; vor Allem aber die Conglomerate, welche in der unmittelbaren Umgebung von Teplitz allenthalben dem Porphyr auflagern, dessen Unebenheiten ausfüllen und in breitere Spalten eingedrungen sind. Sie bestehen aus rundlichen und eckigen Porphyrstücken, welche durch Hornstein verkittet sind, und enthalten in den Hohlräumen häufig schöne Drusen von weingelbem und honiggelbem Baryt. Darüber lagern die senonen Bildungen des Planerkalkes. Der centrale Theil der Stadt Teplitz liegt auf diesem dichten, hellgefärbten und splitterig brechenden Kalkstein, welcher die einzelnen Porphyrkuppen umrandet. Die Schichtbänke liegen horizontal oder flach von den Kuppen gegen die Mulden zu einfallend. Diese Bildungen, vor Allem aber die Conglomerate, sind in hohem Grade wasserführend. Sie sind es in erster Linie, welche die Tagwässer aufnehmen, die dann nur viel langsamer in den Porphyr selbst eindringen können.

Im Gegensatze hiezu bestehen die Bildungen der Braunkohlenformation in der Umgebung von Teplitz hauptsächlich aus undurchlässigen Schichten. Sie sind nahezu gleichalterig mit den älteren Theilen der Tertiärbildungen, welche die vulkanischen Bildungen im französischen Centralplateau begleiten, d. h. sie gehören der tongrischen, aquitanischen und helvetischen Stufe an. Nach Laube lassen sich folgende Glieder unterscheiden: 1. Braunkohlensandstein, 2. unterer plastischer und bunter Thon, 3. Braunkohle, 4. Hangendletten, 5. Braunkohlenschotter, Conglomerate und Hangendsand. Das mächtigste dieser Glieder ist der Hangendletten unmittelbar über dem meist 10—20 m, manchmal auch 30—40 m (Brüx, Oberleutensdorf, Bilin) mächtigen Flötze. Mit ihm wechsellagern die Braunkohlenschotter, Conglomerate und Sande; ausserdem enthält er die unregelmässigen flachen Linsen von Schwimmsand, welche dem Bergbau so grosse Schwierigkeiten bereiten können und von denen in dem nächsten Aufsatze eingehender die Rede ist.

Dem Rande der älteren Bildungen folgt ringsum der Ausbiss des Kohlenflötzes, welches sich von hier aus gegen das Muldentiefste ziemlich rasch senkt. Der schmale Saum von Tertiär zwischen dem Erzgebirge und dem Porphyr von Teplitz trennt im Wesentlichen zwei Mulden; die nordöstliche von Karbitz—Mariaschein, in welcher das Flötz im Britanniaschacht südlich von Graupen in 170 m Tiefe angetroffen wurde, und die grosse westliche Mulde von Brüx—Dux, in welcher das Flötz bei Oberleutensdorf und Ratschitz mehr als 350 m tief hinabsinkt. Zwischen Eichwald und Teplitz dagegen liegt das Flötz nur 75 m, zwischen Kostin und Nondorf nur 25 m tief. Es ist bezeichnend für die Natur des Abbruches am Erzgebirgsrande, dass das Muldentiefste in jedem Falle bedeutend dem Gebirgsrande genähert ist.

Ebensowenig wie im Porphyr des Erzgebirges, fehlen auch im Teplitzer Porphyr Gänge von jüngeren Eruptivgesteinen, welche ja in den verschiedenen Stufen des umliegenden Miocän eine so grosse Rolle spielen. So finden sich Basaltgänge im Thiergarten NO von Strahl und auf der Teplitzer Königshöhe. Ein Phonolitgang wurde im Jahre 1891 gelegentlich der Tiefbohrung im Schlossgarten in einer Tiefe von 360 m angetroffen.

3. Spuren früherer Thermalthätigkeit in der Nähe der Teplitzer Quellen.

An verschiedenen Punkten des Thermalgebietes von Nordböhmen können die Spuren von heissen Quellen beobachtet werden, welche den vulkanischen Eruptionen gefolgt sind. So führt z. B. Hibsich das Auftreten der verschiedenen Erze in der Umgebung des Doleritstockes von Rongstock auf die Thätigkeit von Solfataren und Fumarolen zurück¹⁾. Mit den Quellen stehen auch ohne Zweifel die Hornsteingänge und Kalksinterbildungen der Umgebung von Giesshübel in Zusammenhang²⁾. Die Gänge der sogenannten jüngeren Erzformation (Kobaltsilbererz, barytische Bleierze und Eisenmanganerzformation) des Erzgebirges sind zwar nach Dalmer³⁾ im Allgemeinen älter als die tertiären Eruptionen und sollen vielmehr mit den jungpalaeozoischen Granitmassen in Beziehung stehen — eine Anschauung, welche derjenigen Müller's⁴⁾, der diesen Gängen ein mitteltertiäres Alter zuschreiben will, widerspricht; aber auch der erstere Autor führt Beispiele an von Gängen, welche ohne Zweifel als Folgeerscheinungen der Basalterruptionen aufzufassen sind.

Laube hat in seiner neueren Schrift über die Quellen von Giesshübel betont, dass diese Sauerlinge, welche im Thale des Egerflusses dem Karlsbader Granitstocke entströmen, nicht früher an die Oberfläche gelangen konnten, als bis die überlagernde, undurchlässige Basaltdecke vom Flusse bis auf die Granitmasse durchgesägt war. In ähnlicher Weise sind die Teplitz—Schönauer Thermen von dem wasserdichten tertiären Letten abhängig, der sich in früherer Zeit weiter auf die Porphyrkuppen hinauf erstreckt haben muss.

Gegenwärtig liegt die Thermengruppe von Teplitz im Porphyr und die Wässer der Gruppe von Schönau werden ebenfalls aus dem Porphyr geschöpft unter einer wenig mächtigen Decke von Pläner und cenomanem Conglomerat. Nirgends haben die Wässer eine mächtigere Pläner- oder Tertiärdecke zu durchdringen vermocht.

Bei der Abteufung der Quellschächte, welche nach dem Wassereinbruch vom Jahre 1879 in den Jahren 1880—1882 durchgeführt

¹⁾ J. E. Hibsich. Verhandlungen d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 204 ff.

²⁾ G. C. Laube. Die geologischen Verhältnisse des Mineralwassergebietes von Giesshübel-Sauerbrunn. H. Mattoni, Selbstverlag. Giesshübel-Sauerbrunn 1898.

³⁾ K. Dalmer. Ueber das Alter der jüngeren Gangformationen des Erzgebirges. Zeitschrift für praktische Geologie. Berlin 1896, pag. 1.

⁴⁾ Ebenda 1894, pag. 313 und 1895, pag. 228.

wurde, fand man allenthalben die Conglomerate über dem Porphyry in Schönau mit Hornstein verkittet und im Hornstein sowohl wie auf den Hohlräumen, Krystallisationen von Baryt, dessen schön spaltbare Individuen manchmal ziemliche Grösse erreichten (4 Centimeter¹⁾). Es kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass wir es hier wie an anderen Orten, wo Hornstein und Baryt auftreten, mit den Bildungen aus dem warmen Wasser zu thun haben. Dabei spielen die Hohlräume in dem Conglomerate dieselbe Rolle, wie eine plötzliche, sehr bedeutende Erweiterung der Spalte, welche den Absatz der Mineralbestandtheile aus dem zu einem relativen Stillstande gebrachten Wasser im höchsten Grade begünstigt. Dazu kommt noch das Zuströmen wilden Wassers, welches das Conglomerat von der Oberfläche her aufgenommen hat und welches eine Herabminderung der Temperatur und dadurch vielleicht eine leichtere Fällung des schwerlöslichen Baryumsulfates veranlasst.

Aber nicht nur in den Quellschächten selbst, sondern auch sonst sind allenthalben die Porphyrstücke des Conglomerates, wo dasselbe heute trocken zu Tage liegt, durch Hornstein verkittet, welcher ziemlich reichlich Baryt enthält. Man kann das an fast allen Porphyrkuppen beobachten, wo sie von Pläner überlagert werden.

An der Strasse von Teplitz gegen Settetz kann man gleich bei den letzten Häusern der Stadt, rechts vor dem Meierhof, im Porphyrconglomerate die Barytkrystalle sammeln. In den Steinbrüchen beim Meierhofe kann man recht gut die Eigentümlichkeiten des Hornsteinvorkommens beobachten. Hier wird die unregelmässig wellige Oberfläche des rothen Porphyrs von einer wenige Meter mächtigen Decke von Plänerkalk überlagert, an deren Basis stellenweise ein Band des Conglomerates eingeschaltet ist. Der Porphyry ist von sehr zahlreichen, geradlinigen Klüften durchsetzt, an denen das Gestein in schmalen hellen Rändern durch Kaolinisirung gebleicht ist. Wo sich diese Klüfte nahe aneinander drängen, ist der Porphyry sehr stark zersetzt und mürbe. Das sind übrigens Erscheinungen, die auch durch Tagwässer hervorgerufen sein könnten.

Zwischen Porphyry und Pläner findet sich meistens eine dünne Lage von rothbraunem, gebändertem Hornstein, die farbigen Streifen verlaufen im Allgemeinen den Contouren der schmalen Linsen und der Unterlage parallel. Nur selten und ganz nahe der Oberfläche dringen dünne Aederchen von Hornstein auch in den Porphyry ein. In den tieferen Porphyrypartien ist nirgends Hornstein zu sehen.

Sehr schön aufgeschlossen ist das Hornsteinconglomerat in einer Kuppe südwestlich von Settetz, dem sogenannten Settetzener Hübel, wo ein grosser Steinbruch angelegt ist. Die in Hornstein verwandelten cenomanen Versteinerungen sind von hier und von anderen Punkten seit Langem bekannt. Auch an dieser Stelle kann man beobachten, dass der Hornstein hie und da in dünnen Aederchen bis auf 2 Meter Tiefe vertical oder horinzontal wellige Klüfte im Porphyry ausfüllt und in den tieferen Partien nicht mehr vorhanden ist. Der

¹⁾ Becke. Barytkrystalle in den Quellbildungen der Teplitzer Thermen. Tschermak's Min. Mitthg. V. 1882, pag. 82.

Baryt ist häufig in den kleinen Hohlräumen des Conglomerats zu finden. In den zahlreichen Steinbrüchen bei Janegg und bei Ullersdorf lassen sich weiterhin ganz ähnliche Beobachtungen machen; und ebenso sind auch östlich von Teplitz die Conglomerate über dem Porphyry auf der Stefanshöhe und am Sandberge, begleitet von Baryt, ganz durchtränkt von Hornstein und die Fossilien in Hornstein verwandelt.

Diese Vorkommnisse lehren, dass zur Zeit, als die Kuppen von Teplitz noch mit jüngeren Ablagerungen bedeckt waren, die Thermalwässer in die Kreideschichten, die Conglomerate und den Pläner eingedrungen sind, ebenso wie das heute der Fall ist in den Quellen von Schönau, und man kann annehmen, dass auch heute die Kreideschichten, wo sie unter der tertiären Decke begraben sind, das Thermalwasser aus verschiedenen Klüften aufnehmen. Der Umstand, dass der Porphyry selbst meist frei von Hornsteingängen ist, weist darauf hin, dass sich das Wasser im Pläner und im Conglomerate horizontal weiter bewegen konnte, und nicht am Aufschlusspunkte selbst emporgedrungen sein musste. Diese Annahmen werden im Folgenden bei der Betrachtung der Wassercirculation im Porphyry eine Bestätigung finden.

Unweit des später noch näher zu besprechenden Quellschachtes der seit 1878 versiegten Riesenquelle zwischen Loosch und Janegg und nordöstlich von Loosch befanden sich zur Zeit, als Wolf die Grabenkarte verfertigte (1879/80) und zum Theil auch noch, als Stur die Gegend (1888) besuchte, rundliche, trichterförmige Einsenkungen in dem den Plänerkalk überdeckenden Oberflächenlehm; eine Erscheinung, welche an die viel grossartigeren Dolinenbildungen der Karstgebiete erinnert. Wolf hat sie auf seiner Karte mit I—IV bezeichnet; III soll nach Stur nur eine künstlich hergestellte Grube sein. Ein fünfter Trichter soll früher eine ausgiebige Quelle geliefert haben, welche im Herbst 1878, also fast zugleich mit der Riesenquelle, verschwunden sein soll.

Jedenfalls deuten diese Einsenkungen auf eine frühere Wassercirculation unter der Plänerdecke; und namentlich durch die in der Nähe befindliche ehemalige Riesenquelle wird die Vermuthung nahegelegt, dass auch hier sich im Pläner eine Bewegung von Thermalwasser vollzog; denn dem Thermalwasser muss in Folge seines Kohlensäuregehaltes¹⁾ und seiner höheren Temperatur, eine bedeutend höhere Lösungskraft zugeschrieben werden, als dem gewöhnlichen Grundwasser. Der Kohlensäuregehalt ist nach der Bestimmung von Dr. Wrany zwar bedeutend geringer als Stur angenommen hatte; bekanntlich ist es aber auch der geringe Kohlensäuregehalt der Flusswässer allein, welcher bei langer Zeitdauer die grossartigen Karsterscheinungen hervorruft. Wären die Trichter der Thätigkeit der Grundwässer allein zuzuschreiben, so hätten diese an anderen Punkten im Pläner ebensolche Trichter hervorbringen müssen. Das ist jedoch nirgends der Fall.

¹⁾ D. Stur, l. c. Bemerkungen über die Riesenquelle, pag. 485. — H. Höfer. Gutachten über die Hintanhaltung von Thermalkatastrophen in Teplitz—Schönau. Dux 1893, pag. 35.

4. Die Quellen von Teplitz und Schönau.

Seit Langem hat man schon die Quellen im Stadtgebiete von Teplitz—Schönau in zwei Gruppen unterschieden, in die westliche, die Teplitzer und die östliche, die Schönauer Thermen. Sie sind in zwei gesonderten Partien der engen Thäler vertheilt, welche zwischen den Porphyrkuppen des Judenberges und Mont de Ligne, ferner der Königshöhe und dem Stefansberge eingeschnitten sind. In das Stadtgebiet von Schönau tritt von Norden her ein wenig mächtiger, horizontal gelagerter Streifen von kalkig-thonigem Pläner; er wendet sich in der Einsenkung der verlängerten Elisabethstrasse gegen SW, zieht sich etwas verschmälernd über den Mont de Ligne, und breitet sich unter dem inneren Stadttheile von Teplitz aus; weiter gegen Westen und Süden gewinnt dann der kalkige Pläner grosse Ausdehnung, nur wenige emporragende Porphyrkuppen freilassend.

Gegenüber der Königshöhe bleibt eine kleine Felspartie des sanften Gehänges frei vom Pläner, und hier befinden sich die bedeutendsten Quellen der Teplitzer Gruppe. Von diesen sind wieder die wichtigsten die Stadtbadquellen, nämlich die Ur- oder Männerquelle und die Frauenquelle. Die erstere lieferte vor der Katastrophe 1879 in der Minute 0·52 Cubikmeter Wasser, mit einer Temperatur von 39·2° R. und die zweite 0·28 Cubikmeter von 38·4° R. Wärme. In der unmittelbaren Nähe liegen die ebenfalls bedeutenden Fürstenbadquellen, nämlich die Sandbadquelle und die Frauenbadquelle (35° R.), und etwas weiter nördlich die kühleren (22·4° R.) Gartenquellen (Augenquelle und Trinkquelle); diese Quellen waren ohne Zweifel mit dem Grundwasser des kalkigen Pläner gemengt, welchen sie zu durchdringen hatten.

Weniger bedeutend, sowohl was die Wassermenge, als auch was die Temperatur betrifft, sind die Quellen von Schönau. Sie entspringen vor der Abteufung (1880—1882) einer wenig mächtigen Plänerdecke über dem Porphyr. Sie zerfallen in eine Gruppe von nahe beieinander liegenden kleineren Quellen mit Temperaturen von 25—30° R. Unter ihnen seien erwähnt: die Steinbadquellen, das Militärsandbad, die Stefansquellen, die Schlangensbadquellen und die Neubadquellen¹⁾.

Die Teplitzer—Schönauer Wasser sind sehr arm an gelösten Bestandtheilen und gehören zu den sogenannten indifferenten Thermen.

Man hat in früherer Zeit öfters den Versuch gemacht, aus der Vertheilung der Quellen ein System von Spalten im Porphyr zu construiren, dem sie entströmen sollen. Die Gruppen der Schönauer Quellen liegen nämlich in einer nahezu geradlinigen Zone — sie folgen eine Strecke weit der Richtung des Saubachthales — und die Zone trifft in ihrer Verlängerung beiläufig auf die Hauptquellen von Teplitz. Die Annahme einer Hauptspalte ist einerseits schon durch die bei der Abteufung der Quellenschächte gemachten Erfahrungen

¹⁾ Nach Wrany war im Jahre 1868 die Gesamtergiebigkeit der Teplitzer Quellen 909 Liter per Minute und der Schönauer Quellen 737 Liter per Minute. Höfer, Gutachten, pag. 83.

überholt. Ferner ist noch zu betonen, dass auch sonst an verschiedenen Punkten unter der Plänerdecke ohne Zweifel Thermalwasser emporsteigt, wie einerseits die beiden Quellen im Curgarten beweisen, dann noch verschiedene schwache Thermen, welche in einzelnen Häusern seiner Zeit hervorbrachen, wie z. B. im Hôtel de Ligne am Schlossplatze und im Hause „zur weissen Rose“ in der grünen Ringstrasse, dadurch sah sich bereits Reuss genöthigt, den Hauptspalten noch mehrere sich in rechten Winkeln kreuzende Nebenspalten anzugliedern; ferner hat schon Wolf die Beobachtung gemacht, dass manche Brunnen in Teplitz bei starkem Schöpfen ihre Temperatur um 5—6° R. erhöhen, und dass das Wasser der Brunnen im Porphyr meist um 1° R. wärmer ist, als das der Brunnen im Pläner. Diese und noch eine Reihe von weiteren Umständen, — wie z. B. das gleichzeitige Versiegen aller Brunnen in Teplitz nach dem Wassereinbruche 1879, und die Erbohrung einer artesischen Therme in Wisterschan SO von Teplitz — beweisen, dass das Thermalwasser nicht an gewisse Hauptspalten gebunden ist, sondern den Porphyr auf seinen zahlreichen Klüften durchdringt. Für das Hervortreten des Wassers an den bestimmten Stellen ist gewiss das Vorhandensein von Klüften im Porphyr massgebend, nur lassen sich dieselben einerseits nicht in ein bestimmtes System bringen, andernseits ist ohne Zweifel auch die Oberflächenconfiguration für die Vertheilung der Thermen von grosser Bedeutung. Das Wasser sucht vor Allem die tiefsten Punkte der Oberfläche auf, deswegen treten auch die Schönauer Thermen im Thale des Saubaches zu Tage. Ausserdem bietet aber die Bedeckung mit jüngeren Schichten (Pläner, Alluvialschotter) häufig dem Wasser ein Hinderniss, und ebenso wie in Wisterschan könnten noch durch geeignete Bohrung an anderen entsprechend tiefliegenden Punkten neue Quellen erschlossen werden. Freilich wäre damit auch die grosse Gefahr einer möglichen Beeinflussung der alten Quellen verbunden.

SW von Teplitz, circa 6 Kilometer entfernt, liegt nahe der Strasse nach Dux, zwischen Loosch und Janegg der jetzt versiegte Schacht der ehemaligen Riesenquelle; es war dies eine sehr wasserreiche Therme von einer nach den alten Angaben schwankenden Temperatur von 11—27° R., welche noch vor dem ersten Wassereinbruche im Jahre 1878 wahrscheinlich in Folge der Wasserhebungen in den benachbarten Gruben verschwunden ist. Stur hat in seiner Abhandlung über die Katastrophe 1888 die Daten, welche er hauptsächlich Herrn Ingenieur Tobitsch in Dux verdankte, über die ehemalige Riesenquelle zusammengestellt und Beobachtungen aus dem Quellschachte bekannt gemacht. Die Wassermenge soll 27—42 Liter per Secunde betragen haben. Schon 1874, oder nach anderen Angaben schon seit 1872, soll eine Abnahme des Wassers bemerkbar gewesen sein, welche stetig zunahm, bis die Quelle Ende Juni 1878 vollkommen versiegte. Damals ahnte man noch nicht den Zusammenhang dieser Erscheinung mit den Bergbauten; noch weniger vermuthete man, dass diese Quelle mit den so weit entfernten Thermen von Teplitz in hydrostatischer Beziehung stehen könnte.

Bei der Schachtabteufung im Jahre 1881 fand man zuerst unter der Rasensohle 3 m Schotter und Gerölle, dann stand auf der einen

Seite der Plänerkalk an, und nach weiteren 3 Metern bewegte sich der ganze Schacht im Pläner; hier war die Quelle einer kreisrunden Röhre im Pläner gefolgt, welche an den Wänden von Hornsteinpläner mit einem Anfluge von Baryt überzogen war. In 15·8 *m* Tiefe traf man auf den Porphyry, und fand in diesem eine 103^b streichende, 0·75 *m* breite Spalte. Nach Stur ist auch zwischen dem Pläner und dem Porphyry das hornstein- und barytführende Conglomerat vorhanden. Dieser Autor hat auch bereits sehr richtig bemerkt, dass der Röhre im Pläner ohne Zweifel das Thermalwasser selbst ihre jetzige Form gegeben hat. Das unter Druck aus der Porphyryspalte emporgedrückte Thermalwasser mochte durch die verhältnissmässig wenig mächtige Plänerdecke anfangs an feinen Spalten nach oben hindurch filtrirt und sich erst nach und nach durch seine Lösungskraft, die mit seinem grossen Kohlen säuregehalt zusammenhängt, die Röhre ausgeweitet haben.

III. Die Geschichte der Thermen von Teplitz.

Bei der Nachteufung des Urquellenschachtes im Jahre 1879 wurden ausser verschiedenartigen Zierrathen von Bronze und Eisen auch keltische und römische Münzen, letztere aus der Zeit Hadrians, aufgefunden, welche von den Römern als Dankopfer für die Quellennympe in die Kluft gestreut worden sein mochten. Diese Funde beweisen, dass die Quellen schon lange vor der sagenhaften Auffindung im Jahre 762 bekannt und benützt worden sind ¹⁾. Durch Jahrtausende dürfte die Quelle ununterbrochen und gleichmässig an derselben Stelle geflossen sein, mit Ausnahme einer kleinen Unterbrechung von fünf Minuten zur Zeit des grossen Erdbebens von Lissabon (1. November 1755), eine Erscheinung, auf welche ich noch in einem späteren Aufsätze zu sprechen kommen werde.

Zu Beginn der Siebzigerjahre, als sich auf allen Gebieten eine regere Unternehmungslust bemerkbar machte, begann auch ein lebhafteres Treiben in den die Teplitzer Porphyryhügel umlagernden Braunkohlengebieten. Ueberall trachtete man Freischürfe zu erwerben. Wohl beeilte man sich, für die Thermen einen Schutzzkreis zu erwerben, aber niemand dachte daran, dass eine Beeinflussung derselben durch die Gruben auf eine so grosse Entfernung möglich wäre, wie es die wiederholten Wassereinbrüche später dargethan haben.

Von Südwesten her waren die Grubenfelder des Döllinger-, Gisela-, Victorin- und Fortschrittschachtes, alle in der Gegend zwischen Osseg und Dux gelegen, am nächsten an die Porphyryhügel von Janneg und an das Gebiet der Riesenquelle herangerückt.

¹⁾ Dr. H. Hallwisch. Teplitz, eine deutsch-böhmische Stadtgeschichte. Leipzig, 1886, pag. 4. — A. A. Naaff. Die Dux—Teplitzer Gruben- und Quellen-Katastrophe vom Jahre 1879, pag. 50.

Ganz überraschend war im Februar 1879 der plötzlich e Einbruch im Döllinger-Grubenfelde erfolgt, welcher umso mehr Bestürzung hervorrief, als er von einem Versiegen der Teplitzer Quellen begleitet war. Damals stand man einem ganz neuen und überraschenden Phänomen gegenüber; und es schien durchaus zweifelhaft, ob es gelingen werde, sowohl die kostbaren Quellen, als auch die nach Millionen zu bewertenden Kohlenschätze der ersäufeten Gruben wieder zu retten. Dem rastlosen Eifer der tüchtigen Ingenieure ist dies gelungen, und man konnte im Hinblick auf den früheren Erfolg die Sanirung der später erfolgten Einbrüche im Victorinschachte (1888 und 1892) mit grösserer Zuversicht und Beruhigung in Angriff nehmen. Heute, nachdem man die Beziehungen der Grubenwässer und der Quellen so genau kennen gelernt hat, kann kaum mehr von einer ernstlichen Bedrohung der Thermen durch Bergwerke gesprochen werden.

Man hat jetzt einen Einblick gewonnen in die Bewegung von aufsteigendem Thermalwasser und absinkendem Grundwasser in einem grösseren Gebiete und ihre Wechselbeziehungen, von dem wohl kaum irgendwo auf der Erde sich ein ähnliches Beispiel wird finden lassen. Nicht nur vom montanistischen und speciell hydrologischen, sondern auch vom allgemein geologischen Standpunkte sind diese Verhältnisse höchst lehrreich. Bevor aber die Erscheinungen in ihrer jetzigen Gestalt nach, wie wir sie gegenwärtig überblicken können, beschrieben werden, ist es nothwendig, die einzelnen stattgehabten Katastrophen in ihrer historischen Reihenfolge zu besprechen.

1. Der Wassereinbruch im Döllingerschachte am 10. Februar 1879.

Der Schachtkranz des Döllingerschachtes lag in 234 *m* S. H., die Tiefe der Schachtsohle betrug 54·45 *m*, die der Sumpsohle 58·89 *m*. Am 10. Februar 1879 zwischen 1 und 2 Uhr Nachmittag wurde in einem von der nordsüdlichen Grundstrecke nach Ost abzweigenden Seitenschlage in 156·45 *m* S. H. ¹⁾ das Wasser angefahren, welches nach Aussage der Arbeiter als armstarker Strahl aus der oberen Ortsbrust hervorbrach. In 5—10 Minuten waren alle offenen Räume der Döllingergrube im dritten, im zweiten und zum Theil auch im ersten Horizont (54·45 *m* Teufe) mit einem Fassungsraume von 20.000 Cubikmetern angefüllt. In Folge des ausserordentlich raschen Eindringens des Wassers konnte nicht die ganze Befahrung gerettet werden und 21 Arbeiter mussten in den überschwemmten Gruben umkommen. Nach Höfer's ²⁾ Berechnung entspricht der angenommenen Druckhöhe von 64 *m* — die Berechtigung dieser Annahme ergibt sich aus der später erreichten Inundationshöhe der

¹⁾ Nach späterer Messung. Wolf, Wochenschr. d. Ing.- u. Arch.-Verein. 1879, gibt 152 *m* an.

²⁾ Höfer, Gutachten 1893, pag. 47. Ein Verzeichniss der reichen älteren Literatur über diesen Einbruch befindet sich bei Stur, Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. 1888, pag. 419 ff.

Schachtwässer bis zu 202·36 *m* S. H. — eine Ausflussgeschwindigkeit aus dem Querschlage von 30 *m* per Secunde. Nimmt man die ganze Breite des Querschlages als Durchflussöffnung an, so würde schon eine Geschwindigkeit von 9·25 *m* per Secunde genügen, um die Grubenräume in 10 Minuten, und eine Geschwindigkeit von 18·5 *m*, um sie in 5 Minuten auszufüllen. Die Angabe, dass sich die Räume in 5—10 Minuten gefüllt hätten, erscheint also nach Höfer's Berechnung durchaus nicht als ganz unwahrscheinlich.

Die südlich anschliessenden Grubenfelder, „Fortschritt“ und „Nelson“, standen in Verbindung mit der Döllingergrube und wurden, da ihre Sohlen noch bedeutend tiefer liegen (136·16 u. 84·88 *m* S. H.) sehr rasch vom Döllinger aus überschwemmt; auch dort sind zwei Menschen todt geblieben.

In der mehr westlichen Victoringrube, welche mit den angeführten in keiner directen Verbindung stand, kamen die Wässer erst etwas später hervor; erst am 11. Februar konnte man sie spärlich durchsickernd wahrnehmen; später traten sie reichlicher auf, sie waren aber bis zum 15. Februar nur 8 *m* über der Füllortsohle (150·68 *m*) gestiegen. In den ersten 24 Stunden, als die Victorin- und die nördliche Giselagrube noch trocken waren, hatte das Wasser schon in der Fortschritt- und Nelsongrube 147 und 130 *m* S. H. erreicht. Am 12. Februar, 2 Uhr Nachmittags hatten sich die Unterschiede in den Schächten bereits bei 167 *m* S. H. ausgeglichen. Ihr späteres, noch höheres Ansteigen wird weiter unten noch zur Sprache kommen.

Das in die Gruben gedrungene Wasser soll unmittelbar beim Einbruche nach den Angaben der Arbeiter milchig-weiss und kalt gewesen sein. Am 13. Februar wurden jedoch 15° und am 17. bereits 18° R. (nach Wolf) gemessen. In den späteren Tagen sank wieder die Temperatur in Folge der zusitzenden Grubenwässer.

Nach erfolgtem Einbruche richtete der Stadtverordnete, Herr Oberingenieur A. Siegmund, sofort sein Augenmerk auf die Thermen von Teplitz; er konnte aber am 12. Februar und auch in der Nacht vom 12. auf den 13. noch keine Veränderungen an denselben bemerken. Damals floss die Urquelle noch mit dem unverändert starken Wasserstrahle aus den „Löwenköpfen“ (in 203·15 *m* S. H.) im Stadtbade. Gegen Morgen des 13. Februar wurde ein sehr rasches Abnehmen der Wassermenge bemerkt, und am 13. Februar um 6 Uhr Früh — 64 Stunden nach dem Einbruche — floss kein Wasser mehr aus den „Löwenköpfen“. Die Quellenkammer wurde geöffnet und nun konnte man in den folgenden Tagen ein langsames und stetig zunehmendes Sinken des Wassers in der Quellfassung beobachten. Zu gleicher Zeit sank die Temperatur ganz allmählig von 38° auf 32° R. Am 14. Februar, 7 Uhr Früh, verschwand das Wasser der Urquelle ganz aus dem Raume der alten Quellfassung mit einem Wasserstande von 1·755 *m* unter der ursprünglichen Ausflussöffnung (203·15 *m* S. H.). Schon vorher, am 13. Februar, 10 Uhr 30 M. Abends, war die fürstlich Clary'sche Frauenquelle versiegt; zur selben Zeit wie die Urquelle war auch die fürstlich Clary'sche Sandquelle verschwunden. In der Augenquelle im Schlossgarten hörte der

Wasserzufluss erst am 14. Februar, 8 Uhr Abends vollkommen auf. Die Schönauer Quellen flossen ohne Veränderung weiter.

Für die eiligst herbeigerufenen Sachverständigen, Bergrath H. Wolf und Prof. G. C. Laube, konnte kein Zweifel bestehen über den Zusammenhang der beiden Ereignisse, dem Wassereinbruche im Döllingerschachte und dem Versiegen der Teplitzer Quellen. Die Wasser des Tertiärgebietes über den Gruben und insbesondere der Kühleich, welcher unmittelbar über der Einbruchsstelle liegt, zeigten gar keine Veränderung. Dagegen war eine grosse Anzahl der Hausbrunnen in Teplitz im starken Sinken begriffen. In der Zeit vom 13. Februar bis 30. Mai sind 45 Hausbrunnen in den verschiedensten Strassen versiegt¹⁾.

Die Sachverständigen, zu denen sich am 19. Februar noch der Director der geol. Reichsanstalt Hofrath F. v. Hauer und Professor E. Suess aus Wien gesellten, hatten ihre Ansichten im Wesentlichen bald dahin geeinigt, dass die Quellen nicht unter die Seehöhe des Wasserstandes in den Gruben gesunken sein konnten. Die Höhendifferenz zwischen dem ursprünglichen Ausflusse der Urquelle und dem damaligen Wasserstande in den überschwemmten Gruben betrug nach damaliger Annahme 22 *m* (eigentlich nur 18 *m*), und man konnte hoffen, durch eine Vertiefung des Quellenschachtes um etwa 20 *m* das Thermalwasser wieder anzutreffen. Die Abteufung der Urquelle wurde am 22. Februar in Angriff genommen. Schon am 24. Februar machten sich warme Dampfauströmungen in der leeren Quellenspalte bemerkbar. Mit zunehmender Tiefe nahm auch die Temperatur in der Hauptquellenspalte zu; bis am 3. März um 7 Uhr Morgens das Wasser in der Spalte wieder angetroffen wurde. Das Wasser stand in der Spalte 13·25 *m* unter dem Strassenhorizonte (= 205 *m*) in 192·7 *m* S. H. mit einer Temperatur von 37·2° R. In der Döllingergrube befand sich der Wasserspiegel zur selben Zeit in 186 *m* S. H.; das Wasser der Urquelle stand also um 6·5 *m* höher als dieses. Der Auftrieb blieb zwar für die Quellen gegenüber den Grubenwässern immer positiv, aber sehr schwankend in seinem Betrage; hievon wird im Schlusscapitel noch die Rede sein. Noch vor Beginn der Badesaison wurde der Schacht bis auf 14·75 *m* Teufe (190·25 *m* S. H.) gebracht. Auf Veranlassung der Sachverständigen Wolf und Laube wurde bereits am 22. Februar ein provisorisches Verbot der Sumpfung über die Gruben verhängt, damit der Wasserspiegel der Thermen nicht noch tiefer hinabgedrückt werde, später wurde dies Verbot mit Gültigkeit bis zum 15. September 1879 von Seite der Berghauptmannschaft in Prag bestätigt, und somit schien der Wasserbedarf der Stadt Teplitz für die Saison 1879 gesichert.

Nun begannen begreiflicher Weise auch die Bergwerksbesitzer nach einer Rettung der Gruben zu streben, die sich in stets zunehmender Ueberschwemmung befanden. Nachdem der Zusammenhang der Wasserstände in den Gruben und in den Quellen ausser Zweifel stand; handelte es sich in erster Linie um die Frage, wie eine Auspumpung der Grubenwässer und „eine Abschliessung der Ein-

¹⁾ Naaff, l. c. pag. 108.

bruchstelle bewerkstelligt werden könne, ohne den Bezug des Thermalwassers in Teplitz zu stören und anderseits, wie der Bezug des Thermalwassers zu bewerkstelligen sei, ohne die Abschlussarbeiten, wenn sie bei abgezapften Bauen stattfinden müssen (was jedoch nicht unter allen Umständen erforderlich ist), zu behindern?“ Es konnte kein Zweifel darüber bestehen, dass eine Wasserhebung in den ersäufte Gruben sofort den Spiegel der Urquelle zum Sinken bringen und aus dem bisher abgeteuften Schacht herausziehen würde.

Das Ergebniss reichlicher Ueberlegung war der Beschluss, im September, nach vollendeter Cursaison, die Gruben zu stümpfen und die Einbruchstelle zu verdämmen; zur selben Zeit aber den Urquellenschacht, während das Wasser zugleich mit dem Niveau der geschöpften Grubenwasser hinabsinkt, bis unter das Niveau der Einbruchstelle (156·45 *m* S. H.) d. i. auf 60 *m* Teufe zu bringen und dadurch die Quelle im Falle eines Missglückens der Verdämmung vorläufig vom Bergbau unabhängig zu machen.

Die Zeit bis zum 15. September wurde von den Werksbesitzern dazu benützt, alles vorzubereiten, um an diesem Tage das grosse Werk der Sumpfung mit aller Energie in Angriff nehmen zu können. Die Bewältigung der colossalen Wassermengen nahm — in Folge von Unterbrechungen durch mannigfache Zwischenfälle — einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren in Anspruch¹⁾. Zahlreiche unvorhergesehene Schwierigkeiten stellten sich der grossen Arbeit entgegen; so war z. B. die Ableitung der gehobenen Wassermengen durchaus nicht leicht durchzuführen, und die Beschaffung von Trinkwasser für die Colonien der Duxer Kohlenwerke war gestört, indem natürlich Niemand das Wasser aus den Gruben trinken wollte, in welchem sich noch die Leichen der Verunglückten befanden.

Trotzdem schritt die Auspumpung Anfangs mit gutem Erfolge vorwärts. Das Wasser war bis zum 15. September in den Gruben bis auf 202·3 *m* S. H., also bis nahe an die Höhe des ursprünglichen Ausflusses der Urquelle gestiegen (s. das Graphicon bei Stur, l. c. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1888, Taf. V). Bis 30. Juni 1880 war der Wasserstand um 36 *m* (bis 166·16 *m* S. H.) gesenkt worden. Der Wasserspiegel sank an den einzelnen Tagen sehr ungleich, einerseits war das eine Folge von Unregelmässigkeiten der Arbeit an den einzelnen Schächten, Unterbrechungen in Folge von Reparaturen u. s. w. und anderseits eine Folge der complicirten Form der mannigfach verzweigten Grubenräume. So scheint es auch bei Betrachtung der citirten graphischen Darstellung, wie wenn die Sumpfung zu Anfang rascher vor sich gegangen wäre als später, während jedoch der Wasserspiegel nur deshalb zu Anfang rascher sank, weil die Wassermenge hauptsächlich auf den Fassungsraum der Schächte beschränkt war und später mehr der Fassungsraum der horizontalen Strecken zur Geltung kam. Ausserdem war auch, wie Zechner bemerkt, der

¹⁾ F. Zechner. Die Entwässerungsarbeiten auf den inundirten Dux—Osseger Kohlenwerken und die Arbeiten zur Sicherung der Teplitzer Thermen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, XXIX. Jahrg., 1881.

zu überwindende hydrostatische Druck, welcher sich in der Differenz der Wasserstände der Thermen und der Gruben ausdrückt, in der Tiefe immer grösser, in Folge dessen konnte während des Sumpfens verhältnissmässig mehr Thermalwasser durch die Einbruchsstelle zufließen.

Da sich am 20. Juni 1880, zur Zeit des höchsten Ganges der Saison in Teplitz, Wassermangel in dem schon tief gesenkten Quellschachte (29·68 *m*) fühlbar machte, wurde von der politischen Behörde zunächst eine Beschränkung des Pumpbetriebes und später am 2. Juli eine vollständige Einstellung der Sumpfung veranlasst. Am 15. August wurde die beschränkte Wasserhebung wieder gestattet, mit der Bedingung, dass die Quellenspiegel in Teplitz nicht zu sehr gesenkt werden dürften, und erst am 15. September konnte wieder die Bewältigungsarbeit in ihrem vollen Umfange aufgenommen werden. Während dieser Zeit waren die Grubenwässer wieder von 165·77 *m* S. H. auf 174·37 *m* S. H., d. i. um 8·6 *m*, gestiegen. Bis 1. Jänner 1881 war es gelungen, das Niveau wieder auf den alten Stand (165·94 *m* S. H.) herabzudrücken. Die ganze Zeit, von der Einstellung am 20. Juni 1880 bis 1. Jänner 1881, kann demnach als verlorene betrachtet werden.

Von hier an leisteten aber die Wassermengen ihrer Senkung stärkeren Widerstand und es gelang in der nächstfolgenden Zeit nicht, sie wesentlich herabzudrücken. Zudem hatte sich noch die Nothwendigkeit der Abteufung eines weiteren Schachtes in der Nähe der Einbruchsstelle herausgestellt. Das 14 *m* mächtige Flötz ist nämlich in der Nähe der Einbruchsstelle um 5·5 *m* an einer Flexur in die Tiefe gesenkt. Wie gewöhnlich, hat man es auch hier vorgezogen, das Flötz in einer Liegendstrecke anzufahren, um den Abbau mit einem Hiebe bewerkstelligen zu können; diese Liegendstrecke, d. i. der dritte Horizont der Döllingergrube, ist nur mit dem zweiten und ersten Horizonte derselben Strecke in Verbindung gewesen; so dass die an der Einbruchsstelle einfließenden Wassermengen, welche auf durchschnittlich 11·7 Cubikmeter berechnet waren, zu den höheren Horizonten des Döllinger aufsteigen mussten, bevor sie zu den tiefer liegenden Gruben abfließen konnten. Man musste also, um zur Einbruchsstelle gelangen zu können, die genannte Wassermenge mit entsprechend starken Maschinen in deren Nähe zu gewältigen trachten. Der Schacht wurde 120 *m* westlich von der Einbruchsstelle auf die Strecke des dritten Horizontes gerichtet, um für allfällige mehrfache Verdämmungen Raum zu gewinnen. Er wurde mit dem Namen Döllinger-Hilfsbauschacht belegt. Am 27. August 1880 war mit der Abteufung dieses Schachtes begonnen worden. Nach mehreren kleineren Zwischenfällen konnten die Maschinen am 9. März 1881 eingreifen; ihre Thätigkeit erlitt aber bald wieder eine Unterbrechung in Folge eines Hochwassers, das wegen starken Schneefalles und Thauwetters über Dux und Umgebung hereingebrochen war. Man befürchtete ein gefährdendes Ansteigen des Wassers im Barbarateiche bei Dux, in den die gehobenen Grubenwässer abgeleitet wurden. Glücklicherweise dauerte die Unterbrechung nicht lange; am 15. März waren die Maschinen am Döllinger Hilfsbau wieder in voller Thätigkeit und

Anfangs Juni 1881 war die Einbruchsstelle blosgelegt. Es wurde daselbst ein Wasserzuzfluss von 12 Cubikmeter per Minute beobachtet.

Im Jänner 1882 wurden trotz des Protestes der Grubenbesitzer die Verdämmungsarbeiten vom Ingenieur Siegmund in Angriff genommen und bereits am 20. Mai konnten die Ventile geschlossen werden. Damals stand das Wasser im Urquellschachte 10·43 *m* über der Einbruchsstelle und in der Folgezeit stieg es sehr rasch empor, wie die von Stur wiedergegebene graphische Darstellung zeigt.

Zu gleicher Zeit mit der Stümpfung der Gruben wurde die Abteufung des Urquellschachtes durchgeführt, welchen man bis unter das Niveau der Einbruchsstelle bringen und dadurch die Therme von dem Resultate der Verdämmungsarbeit unabhängig machen wollte. Am 29. December 1879 wurde die Teufung begonnen und bis 20. Juni 1880 um 29·68 *m* (auf 175·5 *m* S. H.) niedergebracht; dann wurde wegen Wassermangels zur Cursaison die Teufung unterbrochen, zur selben Zeit, als das zeitweilige Auspumpungsverbot für die Gruben erlassen wurde. Nach einer neuerlichen Teufung bis auf 160·9 *m* S. H., welche nach Schluss der Saison bis zum 24. Jänner 1881 durchgeführt worden war, ging man daran, den Schacht auszumauern; diese Arbeit wurde am 24. Februar beendet, und während dieser Zeit war das Thermalwasser auf 13 *m* über der Schachtsohle gestiegen, eine Höhe, welche einem Auftriebe von 8 *m* gegenüber dem Stande der Grubenwässer entsprach.

Das Streichen der Spalte, aus welcher das warme Wasser emporstieg, war seiner Zeit an der alten Quellfassung unterhalb der Löwenköpfe von verschiedenen Beobachtern mit 6^h 11° (Zechner), 6^h 14° (Wolf) und 7^h (Laupe) mit einem steilen Einfallen von 82—85° gegen Süd gemessen worden. Die Abteufung wurde wegen des südlichen Einfallens derart bewerkstelligt, dass die Spalte zu Anfang in den nördlichen Schachtstoss fiel. Mit zunehmender Tiefe rückte sie immer mehr gegen die Mitte des Schachtes und schloss sich in einer S. H. von 179 *m* mit 8½° steilem Südfallen an den südlichen Schachtstoss; in noch grösserer Tiefe trat sie nun vollkommen aus dem senkrechten Schachte und musste deshalb in südwärts gerichteten Querschlägen angefahren werden¹⁾. Solche Querschläge wurden in den Höhen von 175·0 *m*, 165·0 *m*, 160·6 *m* und dann wenige Meter über der Schachtsohle in 153·52 *m* S. H. durchgeführt und dadurch Schritt für Schritt die Abweichungen der Thermalspalte im Streichen und Fallen verfolgt. Die complicirten Verhältnisse der Spalten hat Höfer in seinem Gutachten (S. 15 f.) eingehend auseinandergesetzt; der wesentlichste Umstand ist der, dass die Hauptspalte in einer Tiefe von 160 *m*, nachdem sie bereits aus dem Schachte herausgetreten ist, eine Wendung im Streichen nach 4^h (um 31°) vollzogen hat, so dass sie eine windschiefe Fläche bildet und im letzten Querschlag in 153 *m* S. H. bereits ganz verschwunden oder wenigstens nicht mehr

¹⁾ Bericht des Oberingenieurs Freyer. Stur. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1888, pag. 446.

wasserführend zu sein scheint; dagegen wurde daselbst eine weiter südwärts liegende, sehr wasserreiche Spalte mit ostwestlichem oder nordost-südwestlichem Streichen angefahren. In dem tiefsten Querschlage wurde die wasserführende Spalte am 16. Jänner 1882 angefahren und es konnten die Teufungsarbeiten als in gelungener Weise beendigt angesehen werden.

In ähnlicher Weise wie die Urquelle wurden in der Folgezeit auch an den übrigen Quellen auf verschiedene Tiefen Schächte niedergebracht. Hierbei ergaben sich manche interessante geologische Beobachtungen, welche ich jedoch hier nicht im Einzelnen beschreiben will, da Stur bereits in diesem Jahrbuche die detaillirten Berichte über diese Arbeiten veröffentlicht hat. Erwähnt sei aber z. B. der Umstand, dass der Schacht der Frauenquelle unweit der Urquelle, welcher in der Zeit von Februar bis December 1881 von 203 auf 166 *m* S. H. gebracht wurde, ganz trocken und ohne Wasserhebung abgeteuft werden konnte; das Wasser in der Frauenquelle sank nämlich zu gleicher Zeit mit der Senkung des Wasserspiegels im Urquellenschachte; ein Beweis, dass auch die Spalten der beiden nahe beieinander gelegenen Quellen in sehr naher Verbindung miteinander standen. Ganz dasselbe war bei der bedeutend kühleren (21° R.) Augenquelle im Curgarten der Fall; auch sie konnte in Folge des niederen Wasserstandes im Urquellenschachte trocken abgeteuft werden; ein Beweis, dass die Thermen von Teplitz einem gemeinschaftlichen Netze entstammen, trotzdem ein Theil derselben (Augenquelle und Frauenquelle) durch örtlich zuströmende Grundwässer abgekühlt wird. Die steil einfallende Quellspalte der Augenquelle konnte bis zum Sumpfe des Schachtes gut verfolgt werden; sie durchsetzt ohne Aenderung die circa 5 *m* mächtige Ueberlagerung des Porphyrs von hornsteinführendem Conglomerat und Plänerkalk. Man wird hier ebenso wie bei der Riesenquelle annehmen können, dass sich das aufsteigende Thermalwasser, welches sich ursprünglich durch dünne Risse im Kalke empordrängte, durch seine lösende Kraft allmählig eine Spalte ausgeweitet hat. Sowohl in der Augenquelle, wie bei der Frauenquelle wurde als Auskleidung von Klüften und Spalten Hornstein und Baryt gefunden.

Die Schönauer Thermen verschwanden zwar nach dem Döllinger Einbruche nicht, wie die Teplitzer Thermen; aber auch auf sie blieb die Katastrophe nicht ohne Einfluss; namentlich an der Therme des Steinbades zeigte sich ein geringerer Auftrieb und es lieferte die Quelle auch bei künstlicher Hebung nicht mehr die nöthige Wassermenge. Man entschloss sich deshalb, auch die Schönauer Thermen abzuteufen. Auch in der Folgezeit während der Abteufungsarbeiten konnte man die Rückwirkung der Wasserstände in den Gruben namentlich an der genannten Quelle sehr gut beobachten. So stieg z. B. zur Zeit des Pumpverbotes im Sommer 1880 die Therme von 178·44 *m* S. H., auf welches Niveau sie durch die energische Wasserhaltung in den Gruben herabgedrückt worden war bis auf 183·52 *m* S. H. — In gleicher Weise wie die Steinbadquelle bewegten sich auch die benachbarte Sandbad- und Schwefelquelle.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die Schönauer Thermen aus einer Decke von Pläner über dem Porphyrvorkommen. Die Teufungsarbeiten haben dargethan, dass die Plänerdecke eine sehr wechselnde Mächtigkeit von 2 bis mehr als 20 m besitzt, und dass zwischen dieser und dem Porphyrvorkommen stets die wenige Meter mächtigen hornstein- und barytführenden Conglomerate eingeschaltet sind; als das wichtigste geologische Ergebniss, welches auch Stur und Höfer in erster Linie hervorgehoben haben, muss der Umstand bezeichnet werden, dass man hier in dem festen Porphyrvorkommen keine eigentliche Thermalspalte angetroffen hat, und dass sich ohne Zweifel die Hauptwassermengen in einer Seehöhe von 160—169 m in den sehr durchlässigen Zwischenschichten zwischen Porphyrvorkommen und Pläner, in den hornsteinführenden Conglomeraten bewegen. Hier dürfte sich das Thermalwasser mit dem Grundwasser mischen und dadurch die bedeutend niedrige Temperatur der Schönauer Quellen gegenüber den Teplitzer Quellen zu erklären sein. Der innige Zusammenhang dieser Quellen mit dem Grundwasser hat sich im December 1881 aufs Deutlichste geoffenbart, als mit der fortschreitenden Teufung des Steinbadschachtes, welcher damals ca. 16 m tief war, fast alle Brunnen im Schönauer Thalbecken versiegten.

Nachdem die Grube wasserfrei gemacht worden war, konnte man zur Einbruchsstelle gelangen und dieselbe besichtigen. Sie wurde zwar in den Einzelheiten von verschiedenen Autoren etwas verschieden geschildert, in den Hauptpunkten herrscht aber vollkommene Uebereinstimmung. Zunächst ist zu bemerken, dass die Einbruchsstelle vollkommen in der Kohle lag. Unweit des Querschlages, welcher zur Einbruchsstelle führte, war das Flötz an einer 7^h 12^o streichenden und 84^o NO fallenden Kluft um 5·3 m verworfen; eine grössere Verwerfung war aber nicht vorhanden. Nach den Angaben von Siegmund floss das Wasser am 11. Juni in einer Menge von 12 Cubikmeter per Minute aus einer Spalte in der Sohle der Strecke. In der Firste konnte sie in Form einer trockenen, anscheinend auskeilenden Kluft verfolgt werden. Im Streichen bildete sie nach Ullrich einen Winkel von 9^h zu 10^h 6^o; nach Pošepny wurde sie von einer in 11^h streichenden und 3^h fallenden Russkluft abgeschnitten und an ihr verworfen. Bemerkenswerth ist jedenfalls, dass die wasserführende Spalte in den nördlichen Seitenstrecken, auf welche ihr Streichen hindeutete, nicht als offene Kluft angetroffen worden ist, sondern dass man daselbst nur eine Reihe von 7^h bis 8^h streichenden, kleineren Klüften angetroffen hat. Ob nun die Hauptspalte nach Pošepny verworfen ist und vielleicht in der oben angegebenen Verwerfung ihre Fortsetzung findet, oder ob sie sich sehr rasch zu geschlossenen Klüften verengt, in jedem Falle muss man annehmen, dass die Wassercirculation nicht auf einer ausgedehnten offenen Spalte, sondern nur auf einer kleinen Ausweitung in einem Systeme von geschlossenen Klüften vor sich ging.

2. Der erste Wassereinbruch im Victorinschachte am 28. November 1887.

Nachdem sich die Verdämmung im Döllingerschachte vollkommen bewährt hatte, konnte eine Reihe von Jahren dahingehen, ohne dass die Betriebe der an das Porphyrgebiet von Teplitz, Dux und Osseg anschliessenden Gruben eine Störung durch das Thermalwasser, noch die Thermen durch jene erfuhren. Im Jahre 1887 erfolgte aber in dem an das Döllinger Grubenfeld westlich anschliessende Victoriningebiet ein neuerlicher Einbruch von ebenso nachtheiliger Wirkung auf die Gruben und begleitet von derselben Rückwirkung auf die Thermen. In manchen Einzelheiten unterschied sich diese Katastrophe von der ersten. Während im Jahre 1879 das Wasser aus der frisch angeschlagenen Ortsbrust urplötzlich hervorbrach, erfolgte der Einbruch im Victorinschachte scheinbar spontan auf einer schon seit 40 Tagen in Betrieb stehenden Abbaukammer, ohne dass irgend ein warnendes Anzeichen vorhergegangen wäre.

Das 12—14 *m* mächtige Kohlenflötz verflächt an der Sohle des Victorinschachtes, dessen Füllort 1879 in 150·68 *m* S. H. lag, sanft gegen West. Um hier die westlicheren Flötztheile ohne ansteigende Strecken abbauen zu können, vertiefte man im Jahre 1881, als nach erfolgter Sumpfung der Betrieb der Gruben wieder aufgenommen worden war, den Schachtsumpf; hiebei wurde unter der Kohle 8·9 *m* kalkiger Plänerletten durchstossen; darunter traf man in einer Seehöhe von 131·28 *m* auf Porphyr. Die Teufung wurde sofort unterbrochen und es wurde erst nach einer commissionellen Erhebung und auf Grund des Gutachtens zweier Sachverständiger, welche die Teufung wegen der vollkommenen Trockenheit des Porphyrs für gefahrlos hielten, ein 2 *m* tiefer Sumpf in den Porphyr niedergebracht. In der Seehöhe von 131·98 *m* wurde von der Grenze zwischen Porphyr und Pläner ausgehend ein Querschlag von 170 *m* Länge im Plänerletten gegen Südwest getrieben, bis der Querschlag wieder das Flötz traf; dabei wurden zur Vorsicht stets Vorbohrungen von 4 *m* nach allen Seiten in den Pläner bewerkstelligt. Weder im Porphyr, noch im Pläner waren bei diesen Operationen Anzeichen von bedeutenderer Wasserführung bemerkt worden.

Der Abbau der östlich und südöstlich vom Schachte, theilweise jenseits der Duxer Bezirksstrasse gelegenen Flötztheile war schon seit 1884 in Angriff genommen worden und bis auf 100 *m* Entfernung vom Victorinschachte heimwärts abgebaut worden. Hier sollte die am Schutzpfeiler gegen die Duxer Bezirksstrasse gelegene Abbaukammer Nr. 984 auch gegen den Schachtschutzpfeiler die letzte sein. Schon seit dem 9. November wurde die Kohle deckenweise herabgelassen und gefördert, und während dieser Zeit bis zum 28. November war gar kein Wasserzuffluss in diesen Räumen beobachtet worden. Ueberhaupt war auch in den umliegenden Strecken, welche schon seit vielen Jahren in Betrieb waren, niemals ein Ausschwitzen der Kohle oder sonst irgend etwas Bedenkliches wahrgenommen worden.

Am 28. November um $1\frac{1}{2}$ Uhr Früh hatten die Arbeiter, da man ein zu Bruchgehen des Abbaues befürchtete, die Schienen herausgenommen und sich zum Frühstücke gesetzt, da vernahmten sie plötzlich einen schussartigen Knall und ein Geräusch, wie wenn etwas rutschen würde, dann ein Säuseln, wie wenn Wasser durch enge Spalten zischte und später das dumpfe Brausen von grossen Wassermassen. Das Wasser drang aus der Sohle des Abbaues und trieb die leeren Hunde vor sich her. Die Arbeiter wandten sich eiligst zur Flucht und es gelang auch diesmal den Bemühungen des Directors Klier durch eiligste Abberufung die gesammte Mannschaft der Victorin-gruben zu retten.

Die tieferen Grubenstrecken füllten sich sehr rasch. Die Einbruchsstelle blieb aber anfänglich noch zugänglich. Nach der Angabe des Herrn A. Siegmund brach am 28. November an der Sohle des Abbaues ein schäumender Sprudel schmutzigen Wassers von $1\frac{1}{2}$ m Höhe und $\frac{1}{2}$ m Breite hervor. Man versuchte die Ausflussöffnung durch mit Sand oder Letten, und mit groben Eisenfeilspänen gefüllte Säcke zu verstopfen, sie wurden jedoch von aufströmendem Wasser emporgewirbelt und zur Seite geschoben. Bald stellten sich auch schlechte Wetter ein und die Bergbehörde musste die Befahrung des Abbaues und der umliegenden Grubentheile untersagen.

Die Temperatur des Wassers wurde wie beim Döllinger Einbruche mit 17° R. gemessen und die Menge wurde auf 50—60 Cubikmeter per Minute geschätzt. Durch vier Tage wurde von dem Wasser massenhaft Sand und auch grössere Porphyrstücke von 1—2 Kilogramm Gewicht emporgebracht.

Die Einbruchsstelle lag in 145 m S. H., also 5.94 m tiefer als die Sohle des Urquellenschachtes in Teplitz, 11 m tiefer als die Einbruchsstelle im Döllingerschachte und 680 m von dieser entfernt.

Der Wasserzufluss war zwar anfangs durchaus kein so gewaltiger, wie der im Jahre 1879; damals wurden 20.000 Cubikmeter Grubenräume innerhalb 10 Minuten ausgefüllt, während beim ersten Victorin-Einbruche nach 17 Minuten, als in der tiefsten Strecke das Wasser 2 m hoch stand, erst 3000 Cubikmeter erfüllt waren. Beim Döllinger Einbruche wurden die Nachbargruben Fortschritt, Nelson, Victorin und Gisela innerhalb 24 Stunden inundirt, während im Jahre 1887 noch am 30. November die Tiefbauschächte Gisela und Döllinger noch intact waren; in der Nelsongrube ersoffen die Baue noch am 28. November durch Zufluss aus dem Alten Mann. In die Nelsongrube war ein Durchbruch bereits am 29. erfolgt. Erst am 5. December erreichte das Wasser die Höhe der Einbruchsstelle.

Nach den Berechnungen des Herrn Bergingenieurs J. Krisch¹⁾ war aber die Gesammtmenge des Wassers, welche sich mit der Zeit in die Gruben ergoss, zum mindesten ebenso bedeutend, wie beim Döllinger Einbruche, sie hat sich aber durch eine viel kleinere Ausflussöffnung viel langsamer ergiessen können, trotzdem diese um 11 m tiefer lag als damals.

¹⁾ Zu den Dux—Osseger Grubenkatastrophen vom Jahre 1879 und 1887. „Kohleninteressent“, Bd. VI, Nr. 5, 6 und 7.

Schon vom 28. auf den 29. November sank das Wasser im Urquellenschachte ein wenig (4 Centimeter); das Ausmass der Senkung nahm von Tag zu Tag zu; bis 5. December war der Spiegel um nahezu 3 *m* (von 201·28 auf 189·36 *m* S. H.) und bis 16. December um 9·2 *m* gefallen. Am 2. Februar war er auf 182·82 *m* S. H. (um 18·46 *m*) gesunken; von da an hatten sich die Wässer in den Spalten mit einem Ueberdruck von 7·48 *m* von Seiten der Thermen wieder ins Gleichgewicht gestellt, und die Therme begann wieder anzusteigen. Die Schönauer Quellen wurden auch in diesem Falle viel weniger beeinflusst und waren bis Mitte Februar nur um 0·56 *m* gesunken.

Was die Sanirung dieses Einbruches betrifft, drängten sich natürlich dieselben Fragen auf, wie im Jahre 1879. Eine Verdämmung der Einbruchsstelle schien unbedingt geboten; eine vorhergehende Sumpfung würde einerseits, wie die Erfahrung lehrte, eine sehr bedeutende Zeit in Anspruch nehmen, und anderseits den Thermenspiegel ausserordentlich herabdrücken, ja, da die Einbruchsstelle tiefer lag, als der bis auf 150 *m* S. H. abgeteufte Urquellenschacht, war die Gefahr vorhanden, dass nur ein Sumpf von wenigen Metern den Pumpen zur Verfügung stehen würde, wenn auch das Wasser wegen des zu erwartenden Unterschiedes von mindestens 10 *m* nicht völlig aus dem Schachte gewichen wäre. In jedem Falle konnte eine bedeutende Herabdrückung der Therme, wie die Erfahrung gelehrt hatte, in Folge des reichlicheren Nachströmens der kalten, wilden Wasser leicht sehr nachtheilige Folgen für die Eigenschaften des Wassers haben.

Nach sehr eingehenden Ueberlegungen und mannigfachen Vorschlägen einigten sich die Besitzer der Thermalquellen und die Besitzer der inunirden Osseger Schächte Mitte Juli 1888 zu einem Vergleiche, welchem ein Project der Ingenieure Pata und Ullrich zu Grunde gelegt worden war. Der leitende Grundsatz dieses Vergleiches sollte die unbedingte Intacthaltung der Teplitz—Schönauer Thermen sein. Die Grubenbesitzer sollten verhalten sein, sobald als möglich und vor dem Beginne einer Auspumpung vier Bohrlöcher in die Abbaukammer Nr. 984, in welcher der Einbruch stattgefunden hatte, niederzubringen, und durch Einführung von Beton mittelst eines cylindrischen Löffels sowohl die Abbaukammer selbst, als auch sämmtliche in dieselbe einmündenden Strecken des oberen und unteren Horizontes zu verstopfen. Sobald man annehmen konnte, dass der Beton erhärtet und die subaquatische Absperrung der Einbruchsstelle gelungen sei, sollte die Hebung der Wassermassen sofort in Angriff genommen und zunächst bis unter die Einbruchsstelle durchgeführt werden; hierauf sollte erst die Einbruchsstelle und die in die betreffende Kammer mündenden Strecken durch entsprechende Mauerwerke endgiltig abgedämmt werden. Erst nach gelungener Vollendung dieser Arbeit durften die tiefer liegenden Theile der Gruben gesümpft und wieder in Betrieb gesetzt werden. Eine wesentliche Bedingung des Vergleiches war auch die, dass der Wasserspiegel im Urquellen-

schächte durch diese Arbeiten während der Saison bis zum 15. September 1888 nicht unter die Seehöhe von 180 *m* und während der Zeit vom 15. September bis zum 31. September nicht unter 175 *m* S. H. gesenkt werden durfte.

Ganz entsprechend diesem Vorhaben wurde auch die Sanirung in gelungener Weise in viel kürzerer Zeit, wie beim Döllinger Einbrüche durchgeführt. Schon am 5. November konnte mit der Betonirung durch die Bohrlöcher begonnen werden; bis 16. November war sie bereits vollendet (nach Einführung von 1094 Cubikmeter Beton). Am 22. December, als man annehmen konnte, dass der Beton genügend erhärtet sei, wurde auf allen Schächten bei einem Wasserstande von 193 *m* S. H. die Sumpfung in Angriff genommen. Bei Untersuchung der Einbruchstelle erwies sich die Verdämmung als gelungen; nur eine kleine Menge von Wasser (1—2 Liter) floss an zwei Stellen mit Temperaturen von 17° und 15·5° R. aus, auch nach Herstellung des endgiltigen Dammes floss wenig Wasser mit der genannten Temperatur constant aus. Die Wassermassen konnten einerseits wegen bedeutend vermehrter maschineller Anlagen, andererseits aber auch, weil nur ein sehr geringer Zufluss durch die Einbruchstelle erfolgte, viel leichter bewältigt werden als beim Döllinger Einbrüche. Die rasche Senkung des Wasserspiegels übte keine Wirkung mehr auf die Teplitzer Quellen. Am 23. März 1889 konnte bereits die Förderung in den Victorinruben wieder aufgenommen werden, nachdem bereits früher Gisela und Fortschritt damit begonnen hatten.

Mit der Instandsetzung der tiefsten Gruben des Nelsonschachtes, deren tiefste Sohlen in 60·87 *m* S. H. gelegen waren und in denen der Betrieb noch bis Juni 1889 verzögert worden war, konnte die erste Victorinkatastrophe als in ihrem wesentlichen Umfange sanirt betrachtet werden.

Die commissionellen Untersuchungen hatten bei den Sachverständigen die Ueberzeugung hervorgerufen, dass die unmittelbare Ursache der Einbrüche in der Anfahrung eines Punktes mit örtlicher, aussergewöhnlicher oder abnormer geologischer Beschaffenheit zu suchen sei. Die Bergbehörde trachtete deshalb für die Zukunft Anordnungen zu treffen, welche es vielleicht doch möglich machen sollten, die gefährlichen Punkte zu vermeiden. Dazu war es nöthig, mehr Klarheit über die Beschaffenheit des liegenden und des seitlich umgebenden Gebirges zu gewinnen und wurden deshalb behördliche Vornahmen von Bohrungen angeordnet, welche gleichzeitig mit der Eröffnung der Grubenfelder vor sich gehen sollten. Zunächst sollten sehr tiefe Bohrungen in das Liegende von Fall zu Fall bewerkstelligt werden und zwar sollte ihre Lage und Teufe für jeden Fall speciell bestimmt werden; ferner Bohrungen bis zu je 12 *m* Teufe unter allen Liegendstrecken an der Sohle des Flötzes in einer Maximalentfernung von je 50 *m* und ausserdem sollte die Sohle jedes Abbaues mindestens 12 *m* tief angebohrt werden. Die Wässer, welche durch solche Bohrungen oder sonst irgendwie erschrotet werden, mussten sowohl in Bezug auf ihre Menge, als auch in Bezug auf ihre Temperatur genau gemessen und die Messungen gebucht werden. Ein tiefer Schacht, in

den Nelsongruben abgeteuft, sollte als Centralwasserhaltung in den Gruben dienen und eine leichtere Bewältigung der Wassermassen bei einem allfälligen neuerlichen Einbruch gestatten.

Zu gleicher Zeit mit der oben angeführten Vereinbarung wurde von Besitzern der Quellen der Beschluss gefasst, ein Bohrloch auf 500 m Tiefe im Stadtgebiete von Teplitz niederzustossen. Man hoffte vielleicht eine ergiebige Quellspalte in der Tiefe anzutreffen und die Thermen von weiteren Zufälligkeiten in den Bergwerken unabhängig zu machen, ja sogar eine wärmere, reichere und vielleicht dauernd selbständig ausfliessende Therme zu erhalten; eine Anschauung, welche von der Mehrzahl der Sachverständigen getheilt wurde. Leider muss gesagt werden, dass der Erfolg dieser Bohrung nicht den Erwartungen entsprach. Nachdem ein erster Versuch mittelst Freifallbohrers an einer Bohrung im Curgarten missglückt war, wurde eine neuerliche Bohrung am Schlossplatze am 6. Mai 1890, in einer Seehöhe von 211 m in Angriff genommen. Der Bohrer durchteufte sehr rasch die oberen Schichten, bestehend aus 6·5 m diluvialen Letten und 1·5 m Pläner und Hornstein und bewegte sich dann langsamer bis in grosse Tiefen im Quarzporphyr. Mancherlei Schwierigkeiten, hauptsächlich hervorgerufen durch die steilen, von kaolinartigen, thonigen Zersetzungsproducten begleiteten Klüfte im harten Porphyr, verzögerten die Arbeit. So durchdrang der Bohrer bis Anfang April 1891 unter dem Pläner 352 m Porphyr, dann traf man auf einen weissen, völlig zersetzten Phonolitgang von 16 m saigerer Mächtigkeit. Nach weiterer Durchdringung von 10·5 m harten Porphyrs musste die Arbeit in einer Tiefe von 386·5 m abgebrochen werden. Während der Erweiterung des Bohrloches von 6 Zoll auf 8 Zoll war das Bohrgezähne vom Seile gefallen und hatte sich derart verklemmt, dass ein Weiter-teufen mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre. Schon während des Bohrens war bei Vielen die Hoffnung auf eine selbstthätige Therme geschwunden. In der Tiefe von 9·5 m wurde eine Spalte von 34·2° R. angefahren, dann aber zeigte die Temperatur des Wassers keine wesentliche Zunahme mit der Tiefe. Nur bis zur Tiefe von 55 Metern war sie noch von 34·8° auf 38·6° R. gestiegen, blieb constant bis 73 m Tiefe, und sank dann mit grösseren und kleineren Schwankungen mit zunehmender Tiefe. Bei 355 m Tiefe kehrte sie noch einmal auf 38° R. zurück; in der allergrössten Tiefe von 386 m betrug sie aber nur 28° R. Das Wasser zeigte keinen Auftrieb, sondern stand immer gleich mit dem Wasserspiegel im Urquellenschachte. Da so die Hoffnungen keine Nahrung fanden und auch die in Voranschlag genommenen Kosten bereits überschritten waren, wurde das Bohrlochproject vorläufig wieder fallen gelassen¹⁾.

Das Schwanken der Temperatur im Bohrloche bei verschiedenen Tiefen lässt darauf schliessen, dass man an verschiedenen Stellen

¹⁾ Norbert Marischler. Die Ergebnisse der Teplitzer Tiefbohrung in geologischer und bohrtechnischer Beziehung und Vorschläge zur Erreichung eines Sprudels. Nebst einem Anhang: Studien über den Ursprung der Teplitzer Thermen. Teplitz.

Thermalwasser führende Spalten angetroffen hat. Diese Spalten müssen mit der Hauptspalte im Urquellenschachte in Verbindung stehen, da sich das Wasser im Bohrloche mit dem Wasser im Schachte in's hydrostatische Gleichgewicht gestellt hatte. Die Geschichte dieses Bohrloches beweist, dass der Hauptzug des Thermalwassers an gewisse mächtigere Spalten gebunden ist, und dass es bei deren unregelmässigem Verlauf vom Zufalle abhängen muss, ob durch die Bohrung solche Spalten angetroffen werden. In den schwächeren Nebenspalten, in welchen das Thermalwasser nicht ständig strömend bis an die Oberfläche dringt, rufen die vom Tage zusitzenden wilden Wasser eine Herabminderung der Temperatur hervor.

Der Vollständigkeit halber muss hier noch der Erbohrung von artesischem Wasser in Wisterschan östlich von Teplitz gedacht werden. Sie war bereits vor der Inangriffnahme der Teplitzer Bohrung bewerkstelligt worden und hat auch mit dazu beigetragen, die Hoffnungen auf das Gelingen dieser zu stärken. Der Ort der Bohrung, welche von den Gebrüdern Grohmann nächst ihrer Fabrik unternommen wurde, liegt in dem Thale des Teplitzer Baches 3100 *m* von der Urquelle entfernt, bereits ausserhalb des Teplitzer Porphyrgebietes, und umgeben von den eruptiven und sedimentären Hügeln der Tertiärformation in einer Seehöhe von 175 *m*. Das Wasser stieg aus der erbohrten Tiefe von 172·10 *m* empor, und floss auch noch bei Ansatz eines 8 *m* hohen Steigrohres in der Menge von 4—5 Liter in der Secunde frei aus. Die Temperatur betrug 24° C. (19·2° R.), sein Härtegrad betrug bloß 4—5 und seine chemische Zusammensetzung war, abgesehen von dem etwas grösseren Gehalte an freier Kohlensäure, nur wenig verschieden von dem der Teplitzer Quellen. Unter einer 5·8 *m* mächtigen Decke von Humus, Lehm und Kies, welche sehr kalkreiches Wasser führte, wurde eine sehr mächtige Lage verschiedenartiger, theils mehr lettenartiger, theils fester und kalkiger Plänerbildungen durchfahren. Das liegendste, wasserführende Gestein in 172 *m* Tiefe ist ein harter, kalkreicher und quarzitischer Sandstein, und wird von Laube zum Irsersandstein gestellt¹⁾. Nach Marischler (l. c. pag. 20) ist das Gestein theils thoniger, theils krystallinischer Kalkstein, enthält keinen Quarz und wurde von ihm für Pläner gehalten. Es ist hier, wie man wohl mit Laube ganz gut annehmen kann, ein Thermalwasser angetroffen worden, welches aus irgend einer Spalte des Porphyrs in der Umgebung von Teplitz ausströmend, sich an der Grenze von Pläner und Porphyr bis auf die Seehöhe von 24 *m* abwärts bewegt hat; der Auftrieb ist derselbe, wie der bei einem artesischen Brunnen, in welchem eine wasserführende Schicht unter einer undurchlässigen Decke angefahren wurde. Allerdings muss dabei der starke Auftrieb überraschen, welcher fast an die Ausflusshöhe der Urquelle heranreicht. Er deutet darauf hin, dass das Wasser einem Spaltensysteme entstammt, welches mit dem von Schönau und Teplitz in keinem engeren Zusammenhange steht.

¹⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1888, pag. 491.

3. Der zweite Wassereinbruch im Victorinschachte am 25. Mai 1892.

Anscheinend ganz spontan erfolgte nach einer Unterbrechung von nicht ganz drei Jahren an derselben Stelle, wie im Jahre 1887, ein neuerlicher Wassereinbruch, welcher abermals seinen eigenen Charakter besass. Die Wasser brachen nicht mit der Plötzlichkeit hervor, wie beim ersten Victorin-Einbruche, geschweige wie beim Döllinger Einbruche; es erfolgte vielmehr ein anfangs allmähliches Zusickern und ein später immer rascher zunehmendes Einströmen der Grubenwässer, welches von den zahlreichen Pumpanlagen, die seit den vorhergehenden Einbrüchen bestanden, nicht gewältigt werden konnte.

Während der Zeit seit Abschluss der Verdämmung war nur ein sehr geringer Wasserzufluss von 37—57 Litern per Minute und 13·6° R. (17° C.) an derselben zu beobachten gewesen. Am 25. Mai 1892 morgens gewahrte man, dass der Wasserzufluss an einzelnen Ausflussrohren zugenommen hatte und trübe geworden war; durch die Kugeldämme und durch die Kohle begann bald das Wasser durchzusickern; nachdem dieser Zustand 5 Stunden gedauert hatte, erfolgte um 10 Uhr Morgens der hauptsächlich Wassereinbruch und es ergoss sich das Wasser durch die alten Baue in die benachbarten Nelson-, Fortschritt- und Giselagruben, in welchen schon früher ebenso wie in der Victorinigrube die Mannschaft aus Sicherheitsrücksichten zum Ausfahren veranlasst worden war. Am ersten Tage betrug der Wasserzufluss 70—80 Cubikmeter per Minute, verringerte sich aber schon am folgenden Tage und am 29. wurde er mit 24 Cubikmeter per Minute geschätzt. Allmähig stieg der Wasserstand in den Gruben trotz des Pumpens mit allen Maschinen bis 24. Juni auf 130 *m* S. H. und hat bis 14. Juli die Höhe der Einbruchstelle (145 *m*) erreicht; während dieser Zeit war das Wasser im Teplitzer Urquellenschachte auf 186·72 *m* S. H. gesunken.

Da die Einbruchstelle wegen der Verdämmung nicht zugänglich war, ist es nicht erwiesen, ob dieser Einbruch genau an derselben Stelle erfolgt ist, wie der erste, oder in einer Nachbarkammer, welche, wie sich später herausgestellt hatte, durch Herausschwemmung des Versatzmaterials zu Bruche gegangen war. Untersuchungen, welche durch Bohrungen vorgenommen wurden, ergaben, dass der Betonkörper der subaquatischen Verdämmung zum Theil über einem Hohlraume stand, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich der Betonkörper in Folge einer mangelhaften Unterstüzung, theilweise gesenkt und gespalten hatte. Es kann aber auch angenommen werden, dass, nach genügender Anstauung der Wässer und nach Erreichung derselben Druckhöhe, wie beim ersten Einbruche, ein ähnlicher Durchbruch der Sohle in der benachbarten Abbaukammer (Nr. 963) erfolgt ist, wie damals. Die ungenaue Kenntniss der Verhältnisse an der Einbruchstelle war somit einer der Hauptpunkte, welche eine neuerliche subaquatische Verdämmung nicht thunlich erscheinen liessen.

Das Wasser in den Schächten stieg weiter unter gleichzeitigem Sinken des Quellenspiegels bis August 1892 bis auf circa 162 *m*

S. H. und wurde bis Juni 1893 in diesem Niveau gehalten. Als damals die Quellen während der Saison unter den früher vereinbarten Wasserspiegel von 180 *m* bis auf 178·65 *m* gesunken waren, wurde auf behördliche Anordnung die Wasserhebung eingestellt. Der Beginn der Wasserhebung mit Ende der Saison (14. September) brachte die Grubenwässer bald wieder von 170·68 *m*, auf welche Höhe sie gestiegen waren, bis auf 160 *m*. Die Thermalwässer befanden sich während der folgenden Monate, in denen die Grubenwässer in der genannten Höhe gehalten wurden, je nach dem Pumpbetrieb in 178—180 *m* S. H.

Trotzdem es gelungen war, bei den vorhergegangenen Wasser- einbrüchen die Gruben sowohl als auch die Thermen wieder zu retten, schien es in diesem Falle, als ob sich die Schwierigkeiten in dem Masse gesteigert hätten, dass man auf eine Sanirung ohne Schädigung einer der beiden Interessengruppen nicht hoffen konnte. Es war nicht möglich, dieselben Mittel anzuwenden, wie bei den vorhergegangenen Katastrophen. Gegen eine Sumpfung der Gruben bis zur Einbruch- stelle verwahrten sich die Quellenbesitzer ebenso wie im Jahre 1888, da die Einbruchstelle bedeutend tiefer lag (143 *m* S. H.) als die im Döllingerschächte (156 *m* S. H.) und da, wenn die Thermen durch die Sumpfung auf so grosse Tiefen herabgedrückt würden, nach den bisherigen Erfahrungen nicht garantirt werden konnte, dass die Quellen in Bezug auf Temperatur, Zusammensetzung und Wasser- menge keinen Schaden erleiden würden. Man musste auch fürchten, dass möglicherweise sich die Nothwendigkeit einer weiteren Teufung der Quellenschächte herausstellen könnte; ebenfalls ein Umstand, der nach den bisherigen Erfahrungen über den Verlauf der durchaus nicht leicht zu verfolgenden Thermalspalten nicht wünschenswerth erscheinen konnte. Ausserdem musste befürchtet werden, dass sich eine derartige Action nicht im Verlaufe eines Winters durchführen liesse und dass möglicherweise eine Saison für die Bäder verloren gehen müsste. Ein solcher Verlust würde natürlich einen sehr schweren, vielleicht nicht mehr zu überwindenden Schlag für jede Badestadt bedeuten.

Auch an eine subaquatische Verdämmung, wie sie beim ersten Victorin-Einbruche durchgeführt worden war, konnte in diesem Falle nicht gedacht werden. Die Lage der Einbruchstelle und deren Natur waren nicht bekannt. Ein Vorschlag, mittelst Caissons zur Einbruch- stelle zu gelangen, konnte, da hiezu ein zu grosser Atmosphärendruck benöthigt worden wäre, welcher das Leben der Arbeiter hätte gef- ährden können, keine Anwendung finden.

Die folgenden Jahre vergingen nun unter Verhandlungen zwischen den Grubenbesitzern und den Quelleninteressenten, welche aber zu keinem Resultate führten. In einem Theile der inunDIRten Schächte, Nelson und Fortschritt, wurde späterhin die Wasserhebung ganz ein- gestellt. Nur in den höchstgelegenen Grubenfeldern des Gisela- schachtes wurde das Wasser in 161—165 *m* S. H. gehalten, wodurch hier der Weiterbetrieb des Abbaues und der Förderung ermöglicht wurde.

So war der Zustand als Ende 1894 die bisher drei verschie- denen Besitzern gehörigen Gruben von der Brüxer Bergbaugesell-

schaft angekauft wurden, deren Centraldirector G. Bihl den Quellenbesitzern ein neuerliches Project vorlegte. Im Februar 1895 kam mit Zugrundelegung dieses Projectes zwischen beiden Interessentengruppen ein Vertrag zu Stande, welcher, wie das nicht anders denkbar ist, ausser der grossen technisch-montanistischen Hauptfrage eine ganze Reihe von pekuniären Bestimmungen enthielt, die uns aber hier nicht interessiren.

So wie bei früheren Verträgen war auch diesem der Grundgedanke vorausgeschickt, dass bei der durchzuführenden Sanirung eine Berührung der Heilquellenfassung in Teplitz, insbesondere eine tiefere Abteufung der Quellschächte ausgeschlossen sein müsse, und dass nach gelungener Durchführung rücksichtlich der Wasserstände ein den ordnungsmässigen Bäderbetrieb gewährleistender Zustand aufrecht erhalten werde.

Das neue Project stützte sich auf folgende Beobachtungen bezüglich der Gruben- und Quellenwasserstände: Als mit Ende der Saison 1893 das Pumpverbot wieder aufgehoben wurde, waren die Inundationswässer bald von 170 bis auf 160 *m* S. H. niedergebracht worden, ohne dass sich diese Senkung im Urquellschachte fühlbar gemacht hätte, im Gegentheile, das Thermalwasser war in dieser Zeit — trotz des Bäderbetriebes — um einen Meter gestiegen. In der vorhergegangenen Zeit waren am Döllinger Hilfsbau 3—4 Cubikmeter per Minute gehoben und dadurch die Wässer in Seehöhe 161 *m* ständig gehalten worden. Eine gleiche Wassermenge hatten die Pumpen schon vor der Katastrophe als wilde Wässer zu bewältigen gehabt. Die Ergiebigkeit der Teplitzer Thermen war schon früher mit 3—4 Cubikmeter per Minute bekannt gewesen. Wenn das Thermalwasser den Gruben zufließen würde, so hätten die Pumpen daselbst, um das Wasser auf gleichem Niveau zu halten, 6—8 Cubikmeter per Minute zu bewältigen gehabt. Da nun der Thermalspiegel trotz der Wasserhaltung in fortwährendem Ansteigen begriffen war und sich bereits 20·6 *m* (182·15—161·6 *m* S. H.) über dem Niveau des Inundationswassers befand, schloss man aus diesem und aus den vorhergenannten Umständen, dass keinerlei Wasserzufluss vom Thermalgebiete gegen die Gruben mehr stattfand.

Im Verlaufe des Jahres 1893 hatten sich bedeutende obertägige Senkungen über der Einbruchstelle gebildet, zur selben Zeit, als der Zusammenhang zwischen den Thermalwässern und den Grubenwässern bereits unterbrochen schien. Man schloss daraus, dass die seinerzeit versetzte Abbaukammer Nr. 963 wieder ausgeschwemmt und zu Bruche gegangen war, dass sich vielleicht der theilweise über einem Hohlraume schwebende Betonkörper neuerdings gesetzt hatte, und dass ferner die wasserführenden Spalten durch Lehm und Letten verlegt worden waren, so dass sich auf diese Weise die Einbruchstelle von selbst wieder verstopft hatte. Nichtsdestoweniger konnte man eine einfache Sumpfung der Grube nicht wagen, da eine stärkere Belastung der Einbruchstelle durch weiteres Senken des Grubenwasserspiegels höchst wahrscheinlich einen neuerlichen Durchbruch zur Folge gehabt hätte.

Auf die Controle der Wasserstandsverhältnisse und die damit verbundene Regelung des auf der Einbruchstelle lastenden Druckes bezog sich der erste Hauptpunkt des neuen Projectes, welcher die Anlage eines Pegelschachtes betraf. Es sollte ein Schacht in der Nähe der Döllinger Einbruchstelle bis auf deren Höhe (156.45 m) niedergebracht und wasserdicht abgemauert werden. Durch eine wasserdichte Communication soll der Schacht mit der Verdämmung an der Döllinger Einbruchstelle in Verbindung gebracht werden, so dass die im Schachte angestaute Wassersäule den Massstab gibt für den auf dem Verdämmungsventil lastenden Druck; auch gestattet diese Wassersäule, die Bewegung des Wasserspiegels in diesem Theile des Thermalgebietes direct zu beobachten, und eine 7 Kilometer von Teplitz entfernte, sehr werthvolle Zwischenstation gestattet, die Wechselbeziehungen zwischen Inundations- und Thermalwässern viel genauer im Auge zu behalten. An der Schachtsohle sollten Reserve-Ventile angebracht werden, welche zu jeder Zeit geöffnet und geschlossen werden können, und es dadurch ermöglichen, den Wasserabfluss aus dem Pegelschachte zum Döllinger Hilfsbau nach Wunsch zu reguliren.

Nach Vollendung des Pegelschachtes sollte das Ventil an der Döllinger Verdämmung geöffnet und dem hinter demselben aufgestauten Wasser ein freier Ausfluss nach den Gruberräumen gewährt werden. Dabei sollte gestattet werden, beide Wässer bis auf 1 m unter der Döllinger Einbruchstelle zu sumpfen. Der Zweck dieser Massnahme ist der, den auf der Victorin-Einbruchstelle lastenden Druck um 21 Meter zu entlasten, so dass eine weitere Sumpfung kaum mehr eine Gefahr bezüglich eines neuerlichen Durchbruchs enthalten konnte. Allerdings wurde dadurch ein Zustand geschaffen, wie er zur Zeit der Verdämmung der Döllinger Einbruchstelle durch 11 Monate (vom Juni 1881 bis Mai 1882) bestanden hatte; aber in einer Weise, welche die Quellen in viel geringerem Masse bedrohen konnte. Denn einerseits sollte nicht wie damals auch in den Quellschächten gesümpft werden, dann war eine viel raschere Vollendung der Sanirungsaction zu gewärtigen wie damals und ferner eine Abschliessung jederzeit durchführbar. Man nahm an, dass das Thermalwasser nicht unter 170 m S. H. sinken werde, welche Voraussetzung auch zutraf.

Von der Döllinger Einbruchstelle bis auf die Victorin-Einbruchstelle waren nur mehr 11 m Wasser zu sumpfen, was mit den seit dem ersten Einbruche hergestellten Anlagen, wobei in diesem Falle auch der Döllinger Hilfsbau mit in Betracht kommt, voraussichtlich in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden konnte. Die Einbruchstelle hatte, wie oben bemerkt, schon früher einem höheren Drucke (21 m) zu widerstehen gehabt; und so konnte man wohl annehmen, dass sie auch bei der weiteren Sumpfung die im Thermalgebiete bis zur Höhe des Döllinger Ventiles aufgestaute Wassersäule ertragen würde. Zunächst sollte nur bis auf zwei Meter unter die Victorin-Einbruchstelle (143 m S. H.) gesümpft werden; dann die Freilegung der Einbruchstelle und die endgiltige Verdämmung derselben bewerkstelligt werden. Erst nach Vollendung aller Sicherheitsmassnahmen

durfte an die weitere Sumpfung und Wiederinstandsetzung der tiefer gelegenen Grubentheile geschritten werden.

Ueber den zeitlichen Verlauf der Durchführung dieser grossartigen, in allen Theilen als gelungen zu bezeichnenden Sanirungsaction gibt das Graphicon auf Taf. X Aufschluss. Abgesehen von geringfügigen Störungen sind die Arbeiten ganz regelmässig vor sich gegangen. Im Februar 1895 war das Werk begonnen worden, und nach nicht ganz einem Jahre, am 30. Jänner 1896 fand die Collaudirung der Verdämmung an der Victorin-Einbruchstelle statt. Zu gleicher Zeit wurde auch das Ventil an der Döllinger Einbruchstelle wieder geschlossen. Die Förderung in der Fortschritt- und Victorin-grube hatte schon im November und December beginnen können, da wegen des geringen Einflusses der Wasserhebung auf die Thermen einer tieferen Sumpfung in den Gruben unter die Victorin-Einbruchstelle nichts im Wege gestanden war.

4. Wassereinbruch im Giselaschachte am 24. April 1897.

Noch einmal ist das Wasser aus den Plänerschichten in die Grubenräume durchgebrochen, und zwar an einer dritten, weiter gegen Norden gelegenen Stelle. Diesesmal ist es aber gelungen, die Ausflussöffnung in so rascher Zeit zu versperren, dass kein merkbarer Einfluss auf die Quellen beobachtet wurde.

Unweit nördlich des Füllortes am Giselaschachte ist das Flötz an einer WSW—ONO-streichenden Kluft um 32 *m* saigerer Höhe nach Norden verworfen. Zur Ausrichtung war seit Mai 1896 vom Füllorthorizonte aus ein Fallort vorgetrieben worden. Bereits am 28. Jänner, nachdem diese Strecke auf 90 *m* weit getrieben war, wurde hier etwas Wasser durch ein Bohrloch erschrottet. Der Vorschrift gemäss (s. S. 458) wurde nämlich von Zeit zu Zeit sowohl vor Ort als auch in der Firste und in der Sohle um 4 *m* vorgebohrt. Das betreffende Bohrloch war auf 4·2 *m* in Sohle getrieben worden und hatte 1 *m* Mergel, 3·1 *m* blauen Letten, und 0·1 *m* Sandstein durchbohrt. Die Strecke befand sich im Liegendletten. Aus dem Bohrloch floss Wasser von 15·5° R. in der Menge von 3·3 Liter per Minute. Noch in derselben Schicht war es gelungen, die Bohrung wasserdicht zu verstopfen. (Als weitere Sicherheitsmassnahmen sollte in der Weise vorbohrt werden, dass die Bohrung stets mindestens 4 *m* parallel der Fallortaxe, dem Streckentrieb vorausseilt. In beiden Ulmen und in der Firste sollte in Abständen von wenigstens 3 *m* auf mindestens 2 *m* vorgebohrt, und bei eventueller Wasserschrottung die betreffende Bohrung sofort wasserdicht verschlossen werden.)

Der Fallort war aber nicht weitergetrieben worden. Am 31. Jänner Morgens wurde in der Sohle des Fallortes ein Wasserfluss von 7·6 Liter per Minute bemerkt; er wurde durch Einbau einer Monski-Pumpe gewältigt, dauerte aber in der Folgezeit von 10·2 bis 6·7 Liter per Minute schwankend fort. Man schritt deshalb im Februar an die Herstellung eines Keildammes, welcher das Fallort absperren sollte.

Anfang März begann auch aus der Firste aus dem letzten Bohrloche Wasser zu fließen, der Letten war um dieses Bohrloch herum „ganz aufgeweicht und löste sich breiartig ab“. Am 8. März lösten sich auch Lettenpartien von der Firste und fielen herab. Damals wurde der gesammte Wasserzuzfluss an der Firste und an der Sohle mit 11 Liter per Minute gemessen.

Am 24. April um 11 Uhr Vormittags erfolgte der Wassereinbruch. Nachdem kurz vorher die Strecke noch befahren worden war, ohne dass etwas Auffälliges bemerkt worden wäre, vernahmen die am Füllorthorizonte beschäftigten Arbeiter um die genannte Zeit das Rauschen des Wassers, das aus dem Kopfe des Fallortes (Seehöhe 159·35 *m*) herausdrang und gegen den Schachtsumpf abfloss. Die Wassermenge wurde auf 1½ Cubikmeter per Minute geschätzt und ein sofortiges Ausfahren der Mannschaft veranlasst. Die Temperatur betrug 14—14½° R. Bis Nachmittag hatte der Wasserzuzfluss noch zugenommen und betrug nach verschiedenen Schätzungen 2—4 Cubikmeter per Minute.

Am Kopfe des Fallortes sollte rasch ein Balkendamm mit gestampftem Letten errichtet werden, und man hoffte ihn noch fertigstellen zu können, bevor das Fallort unzugänglich geworden ist; nachdem das ersteingesetzte Rohr von 250 *mm* den Wasserzuzfluss nicht fasste, musste noch ein zweites von 200 *mm* beigefügt werden; der Lettendamm konnte bis auf 50 Centimeter Höhe gebracht werden. Da die Wasserhaltung des Giselaschachtes nur auf 1½ Cubikmeter eingerichtet war, hatten sich die Tiefbauten des Schachtes bis 8 Uhr Abends ganz mit Wasser gefüllt.

Der Wasserzuzfluss nahm noch stetig zu und wurde am 25. April auf 8 Cubikmeter per Minute geschätzt. Als einzig mögliche Sanierungsmassnahme wurde vorgeschlagen, im Giselaschachte möglichst rasch starke Pumpen einzubauen, durch welche der Kopf des Fallortes freigehalten und verdämmt werden konnte. Gleichzeitig sollte auf das Fallort von Tage aus eine Bohrung von 200 *mm* Weite getrieben, und später auf 600 *mm* nachgeschnitten werden, durch welche Lehmkugeln eingeführt und dadurch die Erstickung des Wasserzulaufes gefördert werden konnte.

Das Wasser war bis zum 25. nicht in dem Masse gestiegen als man gefürchtet hatte, und es konnte am Kopfe des Fallortes noch weiter gearbeitet werden. Ja, es gelang noch an demselben Vormittage, an Stelle des Lettendamms, dessen Herstellung zu zeitraubend schien, einen Damm aus Ziegeln und Cement herzustellen. Das Wasser brach aber am östlichen Stosse durch die lockere Kohle durch und man beschloss, in der Oststrecke an der nächsten noch wasserfreien Stelle einen zweiten Damm zu errichten.

Die Pumpen sollten in einem im Füllort des Wasserschachtes auszubrechenden Raum aufgestellt werden; da die Ueberschwemmung des Füllortes bei einem stündlichen Steigen des Wasserstandes um 3 Centimeter in 63 Stunden zu gewärtigen war, wurden, um Zeit zu gewinnen, an allen zum Förderschachte und zum Wasserschachte führenden Strecken 1 *m* hohe Lettendämme errichtet. Damit konnte man auf 4 Tage Zeitraum für die der Sumpfung vorangehenden

Arbeiten rechnen. Am 26. April stieg jedoch das Wasser noch stärker, um 3·7 Centimeter per Stunde, und man entschloss sich, die an den Strecken aufzuführenden 6 Dämme bis an die Firsten zu erhöhen, sodass der Förderschacht und die nähere Umgebung kammerartig abgesperrt wurden. Bis 29. April war das Wasser bis auf 1·35 *m* hinter diesen Nothdämmen gestiegen. Inzwischen war auch die Einrichtung der Pumpen vollendet und man hoffte, in derselben Nacht mit der Sumpfung beginnen zu können. Die genannten Nothdämme hatten sich also vortrefflich bewährt.

Am 1. Mai Morgens hatten die Inundationswässer mit 163·60 *m* S. H. ihren höchsten Stand erreicht. Von da an wurde er durch den Pumpenbetrieb, der anfangs wohl durch schlechte Wetter an der Sohle des Förderschachtes einige kleine Unterbrechungen erlitten hatte, stetig herabgebracht. Am 14. Mai war der Füllorthorizont (161·41 *m*) wieder wasserfrei.

Das Bohrloch hatte am 12. Mai die Fallortstrecke erreicht und es wurde sofort mit der Einfüllung von Lehmkugeln begonnen; ausserdem wurde 20 *m* nördlich ein zweites Bohrloch auf den Fallort begonnen, das am 19. Mai fertiggestellt war. Ein grosser Theil des massenhaft eingeführten Materials wurde offenbar fortgetragen und an den Dämmen abgesetzt. Am 1. Juni stand die Sumpfung bereits 70 Centimeter unter dem Kopf des Fallortes (in 158·6 *m*).

Mit der Herstellung der definitiven Cementverdämmung daselbst war schon früher begonnen worden. Die definitive Schliessung der Einbruchstelle fand am 3. Mai, 2 Uhr Nachmittags statt. Der Wasserzufluss hatte inzwischen, wahrscheinlich in Folge der Materialeinführung durch die Bohrlöcher, bedeutend nachgelassen. Am 8. Juni wurde die Förderung wieder im vollen Umfange aufgenommen. Am 13. Juni waren auch die Tiefbaue der Grube wieder wasserfrei, und am 15. war die Verdämmung vollkommen fertiggestellt.

Wie bereits hervorgehoben wurde, hatte dieser Einbruch keine merkbare Wirkung auf die Teplitzer Thermen ausgeübt. Nichtsdestoweniger kann an dem Zusammenhange des in die Giselagrube ergossenen Wassers mit dem Thermalgebiete nicht gezweifelt werden. Dies geht aus dem deutlichen Sinken des Wassers im Pegelschachte (Döllinger Bohrloch), im Victorin-Bohrloch und im Riesenquellenschachte hervor. Doch war die Wechselwirkung keineswegs von der Lebhaftigkeit, wie bei den früheren, namentlich beim ersten Einbruche. Zum Theil mag das aber mit dem Umstande zusammenhängen, dass die Thermalwässer einen tiefern Stand (180·68 *m* S. H.) hatten, indem ja erfahrungsgemäss nach allen früheren Beobachtungen mit dem tieferen Stande die Wechselbeziehung zwischen Grubenwässern und Thermalwässern eine zunehmende Erlahmung zeigen.

Die Urquelle war vom 24. April bis zur Verdämmung der Einbruchstelle am 3. Juni von 180·68 *m* auf 179·18 *m*, also um circa 1·50 *m* gesunken. Es wurde aber geltend gemacht, dass daselbst zum Bäderbetriebe 1·7 Cubikmeter Wasser per Minute gehoben wurden, was eine Senkung von $\frac{3}{4}$ *m* während des Tages verursachte, die sich aber während der Nacht wieder bis auf 3—4 Centimeter erholte. Man kann also diese Senkung auch auf den Bäderbetrieb

allein zurückführen, welcher nach obiger Schätzung eine Senkung des Wasserspiegels von 120—160 Centimeter zur Folge gehabt haben müsste. Für die Riesenquelle und für das Pegelbohrloch können aber dieselben Argumente nicht gelten; erstere war seit dem Einbruch von 174·90 auf 172·83, d. i. um 2·07 *m*, und letzteres von 173·53 auf 162·06, d. i. um 1·47 *m* gesunken. Das der Einbruchsstelle näher gelegene Victorin-Bohrloch zeigte eine stärkere Senkung, nämlich von 169·41 auf 167·42 *m* S. H., d. i. um 1·99 *m*. (S. Taf. X.)

In demselben Sinne ging auch das Ansteigen der Wässer nach Verschliessung der Einbruchsstelle vor sich; in den unmittelbar hinter der Verdämmung gelegenen Bohrlöchern, welche auf den Fallort getrieben waren, staute sich das Wasser sofort hoch an bis zur Höhe der Riesenquelle und der Bohrlöcher, auf welche die Verdämmung weniger plötzlich, aber doch sehr deutlich wirkte. Obiger Deutung entsprechend, nach welcher die Wasserhebung im Quellschachte auf dessen Wasserspiegel einen viel grösseren Einfluss ausübte, als der stattgehabte Einbruch, machte sich auch die Schliessung der Einbruchsstelle am Urquellschachte nicht bemerkbar.

IV. Beziehungen zwischen Thermalwasser, Inundationswasser und Grundwasser.

Mit der grossartigen Unternehmung, welche die Gewaltigung des zweiten Victorin-Einbruches zu Stande brachte, war es gelungen, einen Zustand herzustellen, in dem man mit grösserer Ruhe den eventuellen neuerlichen Wassereinbrüchen entgegensehen konnte. Man konnte das Aufstauen der Wässer in der Thermalzone im Pegelschachte und in der Riesenquelle überwachen, und durch zeitweises Ablassen derselben durch das Ventil beim Döllinger Hilfsbau den Ueberdruck der Wässer und die Gefahr für die Gruben vermindern, oder auch im Falle eines Einbruches die Gewaltigung des Wassers durch Oeffnen dieses Ventils und durch Zuhilfenahme weiterer Anlagen beschleunigen. Vergleicht man den kurzen Zeitraum und die Sicherheit, mit der man des letzten Einbruches im Giselaschachte Herr geworden ist, mit dem Schrecken und der Rathlosigkeit der ersten Katastrophe am Döllingerschachte, bei der man schon die Gruben und die Quellen verloren glaubte, so erkennt man, ein wie grosser Einblick während der seither verflossenen Jahre in die Wechselbeziehungen der Wässer gewonnen worden ist, und auf welcher vollkommene Weise man sie beherrschen gelernt hat.

Bis man in Bezug auf die hydrologischen Verhältnisse zu dem gegenwärtigen Zustand der, wenn auch noch nicht vollkommenen Klarheit, gelangt ist, waren begreiflicherweise zahlreiche verschiedene Anschauungen zur Deutung derselben in geologischer Hinsicht im Umlaufe. Manche Annahmen sind durch spätere Ereignisse von selbst beseitigt worden. So dachte Wolf im Jahre 1879, dass man in der Richtung von der Döllinger Einbruchsstelle

zu den Teplitzer Thermen eine thermalwasserführende Verwerfungsspalte annehmen müsse, welche unter dem Kühleiche von einer NNO—SSW-streichenden zweiten Verwerfung (dem Osseger Verwurf) in gleichem Winkel geschnitten wird. Die Kreuzungsstelle der beiden Spalten wurde — nach Wolf's Auffassung — angefahren und dadurch das Wasser der Thermalspalte entleert. Die späteren Einbrüche haben gezeigt, dass auch an anderen, nördlicher gelegenen Punkten dieselbe Gefahr von Wassererschöpfung bestand. Nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse scheint die Anschauung, welche Pošepny bereits im Jahre 1880 hegte und im Jahre 1888 äusserte, die grösste Wahrscheinlichkeit zu besitzen, nämlich, dass die dem Porphyr unmittelbar aufgelagerten Conglomerate und zum Theile auch die Plänerschichten mit grossen Mengen von Grundwasser und Thermalwasser erfüllt sind, die sich gelegentlich der ersten Einbrüche zunächst plötzlich entleert haben. Erst etwas später hat eine Rückwirkung auf die mit dem Pläner- und Conglomerat-Reservoir in Verbindung stehenden Thermalspalten stattgefunden.

Die braunkohlenführenden Tertiärschichten, welche im Westen den Pläner und den Porphyr überlagern, sind an zahlreichen, hauptsächlich NS-streichenden Verwerfungen westwärts abgesunken; es lässt sich bei der Mächtigkeit einzelner Störungen wohl annehmen, dass sie sich theilweise in das liegende Gebirge fortsetzen, und dass die tiefere Lage des Porphyrs unter den Kohlengruben tektonischen Beziehungen zugeschrieben werden muss. Die Einbrüche können aber, wie die Aufschlüsse an den Einbruchstellen gelehrt haben, nicht einem Hauptverwurfe zugeschrieben werden, welcher das Teplitzer Porphyrgbiet im Westen abschneidet, wenn auch angenommen werden muss, dass kleinere Klüfte den Weg geboten haben zur Entleerung der unter hohem Druck stehenden Wassermassen in den Liegendschichten.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass sich ein Theil des Thermalwassers ohne Zweifel aus dem Porphyr in die Conglomerate und in den Pläner ergiesst, dass die Augenquelle und die Schönauer Thermen aus hornsteinführendem Pläner kommen, ohne dass unmittelbar darunter Thermalspalten angefahren wurden, und dass die Hornsteine und Baryte in den Conglomeraten der Umgebung von Teplitz darauf hindeuten, dass sich in diesen zur Zeit, als die Thäler von Teplitz-Schönau noch nicht so tief eingeschnitten waren, Thermalwasser bewegt haben. In der Bohrung von Wisterschan wurde Thermalwasser, welches ohne Zweifel ebenfalls aus höheren Theilen des Porphyrs stammt, in den sandigen Liegendschichten des Pläner angefahren. Pošepny hat bei Untersuchung der Einbruchstelle im Döllingerschachte im Jahre 1881 grosse Mengen von rundlichen Porphyrstücken angetroffen, welche von den Wassermengen mitgerissen worden waren und, wie er wohl richtig geschlossen hat, den Porphyrconglomeraten entstammen dürften. Im Giselaschachte wurde in dem Fallorte, der den Einbruch eröffnet hat, hornsteinführender Pläner erbohrt. Etwas anders liegen die Verhältnisse an der Einbruchstelle im Victorinschachte; dort war nicht nur der Porphyr vollkommen trocken angefahren und 2 m tief abgebaut, sondern

es war sogar auch im Pläner eine ganze Strecke ohne Wasserführung getrieben worden. Als in der östlichen Strecke aus der Sohle einer Abbaukammer der Einbruch erfolgt war, vermuthete man, dass unmittelbar unter der Strecke der Porphyr anstehe; eine Vermuthung, die auch hier durch den Umstand unterstützt wurde, dass eine Menge von Porphyrgrus mit 1—2 Kilogramm schweren Porphyrstücken hereingeschwemmt worden war.

Die Thatsachen vom Victorineinbruche beweisen, dass durchaus nicht überall der Pläner und Porphyr von Wasser durchtränkt sein müssen, während die anderen Fälle gerade nur auf diese Gesteine hindeuten. Bei den zwei ersten grossen Einbrüchen haben sich ohne Zweifel grössere Reservoirs plötzlich entleert; es scheint, dass die grossen Wasseranhäufungen in grösserer Tiefe abnehmen, dass die zahlreichen Hohlräume dort nicht mehr vorhanden sind, welche die Reservoirs und Verbindungswege für die Wasser bilden, und es spricht alle Wahrscheinlichkeit für die bereits oftmals geäusserte Annahme, dass sich bei den ersten Einbrüchen das im Pläner und in den Conglomeraten in grosser Menge angestaute Wasser entleert hat. — Eine allzu schematische Vorstellung wird aber namentlich in geologischen Fragen in den Einzelheiten sehr leicht auf Widersprüche stossen und es muss auch der Annahme Höfer's Raum gegeben werden, dass manche Partien des liegenden Gebirges durch verschiedentliche Störungen von der westlichen thermalwasserführenden Zonen in der Weise abgetrennt sind, dass sie vollkommen trocken bleiben konnten. Wenn sich in der Nähe des Porphyrs Gesteinspartien im Tertiär befinden, welche im Stande sind, Wasser aufzunehmen und mit jenem durch Klüfte in Verbindung stehen, werden auch sie sich vollgesogen haben und bei ihrer Entleerung gelegentlich eines Einbruches die Wasser aus dem Porphyr oder dem überlagernden Conglomerate nach sich ziehen. Ein solcher Vorgang äusserte sich bei allen Einbrüchen darin, dass die Temperatur der Einbruchswässer bei den einzelnen Katastrophen nach einigen Tagen um einige Grade gestiegen war.

Im Porphyr steigt das warme Wasser aus einer Menge von Spalten hervor, welche sich nicht in ein System einordnen lassen. Wohl scheint die Vertheilung der Quellen auf eine bestimmte Thermenzone hinzudeuten, die Richtung der Quellspalten, welche man bei den Schachtabteufungen angetroffen hat, lassen sich aber nicht in bestimmte Beziehungen zueinander bringen. Bei den Schachtabteufungen wurden häufig Spalten mit kühlerem Wasser angetroffen; es treten an einzelnen Klüften von oben sogenannte wilde Wasser zum Thermalwasser. Die Erfahrungen bei der Tiefbohrung am Schlossplatze haben vollends gelehrt, dass es bei der Systemlosigkeit des Spaltennetzes auch noch in grösserer Tiefe ganz vom Zufall abhängt, ob man auf ergiebige Thermalspalten trifft oder nicht.

Ein getreues Bild der Geschichte der Teplitzer Thermen bietet das von Stur im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1888, Taf. V wiedergegebene Graphicon der Wasserstände in den Quellschächten und in den inundirten Gruben, welches von der beigeschlossenen Dar-

stellung auf Taf. X bis in die neuere Zeit ergänzt wird. An diesen Curven lässt sich am besten der Modus der Wassercirculation zwischen den in den Spalten im Porphyry und den in den künstlichen grossen Hohlräumen im Tertiärgebiete angestauten Thermalwässern erläutern. In dem raschen Aussteigen der Inundationscurve beim Döllinger Einbruche kann man die plötzliche Entleerung einer grösseren Wassermenge aus erfüllten Spalten und Hohlräumen erkennen. Erst etwas später erfolgt die Rückwirkung auf die Quellen. Als am 3. März, 7 Uhr Früh die Therme im Urquellenschachte angetroffen wurde, war sie wahrscheinlich bereits wieder im Steigen begriffen; es war schon eine Rückwirkung von den bereits angefüllten Grubenräumen auf die Wasserstände in den Porphyryspalten eingetreten. Dafür gibt ein Umstand einen Anhaltspunkt, auf welchen Wolf¹⁾ aufmerksam gemacht hat. Wie bereits erwähnt, war eine grosse Anzahl von Hausbrunnen in Teplitz zugleich mit der Urquelle versiegt; unter diesen auch der 350 *m* NW von der Urquelle gelegene, nach dem Besitzer benannte, Frohnebrunnen. Nach seiner hohen Temperatur (17° R.) zu schliessen, enthielt er Thermalwasser dem Grundwasser beigemischt. Er begann zwei Tage nach dem Versiegen der Urquelle zu sinken und verschwand in kurzer Zeit vollkommen. Aber er füllte sich bereits am 27. Februar, bevor noch die Therme im Quellenschachte angetroffen war, neuerdings mit Wasser; die Grubenwässer waren damals bis 15·56 *m* unter der Sohle dieses Brunnens gestiegen. Wolf schloss, dass bereits damals der Abfluss gegen die Schächte um so viel abgenommen hatte, dass ein Theil des aus der Tiefe emporsteigenden Wassers zur neuerlichen Aufstauung im Teplitzer Gebiete verwendet wurde. Vor der Katastrophe war der Spiegel des Frohnebrunnens in 204 *m* S. H., d. i. 0·85 *m* über dem Ausflusse der Urquelle gestanden; bei der Auffindung der Urquelle befand er sich aber 9·63 *m* über dieser; die Grundwässer konnten also hier nicht so rasch nachgezogen werden, als das Thermalwasser sich entleert hatte. Jedenfalls ist der Rückstau auf das Thermalwasser schon zu einer Zeit eingetreten, als dieses noch um mindestens 6·5 *m* höher stand als die Inundationswässer.

Letztere waren beim Döllinger Einbruch im September 1879 auf 202 *m* gestiegen. Diese Höhe wurde bei keiner der folgenden Katastrophen mehr erreicht, und zum Theil ist das darauf zurückzuführen, dass später grössere Grubenräume zur Ausfüllung gelangten. An den absteigenden Curven, welche die Gewaltigungsarbeiten darstellen, sieht man, wie bei sinkenden Wasserständen die Linien für die Quellen und für die Inundationswässer immer mehr auseinandertreten. Nach dem Pumpverbote im Juli 1880 steigt der Wasserstand in den Gruben bedeutend rascher als der Thermenspiegel; die Ueberhöhung der Thermen nimmt aber nur scheinbar so rasch ab, indem das Wasser im Urquellenschachte durch den Bäderbetrieb unter seinem natürlichen Ueberdrucke gehalten worden war.

¹⁾ Wolf, l. c. pag. 6. Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1879.

Die Sumpfung in den grösseren Tiefen im Winter 1880—1881 ging, wie bereits oben bemerkt wurde, anscheinend langsamer vor sich, weil sich hier der Spiegel der Inundationswässer in die tieferen verzweigten Grubenräume über eine grössere Fläche ausdehnte. Damals wurde auch die Therme von den Sumpfungsarbeiten wenig beeinflusst und man musste im Quellenschachte durch Pumpen nachhelfen, um die Weiterleitung zu ermöglichen. Dem wahren Bilde des Wasserstandes nähert sich hier eine Verbindungslinie zwischen den Spitzen, welche die Pumpenstillstände im Quellenschachte bezeichnen. Am deutlichsten wird die Steigerung des Ueberdruckes im Quellenschachte in dem Zeitabschnitte vom Juni 1881 bis Mai 1882, in welchem das Wasser an der Einbruchsstelle frei ausfloss. Das Thermalwasser fiel aus der steil einfallenden Quellspalte in 170 *m* S. H. in den Schacht; der Ueberdruck betrug demnach wenigstens 15 *m*. Die Ursache dieser Erscheinung wird unten noch eingehender besprochen werden.

Beim ersten Victorineinbruche füllten sich die Gruben langsamer als beim Döllinger Einbruche, trotzdem die Einbruchsstelle tiefer gelegen war; einerseits wegen des geringeren Wasserzuflusses, d. h. wegen des kleineren Querschnittes der Einflussöffnung, und andererseits, da grössere Grubenräume zur Ausfüllung gelangten. Die Gesamtwassermenge soll nach den Berechnungen des Herrn Directors Klier grösser gewesen sein als das erste Mal. Der Rückstau und der Beginn des Steigens im Quellenschachte trat damals schon bei tieferen Wasserständen ein (2. Februar 1888); es war der Ueberdruck in den Thermen dementsprechend grösser, nämlich 182·82 — 175·31 = 7·51 *m*. Die ansteigenden Curven nähern sich einander sehr rasch, weil der Wasserstand der Thermen durch das Pumpen während der Badesaison herabgedrückt war. Sehr rasch ging die Sumpfung der Einbruchswässer, nach erfolgter subaquatischer Verdämmung, vor sich, da die maschinellen Anlagen vermehrt worden waren und man nicht wie beim Döllinger Einbruche auch das constant aus dem Thermalgebiete zufließende Wasser mitzusumpfen hatte.

Als an der verdämmten Stelle der zweite Victorineinbruch erfolgt war, stiegen die Wässer noch langsamer an. Sie wurden in 161 *m* Höhe gehalten, damit die Giselagruben den Abbau weiter betreiben konnten. In dieser Seehöhe war der Ueberdruck der Thermen noch bedeutender, nämlich 18,—20 *m*. Der Ausfluss aus dem Thermalgebiete scheint mehr behindert gewesen zu sein, als bei den früheren Einbrüchen. Wie in dem Sanirungsvorschlage des Centraldirectors der Brüxer Kohlenbergbau-Gesellschaft, Herrn G. Bihl, ausgedrückt ist, war bereits im September 1893 nur mehr eine sehr beschränkte Verbindung zwischen beiden Gebieten vorhanden, denn nachdem man während der Saison 1893 die Grubenwässer hatte bis auf 170·68 *m* S. H. ansteigen lassen, bewirkte die darauf folgende Senkung keinerlei Beeinflussung der Quellspiegel, im Gegentheil war bereits im Winter 1893—1894 die Urquelle in neuerlichem Ansteigen begriffen. Andererseits kann man aus der Tabelle ersehen, dass die Wasserhebung im Urquellenschachte, welche

am 26. September 1895 begonnen worden war, keinen Einfluss auf den Wasserstand der Grubenwässer ausübte.

Vor Beginn der Sumpfung der Gruben wurde, um die Einbruchsstelle nicht zu sehr zu überlasten, der Wasserspiegel in Teplitz von 182 *m* S. H. auf circa 177 *m* S. H. herabgedrückt. Nach Oeffnung des Döllinger Ventils am 29. April wurde die Wasserhebung am Urquellenschachte wieder eingestellt; zunächst stieg die Quelle neuerdings an bis auf 179 *m*, später aber sank sie wieder conform der Wasserhebung in den Gruben, mit einem constanten Ueberdrucke von circa 22—25 *m*. Der Ueberdruck nimmt mit zunehmender Tiefe in dem Masse zu, dass es fast scheint, die Therme könne überhaupt nicht durch die Entleerungen in den Kohlengruben unter 170 *m* S. H. hinabgedrückt werden, wenn nicht das Wasser im Quellenschachte selbst gehoben wird.

Im Jahre 1883, geraume Zeit nach Sanirung des ersten Einbruches, wurde zur erleichterten Controle der Wasserstände die Riesenquelle um 16 *m*, d. i. auf 191·86 *m* S. H. abgeteuft, in welcher Höhe man auf Wasser traf. Wie das Ansteigen in diesem Schachte bewies, füllten sich die westlichen Spaltenräume im Porphyrr allmählig, bis sie im Juli 1887 die Höhe des damaligen Standes, d. i. 201 *m* S. H. erreicht hatte. Wenige Monate nachher erfolgte der erste Victorineinbruch; in dem raschen Verschwinden des Wassers aus dem Riesenquellenschachte (vom 28. November bis 1. December 1887) spiegelt sich das plötzliche Entleeren des Wassers aus den westlichen Spalten. Die Urquelle sank viel langsamer und noch später wurden die Schönerer Quellen beeinflusst.

Gelegentlich der Sanirung des zweiten Victorineinbruches wurde im Jahre 1881 auch der Riesenquellenschacht zum Behufe der Controle auf eine kleinere Seehöhe (191·045 *m*) niedergebracht. Selbst nach erfolgter Verdämmung der Döllinger Einbruchsstelle (20. Mai 1882) war die Schachtstolle bis Ende December 1885 trocken geblieben. Die Wasserstandschwankungen verhielten sich an diesen drei Beobachtungspunkten sehr ähnlich und bewegten sich während der Sumpfungsarbeiten beiläufig zwischen den Inundationswässern und dem Urquellenspiegel. Sehr deutlich sieht man in dem Graphicon auf Taf. X die rasche Einwirkung des Oeffnens des Ventils am Pegelschachte, zunächst auf das Döllinger Bohrloch und dann auf die Riesenquelle (20. Juli, 28. August 1895), ebenso die der neuerlichen Wasserhebung am 15. September.

Nach Abschliessung der Einbruchsstelle steigen sofort alle Curven rasch an; die mit Hochwasser verbundene Schneeschmelze im März 1896 verursacht eine leichte, nach oben convexe Ausbuchtung in allen Linien, d. h. eine vorübergehende Beschleunigung im Prozesse der neuerlichen Anfüllung des Thermalgebietes. Die verschiedenen Zweige dieses Systems suchen sich in gleiches Niveau zu stellen und die Curven des tiefer stehenden westlichen Wassergebietes, welches dem Ausflussterrain zunächst lag, drängen in Folge dessen rascher empor und nähern sich denen der östlichen Wasseransammlung.

Um das Wasser nicht in gefährbringender Weise anstauen zu lassen, wird am 16. Juli 1896 das Ventil im Pegelschachte geöffnet

und das Wasser gehoben, wodurch ein Sinken des Wasserspiegels im Pegelschachte und in den Bohrlöchern und eine Verzögerung des Ansteigens im Urquellenschachte verursacht wird. Die Beschränkung des Pumpbetriebes im Februar 1897 verursachte dagegen sofort ein neuerliches Ansteigen der Wasserstände. Die Wasserhebung an der Urquelle und Frauenquelle, geht conform der Saison und stört in Folge ihrer ziemlichen Gleichförmigkeit das Gesamtbild nur wenig.

Dasselbe Bild der Beeinflussung zeigt sich auch bei dem Wassereinbruche im Giselaschachte, welcher so auffallend rasch bewältigt wurde. Nur wird das Sinken des Wasserstandes an der Riesenquelle und an den Bohrlöchern weniger deutlich, da sie durch die starke Wasserhebung im Pegelschachte in tiefem Niveau gehalten worden waren und nach erfolgtem Einbruche natürlich die Wasserhebung eingestellt worden war. Die Rückwirkung auf die Teplitzer Thermen ist, wie oben bemerkt, eigentlich fraglich, da durch den gesteigerten Bäderbedarf der Wasserspiegel in den Quellschächten ohnehin etwas herabgedrückt war.

In stets höherem Niveau als die Teplitzer Quellen hielten sich die Quellen von Schönau, als deren Vertreter die Hügelquelle auf dem Graphicon eingetragen wurde. Sie zeigt in Folge ihrer grösseren Entfernung in ihren Wasserstandsverhältnissen noch geringere Empfindlichkeit gegen die wechselnden Ausflussverhältnisse aus dem Thermalgebiete in die Grubenräume.

Herr Bergingenieur W. Poech hat in einer sehr anregenden Schrift¹⁾ eine Erklärung gegeben für die in mancher Hinsicht eigenthümlichen, hydrostatischen Beziehung der verschiedenen Beobachtungspunkte, wie sie sich bis zum Jahre 1888 dargestellt haben. Er verglich das Wassergebiet von Teplitz, das der Riesenquelle und die Grubenräume mit drei gesonderten Gefässen, zwischen denen eine verhältnissmässig nur beschränkte Verbindung besteht. Die grössere Ergiebigkeit der Riesenquelle vor ihrem Versiegen, soll einen grösseren Zufluss, der nach Poech's Anschauung nur aus dem Grundwasser der Umgebung der Quelle stammt, für dieses Gebiet, als jener des Gebietes von Teplitz—Schönau andeuten. Als die Quellen noch vollkommen intact waren, sollen diese beiden Gebiete (Gefäss I und II) vollkommen gefüllt gewesen sein und die zufließenden Wassermengen in den betreffenden Quellen ihren Ausfluss gefunden haben, ohne dass trotz der vorhandenen Verbindung, ein Austausch zwischen beiden Gebieten stattgefunden hätte. Als den Wässern der Riesenquelle im Jahre 1876—1879 allmählig schwache Abflüsse gegen die Grubenräume (Gefäss III) eröffnet wurden, verschwand diese allmählig, ohne auf die Teplitzer Thermen einen Einfluss auszuüben, was ebenfalls dafür sprechen soll, dass keine Verbindung zwischen den Gefässen I und II geherrscht hat. Bei dem Wassereinbruche nach

¹⁾ W. Poech. Die hydraulischen Vorgänge in den Spalten des Teplitz-Erzgebirgischen Porphyrs. „Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“, Wien. XXXVI. Jahrg., 1888.

Gefäss III entleerte sich plötzlich Gefäss II, während sich das Abnehmen der Wassermenge in Gefäss I erst später fühlbar machte; denn es konnte aus diesem Gefässe, nach dem Spaltensystem der Riesenquelle, wegen des kleinen Querschnittes der Verbindungsöffnung nur eine geringere Wassermenge nach II abfliessen, als sich von hier gegen die Grubenräume ergoss. In dem Masse, als sich das Gefäss III allmählig füllte, stiegen auch in gleichem Niveau die Wasser in Gefässe II. Dadurch verminderte sich der Druck der höher stehenden Wasser in Gefäss I. Es konnte nicht mehr die ganze Wassermenge, welche hier zufloss, d. i. das Quantum der Ergiebigkeit der Teplitzer Therme, welche P o e c h mit 1.5 Cubikmeter per Minute berechnet, gegen II ausfliessen. Das Wasser begann also auch im Gefäss I, d. i. im Urquellenschachte neuerdings zu steigen. Es ist das der Zeitpunkt, in welchem, wie oben gesagt wurde, der Rückstau der Grubenwasser gegen die Thermalwasser eintrat. Beim ersten Einbruche betrug die Ueberhöhung in diesem Zeitpunkte 6.5 oder 7 m. Aus der Ausflussmenge von 1.5 Cubikmeter (Ergiebigkeit der Teplitzer Thermen) und aus der Ueberhöhung von 7 m berechnete P o e c h den Querschnitt der Durchflussöffnung mit 36 Quadratcentimeter. Das Wasser in den Gefässen II und III stieg rascher an, als das im Gefässe I, woraus P o e c h schliesst, dass der horizontale Flächenquerschnitt in letzterem grösser ist, als in jenen beiden zusammen. Durch das raschere Ansteigen der Grubenwasser wird theoretisch der Zeitpunkt eintreten, in welchem sie sich mit den Teplitzer Quellen gleichstellen. Dann wird von dieser Seite gar kein Zufluss mehr gegen das Osseger Spaltensystem (Gefäss II und III) stattfinden, und in Folge des hier angenommenen grösseren Grundwasserzufflusses würde man nach P o e c h das höhere Ansteigen der Riesenquelle über den Teplitzer Thermen und dann wieder das Eintreten der ursprünglichen Zustände erwarten können.

So einleuchtend auch diese Erklärung von P o e c h erscheint, so kann sie doch nur als eine stark schematische Umschreibung der natürlichen Verhältnisse angesehen werden. Zunächst kann die Riesenquelle mit ihrem Spaltensystem nicht in dem von P o e c h angenommenen Sinne als besonderes, von dem Teplitzer System unabhängiges Gefäss mit eigenen Zuflüssen betrachtet werden. Der höhere Ausfluss der Riesenquelle kann dafür nicht als Beweis gelten; denn solange auf beiden Seiten das Wasser ausfliesst, wird es nur von dem Querschnitt der unterirdischen Wasseradern abhängen, auf welcher Seite die grössere Wassermenge ausfliesst, und die nur wenig verschiedene Ausflusshöhe wird bei vollkommener Spannung der Wasser keine Rolle spielen können. Aber auch als die Riesenquelle seit dem Jahre 1876 allmählig abnahm, wird es für die Teplitzer Quellen in Folge der Spannung des unterirdischen Wassers gleichgiltig geblieben sein, ob sich das Wasser der Riesenquelle nach der Oberfläche ergiesst, oder ob es seitlich gegen die Grubenräume durchsickert. Erst wenn bedeutendere Wassermengen als diejenigen der alten Riesenquelle dem westlichen Theile der Spalten im Porphyr entnommen werden, wird sich das bei gleichmässiger Verbindung zwischen Teplitz und der Riesenquelle äussern können. In der That scheint das bereits

vor dem ersten Einbruche der Fall gewesen zu sein; denn nach den von Pöech citirten Angaben Dr. Eberle's litt die Teplitzer Bäderversorgung bereits vor dem Jahre 1879 zeitweise an Wassermangel.

Wir kennen die Spaltensysteme und ihre gegenseitigen Beziehungen nicht so genau, als dass wir uns eine bestimmte Vorstellung von den jeweiligen Wasserzufüssen durch Oeffnungen mit berechenbaren Querschnitten machen könnten. Nur das eine wissen wir, dass sich dem Abflusse des Thermalwassers aus dem Urquellenschachte ein bestimmter Widerstand, eine Hemmung entgegensetzt, die bei verschiedenen Wasserständen verschieden ist, und bei einem bestimmten Wasserstande auch durch die Annahme einer Ausflussöffnung von geringerem Querschnitte als der der Zuflussöffnung zur Urquelle einen rechnerischen Ausdruck gewinnen kann. In diesem Sinne ist wohl auch nur die Berechnung von Pöech gemeint. — Es stellt sich aber heraus, dass wir bei verschiedenen Wasserständen verschieden grosse Ausflussöffnungen annehmen müssten. Pöech nahm an, dass sich die Spalten gegen die Tiefe zu verengen und in Folge dessen bei tieferem Wasserstande nur ein kleinerer Ausflussquerschnitt vorhanden ist. Bereits Höfer hat in seinem Gutachten ausgedrückt, dass diese Annahme nicht nothwendig ist und sich durch eine einfachere ersetzen lässt. Er verglich die gegen die Gruben geneigte Curve, welche der Spiegel der in den Spaltensystemen angestauten Wasser darstellt, sehr richtig mit der gegen einen Fluss geneigten Curve, welche der Spiegel des gegen den Fluss abziehenden Grundwassers darstellt. Je tiefer der Wasserstand des Flusses, desto grösser die Differenz zwischen dem Niveau des Flusses und dem eines Brunnens am Thalgehäng, d. h. bei tiefem Wasserspiegel ist die Grundwassercurve steiler als bei hohem Wasserstande. Dasselbe ist bei dem im Teplitzer Porphyre angestauten Wasser der Fall. — Dem Abzuge des Grundwassers gegen den Fluss stellt sich auch ein Widerstand, eine Art Hemmung entgegen, welche derselben Art ist, wie diejenige, welche das Wasser hinter einem Damme anstaut, durch den es nur langsam hindurchsickern kann. Die Stauhöhe entspricht einem gewissen Drucke, der nöthig ist, um die ganze zufließende Wassermenge durch die Spalten des vorgelegerten Dammes hindurchzupressen. Einer grösseren Wassermenge entspricht ein grösserer Widerstand; und es wird sich in Folge dessen das Wasser hinter dem Damme umso höher aufstauen, je grösser die zufließende Wassermenge ist, trotzdem die ganze Wassermenge durch den Damme hindurchsickern kann.

Welche Provenienz man immer für die Thermalwässer von Teplitz annehmen will, darüber kann kein Zweifel sein, dass das Wasser in den Thermalspalten nicht von oben zufließt, sondern von unten emporsteigt, und welche auch die Ursache des Auftriebes sei, man kann sie sich in der Form eines imaginären, communicirenden Rohres vorstellen; die Kraft, welche das Wasser in den Spalten emportreibt, wird einem gewissen Wasserstande in dem communicirenden Rohre entsprechen. Die Geschwindigkeit, mit welcher eine Flüssigkeit in ein Gefäss aus einer communicirenden Röhre überströmt, ist bei einem bestimmten Querschnitte abhängig von dem

Wasserstände in der letzteren, d. h. von dem durch diese ausgeübten hydrostatischen Druck. So lässt sich auch die in den Teplitzer Thermen zuströmende Wassermenge vergleichsweise auf einen angenommenen hydrostatischen Druck in der imaginären, communicirenden Röhre zurückführen, in welcher aber der Wasserstand constant bleibt und stets ausreichend ist, um das Wasser, falls es nicht seitlich abfließt, bis zur Höhe der Löwenköpfe (202 *m*) zu heben.

Bei freiem Abflusse des Wassers aus der Einbruchöffnung in die Gruben, wie zur Zeit vor Abschluss der Döllinger Verdämmung, fließt die ganze Menge des Thermalwassers den Gruben zu. Durch die Spalten des Porphyrs, welche als vielfach mit Letten und Kaolin verlegt gedacht werden können, hat das Wasser einen gewissen capillaren Widerstand zu überwinden. Dieser Widerstand findet seinen Ausdruck in der Wassersäule, welche sich im Urquellenschachte anstaut, resp. welche nach erfolgter Sumpfung im Schachte stehen bleibt. Erst wenn hier durch eine entsprechende Wassersäule der nöthige Druck ausgeübt wird, kann die gesammte einströmende Wassermenge den Widerstand überwinden und gegen die Gruben durchgepresst werden. Die nöthige Ueberhöhung beträgt bei der Seehöhe der Ausflussöffnung von 156·45 *m* 6·5 *m*; diese Zahl drückt direct den Widerstand aus, den die bei der Döllinger Einbruchstelle abfließenden Wassermassen zu überwinden haben.

Wird das Wasser in den Gruben nicht gesümpft, so erfüllen sich ihre Räume und das Wasser steigt an; ebenso steigt auch das Wasser im Urquellenschachte. Um die Höhe, in welcher hier das Niveau gestiegen ist, muss nun der durch die ideale communicirende Röhre ausgeübte Druck vermindert gedacht werden. Dem geringeren Drucke entspricht eine geringere zufließende Wassermenge; eine Erscheinung, die sich, wie allgemein bekannt, darin äussert, dass sich ein Gefäß aus einem communicirenden Rohre anfangs rasch, und mit steigendem Wasserspiegel immer langsamer anfüllt. Da eine geringere Wassermenge zufließt, kann auch gegen die Gruben nur eine geringere Menge abfließen; der geringeren Menge entspricht ein kleinerer capillarer Widerstand in den Spalten des Porphyrs und naturgemäss auch eine kleinere Ueberhöhung der Wassersäule im Urquellenschachte gegenüber den Inundationswässern. In je höherem Niveau sich die Wasserspiegel befinden, desto geringer wird die Differenz sein, in der sie sich ausgleichen; ein Verhältniss, das, wie bereits oben betont wurde, den Thatsachen vollkommen entspricht. Daraus erklärt es sich auch, dass, je tiefer die Wasserspiegel stehen, desto mehr die gegenseitige Beeinflussung beim Sumpfen erlahmt. Man hat es eben mit einer Winkelfunction zu thun, bei der die Niveaudifferenz der Tangente eines mit der Tiefe der Wasserstände stets zunehmenden Winkels entspricht. — Die so gewonnene Vorstellung erklärt es auch, dass, trotzdem wir ein Ansteigen der Thermen aus der Tiefe annehmen müssen, in der Tiefbohrung am Schlossplatze beim Anfahren von neuen Spalten kein Ansteigen des Wasserspiegels beobachtet wurde. Alle Spalten bilden ein zusammenhängendes Netz, dem natürlich auch die Thermen von Schönau angehören; aber der Circulation des Wassers von diesen gegen Teplitz

stehen ganz dieselben Hemmungen entgegen, wie von Teplitz gegen die Gruben.

Ueber dem Thermalwasser circuliren mit derselben Schwerfälligkeit die kalten Tagwässer in den Porphyrspalten und in den auflagernden Plänerschichten. In den zahlreichen Hohlräumen des Porphyrconglomerates mögen sie häufig mit jenen zusammentreten und die Ausscheidung der Baryte und Hornsteine befördern. Im Allgemeinen sind sie einem lebhafteren Wechsel unterworfen, als die Thermalwässer, da sie ganz unmittelbar von den Niederschlägen und dem Wasserstande der Flüsse abhängig sind. Insoferne sie zur Tiefe sinken können, werden sie eine Abkühlung des Thermalwassers herbeiführen, und das wird besonders dann der Fall sein, wenn der Thermalwasserspiegel sich senkt und dadurch Raum in den Spalten für ihren rascheren Zutritt geschaffen wird. Dementsprechend sinkt auch die Quelltemperatur mit sinkendem Wasserspiegel (vgl. die Temperaturcurve auf Taf. X); besonders ist das dann der Fall, wenn durch starkes Pumpen im Quellenschachte der Wasserspiegel rasch gesenkt wird; dann wird besonders viel kaltes Grundwasser in den Schacht gezogen. Es entsteht um den Schacht herum ein Depressionstrichter (s. Höfer, Gutachten S. 44), dessen Wandneigung die Hemmung darstellt, welche das gegen den Schacht abfließende wilde Wasser erfährt.

Sehr viele Brunnen in Teplitz haben eine Temperatur, welche grösser ist als die normale Bodentemperatur (14—18° R.); ein Beweis, dass dem Grundwasser Thermalwasser beigemischt ist. Teuft man hier in geringer Tiefe ab, so wird man bald den wechselnd mächtigen Grundwassermantel durchstossen haben und in die Thermalwasserzone gelangen. Viele Hausbrunnen zeigen auch bei starkem Pumpen eine Zunahme der Temperatur; ein unzweifelhafter Beweis, dass durch den im Depressionskegel verengten Grundwassermantel, der diffus in die wärmeren Regionen übergeht, eine grössere Menge von Thermalwasser nachgezogen wird. — Bei den einzelnen Einbrüchen nahm stets nach einiger Zeit die Temperatur der Einbruchwässer um circa 1° R. zu (14—15° R.); ein Beweis, dass zuerst mehr wildes Wasser, dann mehr Thermalwasser nachgeflossen ist. Alle diese Erscheinungen, sowie die Bohrung in Wisterschan, lehren, dass eine weit grössere Menge Thermalwasser aus der Tiefe emporsteigt, als in den einzelnen Quellen und oberflächlichen Thermen zum Ausflusse gelangt, und dass sich auch bei ganz normalen Verhältnissen ein grosser Theil des Thermalwassers in seitlichen Grundwasserströmen verliert.

Bei verschiedenen Thermen wurde die Beobachtung gemacht, dass mit zunehmender Niederschlagsmenge nicht nur die Ergiebigkeit, sondern auch die Temperatur der Thermen zunimmt¹⁾. Es wurde diese Erscheinung als Beweis betrachtet, dass die Thermalwässer nichts anderes seien als an Ort und Stelle erwärmte Grund-

¹⁾ Siehe A. Rosiwal; Ueber neue Massnahmen zum Schutze der Karlsbader Thermen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1896, pag. 694.

wässer. Was Teplitz betrifft, spricht gegen diese Annahme, abgesehen von den in der Einleitung hervorgehobenen allgemeinen Gesichtspunkten, vor allem die sehr verschiedene chemische Zusammensetzung von Grundwasser und Thermalwasser, von denen die ersteren bei ihrem Durchgang durch den Pläner einen sehr hohen Härtegrad erlangen, während diese überhaupt nur sehr geringe Mengen fester Substanzen gelöst enthalten. Wenn man annimmt, dass eine Therme stets starke seitliche Ergiessungen in die Grundwasserregion besitzt, welche Theile des Thermalwassers den Hausbrunnen und den Flüssen zuführen, wofür die diffuse Vertheilung der Temperatur in den Hausbrunnen der meisten Thermalquellengebiete geltend gemacht werden kann, so glaube ich, dass obige Erscheinung auch auf andere Weise erklärt werden kann. Man denke sich als extremsten Fall das Grundwassergebiet als ein ähnliches Gefäss wie die Grubenräume gegenüber den Teplitzer Quellen, welche einen Theil des Thermalwassers an sich ziehen. Würden die Grubenräume rasch vom Tage aus angefüllt, so wird selbstverständlich der Abfluss an Thermalwasser abnehmen und eine grössere Wassermenge im Quellenschachte selbst emporsteigen können. Jeder Thermalquellenausfluss, als in einer Terrainvertiefung, meist an einer Thalsohle gelegen, ist stets rings umgeben von dem zu Tage zusitzenden Grundwasser, dessen Spiegel, wie nicht anders zu erwarten, über dem Thermalspiegel steht und unter einem gewissen Drucke demselben zuzuströmen trachtet. Dieser Druck dient aber auch dazu, das seitliche Ausströmen des unter noch grösserem Drucke in der Quellenspalte aufsteigenden Thermalwassers einzuschränken. Wird der Druck durch Ansteigen des Grundwassers erhöht, so kann weniger Thermalwasser nach den seitlichen Spalten austreten und die Ergiebigkeit der Quelle wird ohne Zweifel zunehmen. Dass dabei auch die Temperatur zunimmt, rührt daher, dass die Therme in den obersten Schichten weniger Zuflüsse aus der Region der wilden Wässer erhält.

Die Beziehung zwischen Grundwasser und Thermalwasser ist jedoch wechselseitig. Das Thermalwasser steigt in unzähligen Spalten empor und tritt an der tiefsten Stelle, welche das Spaltennetz durchkreuzt, zu Tage. In den seitlichen Spalten wird es so hoch ansteigen, als es der für die betreffende Entfernung und durch die Gesteinsbeschaffenheit bedingte Abflusswiderstand gegen die Therme gestattet. Ueber dem unebenen Wasserspiegel in den seitlichen Thermalspalten baut sich, stets erneut durch die Niederschläge und andere Zuflüsse, der Mantel der kalten, wilden Wässer auf. Der durch das Thermalwasser in den seitlichen Spalten gegen oben ausgeübte Druck verursacht im allgemeinen einen höheren Stand des Grundwasserspiegels, als wenn das Thermalwasser nicht vorhanden wäre. Eine starke Sumpfung in der Haupttherme wird das Wasser aus den seitlichen Spalten und das darüber stehende Grundwasser nachziehen. Umgekehrt wird eine Verstärkung des Grundwassermantels bei starken Niederschlägen einen Druck auf das darunter angestaute Thermalwasser ausüben und dasselbe gegen die Hauptspalte zurückpressen, wo es dann in erhöhter Menge ausfliessen kann. So würde z. B. höchstwahrscheinlich in Teplitz im Urquellenschachte ein erhöhter Wasser-

zufluss eintreten, wenn es gelänge, grosse Wassermengen in alle Hausbrunnen von Teplitz einzugiessen. Aber nicht durchaus alle Thermen werden sich so verhalten, denn eine Therme, welche schon bei normalen Verhältnissen grosse Mengen von Tagwasser enthält, und sich so in ihrer Beschaffenheit den normalen Grundwasserquellen nähert, wird bei stärkerer Niederschlagsmenge gewiss eine Verminderung der Temperatur zugleich mit der Zunahme der Wassermenge aufweisen¹⁾.

Die Ereignisse in Teplitz und Osseg haben gezeigt, auf wie weite Strecken in einem mit dem Thermalwasser erfülltem Netze die unterirdischen Wasser in engster Beziehung zu einander stehen können. Man kann daraus ersehen, dass bei der Beeinflussung einer Quelle durch die Niederschläge im obigen Sinne sehr grosse Flächen in Betracht kommen können, so dass die mögliche Rückwirkung als Zunahme der Thermalwassermenge durch Verstärkung des Grundwassermantels, nicht ausser dem Verhältnisse mit der Ursache steht:

II. Die Schwimmsandeinbrüche von Brüx.

I. Einige Bemerkungen über Schwimmendes Gebirge.

Der eben geschilderte Fall, in welchem den Bergwerken von unten durch hydrostatische oder durch Gasdruck aufsteigende Wasser starke Schwierigkeiten bereitet werden, ist ein ganz besonderer, der zu den grossen Ausnahmen gehört. Dagegen gehört es zur Regel, dass die Bergbaue mit den vom Tage zusitzenden Wässern zu kämpfen haben. Wenn die Niederschlagswasser in den Boden einsickern, so werden sie stellenweise durch weniger durchlässige Schichten aufgehalten, welche sie nur nach Massgabe des auflastenden Druckes durchdringen können. Ueber solchen Schichten sammeln sich grössere Wassermengen. Aber auch durch die sogenannten undurchlässigen Schichten drängt sich das Wasser langsam und in geringer Menge nach den tieferen Regionen, und sammelt sich dann vielleicht in einer tieferen Lage neuerdings, welche gegen unten abermals von einer undurchlässigen Schichte begrenzt wird. Das Wasser sinkt gleichsam staffelweise zur Tiefe, sich über gewissen Horizonten oder Lagen ansammelnd, zwischen denen sich relativ wasserfreie Schichten befinden. Da das Wasser rascher zufliesst, als es abzusinken im Stande ist, wird das höchstliegende dieser übereinander liegenden Reservoirs bald gefüllt sein und überfliessen, d. h. das Wasser wird an dem am tiefsten eingeschnittenen Furchen wieder zu Tage treten. Das hindert aber nicht, dass auch in grössere Tiefen das Wasser langsam und stetig absinkt und auch diese allmählig erfüllt, voraus-

¹⁾ Z. B. die Therme von Brunn bei Wien. Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungs-Commission des Gemeinderathes der Stadt Wien. Wien, 1864, pag. 114. — Das Gegentheil wurde wieder bei der nahe gelegenen Therme von Fischau beobachtet.

gesetzt, dass keine Complicationen durch Schichtenstörungen oder artesische Abflüsse ein directes Ausfliessen des Wassers aus den tieferen Schichten ermöglichten.

Es gibt bekanntlich alle Abstufungen zwischen wasserfreien und wasserführenden Schichten. Kein Gestein ist vollkommen undurchlässig, es sammelt sich sogar in den massigen Graniten in Brunnen von verhältnissmässig geringer Tiefe Wasser an¹⁾.

Im Vergleiche zu der steten Bewegung, in welcher sich das quellenspeisende Grundwasser über den höchsten, undurchlässigen Schichten befindet, hat sich in den tieferen Regionen im Laufe der Jahrtausende ein Gleichgewichtszustand hergestellt, und das Wasser ist in den einzelnen tieferen Reservoirs relativ unbeweglich. Durch die künstlichen Eingriffe beim Bergbaue werden unvermeidlich nicht nur die Circulationsvorgänge in der Nähe der Oberfläche, sondern auch häufig die Gleichgewichtszustände in den Durchtränkungsgraden der tieferen Regionen gestört, und manche Schichten müssen sich rascher entleeren, als sie sich neuerdings zu füllen im Stande sind. Aber nicht nur der Gleichgewichtszustand der Grundwässer, sondern auch der des Gebirges selbst kann gestört werden, wenn dieses theilweise bei grosser Wassercapacität auch ein so lockeres Gefüge besitzt, das von dem bewegten Wasser selbst mitgerissen werden kann. Im höchsten Masse ist das bei dem sogenannten „schwimmenden Gebirge“ oder dem „Schwimmsande“ der Fall²⁾.

Es ist das ein feiner, hauptsächlich aus Quarz bestehender Sand meist geologisch jungen Alters, welcher mit Wasser durchtränkt, in unregelmässigen Linsen zwischen undurchlässigen Tegel oder Schiefem eingeschlossen ist. Solange das Bassin vollkommen umschlossen bleibt, dient der angehäuften Sand als Träger für die überlastenden Schichten; sobald aber durch irgend ein plötzliches Ereigniss dem Wasser ein Ausfluss nach unten oder auch unter hydraulischem Druck nach oben eröffnet wird (wie das z. B. bei der bekannten Katastrophe von Scheidemühl im Jahre 1893 der Fall war³⁾), so reisst das bewegte Wasser die feinen Sandpartikelchen mit sich und beraubt durch unterirdische Unterwaschung die Deckschichten ihrer Unterlage; es entsteht ein Hohlraum, welcher in den meisten Fällen einen sofortigen Einsturz der Decke zur Folge hat.

Es ist klar, dass das Vorhandensein eines solchen Lagers im Hangenden eines Abbaues für diesen, falls er nicht durch eine zähe, mächtige Zwischenlage undurchlässiger Schichten von ihr getrennt ist, die grösste Gefahr mit sich bringt. Man trachtet deshalb darnach, ihnen nach Möglichkeit auszuweichen oder sie auch unschädlich zu machen.

¹⁾ Sir Clements R. Markham. Discovery by Baron Nordenskjöld that Fresh Water will be found by boring through Hard Crystalline Rock for 30 or 35 Metres. Geographical Journal. London. Vol. X, 1897, pag. 466.

²⁾ Die meisten Gesteine besitzen im feuchten Zustande eine geringere Widerstandsfähigkeit und Zähigkeit als im ausgetrockneten. Vergl. M. O. Keller: Saturation hygrométrique de l'écorce du globe. Annales des Mines, 9. Sér., Tom. XII, 1897, pag. 59 ff.

³⁾ A. Jentzsch. Zeitschrift für praktische Geologie, 1893, pag. 347 und F. M. Stapff ebenda, pag. 383 und 1894, a. a. O.

Im trockenen Zustande ist dieser Sand vollkommen fest, er lässt sich in den Sandgruben, welche zu Tage über dem Niveau des Grundwasserstandes liegen, in sehr steilen Wänden abgraben. Die trockenen Körner können, durch ihr eigenes Gewicht zusammengebacken, in fast senkrechter Mauer stehen bleiben. Wo es irgend thunlich ist, sucht man deshalb den Schwimmsandlagern das Wasser zu entziehen. Man öffnet dem Wasser des Bassins einen Ausweg nach unten, während der Sand durch geeignete Filter zurückgehalten wird. Durch die Schaffung einer derartigen künstlichen Quelle wird das Schwimmsandbassin aus der Region der statischen Wasserfüllung in die Region des schwankenden Grundwasserstandes gerückt, und der Erfolg der Entwässerung hängt dann nur mehr davon ab, ob es gelingt, einen genügend grossen Abfluss herzustellen, welcher sich nicht aus einem grösseren Niederschlagsgebiete ersetzt; d. h. wenn die geologischen Verhältnisse derartige sind, dass mit dem Entleeren tiefer liegenden Wassers nicht das Grundwasser anderer Regionen ebenso rasch nachzufliessen im Stande ist. Das Entwässerungsverfahren ist an verschiedenen Orten schon mit gutem Erfolge angewendet worden ¹⁾.

Das Abteufen eines Schachtes durch eine mächtigere Schwimmsandlage, wenn sie nicht entwässert werden konnte, erschien früher als eine Unmöglichkeit; erst nachdem Herr Ingenieur Poetsch ein sinnreiches Verfahren eronnen hatte, sind solche Abteufungen, wenn auch mit grossen Kosten, durchführbar. Es wird bei diesem Verfahren der abzuteufende Schacht von einem Kranze von Bohrungen mit eingesenkten Röhren umgeben, durch welche eine Kältemischung geleitet und dadurch das Wasser des schwimmenden Gebirges zum Gefrieren gebracht wird. In dem auf diese Weise gefestigten Sande lassen sich auch tiefe Schächte gefahrlos abteufen, und die Erfindung von Poetsch findet nun mit geringen Abänderungen überall Anwendung, wo stark durchwässertes und leicht bewegliches Gebirge durchsunken werden soll ²⁾.

Aber nicht nur durch die menschliche Thätigkeit, sondern auch durch natürliche Vorgänge können unterirdische Schwimmsandlager plötzlich in Bewegung gerathen und eine grössere Verschiebung der Lagerungsweise hervorrufen. Als Beweise für solche Vorgänge in früheren geologischen Epochen können die „Sandsteingänge“ dienen; es sind wahrhaftige Gänge von feinem, meist nachträglich durch Kalkspath verkittetem Quarzsand, welche anders geartete, Sedimentär- oder auch Eruptivgesteine genau in derselben Weise wie die Gänge irgend eines Eruptivgesteines durchsetzen. Das grossartigste Beispiel solcher Gänge wurde durch Diller ³⁾ aus Nord-

¹⁾ S. z. B. Bergdirector M. Rubesch, Schwimmsandentwässerungs-Methode auf der Rudiaybraunkohlenszeche in Bilin. Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien 1896. Nr. 3, pag. 27.

²⁾ Vergl. z. B. M. Scalin, Note sur le fonçage des puits à grande profondeur par le procédé Poetsch. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. Saint-Etienne. 1897. Tom. XI, pag. 647.

³⁾ J. S. Diller, Sandstone Dikes. Bulletin of the Geological Society of America. New-York 1890, Vol. I, pag. 441.

Californien beschrieben. An den Nordwestgehängen des Sacramentothales werden die Schiefer der Kreideformation (Horselown und Chico beds) in einem Gebiete von 15 englischen Meilen nordsüdlicher Länge und 6 englischen Meilen Breite von 45 bisher bekannt gewordenen Sandsteingängen durchsetzt. Sie durchdringen an meist senkrechten Klüften die Schiefer und Sandsteine ohne Störung oder Verzerrung der unmittelbar anschliessenden Schichten. Die schwächsten von ihnen sind fadendünn, die mächtigsten werden bis 8 Fuss dick; sie kommen in Längenerstreckungen von 200 Fuss bis mehr als 9 englische Meilen verfolgt werden.

Die etwa tausend Fuss mächtigen Bildungen der Kreideformation liegen discordant und gegen Ost einfallend über den metamorphischen Gesteinen des Küstengebirges (Coast Range); die senkrechte Stellung der Gänge beweist, dass sie jünger sind als die Neigung der Kreidebildungen. Sie dringen nicht mehr in die jüngeren Ablagerungen des Sacramentothales, in die Tuffe, Sande und Thone von wahrscheinlich pleistocänem Alter ein. Sie stammen also ohne Zweifel aus der Tertiärzeit, wenn auch eine nähere Altersbestimmung sich nicht durchführen lässt. Die feinere Structur des Sandsteines zeigt, dass derselbe nicht durch allmälige Ausfüllung von oben eingeführt werden konnte; und besonders die Anordnung der beigemengten Glimmerblättchen parallel der Seitenwände der Gänge deutet auf ein Eindringen des Sandes in die Spalten in einem dem flüssigen ähnlichen Zustande und lässt sich mit der Anordnung der Krystalle in einem durch Fluidalstructur ausgezeichneten Eruptivgesteine vergleichen. Dass die Bewegung unter einem zicmlichen Druck stattgefunden hat, geht daraus hervor, dass sich an den Glimmern verschiedene Stauungs- und Verbiegungserscheinungen beobachten lassen.

Hauptsächlich der Umstand, dass viele Gänge die Oberfläche nicht erreichen, sondern innerhalb der Masse der Kreideschichten abbrechen, führt Diller zu der Annahme, dass die Sandmasse in Form des schwimmenden Gebirges von unten emporgedrungen ist. Gewisse Sandsteinbänke innerhalb der Schiefer haben grosse Aehnlichkeit mit dem Sandstein der Gänge und einzelne von ihnen erreichen eine Mächtigkeit bis zu 100 Fuss. Sie streichen im Westen der Gänge an der Oberfläche aus und fallen circa 15° ostwärts. Die Entfernung des Tagaufschlusses der Sandsteinlager von den Gängen ist so gross, dass diese, wenn das östliche Einfallen constant bleibt, bis in Tiefen von 10.000 Fuss reichen müssen. Ihre grosse Ausdehnung an der Oberfläche in einer Länge bis zu 6 Meilen, macht aber auch diese Tiefe nicht unwahrscheinlich. Nach den Lagerungsverhältnissen kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass der artesische Druck, unter welchem sich die vom Wasser durchtränkte Sandmasse zur Tertiärzeit befand, die emportreibende Kraft gewesen ist. Die Entstehung der Spalten, d. i. die unmittelbare Veranlassung für die Bildung der Gänge wird von Diller auf Erdbeben zurückgeführt. Es ist eine längst bekannte und durch viele Erfahrungen bestätigte Thatsache, dass die unterirdischen Wasserbassins durch Erdbeben in weit höherem Masse bewegt werden, als die Erdoberfläche selbst; dass z. B. bei starken Erdbeben aus einer Ebene plötzlich Spring-

brunnen von Grundwasser emporquellen und im Boden plötzlich kreisförmige, mit Wasser erfüllte Einsenkungen entstehen, dass die Brunnen überquellen und die Brunnenkreuze losgerissen und emporgeschleudert werden u. s. w. Auch die Entstehung von Spalten an der Erdoberfläche wurde häufig bei jenen starken Erdbeben beobachtet, bei welchen die Oberflächenwellen einen derartigen Grad von Intensität erlangt hatten, dass die Elasticitätsgrenze der obersten Erdschichten überschritten wurde. Allerdings ist kein Beispiel bekannt, bei welchem man das Aufreissen von Spalten bis zu nur annähernd ebenso grossen Tiefen beobachtet hätte, wie die Tiefe, welche nach Diller die Sandsteingänge des nördlichen Sacramentogebietes erreichen. Bedenkt man aber, dass die Form der Sandsteingänge unbedingt ein plötzliches Aufreissen und ein plötzliches Empordringen der Sandmassen voraussetzt und berücksichtigt man die Mithilfe, welche ihrer Entstehung noch zu Theil geworden ist durch den hohen artesischen Druck und die starke emportreibende Bewegung, welche erfahrungsgemäss unterirdische Wassermassen bei starken Erdbeben annehmen, so wird wohl zugegeben werden müssen, dass kaum eine andere Erklärung als die Diller's hier angewendet werden kann. Dazu kommt noch, dass das Gebiet des Sacramentothales noch heute ein sehr bewegtes Erdbebengebiet ist, und dass man aus geologischen Gründen eine noch bedeutend lebhaftere seismische Thätigkeit daselbst zur Tertiärzeit voraussetzen kann.

Auf dieselbe Weise haben auch alle übrigen Autoren, welche Sandsteingänge in eingehender Weise beschrieben haben, deren Entstehung auf Erdbeben in früheren geologischen Epochen zurückgeführt, ob nun die Sandsteinmasse, wie in dem eben geschilderten Falle von unten emporgedrungen oder einfach von oben in die neuentstandenen Spalten eingeflossen war¹⁾. Gewiss ist, dass, wenn diese Erscheinungen mit Erdbeben in Verbindung gebracht werden, sehr heftige Erschütterungen vorausgesetzt werden müssen. Die später zu besprechenden Schwimmsandgebiete in der Umgebung von Brück werden nicht selten von schwächeren Erdbeben heimgesucht; bei der hochgradigen Störung, welche die Gleichgewichtsgegenstände unterirdischer Wassermassen bei solchen Erschütterungen erfahren, wäre es wohl nicht unangemessen, auch die möglichen gegenseitigen Beziehungen gelegentlich zu berücksichtigen. Ohne Zweifel müssen aber schon die Vorbedingungen für grössere Verschiebungen der Schwimmsandmassen vorhanden sein, wenn sie durch eine so leichte Erschütterung, wie sie in jenem Gebiete vorzukommen pflegen, zur Auslösung gelangen sollen. In einem anderen Aufsätze hoffe ich, auf diese Frage noch einmal zurückkommen zu können.

¹⁾ E. Kalkowsky. Ueber einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Ueberschübung bei Weinböhla in Sachsen. Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis“, Dresden. Jahrgang 1897, Juli bis December, pag. 80.

A. P. Pawlow. On dikes of oligocene sandstone in the neocomian clays of the district of Alatyr in Russia. Geol. Magazin. London 1896, December, Vol. III, pag. 49.

W. Cross. Intrusive Sandstone dikes in Granite. Bull. of the Geol. Soc. of America. New York 1894. Vol. V, pag. 225.

II. Lagerungsverhältnisse der Braunkohlengilde in der Umgebung von Brüx und deren Schwimmsand-Einlagerungen.

Das Braunkohlengebiet von Brüx bildet eine grosse Bucht jener grössten Ausweitung des sich am Fusse des Erzgebirges dahinziehenden Tertiärgebietes, welche als das Aussig-Teplitz-Dux-Saazer Becken bezeichnet wird. Die Tertiärgebilde des nordwestböhmisches Braunkohlengebietes zerfallen in folgende Unterabtheilungen: 1. Die untere, oder vorbasaltische Stufe, bestehend aus Quarzsandstein mit überlagernden, sandig thonigen Schichten (Saazer Schichten) und Flötzen von Moor und Glanzkohle. 2. Die mittlere Stufe, in deren Bildungsperiode die basaltischen Aufbrüche fallen, und welche von den basaltischen Tuffen, hin und wieder Conglomeraten und auch abbauwürdigen Flötzen gebildet werden. Sie ist hauptsächlich im Mittelgebirge verbreitet und fehlt in dem genannten Becken. 3. Die dritte, nachbasaltische Stufe ist aus Thonen und Schieferthonen mit Einlagerungen von losem Sand (Schwimmsand) und Schotter zusammengesetzt. Sie enthält die allermächtigsten und werthvollsten Flötze.

Das Hauptflötz wird in der Umgebung von Brüx allein abgebaut. So wie es vom Erzgebirgsrande her unter einem wechselnden Winkel von 8—36° gegen die Muldenmitte einfällt, so senkt es sich unter der Stadt Brüx aber unter einem bedeutend flacheren Winkel (unter 8°) gegen Nordwesten. Westlich von Brüx tritt es zu Tage und es wird hier die Kohle in grossartigen Tagbauen gewonnen. Bei Kopitz (7 Kilometer NW von Brüx) liegt das Hauptflötz bereits 114 *m* tief, bei Rosenthal 224 *m*. Die tiefsten Punkte erreicht es zwischen Oberleutensdorf und Maria-Ratschitz in 353 *m* unter Tag. Das Flötz ist unmittelbar bei Brüx meist 8—18 *m* mächtig, doch schwillt es auch hier, so wie bei Oberleutensdorf stellenweise zu 30 *m* Mächtigkeit an; bei Bilin wurde es 38 *m* mächtig gefunden,

Innerhalb der je nach der Tiefenlage des Flötzes verschieden mächtigen hangenden Sand- und Lettengilde finden sich die sehr unregelmässigen Schwimmsandeinlagerungen. Eine genaue Einzeichnung der Umgrenzung dieser Lagen ist aus verschiedenen Gründen sehr schwierig. Zunächst sind dazu sehr zahlreiche Bohrungen nöthig, und diese werden, nur wenn die Bohrlöcher sehr nahe beieinander liegen, ein verlässliches Bild über die Ausbreitung und den Zusammenhang der in verschiedenen Horizonten mit sehr unregelmässiger Umgrenzung wechselseitig auskeilenden und gegenseitig übereinander übergreifenden Lager geben können. Dazu kommen noch die zahlreichen grösseren und kleineren Verwerfungen, welche die Schwimmsandmulden stellenweise abschneiden und wenn sie nicht sehr mächtig sind, durch die Bohrungen nur sehr schwer nachweisbar sind. In den Bohrjournalen wird nach Vereinbarung jener Sand als Schwimmsand bezeichnet, „welcher wasserführend ist, nicht steht, nicht mit dem Bohrer gewonnen, sondern mit dem Schmantlöffel gehoben wird, wobei die Röhrentour einfach gesenkt wird.“ Es können aber auch Lagen von dieser Beschaffenheit im Streichen ihren Charakter in der Weise

ändern, dass obige Definition nicht mehr zutrifft; abgesehen davon, dass der Wassergehalt und damit die Consistenz des Sandes in einem unregelmässigen Lager sich ändern kann, es auch vorkommen, dass einzelne Partien durch stellenweise Kalkspathver kittung erhärtet sind und ihr Zusammenhang mit dem Schwimmsand deshalb nicht erkannt wird. Auf diese Weise konnte es kommen, dass trotz der Untersuchungsbohrungen sowohl den Bergbau-Interessenten als auch der Bergbehörde das Vorhandensein der Schwimmsandlinse unterhalb der Stadt Brügge und die damit verbundene Gefahr für die Stadt und für die Gruben entging.

Höfer und Uhlig haben in ihrem Gutachten anlässlich des am 19. Juli 1895 erfolgten Haupteinbruches eine Probe von den in den Annahilsbau vorgetriebenen Sandmassen untersucht. Nach ihrer Angabe enthält der lichtgraue, fast weisse Sand mehr als 90% ziemlich abgerundete Quarzkörnchen, zumeist von 0.13—0.25 mm Durchmesser, denen noch Staub von unter 0.09 mm und ferner spärliche Feldspaththeilchen und Muscovitblättchen beigemischt sind. Kleine scharfkantige Kohlentheilchen sind ohne Zweifel erst während der Bewegung des Sandes von der Einbruchsstelle her, durch die Gruben dazugekommen. Nach den Untersuchungen der genannten Autoren an verschiedenen Proben nimmt der Schwimmsand 31.14—33.2% Wasser auf. Es wird also ein Drittel des Schwimmsandvolumens von Wasser eingenommen.

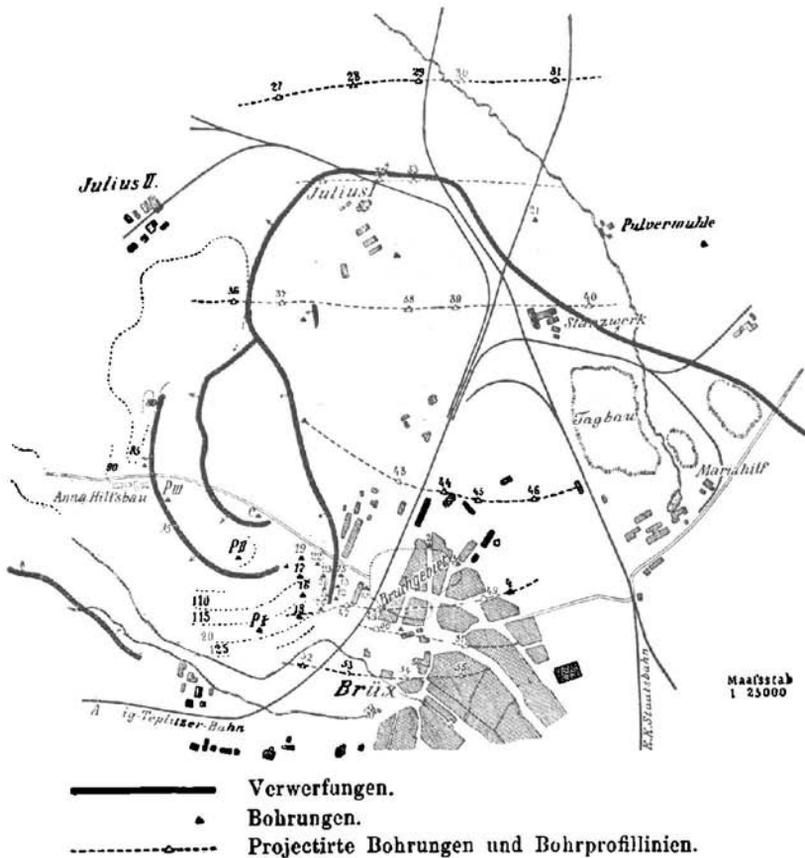
Nicht durchwegs hat aber der Schwimmsand so feines Korn, und die Proben aus dem Annahilsbaue können wohl bereits als ein Auswaschungsproduct betrachtet werden, dessen Feinheit die des Durchschnittes übertrifft, indem die kleinsten Bestandtheile von dem Wasser weiter getragen als die gröberen und beim Einbruche durch die Gruben weiter nach vorwärts gebracht wurden. Ein gutes Bild der Lagerung der Sandschichten von gröberem und feinerem Korne bieten die Aufschlüsse in den Sandgruben der Umgebung von Brügge.

Sie geben ein vortreffliches Bild jener Art der sogenannten falschen Schichtung oder Diagonalschichtung, welche durch die fortwährende Umlagerung des Sandes im Wellenschlage eines Seegestades entsteht. Jede stärkere Welle hebt wie eine lange Schaufel einen Streifen des angehäuften Sandes heraus, wirbelt ihn empor und lässt ihn dann im Zurückgehen wieder an derselben Stelle in die eben geschaffene, nach oben concave Mulde niedersinken. Dabei ordnen sich im Zurückfallen die Sandpartikelchen; zu unterst lagern sich die gröberen Körnchen und zuletzt, nachdem die Welle wieder ganz zum Stillstande gelangt ist, fallen erst die ganz feinen Sandtheilchen in die eben von der Welle neu ausgehobene Mulde. So liegt der Sand in dünnen Streifen, welche gegen oben concave Bögen beschreiben. Zu unterst ist der Bogen am gewölbtesten und steilsten, und enthält auch die größten Körnchen, welche nicht selten die Grösse eines Handschuhknopfes, ja sogar hin und wieder die einer Erbse erreichen. Gegen aussen, d. h. gegen die Richtung, in der sich die Welle zurückzieht, liegen die Sandstreifen immer flacher, das grobe Material ist hier bereits zum Sinken gebracht worden und nur mehr der ganz feine Sand, der eigentliche Schwimmsand, hat sich in ruhigerer Form

gesetzt. Die horizontale oder geneigte Ablagerungsform der einzelnen Partien ist durch eine äusserst feine Streifung von abwechselnd wenig gröberem und feinerem Materiale markirt.

Eine neue Welle durchschneidet mit einer neuen Curve die eben gebildete Ablagerung, und während sich der Process immer von Neuem wiederholt, schiebt sich die ganze Sandmasse durch stetige Zufuhr

Fig. 4.



immer mehr gegen das Innere des Sees vor. Auf diese Weise entsteht das System der sich durchschneidenden gegen oben concaven Linien, welche alle in einer Richtung verflachen. Manchmal tritt eine Unterbrechung in der Ablagerungsfolge ein durch einen Stillstand in der Bewegung; es mag ein Theil der Bucht durch irgend einen Zufall vom Hauptwellenschlage gesondert worden sein, und es setzt sich eine dünne Bank von feinem, lettenartigem Schlamm zwischen den Sanden ab; oder das ganze System wird durch eine besonders starke

Welle horizontal abgeschnitten und darüber beginnt eine neue Serie in der gleichen Lagerungsform.

Um einen Anhaltspunkt über die Herkunft des Schwimmsandes zu gewinnen, habe ich einige besonders grosse Körnchen aus dem Sande gelöst und davon Dünnschliffe anfertigen lassen. Sie bestehen hauptsächlich aus äusserst feinkörnigem Quarz, dem hie und da ganz kleine, farblose Leistchen eines glimmerigen Minerals eingelagert sind. Einzelne Stücke sind ganz erfüllt von feinen Hämatitschuppen; andere wieder enthalten grössere Mengen von Thonschiefernädelchen und auch hie und da ein erkennbares Korn von Rutil. Man hat es offenbar mit Bruchstücken quarzreicher Linsen und Schmitzen aus einem phyllitartigen Gestein zu thun. Obwohl sich die Ablagerungen am Südufer des miocänen Sees befinden, kann also der Sand unmöglich aus dem Mittelgebirge stammen, wo derartige Gesteine nicht vorkommen. Seine ursprüngliche Heimat ist wahrscheinlich im Erzgebirge oder in einem entfernteren krystallinischen Gebiete zu suchen. Höchstwahrscheinlich stellt er aber nichts anderes dar als eine neuerliche Umlagerung des Materiales, aus dem der Quadersandstein gebildet ist.

Die zahlreichen jüngeren Störungslinien, welche das Braunkohlengebiet nach verschiedenen Richtungen durchqueren, gehören einer anderen Gruppe als die älteren eigentlichen tektonischen Verwerfungen, welche bestimmend sind für den Gebirgsbau im Grossen; wie z. B. die Brüche am Rande des Erzgebirges. Betrachtet man die auf Fig. 4 dargestellten Verwerfungen in der Umgebung von Brüx, so gewahrt man in dem bogenförmigen Verlaufe und der Art und Weise der Verzweigung einen anderen Charakter als den der eigentlichen tektonischen Verwerfungen. Ja es erscheint mir zweifelhaft, ob sich diese Störungen überhaupt in das ältere, liegende Gebirge fortsetzen. Im Allgemeinen sinken an ihnen die Sedimente staffelförmig gegen das Innere der Mulde ab; nicht selten verlieren sich kleinere Störungen des Flötzes im Hangenden; eine Erscheinung, die man auch in den kleinsten Verhältnissen an den zu Tage aufgeschlossenen Sandbänken beobachten kann. Es scheint, dass der grösste Theil der jungen Verwerfungen nur die Folge eines Zusammensinkens in sich selbst der tertiären Schichtenmasse ist, welches in der Mitte der Mulde, wo die Mächtigkeit die grösste ist, auch den höchsten Betrag aufweist. So bröckelt sich die Masse, niedersinkend, an dem Muldenrande parallelen Risse ab und wo eine vorspringende fremde Kuppe in die Tegel und Sandlager hineinreicht, wie z. B. die Basaltkuppe des Brüxer Schlossberges, da weichen die Verwerfungen um dieselbe in deutlichem Bogen aus. (Siehe vorstehende Fig. 4.)

III. Haupteinbruch am 19. und 20. Juli 1895.

Das Stadtgebiet von Brüx einschliesslich des Bahnhofes der Aussig-Teplitzer Eisenbahn wird gegen NW begrenzt von der Johnsdorferstrasse. Bei der Anlage der Abbaue im Ostfelde des Annehilfsbauschachtes wurde im Sinne der in der Verleihungsurkunde

enthaltenen Vorschriften zur Sicherung dieser Strasse ein Schutzpfeiler von 40 m Breite eingehalten. In dieser Entfernung von der Stadt Brück wurden die ersten Abbaupläne angelegt und sollte wie gewöhnlich von der Grenze des Grubenfeldes gegen den Schacht zu heimwärts abgebaut werden. Nach dem damaligen Stande der Kenntnisse über die Beschaffenheit des Hangendgebirges und der benachbarten Regionen waren die k. k. Bergbehörde und die Direction der Brücker Bergbaugesellschaft berechtigt, diese Massnahmen als vollkommen zureichend zur Sicherung der Strasse und der Eisenbahn anzusehen. Die zur Untersuchung vor Beginn des Abbaues niedergestossenen Bohrlöcher hatten zufälliger Weise eine derartige Vertheilung, dass das Vorhandensein einer Schwimmsandlinse unterhalb des nördlichen Stadttheiles von Brück nicht vermuthet werden konnte ¹⁾. Selbst das von der späteren muthmasslichen Einbruchsstelle nur 50—60 m gegen Norden entfernte Bohrloch E (Taf. XI) gab keinerlei Anhaltspunkte, welche auf die Nähe des bedeutenden Schwimmsandlagers hätten schliessen lassen. Man hatte hier bis auf das in 97·52 m Tiefe gelegene Hauptflötz — abgesehen von einem kleinen (2·30 m) Hangendflötz in 33·70 m Tiefe — nur verschiedene Wechsellagerungen von trockenem Sand und Letten durchbohrt. Das Bohrloch liegt nämlich bereits jenseits der erst später erkannten und damals noch nicht vermutheten Verwerfung, welche nahe der Grenze des Grubenfeldes vorbeistreicht und die Schwimmsandlinse in ihrer Hauptmächtigkeit gegen Westen begrenzt.

Ein weiteres Bohrloch S, beim Kaiserbade in Brück, 330—340 m südwestlich von der muthmasslichen Einbruchsstelle und 12 m vom Bielaufser gelegen, ergab wohl in 3 m eine 3·6 mächtige Schwimmsandlage. Das weitere Dachgebirge bis auf das Hauptflötz in 43·6 m Tiefe bestand auch hier blos aus Letten und eingelagerten Kohlenbänken. Man hat es hier, wie weiter unten erklärt werden soll, mit dem gegen Süden auskeilenden Rande der Brücker Schwimmsandlinse zu thun. Der Wassergehalt des Sandes wurde auf die Nähe des Bielaflusses zurückgeführt. Damals konnte Niemand das gewaltige Anschwellen dieses kleinen Lagers gegen Norden, oder gar einen gefahrbringenden Zusammenhang bis auf die 330 m entfernten Abbaupläne, in welchen später der Einbruch erfolgte, vermuthen. Auch die Verwerfung, welche zwischen den bekannten Bohrungen hindurchstreicht, konnte nicht aus den verschiedenen Höhen, in denen das Flötz angebohrt worden war, erkannt werden, indem sich dieser Umstand einfach durch ein sanftes Nordfallen ($4\frac{1}{2}^{\circ}$) des Flötzes erklären liess.

Vor dem Einbruch waren bereits alle zwölf unmittelbar am Schutzpfeiler der Strasse gelegenen Abbaupläne niedergelassen worden, ohne dass sich ein verdächtiges Anzeichen bemerkbar gemacht hätte. Wohl hatten einzelne Pläne und besonders der Plan 1260 (s. Taf. XI) beim Niederlassen intermittirende und nicht sehr erhebliche (3 Minutenliter) Wassermengen gebracht; sowohl der genannte, als auch der Plan

¹⁾ Prof. H. Höfer und Prof. V. Uhlig. Beantwortung der Fragen, welche an die geologischen Sachverständigen anlässlich der am 19. Juli 1895 erfolgten Schwimmsand-Einbruchskatastrophe gestellt wurden. 6. Februar 1896, pag. 12, II.

1266 waren auch vorzeitig Zubruche gegangen, ohne aber Wasser zu bringen. Man konnte diesen Erscheinungen aber keine wesentliche Bedeutung beilegen, zumal sie sich durch örtliche Umstände, nämlich durch das Vorhandensein einer den Plan von Westen nach Osten durchsetzenden Russkluft, erklären liessen. Erfahrungsgemäss gaben oft auch ganz trockene Russklüfte Veranlassung zum vorzeitigen Zubruchegehen eines Abbaues. Ueberdies war auch das in den Plänen zuzitzende Wasser auf seinen Sandgehalt geprüft worden; es hatte sich aber nur als lettenführend erwiesen.

Kurze Zeit vor der Katastrophe war bereits die zweite Abbaureihe in Angriff genommen; und auch der dem oben genannten Bohrloche zunächst liegende Plan Nr. 1294 war bereits niedergelassen und ausgefördert worden. Noch am Nachmittage (4 Uhr) des Tages, an welchem der Einbruch erfolgte, war er betreten und in ganz normalem Zustande befunden worden. Gegen 9 Uhr Abends befanden sich 3 Häuer in der Nähe dieses Abbaues, von denen einer trauriger Weise durch den Einbruch um's Leben kam. Die übrigen beiden hörten um die genannte Zeit ein Getöse, als wenn zwei Hunde zusammenstossen würden, und darauf ein längeres Geräusch, als wenn ein Hund über einen Bremsberg abrollen würde. Dann löschte ein Windstoss die Lichter aus und sie hörten, wie das Wasser aus dem Plane 1294 über die Mundlochstrecke herab gegen den Ulm der Streichstrecke auslug und weiterhin über die Strecken hinunter rauschte¹⁾.

Sowohl der Herr Verwalter des Annahilfsbauschachtes als auch die geologischen Sachverständigen Prof. H. Höfer und Prof. V. Uhlig waren der Ansicht, dass der Einbruch nicht in dem genannten Plane 1294 erfolgt sei, da sich obige Angaben der Häuer nur auf Gehörswahrnehmungen bezogen, sondern dass der bereits oben wegen zeitweiliger Wasserführung, wegen vorzeitigen Zubruchegehens und wegen seiner Russkluft erwähnte Plan Nr. 1260 dazu die Veranlassung gegeben hat. Derselbe liegt in der unmittelbaren Nachbarschaft des Planes 1294 und ist von ihm nur durch einen 8 m breiten Kohlenpfeiler getrennt; die oben genannten Umstände, durch die der Plan sich auszeichnete, lassen auch eine bedeutende Klüftigkeit des Dachgebirges in dieser Region vermuthen. Herr Oberbergverwalter F. Schröckenstein neigt hingegen der Annahme zu, dass der Einbruch in dem mehr südlich gelegenen Plane Nr. 1266 erfolgt ist, welcher sich ebenfalls durch Russklüfte auszeichnete und auch vorzeitig Zubruche gegangen war; von hier aus hat sich nach seiner Annahme die Schwimmsandfluth gegen den Plan 1293 und weiter nach Durchbruch des schwachen Kohlenpfeilers gegen den Plan 1294 ergossen.

Die muthmassliche Einbruchsstelle liegt in mindestens 112 m S. H., aber wahrscheinlich entsprechend der Flötmächtigkeit und der Höhe der Abbaukammern bedeutend höher, vielleicht in 149 m S. H.

¹⁾ Gutachten der mont. Sachverständigen Prof. J. Ullrich und Bergbauingenieur L. Stamm über die anlässlich der am 19. Juli 1895 erfolgten Brüxer Schwimmsandkatastrophe zu treffenden Massnahmen, pag. 22 ff.

Gegen das Füllort des Annahilsbauschachtes senkt sich das Flötz in einer schmalen, länglichen Mulde bis auf 90·1 *m* S. H. Von dem ebenfalls tiefer liegenden Grubenfelde des Annaschachtes ist diese Mulde durch einen Sattel von 112 *m* S. H. getrennt; sein Füllort befindet sich in 131 *m* S. H. Die Sand- und Wassermassen erfüllten abwärts fließend rasch die Strecken des Annahilsbaues und erstickten die Wasserhaltungsmaschinen. Wegen der möglichen hohen Lage der Einbruchsstelle konnte auch ein Uebertreten des Wassers in das Gebiet des Annaschachtes befürchtet werden. Das Wasser stieg aber nur bis 103 *m* S. H. und bereits am 20. Juli, 6 Uhr Morgens, konnte festgestellt werden, dass kein weiteres Ansteigen des Wassers mehr stattfand, sondern im Gegentheil das Wasser schon im Sinken begriffen war. Der Schwimmsand musste sich also selbst den Weg verlegt und abgesperrt haben. Die höchstgelegenen Abbaukammern am Ostrande des Grubenfeldes, welche bis 122 *m* S. H. reichen, waren demnach leer geblieben, wovon man sich später durch Bohrungen auf die Kammer Nr. 1284 überzeugt hat.

Der Wasserspiegel ging bald auf 102 *m* Seehöhe zurück, bis auf welche Höhe die Strecken mit consistenter Sand- und Schlammmasse erfüllt waren, deren gesammte Mächtigkeit nach dem Gesagten nicht ganz 12 *m* betrug.

Das Volumen der erfüllten Streckenräume wurde anfänglich auf 50.000, später aber auf 90.000—95.000 Cubikmeter geschätzt.

Kurz nach erfolgtem Einbruche in den Gruben, d. i. um $\frac{1}{4}$ 10 Uhr Abends, begannen die Senkungen im nördlichen Stadttheile von Brüx; der Einbruch ging in den ersten Stunden rascher und dann mehr allmählig vor sich, und währte circa 9 Stunden, nämlich von 9 Uhr Abends bis 20. Juli, 6 Uhr Früh. Aus der Darstellung des Herrn Oberbergverwalters F. Schröckenstein geht deutlich hervor, dass die Pingen zuerst in dem von der muthmasslichen Einbruchsstelle entfernteren Theile des Bruchgebietes niedergingen und sich in einer im Allgemeinen concentrischen Reihenfolge immer mehr gegen Westen vorschoben¹⁾. Zuerst ging eine Pinge nieder an der Gabel der Ziegel- und Gassgasse (beim Hause Nr. 626); und zugleich wurde ein eigenthümliches Geräusch, wie vom unterirdisch fließendem Wasser vernommen, welches von einem erfahrenen Fachmanne sofort dahin gedeutet wurde, dass ein Schwimmsandeinbruch stattfinde²⁾. Immer grösser und tiefer werdend, rückten die Pingen gegen die Bahnhofstrasse, während sich zugleich das Bruchgebiet unter fortwährendem Einsturz der Häuser erweiterte. Gegen 11 Uhr Nachts entstand die grosse, gegen 100 *m* lange Pinge beim Hause Nr. 689. Gegen 2 Uhr Morgens stürzten die südlich davon liegenden Häuser Nr. 639—570, und am Ende der Quergasse der Reihe nach zusammen. Inzwischen erweiterte sich das Bruchgebiet gegen Norden und Osten durch sprungartige Senkungen. Nach einer Pause von einigen Stunden entstand noch eine grössere Pinge von 18—20 *m* Breite und 18 *m*

¹⁾ F. Schröckenstein, Studien über den Schwimmsandeinbruch in Brüx. „Der Kohleninteressent“, Teplitz 1896, Bd. XIV, Nr. 9, pag 67.

²⁾ Gutachten Ullrich u. Stamm, pag. 2.

Tiefe im Bahnhofgebiete. Die letzte Pinge von 25 *m* Durchmesser und 16 *m* Tiefe entstand um 6 Uhr Morgens ganz nahe der Einbruchstelle in die Gruben. Auch im Süden, in der Nähe des Taschenberges und der Wenzelskirche waren in den Morgenstunden noch einige kleinere Pingen niedergegangen.

Das Gebiet, welches diese Pingen einnehmen, einschliesslich der sie umschliessenden langen Erdspalten im Norden und Nordosten, umfasst rund 6 Hektare Grundfläche¹⁾.

Innerhalb sechs Tagen war der Sand bereits entwässert und vollkommen fest geworden. In den Strecken des Annahilsbaues wurden bald in der Côte 106 provisorische Dämme errichtet, um eventuelle neuerliche Sandnachschiebe hintanzuhalten.

Ueber das Wesen der Katastrophe konnte Niemand im Zweifel sein; es war ohneweiters klar, dass der Schwimmsand eines grösseren Lagers einen Weg gegen die offenen Grubenräume gefunden hatte und dahin ausgeflossen war. Dadurch waren Hohlräume entstanden, welche den Einsturz des Deckgebirges und die Entstehung der Pingen zur Folge hatten. Da aber die Grubenräume nicht völlig ausgefüllt waren, und man neuerliche Schwimmsand-Nachschiebe befürchten konnte, war es von höchster Wichtigkeit, die Ausdehnung und die genaueren Lagerungsverhältnisse des Schwimmsandlagers zu erforschen. Von diesen Verhältnissen musste auch die Bestimmung eines neuerlichen Schutzpfeilers für die Stadt Brück gegen die westlich benachbarten Gruben abhängig gemacht werden. Demgemäss wurde die Niederstossung einer grossen Anzahl von Bohrlöchern angeordnet, und die dadurch eröffnete genauere geologische Kenntniss des Gebietes gestattet auch ein genaueres Verfolgen des stattgehabten Vorganges.

Die Bohrungen haben ergeben, dass der Schwimmsand unterhalb des nördlichen Stadttheiles von Brück eine selbstständige, gegen Süden und Osten auskeilende Mulde bildet (s. Profil Taf. XII). In den östlichsten Bohrungen 1 und 4 wurde gar kein Schwimmsand angetroffen. Das schwache Schwimmsandlager, welches beim Kaiserbade (Bohrung 20 im Süden) im Hangenden der Côte 206 angetroffen wurde, ist bereits oben erwähnt worden. In dem Masse, als sich die Bohrungen der Mitte des Einbruchgebietes nähern, sinkt die Côte des Schwimmsandliegenden und zu gleicher Zeit nimmt auch das Schwimmsandlager an Mächtigkeit zu. So bezeichnen die Bohrungen 3, 11, 6 und 7 in einem inneren parallelen Bogen gleichsam an der Oberfläche eine innere Isohypse des Schwimmsandes, in welcher seine Basis auf 196—194 *m* S. H. gesunken und seine Mächtigkeit auf 11—14 *m* zugenommen hat. Ein zweiter Bogen noch tieferer Senkung wird dargestellt durch die Bohrungen 2, 21, 5, 8; an der Bohrung 2 liegt der Schwimmsand auf dem Liegendletten mit einer Mächtigkeit von circa 12 *m*, einschliesslich einer dünnen Lettenzwischenlage in der S. H. von 189 *m*, im Bohrloche 8 in der-

¹⁾ Eine lebhaft Schilderung der Zerstörung nebst photographischen Illustrationen findet sich bei F. Toula, Ueber die Katastrophe von Brück. Zeitschr. d. Ver. z. Verbr. naturwissenschaftl. Kenntn., Bd XXXVI, Heft 1, Wien 1896.

selben Höhe und mit verschiedenen Zwischenlagen von festem Sand circa 20 *m* mächtig; unter den Bohrlöchern 21 und 5 dagegen in 186 *m* in einer Mächtigkeit von 14 und 16 *m*. Da aber an diesen Stellen, sowie bei 8 der Schwimmsand nahe unter dem Rasen von trockenem Sande mit spärlichen Lettenzwischenlagen unmittelbar überlagert wird, kann auch die Gesamtmächtigkeit des hier nur theilweise durchfeuchteten Lagers als grösser angenommen werden. Die grössere Höhenlage des Schwimmsandliegenden in der Bohrung 9 (194 *m* S. H.) beweist, dass hier der Liegendletten einen vorspringenden Rücken bildet, auf welchem das 13·5 *m* mächtige Schwimmsandlager aufruht. In der Bohrung 10 neben der grossen Pinge am Bahnhofs ist die Côte des Liegenden bereits auf 168 *m* gesunken. Hier erscheint der Schwimmsand in mehreren Lagen von 1·5—3·8 *m* Mächtigkeit, welche durch Zwischenlagen von Sand, sandigem Letten und dünnen Sandsteinbänken getrennt sind; die Gesamtmächtigkeit der diese Schwimmsandlagen umfassenden Schichtreihe beträgt mehr als 20 *m*. Man kann auch annehmen, dass sich die Schwimmsandlinse hier in mehrere Lagen spaltet. (S. Profil Taf. XII.)

Es befindet sich also unterhalb des nördlichen Stadttheiles von Brux eine gegen Westen anschwellende, gegen Osten und Süden ausgehende Schwimmsandlinse, welche gegen Westen geneigt ist. Bei Bohrloch 9 befindet sich ein Rücken von bedeutender Erhebung, in dessen Nähe (beim Pampl) eine kleine Häusergruppe unversehrt stehen geblieben ist. Von Bohrloch 9 fällt die Côte im Schwimmsandliegenden einerseits gegen Bohrloch 8, so dass hier eine schmale, gegen Bohrloch 5 abfallende Partialmulde entsteht; andererseits sinkt es noch steiler gegen Bohrloch 10; auch von hier aus zieht sich eine Art Rinne gegen Bohrloch 5.

In den Erscheinungen an der Oberfläche haben sich die Vorgänge bei der Entleerung der Schwimmsandlinse deutlich wieder gespiegelt. In dem Masse, als der Schwimmsand gegen die Einbruchsstelle sich vorschob, wurden zuerst am äusseren Rande, dann immer weiter westwärts Hohlräume geschaffen, welche der Reihe nach einstürzten. So entstanden zuerst die kleinen Pingen in der Gassgasse, später die grossen Einbrüche zwischen der Bahnhofstrasse und Johnsdorferstrasse; dann erst der kesselförmige Einbruch am Bahnhofs und zuletzt erst gegen 6 Uhr Morgens die grosse runde Pinge von circa 25 *m* Durchmesser und 14—16 *m* Tiefe in der Nähe der Einbruchsstelle. Einzelne kleinere Hohlräume sind unverstürzt und theils leer, theils mit Wasser erfüllt zurück geblieben. Ein solcher Hohlraum wurde im Bohrloche 9 im trockenen Sand in 5 *m* Tiefe angefahren; beim Bohrloche 7 traf man auf eine Schlammblase im Schwimmsande in 21 *m* und im Bohrloch 8 auf eine Wasserblase in 10 *m* Tiefe.

Das Zusammenfliessen der Masse durch die beiden Rinnen gegen die Stelle, wo später die Bohrung 5 angelegt wurde, verursachte daselbst eine besonders lebhaftere Bewegung des Wassers. Ein hier aufgestellter Fahnenmast war in die Tiefe gesunken und wurde durch einen unterirdischen Wirbel durch lange Zeit in drehender Bewegung erhalten.

Auch Mauerstücke, welche an dieser Stelle in die Tiefe gesunken waren, waren verschoben worden, wie durch vier Versuchsbohrungen in der Nähe des Hôtel Siegel später nachgewiesen worden ist¹⁾.

Als unmittelbare Veranlassung für den Durchbruch der Schwimmsandmasse in die tieferliegende Abbaukammer Nr. 1260 wurde von den geologischen und montanistischen Sachverständigen das nahe Vorbestreichen eines Verwurfs an dieser Kammer, durch den das Hangendgebirge klüftig geworden war, angenommen. Für das Vorhandensein einer solchen, jetzt wegen der Unzugänglichkeit der Grubengebiete nicht mehr an Ort und Stelle constatirbaren Verwerfung, können folgende Gründe geltend gemacht werden:

1. Das oben erwähnte vorzeitige Zubruchegehen der Kammern 1260 und 1266 an der Ostgrenze des Grubenfeldes, sowie der zeitweise grössere Wasserzufluss und das Vorhandensein einer Russkluft; es sind das alles Umstände, welche auf eine starke Zerklüftung des Gebirges in dieser Region hindeuten.

2. Die Vertheilung der Pingen, welche sich gleichsam zusammenziehend gegen die Abbaukammern 1260 und 1266 erstrecken, ohne über dieselben hinauszureichen.

3. Die Ergebnisse der Bohrungen. Jenseits der Bohrung 15 wurden zwar hin und wieder in den zahlreichen Untersuchungsbohrungen kleine, wasserführende Sand- und Sandsteinlagen angetroffen, das mächtige Schwimmsandlager von Brüx ist aber nicht mehr vorhanden. In der Bohrung 15 hinter dem Aussig—Teplitzer Bahnhofe wurde unter dem Hauptflötze in 94·7 *m* Tiefe (127 *m* S. H.) eine 3 *m* mächtige Schwimmsandlage durchfahren. Eine Commission unter Zuziehung der Sachverständigen constatirte einhellig, dass diese 3·0 *m* mächtige Sandlage nichts anderes sei, als die Ausfüllung einer Auskolkung im Flötze durch Schwimmsand in Folge des stattgehabten Einbruches. Ueberdies wurde in den Bohrlöchern 13 und 15 die Sohle des circa 18·5 *m* mächtigen Flötzes um 12 *m* höher liegend gefunden als in den unmittelbar benachbarten Abbaukammern. Es sind das weitere Umstände, welche darauf hindeuten, dass in der unmittelbaren Nähe der Bohrungen 12, 13 und 15, und zwar zwischen diesen und der Schutzpfeilergrenzen, wahrscheinlich parallel der letzteren, eine Störung etwa in der auf dem Profil Taf. XII dargestellten Weise hindurchstreicht.

4. Das Grubenfeld des Juliusschachtes I, welches im Brüxer Einbruchgebiete liegt, musste seinerzeit in Folge Schwimmsandeinbruches sistirt werden. Das Schwimmsandgebiet dieses Schachtes bildet wahrscheinlich die nördliche Fortsetzung der Brüxer Mulde und der Einbruch erfolgte an einer wohlbekanntenen Kluft, welche im Bogen den Juliusschacht I umziehend, sich gegen SSW wendet (s. Fig. 4 u. Taf. XI). Mit demselben Streichen ist sie durch einzelne Ausrichtungsstrecken, welche die Landstrasse nach Johns Dorf unterfahren, noch in ziemlicher

¹⁾ Schröckenstein, l. c. pag. 74.

Nähe des Lagerhauses beim Bahnhofs der Aussig -- Teplitzer Bahn angefahren worden. Diese Kluft fällt in demselben Sinne, wie man es von der hypothetischen Kluft annehmen muss, d. i. gegen WSW und W und man braucht nur eine neuerliche geringe Wendung im Streichen gegen S zuzugeben, um in dieser die Fortsetzung der Verwerfung des Julusschachtes I zu erkennen.

5. Das verschiedene Verhalten des Grundwasserspiegels vor und hinter der angenommenen Kluft, welches weiter unten im letzten Capitel besprochen wird.

6. Die kleinen Störungen, welche in der Pinge nächst dem Bohrloche 13 beobachtet wurden, und welche die geologischen Sachverständigen Prof. Uhlig und Prof. Höfer in ihrem Gutachten hervorhoben haben. Als ich die Stelle besuchte (Juni 1897) war die Pinge bereits verschüttet, so dass eine sichere und überzeugende Beobachtung nicht mehr gemacht werden konnte. Nach den Angaben der genannten Autoren wurde in der erwähnten Pinge eine nördlich einfallende, kleine Verwerfung beobachtet, welche vielleicht der Russkluft im Plane 1260 entsprach.

Was die neuerliche Inbetriebsetzung der Annahilsbaugruben betrifft, wurde zunächst ein Schutzpfeiler bestimmt, welcher den ganzen Raum von der Strasse zunächst dem Bahnhofs bis zu dem NS verlaufenden Bremsberg IV und dessen geradliniger Fortsetzung bis zum Durchschnitte der Schutzpfeilergrenze am Bielaflusse im Süden und dem Schutzpfeiler für die Brück--Johnsdorfer Bezirksstrasse im Norden einnehmen sollte. Diese Bestimmung war unter der Voraussetzung getroffen, dass in dem Gebiete nirgends Schwinmsand gefunden wurde; nach den später erfolgten Bohrerergebnissen ist diese Voraussetzung auch zugefallen. Durch die grosse Breite dieses Schutzgebietes, welche an der schwächsten Stelle 155 m beträgt, war im weitgehendsten Masse für die Sicherheit des Stadtgebietes gesorgt worden. Bis zu der neuen Grenze sollte vom Schachte aus durch Räumung der Strecken vorgedrungen werden und durch starke Kugeldämme an den zum Bremsberg und in das östliche versandete Gebiet führenden Strecken einem neuerlichen Vorschube der Sandmassen vorgebeugt werden.

Nur zu den südlichen, höher liegenden Abbaukammern sollte durch entsprechende Umbruchstrecken vorgedrungen werden. Dort war durch die Bohrung 14 auf die Kammer 1281 nachgewiesen worden, dass sie weder versandet noch verbrochen war. Da man es für eine ständige Gefahr halten konnte, dass ihr Zubruchegehen vielleicht weitere Folgen haben könnte, sollten sie versetzt werden. Der Abbaubetrieb sollte nicht wie früher an der Schutzpfeilergrenze beginnen, sondern umgekehrt vom Schachte aus gegen Osten vordringen.

IV. Nachträgliche Einbrüche und Sanierungs- Massnahmen.

1. In der Nacht vom 6. auf 7. August 1896.

Nach einer Ruhepause von mehr als einem Jahre erfolgten in der Nacht vom 6. auf 7. August 1896 einige neuerliche kleinere Nachbrüche, durch welche etliche Gebäude beschädigt wurden; so besonders eine Reihe von Häusern (Nr. 5, 6, 7 und 8) am Taschenberge NW der Wenzelskirche, wo zwei kleine Pingen entstanden waren; ferner die Gebäude im oberen Theile der Quergasse in der Richtung gegen die Bohrung Nr. 8, einzelne Tracte von diesen Gebäuden waren vollkommen eingestürzt. Ausserdem wurde noch die oben erwähnte Häusergruppe beim P a m p l an der Johndorfer Strasse (749, 757, 809), welche bisher auffallender Weise unversehrt geblieben war, ein wenig in Mitleidenschaft gezogen; die hier entstandenen kleinen Sprünge und Haarrisse waren aber nur sehr unbedeutend. Am Bahnhof in der Nähe des Bahnhofes hatten die unbedeutenden Senkungen nur eine kurze Unterbrechung des Verkehrs zur Folge. Bei den Befahrungen der Gruben, in denen die Sauberungsarbeiten vom Annaschachte gegen den Annahilfsbau schon sehr weit vorgeschritten waren, wurden gar keine Veränderungen daselbst bemerkt. An den Balkendämmen, durch welche die versandeten Strecken vorläufig von den Grubenräumen abgeschlossen wurden, waren gar keine Veränderungen des Wasserzuffusses zu beobachten.

Von den Sachverständigen war schon seinerzeit die Wahrscheinlichkeit hervorgehoben worden, dass in dem entleerten Schwimmsandgebiete unverbrochene Hohlräume zurückgeblieben waren, deren Einbruch vielleicht vorläufig dadurch verzögert wurde, dass sie sich mit Wasser erfüllt hatten. Einzelne Bohrungen haben das Vorhandensein solcher Hohlräume auch später dargethan. Diese Wasseransammlungen sind in der Nacht vom 6. auf 7. August aus einem unbekanntem Grunde in Bewegung gerathen, und zwar ist allem Anscheine nach ein Theil des Schwimmsandes gegen die Gruben geflossen, welcher in der engen unterirdischen Mulde, die sich von der Bohrung 5 gegen die Bohrung 8 zieht, haften geblieben war. Das abgeflossene Quantum wurde nach den entstandenen Einsenkungen und Pingen auf 500—1000 Cubikmeter geschätzt. Diese geringe Menge wird in den noch nicht versandeten Strecken und alten Abbauen leicht Platz gefunden haben, so dass jenseits der Verdämmungen von dem Vorgange nichts bemerkt werden konnte.

2. In der Nacht vom 9. auf 10. September 1896.

An den genannten Tagen wurde das Einbruchsgebiet durch neuerliche bedeutendere Senkungen gegen Südwesten erweitert. Eine genauere Schilderung der Vorgänge über Tag und in den Gruben, sowie die Erläuterung der Ursachen entnehme ich dem im Stationsgebäude der Aussig—Teplitzer Eisenbahn am 14. September 1896 aufgenommenen Protokolle:

„In der Nacht vom 9. auf 10. September wurde um 1 Uhr von der im Bruchgebiete der Stadt Brück bestellten Nachtwache auf ihrem Rundgange die Wahrnehmung gemacht, dass sich an der innerhalb des alten von dem Schwimmsandeinbruche des Vorjahres herrührenden Verbruchterrains gelegenen, mit dem Bahnkörper parallel laufenden Brück—Johnsdorfer Bezirksstrassen in der Nähe des (oben schon mehrmals genannten) Hauses des Herrn Baumeisters Pampf neue Risse zeigen. Bald darauf gewahrten die Bahnbetriebsorgane eine Senkung der ersten, gegen die Stadt zu gelegenen Eisenbahngeleise. Um 2 Uhr Nachts zeigten sich Senkungen südwärts vom Gehsteige, welche die Biegung der Johnsdorferstrasse abkürzend, den Bahnkörper übersetzt. Gegen 3 Uhr erstreckte sich die Senkung bis zur Strassenüberfahrt gegen Süden und von der Dammböschung zunächst dem seit der ersten Katastrophe verschütteten Viaduct bis über die Laderampe an der Johnsdorferstrasse. In dieser Zeit war die grösste Senkung bei Weiche 45 von nur 30 Centimeter Tiefe und die Risse hatten bereits eine Breite von 10 Centimeter. Das Fundament des ersten Stützpfiebers des Gehsteiges senkte sich um 4 Centimeter. Nach 3 Uhr ging zwischen den beiden Hauptgeleisen eine Pinge nieder von 5 m Länge, 3 m Breite und 6 m Tiefe; gleichzeitig zwei Pingen in der Strassenböschung von 2 m Länge und Breite. Um $\frac{1}{2}$ 4 Uhr erweiterte sich die Pinge zwischen den Hauptgeleisen durch Nachfall, so dass die inneren Schienenstränge der beiden Geleise in der Luft hingen. Die zwei Pingen in der Strassenböschung erweiterten sich auf 3 m Durchmesser. Das Gehstegfundament senkte sich bis auf 10 Centimeter Tiefe. Um 4 Uhr wurden Risse auf dem Bahnobjecte und der Johnsdorferstrasse bemerkt, die Trottoirsteine lösten sich ab. Um $\frac{1}{2}$ 6 Uhr Früh standen beide Hauptgeleise bei der Pinge ganz in der Luft, ebenso die Weiche 42; das Fundament des Stützpfiebers des Gehsteiges war um 6 Uhr bereits um 24 Centimeter gesunken, gleichzeitig auch das Fundament des Joches des Gehsteiges. Ausserdem ging um 5 Uhr Früh auf der Johnsdorferstrasse zwischen der Bahn und der Stadt eine Pinge nieder.“

Erst gegen 3 Uhr Nachmittags waren die Bewegungen zum Abschlusse gelangt. Nur ganz geringe Senkungen fanden noch am Bahnkörper bis zum 12. September statt. Sie mögen durch die starken Regengüsse dieser Tage befördert worden sein.

Die neuerlichen Einbrüche liegen hauptsächlich ausserhalb des Stadtgebietes, sie hatten deshalb nicht so viele Beschädigungen an den Gebäuden verursacht. Nur die schon früher ziemlich beschädigten Häuser Nr. 739, 750 und 769 in der Nähe der Bohrung Nr. 8 wurden nun theilweise zum Einsturze gebracht. Dagegen hat ein Stück des Bahnkörpers von ca. 200 m Länge eine wellenförmige Senkung erlitten; dazwischen waren Pingen angereicht, deren Dimensionen aber 6 m in der Breite und 3 m in der Tiefe nicht überschritten. Die Senkungen gingen quer über die ganzen Geleise hinweg. In der neu hergestellten Unterfahrung der Johnsdorferstrasse unter dem Bahnkörper hatten sich beide Widerlager stark gesenkt, so dass das dazwischen liegende Trottoir gehoben schien.

Wie aus vorstehender Schilderung ersichtlich ist, ging dieser Einbruch in unregelmässiger Weise und sehr allmählig vor sich; aus letzterem Umstande wurde von den Fachleuten sofort geschlossen, dass die Ausflussöffnung nur einen sehr kleinen Querschnitt haben dürfte, der den Wässern nur einen langsamen Abfluss gestattet.

Als um 3 Uhr Morgens des 10. September am Annahilfsbauschachte bekannt wurde, dass in Brüx eine Erdbewegung vor sich ging, wurde die Grube sofort zunächst von Herrn Ingenieur Schwarz, dann von Herrn Bergverwalter Getschold befahren. Um die genannte Zeit wurde der Wasserzufluss am Füllorthorizont des Annahilfsbaues noch unverändert, wie vorher, mit 50 Liter per Minute beobachtet. Um $\frac{3}{4}$ Uhr befand sich der erstgenannte Herr am Schachte, als plötzlich das Licht durch schlechte Wetter verlöscht wurde; kurz nachher wurde ein prasselndes Geräusch vernommen, welches von dem aus der Hangendstrecke herabfallenden Wasser herührte. Um diese Zeit wurde der Zufluss auf 20 Cubikmeter per Minute geschätzt. Bald darauf stand der Füllort einen halben Meter tief unter Wasser, welches aber nur kaum merklich anstieg. Es hatte also ein plötzlicher Schub oder ein momentaner Durchbruch stattgefunden, welcher dann wieder nachliess. Das Wasser war wohl von feinem Schlamm erfüllt, hatte aber augenscheinlich nicht so grosse Sandmassen mitgebracht, wie beim ersten Einbruche.

Das Wasser war aus der südlichen Hangendstrecke gekommen und es wurde sofort beschlossen, daselbst eine provisorische Verdämmung zu errichten. Um circa 7 Uhr Früh war ein neuerlicher, plötzlicher, grösserer Wassereinbruch, begleitet von Gasausströmungen, eingetreten, welcher eine vorübergehende Unterbrechung der bereits begonnenen Verdämmungsarbeit verursachte. Um 8 Uhr 40 Min. war der Zufluss wieder bedeutend abgeschwächt und betrug nur circa 4—5 Cubikmeter per Minute.

Auch in den tieferen Horizonten (der tiefste in 93 *m* S. H.), wo stellenweise ein vermehrter Zufluss von trübem Wasser stattfand, sollten die provisorischen Holzverdämmungen theils verstärkt, theils neu errichtet werden. Die meisten von ihnen konnten aber des steigenden Wassers wegen nicht fertiggestellt werden.

Vom 12. September, 6 Uhr Früh wurde an den Gruben keine auffallende Erscheinung mehr bemerkt. Das Wasser stieg langsam weiter und erreichte am 14. September gegen Mittag den höchsten Stand 101·468 *m* S. H.; bis 9 Uhr fiel es auf 101·429 *m* und stieg dann wieder in Folge Stillstandes der Sumpfung auf 101·530 *m* S. H. Von da an begann die energische Sumpfung mit Wasserkästen.

Bei diesem Einbruche kann man sehen, wie eine anscheinend geringfügige Veranlassung eine grosse Bewegung des unterirdisch angesammelten Wassers hervorrufen kann; denn es kann als nachgewiesen gelten, dass er durch einen kleinen, künstlichen Eingriff verursacht worden ist.

Nachdem die erste Bewegung am 20. Juli 1895 von selbst zum Stillstande gekommen war, hatte man angenommen, dass sich die

Schwimmsandmasse durch Ausfüllung der Abbaukammern und Strecken selbst den Weg verstopft habe, dass demnach alle Abbaue theils verbrochen, theils angefüllt seien, so dass ein weiterer Nachschub nicht mehr stattfinden könne. Der Einbruch vom 6. und 7. August, bei welchem ein neuerlicher Ausfluss stattgefunden hatte, ohne dass in den Gruben ein Vorschub des Sandes bemerkt worden wäre, liess im Gegentheile darauf schliessen, dass sich in den Grubenräumen selbst noch unausgefüllte Hohlräume befänden, welche eine ständige Gefahr für die über dem Schwimmsande befindlichen Stadttheile bedeuten konnten. Man beschloss deshalb, durch neuerliche Untersuchungsbohrungen den Sachverhalt zu prüfen; ausser der Bohrung 21 im Stadtgebiete, sollten zu dem genannten Zwecke die Bohrungen 22, 23, 24, 25 und 26 auf die Abbaukammern Nr. 1293, 1313, 1272, 1314 und 1265 niedergestossen werden. Die Hohlräume sollten mit Lettenmaterial ausgefüllt und dadurch die Gefahr weiterer Bewegungen beseitigt oder wenigstens verringert werden.

Die Bohrung 25 (Côte 219·66 *m*), welche zuerst durchgeführt wurde, ergab in der That nach Durchteufung des aus Sanden und Letten bestehenden Hangendgebirges einschliesslich des 4 *m* mächtigen unreinen Hangendflötzes (s. Profil Taf. XII die nahe gelegene Bohrung 23) in einer Tiefe von 79·89 *m* (140 *m* S. H.) einen Hohlraum von 9·10 *m* Höhe, darunter 12·30 *m* Verbruchmaterial und dann in circa 119·5 *m* S. H. den braunen Letten im Liegenden des Flötzes. Das Grundwasser war zuerst in 24 *m* u. T. (195·66 *m* S. H.) angetroffen worden. Beim Anbohren einer Lettenschicht, welche dem hangenden, nicht verbrochenen Theile des Hauptflötzes in S. H. 145·1 eingelagert war, stieg das Wasser im Bohrloch um 16 *m* bis auf 211·6 *m* S. H. Der Wasserstand blieb derselbe als diese Lettenschicht von 38 Centimeter durchsunken war, bis nach Durchbohrung von weiteren 5 *m* Kohle der Bohrer plötzlich in dem Hohlraum fiel. Das Wasser, welches aus der Lettenschicht emporgestiegen war, konnte nicht aus den Grubenräumen gekommen sein, denn der Bohrer war ganz trocken herausgezogen worden und das Wasser sank plötzlich auf 139·58 *m* S. H., und füllte jetzt erst den früher leer gebliebenen Hohlraum ganz aus. Beim Anbohren des Bruchmaterials (am 8. September) wurde das Bohrloch neuerdings trocken, so dass Wasser nachgeschüttet werden musste.

Um die Verfüllung des nun constatirten Hohlraumes durchführen zu können, war es nothwendig, die allzu engen Röhren zu ziehen, und mit solchen von weiterem Durchmesser nachzuschneiden. Bis 9. September, 6 Uhr Abends war die ganze innerste Verrohrung von 9 Centimeter Durchmesser glücklich gezogen worden. Als aber die nächste Röhrentour von 12 Centimeter, welche bis auf 71 *m* u. T. reichte, bis 41 *m* u. T. (178 *m* S. H.), wo eine kleine Sandsteinbank dem Letten eingelagert ist, gehoben war, hörte man plötzlich im Bohrloche das Wasser fliessen; die Bewegung hörte bald wieder auf, begann aber neuerdings und nahm immer mehr zu, während das Nachschneiden durchgeführt wurde. Sie wurde am stärksten, als man die oben genannte Lettenschicht in 74 *m* Tiefe erreichte. Der Bohrführer versuchte die Rohre von 12 *cm* D. wieder

ins Bohrloch zu senken, um vielleicht die Bewegung aufzuhalten; bis 6 Uhr Früh des 10. September hatte er sie bis auf 40 *m* herabgebracht, er konnte sie aber auch im Verlaufe des Tages nur auf 62 *m* Tiefe nachsenken; weiter liessen sich die Rohre nicht mehr hinunterbringen. Während der ganzen Zeit hielt das Rauschen des fließenden Wassers ununterbrochen an. Am 10. September, nachdem der Einbruch bereits erfolgt war, dauerte die Bewegung im Bohrloche mit geringen Unterbrechungen fort, während der Wasserstand in demselben wechselte und einmal bis 63 *m* u. T. sank, und wieder bis über 30 *m* u. T. stieg. Am 10. September, 7 Uhr Abends war das Bohrloch ruhig und das Wasser stand 22·30 *m* u. T. Dann wurde das Betreten der Umgebung des Bohrloches verboten, da man ein Zubruchegehen der angebohrten Kammer fürchtete.

Als am 11. Sept. um 7 Uhr Früh das Bohrloch neuerdings besucht wurde, war der Wasserstand 62 *m* u. T. und in ziemlicher Bewegung; es wurden Wasser- und kleine Kohlentheilchen aus dem Bohrloche herausgeworfen, 6—7 Minuten hat das Bohrloch Luft eingesogen und stieß dann eine halbe Stunde Luft wieder aus. — Am 11. September, 1 Uhr p. m. Wasserstand 24 *m* u. T.; um 3 Uhr p. m. 31 *m* u. T.; man hörte wieder bedeutendes Brausen aus demselben. — Um 4 $\frac{1}{4}$ Uhr Wasserstand 22 *m* u. T. — um 7 $\frac{1}{4}$ Uhr p. m. wurde der Wasserspiegel bei starkem Ausströmen der Luft 52 *m* u. T. constatirt. Geräusch und Zittern des Erdbodens deuteten auf ein Verbrechen des Hohlraumes.“

Am 11. September, 10 Uhr Abends wurde in der Grube wieder ein gesteigerter Wasserzfluss aus der südlichen Hangendstrecke gemeldet. Am 12. September, 2 Uhr Früh wurde das Bohrloch wieder bis auf ein schwaches Glucksen bei einem Wasserstand von 25·5 *m* u. T. ganz ruhig befunden. Aber am selben Tage konnte das Rauschen im Bohrloche neuerdings wieder bereits auf 6 *m* Entfernung gehört werden. Von Zeit zu Zeit wurde eine heftige Erschütterung des in die Bohrung zum Zwecke der Verfüllung eingesenkten Gestänges beobachtet. Noch am 13. September, 6 Uhr Früh wurde am Bohrloche ein leises Brodeln gehört.

Die Verfüllung des Hohlraumes mit Kohlenlösch oder Letten war bereits am 12. September in Commission beschlossen und am 13. Morgens mit Lösche begonnen worden. Durch eine Verstopfung der Rohre wurde ein neuerliches Ziehen derselben veranlasst, und man beobachtete, dass die gezogenen Rohre von 39·7 *m* u. T., d. i. von der Höhe der Sandsteinbank an, auf eine Länge von 22 *m* stellenweise blank gerieben waren. Man nahm an, dass die Rohre entweder an der harten Sandsteinschicht in 40·7—41 *m* u. T. gerieben, oder von dem abfließenden Sand gescheuert worden waren. Bis 14. September, an welchem Tage eine neuerliche Verrohrung durchgeführt war und die Verfüllung mit Letten begonnen wurde, war im Bohrloche „ein zeitweiliges, bald stärkeres, bald leiseres Tropfen und Gurgeln“ genommen worden.

Nach einigen unwesentlichen Hemmungen gingen die Verfüllungsarbeiten vom 14. September Abends an, ungestört vor sich. Am 28. September, nachdem 566 Cubikmeter Letten eingeführt waren, — wurde zur Beschleunigung der Arbeit neuerdings mit Rohren von 32 Cen-

timeter Durchmesser vorsichtig nachgeschnitten. Bis 11. October waren dann im ganzen 2727 Cubikmeter Letten in den Hohlraum eingefüllt worden, während das Wasser ständig in 12·8 *m* unter dem Rasen stehen blieb.

Ebensowenig wie der Zusammenhang der Erscheinungen im Bruchgebiete und in den Gruben, lässt sich der Zusammenhang dieser beiden mit den am Bohrloche 25 wahrgenommenen Erscheinungen verkennen. Das Anfahren einer wasserführenden Lettenschicht in den Hangendtheilen des Hauptflötzes mag für den Verlauf der Ereignisse bedeutungslos sein. Dagegen wurde dem Wasser einer höheren Schichte durch das Ziehen der Rohre am 9. September ein Weg nach den tiefer liegenden offenen Hohlräumen geöffnet, und zwar war diese verhängnissvolle Schichte die kleine Sandsteinbank in 178 *m* S. H. (41 *m* u. T.), von welcher weiter unten noch einmal die Rede sein wird. Als die Röhren bis zu dieser Höhe gehoben waren, stürzte das Wasser durch die enge neugeschaffene Communication in die Tiefe; nachträglich mochte das Wasser durch Abspülung des knapp an den Rohren anliegenden Lettens seinen Weg auch seitlich ausserhalb der später wieder eingesenkten Röhren erweitert haben. Das blanke Abscheuern dieser Röhren bis zur Höhe der Sandsteinbank deutet auch auf eine starke Bewegung des Sandes ausserhalb der Verrohrung. Das wechselnde Aus- und Einströmen von Luft am Bohrloche weist auf die lebhaften Strömungen des Wassers in der engen Röhre hin, welche aber noch anhielten, als im Bruchterrain die Senkungen bereits zum Stillstande gelangt waren. Die Gesamtheit der Erscheinungen beweist aber, dass zwischen der kleinen Sandsteinbank und der Schwimmsandlinse von Brüx, ungeachtet der anzunehmenden Verwerfung an der alten Schutzpfeilergrenze eine Verbindung bestehen muss.

3. Neue Sanirungs-Massnahmen.

Durch den Septembereinbruch hatte sich die Frage nach der möglichst raschen Sicherung des Einbruchsgebietes und besonders der Communicationen der Aussig-Teplitzer Eisenbahn neuerdings noch schwieriger gestaltet, als bisher. Nun kannte man die latente Gefahr, welche die zahlreichen Hohlräume, die in den versandeten Gruben zurückgeblieben waren, bedeuteten. Man konnte sich nicht gedulden, bis die Strecken gesäubert und am neuen Schutzpfeiler beim Bremsberg IV die Dämme errichtet waren; und selbst dann waren ja die Hohlräume und die schwebende Gefahr nicht beseitigt. Als mögliche Sicherungen wurden zunächst von verschiedenen Seiten drei Projecte ins Auge gefasst:

1. Die Verfüllung der noch vorhandenen Hohlräume mit Versatzmaterial; diese Arbeit hätte den Vortheil, dass die verhältnissmässig rasch und ohne Gefahr durchgeführt werden konnte. Dagegen bietet die Aufsuchung der Hohlräume ziemliche Schwierigkeiten und es wird sich schwer eine Sicherheit gewinnen lassen, ob alle Hohlräume in der That verstopft sind. Natürlich musste mit der Verfüllung eine entsprechende Verdämmung in den Grubenstrecken, wie sie bereits nach der ersten Katastrophe geplant war, Hand in Hand gehen.

2. Durch ein Ersäufen der Annahilfsbau-Gruben die Grubengewässer bis zur Höhe des Grundwassers im Schwimmsandgebiete ansteigen zu lassen, so dass ein Abfluss von diesem gegen jenes nicht mehr stattfinden kann. Es würde aber mehrere Jahre dauern, bis dieser Zustand erreicht wird, während welcher Zeit die Gefahr stets vorhanden wäre. Ausserdem würde die Ersäufung eine eminente, ständige Gefahr für die benachbarten Gruben, namentlich für die ärarischen Julusschächte und die Victoria-Tiefbauschächte bedeuten, deren Grubengebiete durch keinerlei geologische Trennungslinien von den Annaschächten gesondert sind, und bis in deren unmittelbare Nähe sich die Schwimmsandlinse von Brück mit anscheinend noch zunehmender Mächtigkeit fortsetzt.

3. Der dritte Vorschlag wurde von Herrn Ingenieur O. Smrecker aus Mannheim vertreten, der als erfahrener Hydrotechniker zum Studium der Verhältnisse nach Brück berufen worden war; sein Vorschlag ging dahin, dem Schwimmsande durch künstliche Entwässerung seine Beweglichkeit zu nehmen. Um eine solche Trockenlegung mit Erfolg durchführen zu können, wäre unbedingt nöthig gewesen, zuerst die genaue Ausdehnung des Schwimmsandgebietes, namentlich seine muthmasslich grössere Verbreitung im Norden des Stadtgebietes und seine Umgrenzung genau zu kennen, und dann die Grundwasserbewegung innerhalb desselben, insbesondere die Wege, auf welchem dasselbe vielleicht besondere Zuflüsse erhält, ob es mit dem Weissbache und dem Bielafusse in Wechselbeziehung steht, zu erforschen. Zu diesem Zwecke wurde von Smrecker die Niederbringung von 55 Bohrlöchern, theils innerhalb des Stadtgebietes, theils im Norden desselben bis über den Julius-Schacht II hinaus anempfohlen, welche 7 parallele Profile durch die Schwimmsandlinse ergeben sollten. Die Trockenlegung sollte dann durch Pumpen aus mit entsprechenden Filtern versehenen Brunnen vorgenommen werden. (Siehe Fig. 4, Seite 490.)

Abgesehen von den grossen Kosten, welche die Durchführung dieses interessanten Projectes verlangt haben würde, wäre der Erfolg desselben schon deshalb unsicher, weil sich darüber hätte nach Durchführung der Hauptarbeit, nämlich der Bohrungen, kaum eine Gewissheit gewinnen lassen, ob es gelingen würde, die Grundwasserzuflüsse zur Schwimmsandlinse abzuschneiden. Man entschied sich also für die erstgenannte Massregel, welche bei schnellster Durchführbarkeit auch die geringste Gefahr mit sich zu bringen schien; und zwar sollte dieselbe in der folgenden Weise durchgeführt werden:

Die Abbaukammern 1293, 1313, 1265 und 1272 (bei Bohrg. 24) sollten durch Bohrungen mit Röhren von 230 mm lichter Weite untersucht werden, und falls sie sich nicht durch Schwimmsand angefüllt erwiesen, auf dieselbe Weise, wie die Kammer 1314 durch Letten oder Kohlenlöschte versetzt werden. Die provisorischen Dämme, welche in den Strecken der unmittelbaren Umgebung des Annahilfsbauschahtes errichtet worden waren, sollten in der Weise verstärkt oder durch neue Objecte ersetzt werden, dass man von ihnen einen genügenden Widerstand gegen jeden möglichen Anprall oder Wasserdruck erwarten konnte. Diese Dämme liegen aber in einer Entfernung von 600 m von der muthmasslichen Einbruchstelle und zwischen beiden befindet sich

ein ausgebreitetes Streckennetz, welches ohne Zweifel zum grossen Theile offen geblieben ist und Raum bietet für neuerliche vorgeschobene Einbruchsmassen. Eine Ausfüllung dieser Hohlräume wäre nicht durchführbar; man musste deshalb darnach trachten, dieses Grubengebiet auch noch von der Sphäre der Wirksamkeit auf das Schwimmsandgebiet auszuschalten. Das wird dadurch erreicht, dass die Strecken, welche zu dem als neue Schutzpfeilergrenze bestimmten Bremsberg IV führen, möglichst nahe an diesem eine zweite, innere Reihe von Verdämmungen angebracht wird. Daran, diese Stellen vom Schachte aus durch Säuberung zugänglich zu machen, konnte natürlich nicht gedacht werden; deshalb wurde beschlossen, einen Schacht in der Nähe dieser projectirten Objecte (bei Bohrung 27, Taf. XI) niederzubringen und von hier aus durch Streckenauffahrung und Säuberung die Freimachung der für die Dammobjecte ausersehenen Stellen zu bewirken.

Die provisorischen Verdämmungen in den tieferen Strecken am Annahilfsbauschachte standen natürlich unter Wasser. Um sie zugänglich zu machen und verstärken zu können, musste vorher eine Sumpfung vorgenommen werden. Eine solche Sumpfung konnte aber bei ungleicher Belastung die provisorischen Dämme zum Durchbruch bringen. Zu diesem Zwecke musste man vorher untersuchen, ein wie hoher Druck auf den Objecten lastet; dazu, sowie überhaupt um eine Regelung und Controlle der Wasserstände zu ermöglichen, wurden drei Pegelbohrlöcher niedergebracht, und zwar: 1. eine Bohrung (P I) auf die südliche Oberbaustrecke in der Nähe der neuen Schutzpfeilergrenze beim Bremsberg IV; 2. eine Bohrung (P. II) auf ungefähr zwei Drittel des Weges vom Bruchgebiete gegen den Schacht auf die Seilbahnstrecke und 3. eine Bohrung (P. III) hinter einem Dammobjecte in unmittelbarer Nähe des Schachtes.

Letztere Bohrung hatte in der Strecke einen Hohlraum von 1·10 *m* und darunter das sandige, mit Kohlenstücken vermengte Anschwemmungsmaterial von nur 0·2 *m* durchfahren. Der Wasserstand war mit 101·95 *m* S. H. ungefähr übereinstimmend mit dem am Füllorte des Annahilfsbauschachtes, jenseits des provisorischen Dammes, gefunden worden. Dadurch war also nachgewiesen worden, dass auf den provisorischen Balkendämmen, welche das Ostfeld vom Füllorte absperrten, kein grosser Wasserdruck lastet, und man konnte sich zur Sumpfung entschliessen.

4. Weitere kleine Senkung am 6. December 1896.

Die angegebenen Sanirungsarbeiten, die Sumpfung der Gruben, ferner die Anbohrung und Verfüllung der Abbaukammern, waren im besten Gange und die der Kammer 1272 durch die Bohrung 24 bereits vollendet, als durch eine gleiche Veranlassung wie im September in der Nacht vom 5. auf 6. December eine neuerliche Bewegung im Schwimmsandgebiete, diesmal aber glücklicherweise von so geringen Dimensionen hervorgerufen wurde, dass nur die wenigsten Bewohner der Stadt davon überhaupt Kenntniss erhalten hatten. Die Veranlassung war das Ziehen einer Röhrentour beim Bohrloche 23 über dem Abbauplane 1313.

Die Bohrung war am 6. November begonnen und in der Tiefe 87·85—90·65 (134·50—131·78 S. H.) ein Hohlraum angefahren worden; darunter befand sich Lettenschlamm mit Kohlenstücken vermengt. Die Plandecke sollte sich aber erst in 96 *m* Tiefe befinden; es wurde deshalb weiter geteuft und nach Durchsinking von 5 *m* verbrochener Kohle der in die Kammer eingedrungene Schwimmsand erreicht. Der Hohlraum konnte nur von dem Verbruche der Plandecke herrühren. Nachdem 286 Hufe Lettenmaterial in den Hohlraum eingeführt worden waren und es trotz des Nachgiessens von Druckwasser nicht mehr möglich war, weiteres Material niederzubringen, galt die Abbaukammer als vollkommen ausgefüllt. Man wollte die Verrohrung wieder herausnehmen, die Röhre sollten successive gehoben und nachgezogen werden. Als am 5. December, 11 Uhr Abends, zwei Röhrentouren aus der Teufe 82·54 *m* um 10·45 *m* gezogen worden waren, wurde im Bohrloche ein auffälliges Rauschen bemerkt. Zu gleicher Zeit beobachteten die Bahnbediensteten in der zerstörten Häusergruppe der Johnsdorfer Quergasse ein bemerkenswerthes Knistern. Nach kurzer Zeit stürzte der östliche Tract eines bereits beim Septembereinbruche zerstörten Hauses in der Nähe der Bohrung Nr. 8 ein. An den in der Nachbarschaft befindlichen Häusern wurden die bereits vorhandenen Risse merklich erweitert. Einzelne neue Pingen und Risse entstanden in der Quergasse und in den östlichen und westlichen Häusergruppen (Tafel XI).

Die Senkungen gingen nirgends über das bisherige Einbruchgebiet hinaus, und auch der Bahnkörper war vollkommen intact, und der Betrieb vollkommen unbeeinflusst geblieben. Um 3 Uhr Morgens war die Bewegung zum Stillstande gelangt.

Um womöglich ein neuerliches Erwachen der Bewegung zu hemmen, wurde commissionell angeordnet, dass die gezogenen Röhren so rasch als möglich wieder niedergebracht werden. In den Röhren befand sich ein von der Verfüllung herrührender Lettenpfropf von 6·2 *m* Höhe, der mit den Röhren gehoben worden war. Dieser Pfropf sollte angebohrt werden und, falls das in die Kammer eingeschüttete Material in andere Streckentheile gezogen und verschwemmt worden war, eine neuerliche Füllung versucht werden.

An den Dammobjecten in der Nähe des Füllloches des Annahilfschachtes war gar nichts Auffälliges bemerkt worden. Die Dämme waren theils ganz trocken (Object I), theils wurde der normale Wasserzufluss (Object IV 46 Liter per Minute) constatirt.

Um 2 Uhr Nachts waren die Röhren bereits wieder eingetrieben worden, und zwar um 1·16 *m* tiefer als vorher, d. i. auf 83·7 *m* Teufe. Das Geräusch vom fließenden Wasser, das während der ganzen Zeit angehalten hatte, liess daraufhin nach. Am Bohrloche war ausserdem das Ausströmen von kohlenensäurehaltigen Gasen mit hörbarem Zischen beobachtet worden. Nach Durchstossung des Lettenpfropfens in den Röhren wurde ein neuerlicher Hohlraum von 4·8 *m* Höhe constatirt, der vielleicht zum Theil durch die auswaschende Thätigkeit des durch das Bohrloch herabfließenden Wassers neu entstanden war. Die neuerliche Verfüllung wurde demnach sofort begonnen. Das Ereigniss war ganz analog dem vom September 1896 und beweist das Vorkommen derselben wasserführenden Sandschichte, wie bei Bohrung 25, auch bei Bohrung 23i

5. Wassererschöpfung im Verdämmungsschachte am 9. December 1897.

Die Arbeiten an der Verdämmung beim Füllorte des Annahilfsbauschachte gingen in vollster Ordnung ohne Unterbrechung vor sich; am 8 Jänner 1897 war die Füllortsohle wasserfrei und konnte mit den Säuberungsarbeiten begonnen werden. Am 12. August desselben Jahres fand bereits die behördliche Collaudirung sämtlicher Dammobjecte beim Schachte statt. Die Pegelbohrlöcher II und III, welche dazu gedient hatten, den auf den provisorischen Dämmen und auf der Sandmasse lastenden Druck zu messen, konnten nun aufgelassen werden. Im Bruchgebiete wurde keine weitere Bewegung beobachtet, ausser zwei unbedeutenden Pingen nächst dem Taschenberge (15. und 22. März 1897), wahrscheinlich bloss Nachbrüche eines bereits im August 1896 entstandenen schlauchartigen Hohlraumes.

Der Herstellung der inneren Verdämmungen in der Nähe des Bremsberges IV stellten sich aber unerwartete Schwierigkeiten entgegen, so dass dieselben erst im Herbst des Jahres 1898 zum endgiltigen Abschlusse gebracht werden konnten. An der Stelle des Verdämmungsschachtes war ein Bohrloch 27 niedergebracht worden, welches am 9. December 1896 in 113 *m* die Kohle erreicht hatte. Die Abteufung des Schachtes ging anfangs rasch vor sich und war bis Februar 1897 auf 34 *m* Tiefe vorgeschritten; im März mussten die Arbeiten wegen Hochwassers unterbrochen werden und konnten auch im April, da das Wasser im Schachte stets 18 bis 20 *m* hoch stand, nicht fortgesetzt werden. Im Mai wurden Pumpen eingebaut und mit deren Hilfe weiter geteuft. Der Wasserzufluss im Schachte betrug im Juni und Juli constant 120 Liter per Minute. Von August bis November 1897 erfolgte in Folge Hochwassers eine neuerliche Unterbrechung der Arbeit. In 42 *m* Tiefe war das Hangendflötz durchteuft worden; aus diesem und aus einer darüberliegenden Sandschichte stammte der Wasserzufluss, der von einer Pumpe mit 1·8 Cubikmeter grösster Leistungsfähigkeit per Minute bewältigt wurde.

Der Schacht war bis auf 64·2 *m* abgeteuft und auf 52 *m* ausgemauert, als am 9. December 1897 Morgens plötzlich an der Schachtsohle ein Wassereinbruch erfolgte. Schon um 10 Uhr Abends des 8. December war ein stärkerer Wasserzufluss aus dem Schachtbohrloche beobachtet worden, welcher stets zunahm, so dass das Wasser um 3 Uhr Morgens bereits 3 *m* hoch über der Schachtsohle stand. Um diese Zeit beobachtete ein Häuer ein plötzliches Aufwallen und darauf folgendes rascheres Ansteigen des Wassers. Um 4 Uhr Morgens stand es bereits 22 *m* hoch im Schachtraume und hatte die Pumpenkammer erreicht.

Man nahm sofort an, dass das Wasser aus einer 6·5 *m* unter der Schachtsohle gelegenen und durch die vorausgegangene Bohrung constatirten Sandsteinschichte gekommen sei. Es ist das ohne Zweifel dieselbe Schichte, welche die Calamitäten bei den Bohrungen 25 und 23 und die damit zusammenhängenden Einbrüche verursacht hatte. Das unter Druck stehende Wasser dürfte sich, als durch

die Abteufung eine Entlastung hervorgerufen worden war, entlang der Verrohrung des Bohrloches einen Ausweg erzwungen haben. In diesem Falle konnte es aber glücklicherweise wegen des geringen Fassungsraumes des Schachtes keinerlei schädliche Einwirkung auf das Bruchgebiet zur Folge haben. Ebenso wenig wurde irgend ein Einfluss auf die Grube constatirt; das Wasser floss an allen Verdämmungsobjecten ganz klar und in den gewöhnlichen Mengen.

Der höchste Wasserstand im Schachte betrug am 10. December, 6 Uhr Früh, 192.72 *m* S. H. (29.85 *m* u. T.); von diesem Zeitpunkt an wurde ein langsames Fallen beobachtet. Ueber den Einfluss dieses Einbruches auf die Brunnenwasserstände in Brüx wird weiter unten die Rede sein.

Am 26. December war der sinkende Wasserspiegel im Schachte in 31.74 u. T. stehen geblieben; über die Schachtsohle hatten sich 9 *m* Sand allmählig angehäuft. In Folge des nachgewiesenen Einflusses des Wassereinbruches im Schachte auf den Grundwasserspiegel wären bei der weiteren Teufung und Sumpfung der Schachtwässer neue grosse Schwierigkeiten und auch mögliche Gefährdungen der Tagobjecte im Bruchgebiete zu befürchten gewesen. Man musste sich deshalb entschliessen, von der weiteren Teufung abzusehen und den Schacht mit Letten und Schotter zu verstürzen. Zur Erreichung der Stellen, an welchen die innere Verdämmung durchgeführt werden sollte, wurde ein neues Project vorgelegt und dessen Durchführung in Angriff genommen. Es wurden vom Annahilfsbauschachte 11.72 *m* über die Füllortsohle durch doppelte (Förderstrecke und Wetterstrecke) Umbruchstrecken die alten Strecken in südlicher und südöstlicher Richtung überfahren. Die Neuanlage deren Einzelheiten rein montanistischer Natur sind, und welche 1460 *m* Strecken, 5 Dammthüren und 5 Mauerobjecte umfasst, war bis zum Herbste 1899 fertiggestellt worden. (S. Taf. XI, Object XV—XIX.)

Die amtliche Collaudierung unter der Leitung des k. k. Oberberg-rathes Dr. J. Gattnar fand am 15. October 1898 statt, und nachdem die Sicherungen vollständig zweckentsprechend schienen, konnten die provisorischen Verdämmungen I, VI und XI—XIV aufgelassen werden. Die Säuberung des zwischen den alten und den neuen Verdämmungen liegenden Streckennetzes konnte nunmehr vorgenommen werden.

Sämmtliche Strecken waren an den Punkten, wo die Verdämmungen angebracht wurden, vollständig mit Sand verschlämmt und ausgefüllt; nur bei der höchstgelegenen, südlichen Streichstrecke, bei Object XV, war das oberste Drittel freigeblieben. Hieraus geht hervor, dass keine bedeutenderen Hohlräume unter dem östlichen Streckennetze mehr bestehen können, ein Umstand, der die montanistischen Sachverständigen, die Herren Ingenieure Ullrich und Stamm zu der beruhigenden Versicherung veranlassen konnte, dass keine grösseren Nachschübe von Schwimmsand aus der Linse unterhalb des nördlichen Stadtgebietes von Brüx gegen die Grubenräume möglich erscheinen. Nur in dem möglichen Vorhandensein einiger unverstürzter Hohlräume, welche von früheren Einbrüchen zurückgeblieben sind und nachträglich niedergehen könnten, ist noch eine gewisse Gefahr gelegen, welche sich aber nicht auf die Gebäude ausserhalb des Bruchgebietes erstrecken kann.

V. Grundwasser und Grubenwasser.

Der erste Einbruch war von einem allgemeinen Sturz der Brunnenwasserstände im Schwimmsandgebiete begleitet; nachher erholte sich der Grundwasserspiegel nur allmählig, kehrte aber während der ganzen nachfolgenden Zeit nicht mehr auf seine ursprüngliche Höhe zurück.

Vor der Katastrophe befanden sich die Nullpunkte der Brunnen alle in circa 213 *m* oder weniges darunter, der Grundwasserspiegel dürfte nahezu horizontal gewesen sein. Da sich das Terrain im Allgemeinen ganz wenig gegen die Biela senkt (vergl. die Cöten auf dem Plane Taf. XI), so war der Grundwasserspiegel annähernd parallel der Terrainoberfläche; in der Nähe des Bobbe'schen Hauses (s. Karte im SO) wurde er von dieser geschnitten, was in dem Austritte einer frei fließenden Quelle in Côte 212·20 *m* zur Erscheinung kommt. Hier hatte also das Wasser einen Abzug gegen das 3—5 *m* tiefer liegende Biela-gebiet, der sich auch auf die entfernter liegenden Theile des Grundwassers, wenn auch in sehr schwacher Weise, fortgepflanzt haben wird.

Ein ganz anderes Bild zeigen aber die Grundwasserstände nach der ersten Katastrophe. Nicht nur wurden alle Wasserspiegel bedeutend gesenkt, sondern auch ihr gegenseitiges Verhältniss ist ein ganz anderes geworden. Auf der Karte Taf. XI sind die Grundwasserstände eingetragen, wie sie im August 1895, also einige Wochen nach dem ersten Einbruche, an den Brunnen und Bohrlöchern beobachtet worden sind. Verbindet man die Punkte mit annähernd gleichen Wasserständen, so ergeben sich im Grossen beiläufig concentrische Zonen, die sich, vielleicht von O nach W fortschreitend, folgendermassen zusammenfassen lassen:

	(ca. 212—213)	Meter
1. Bohrloch 1		211·66
Brunnen der Gasanstalt <i>a</i>		213·16
" " <i>b</i>		211·57
Bohrloch 4		212·58
Brunnen, Fischer		212·04
Quelle, Bobbe		212·20
(Bassin II)		213·69
	(ca. 211—212)	Meter
2. Bohrloch 3		211·16
Brunnen, Loos P.		211·40
" Siegel W.		211·12
Bohrloch 7		211·40
Spittel		211·91
	(ca. 211—210)	Meter
3. Bohrloch 10		210·53
" 11		210·64
" 8		210·03
" 9		210·34
{ " 5		210·65)
4. Bohrloch 10		208·34

Die Grundwasserisohypsen ergeben also nahezu concentrische Ringe um den Mittelpunkt des Einbruchsgebietes; ein Beweis, dass das Grundwasser nun einen anderen Abzug, und zwar gegen die Gruben

genommen hat. Ja im grossen Ganzen haben diese Isohypsen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Isohypsen des Schwimmsandliegenden, welche besonders markirt wird durch die ausserordentlich tiefe Lage des Grundwasserspiegels bei Bohrloch 10 (208·3 *m*), wo der Schwimmsand eine Art schmalen Abzugscanal gebildet hat, und auch durch die verhältnissmässig hohe Lage desselben bei Bohrloch 9 (210·74 *m*) gegen Bohrloch 8 (210·03 *m*), bei welch letzterem das Schwimmsandliegende eine vertiefte Rinne bildet. Nur gestört wird das Bild durch die höhere Lage des Grundwasserspiegels bei Bohrloch 5 (210·65 *m*). Mit Ausnahme von Bohrloch 10, wo den Schwimmsand Letten überlagert, wird derselbe an keinem der anderen Beobachtungspunkte von einer undurchlässigen Schichte überdeckt und es kann das Schwimmsandwasser hier füglich als Grundwasser gelten. Sein Spiegel stellt gleichsam den eines gegen ostwärts breit erweiterten und offenen Schlauches dar, der sich gegen Westen senkend und sehr stark eingengt unter den wasserdichten Letten und gegen die Gruben hinabzieht. Da der nach der Katastrophe gewonnene neue Abzug gegen die Gruben, wie schon aus der steilen Neigung des Grundwasserspiegels hervorgeht, viel bedeutender ist, als der frühere gegen die Biela, und wahrscheinlich durch die Sumpfarbeiten in den Gruben noch gesteigert wurde, so ist es ganz erklärlich, dass der Grundwasserspiegel nicht mehr auf die frühere Höhe zurückkehren konnte.

Noch deutlicher wurde die Beziehung des Grundwasserspiegels zu den Grubenwässern beim zweiten starken Einbruche am 10. September 1896. Damals wurden die mehr westlich gegen die Gruben zu liegenden Brunnen viel heftiger und plötzlicher beeinflusst als die entfernteren. Man kann hier, vom Kerne der Schwimmsandmulde nach aussen vorrückend, leicht mehrere Gruppen verschieden starker Senkung unterscheiden. Es fiel das Wasser in folgenden Brunnen:

- Federle (nächst der Quergasse) (von 212·13 *m* auf 206·54 *m*) um 5·59 *m* innerhalb einiger Tage;
- Siegel H. (von 212·18 *m* auf 207·54 *m*) um 4·64 *m* innerhalb einiger Tage;
- Centrale (Bahnhofstrasse) (von 212·27 *m* auf 209·58 *m*) um 2·69 *m* bis 1. October;
- Spittel (nächst der Wenzelskirche) (von 211·90 *m* auf 208·78 *m*) um 3·15 *m* bis 1. October;
- Bassin II (von 212·08 *m* auf 208·50 *m*) um 3·58 *m* bis 20. September;
- Siegel W. (von 212·29 *m* auf 210·34 *m*) um 1·95 *m* bis 1. October, später langsamer gesunken, im Ganzen um 2 *m*;
- Loos (von 211·73 auf 210·11 *m*) um 1·62 *m* bis 1. October, später langsamer gesunken, im Ganzen um 2 *m*;
- Administration (von 212·01 *m* auf 210·89 *m*) um 1·12 *m* bis 1. October;
- Gasanstalt bis 1. October (von 211·83 *m* auf 210·89 *m*) um 0·94 *m*, später bis November auf 210·15 *m*, im Ganzen um 1·68 *m*.

Die im Einbruchsgebiete gelegenen Brunnen sind nicht nur viel stärker und plötzlicher beeinflusst worden als die äusseren, sondern sie haben sich auch viel rascher wieder erholt. Während sie bereits im Ansteigen begriffen waren, hat sich in dem Bestreben, die Horizontale wieder herzustellen, der Wasserspiegel der äusseren Brunnen noch fort-dauernd gesenkt. In ganz ähnlicher Weise äusserte sich, wenn auch in geringerem Masse, der Wassereinbruch am 6. December 1896 und auch

der Wassereinbruch im Verdämmungsschachte am 9. December 1897, nachdem sich der Wasserspiegel infolge des regenreichen Sommers bereits bedeutend erholt hatte.

Auf Seite 497 wurden die Gründe angegeben, welche für das Vorhandensein einer Störung nächst der alten Schutzpfeilergrenze an der Johnsdorferstrasse geltend gemacht worden sind. Jenseits dieser Linie liegt unter dem Humus und Lehm nur wenig Sand, der mit dem Schwimmsand nicht im Zusammenhange steht; darunter der wasser-dichte Letten und das Hangendflötz. Was hier an Wasser stellenweise in den oberen Schichten angefahren wurde und als das hier in den Bohrungen heimische Grundwasser füglich zu gelten hat, steht in keiner Beziehung zu dem Grundwasser des Schwimmsandgebietes. Die Fortsetzung des letzteren zieht sich vielmehr mit dem Schwimmsand bei Bohrung 10 in die Tiefe und folgte wenigstens während des ersten Einbruches einer Kluft, welche zu den Grubenräumen hinabführte. Da sich das Grubenwasser nicht vollkommen entleert hatte, und da die Hohlräume in einzelnen Abbaukammern trocken und leer angebohrt worden sind, indem sich das Wasser nach dem Annahilsbau und seitwärts durch die Kohle verlaufen hatte, muss man schliessen, dass diese Kluft sich von selbst verstopft und geschlossen hatte.

Während die Bohrungen im westlichen Gebiete dargethan haben, dass die mächtige Schwimmsandlage hier nicht mehr vorhanden ist, hat sich aber gerade an ihnen in unzweifelhafter Weise erwiesen, dass nichtsdestoweniger einzelne Sandsteinbänke im Hangenden des Hauptflötzes das Wasser des Schwimmsandgebietes fortzuleiten im Stande sind. Das Schwimmsandlager, welches an der Verwerfung, die sich vielleicht besser als eine von Klüften begleitete Flexur bezeichnen liesse, der Hauptmasse nach auskeilt, setzt vielleicht jenseits derselben in der Form dieser dünnen Sandsteinbank fort. Wenn ein thatsächlicher Verwurf vorhanden ist, so wird seine Sprunghöhe nicht die Mächtigkeit der wasserführenden Sandschichten übertreffen, so dass ihr Contact auch über die Störung hinaus bestehen bleibt. Bei der Katastrophe im September 1896 hat sich der Contact das erste Mal in deutlichster Weise gezeigt; beim Ziehen der Rohre im Bohrloche 25 ist bei der Sandschichte in 41 *m* u. T. das Wasser ausgeflossen, dem durch die Bohrung ein Weg nach den Grubenräumen eröffnet worden war. Das neuerliche Senken der Rohre konnte die Oeffnung nicht mehr versperren, da das Wasser den Abfluss offenbar bereits ausgerissen und über den Querschnitt der Bohrung erweitert hatte. Durch den neugeschaffenen Schlauch zog nun das Grundwasser gegen die Grubenräume ab, was den starken Sturz der Brunnen im Schwimmsandgebiete zur natürlichen Folge hatte. Da diesmal keine so rasche Verstopfung der Oeffnung erfolgt war, wie beim ersten Einbruche, was wohl dem Umstande zuzuschreiben ist, dass nicht so grosse Schwimmsandmassen in Bewegung gebracht worden waren — haben die Grundwasserspiegel eine noch bedeutendere Senkung erfahren als im Juli 1895.

Aus derselben Sandschichte erfolgte die Wassererschöpfung am 6. December 1896 in der Bohrung 23 sowie der Wassereinbruch im Verdämmungsschachte am 9. December 1897. Die wasserführende Schichte liegt im letzteren Falle in 151·8 *m* S. H., während das

Schwimmsandliegende bis über 200 *m* ansteigt und bei Bohrung 10 noch in 168 *m* liegt. Der Grundwasserspiegel, der zum artesischen Auftrieb hier noch in Betracht kommt, befand sich in 211 bis 212 *m*. Durch den Druck der Wassersäule von circa 50 *m* Höhe wurde, als sich die Schachtssole nur mehr 6·4 *m* hoch über der wasserführenden Schichte befand, das Wasser entlang der Verrohrung des Bohrloches im Schachte durchgepresst. Schon um 10 Uhr Abends des 8. December 1896 hatte der Zufluss in der Schachtssole begonnen; der eigentliche Einbruch erfolgte aber erst gegen 3 Uhr Morgens des 9. December und bis 4 Uhr war das Wasser im Schachte bis auf 170 *m* S. H. gestiegen; bis Nachmittag 3 Uhr 30 Minuten erreichte es die Côte 192·39 *m* und ging von da an wieder langsam zurück. — Um 6 Uhr Früh des 9. December war an den Brunnen noch keine Veränderung wahrzunehmen gewesen, dagegen waren bis 8 Uhr die Brunnenwasserspiegel in ähnlichem Verhältniss untereinander wie beim Septembereinbruche um 20—4 *cm* gesunken. Um 10 Uhr schon war kein weiteres Sinken mehr zu beobachten. Der höchste Wasserstand im Schachte wurde aber, nach vorübergehenden kleinen Senkungen, erst am 10. December, 6 Uhr Früh in 192·72 *m* S. H. erreicht. Um dieselbe Zeit hatten auch die Brunnen ihren tiefsten Stand, und zwar stand der tiefste unter ihnen in 210·80 *m* S. H. Es bestand also gegen die Schachtwässer eine Differenz um circa 18 *m*, welche Zahl den Widerstand ausdrückt, der sich dem durch die Sandbank abfließenden Wasser entgegensetzt. Dieser Einbruch hat auf die Grubenwässer gar keine Wirkung gehabt, denn das ganze System von wasserführenden Schichten und Grubenräumen stellt gleichsam ein gegen Westen gesenktes Rohr vor, das sich an der Verwerfung wieder in zwei Röhren spaltet: in die höhere, welche von der wasserführenden Sandschichte gebildet wird, und in eine tiefere, die Grubenräume. In das letztere Rohr wurde ein Abfluss eröffnet beim ersten Einbruche durch die zu den Abbaukammern führende Kluft und später bei den Einbrüchen im September und December 1896 wurde durch die Bohrung 23 und 25 ein Abfluss aus dem höheren Rohre in das tiefere geschaffen. Beim Wassereinbruche im Verdämmungsschachte wurde aber nur das obere Rohr angeschlagen.

Die Pegelbohrlöcher I bis III geben den Wasserstand in den Grubenräumen an. Nach Verstopfung der Verwerfungskluft sind dieselben wieder als ganz gesondertes System zu betrachten, wie vor dem Einbruche, das keinen Zusammenhang mit dem Grundwasser der Schwimmsandlinse aufweist. Sie zeigen dementsprechend nach Versperrung der Ausflussöffnung, die durch die Bohrung 25 im September 1896 geschaffen war, von den Brunnen ganz unabhängige Wasserspiegel. Bei Pegel I stand das Wasser durchschnittlich in Höhe 122·5, also nur 80 *m* unter den Brunnenwasserständen; ein Beweis, dass nur sehr geringe Wassermengen an der ehemaligen Einbruchsstelle durchsickern konnten. Noch tiefer standen sie bei Pegel II und III (97 *m* und 95 *m*).

Die Niveaudifferenzen entsprechen der capillaren Hemmung, die sich in den stellenweise ganz verschleimten Streckenräumen auf eine Entfernung von circa 350 *m* von Pegel I bis Pegel II und von circa 550 *m* von Pegel I bis Pegel III dem durchsickernden Wasser entgegensetzt. Als sich bei dem Einbruche am 6. December 1896 durch das Bohrloch 23 das Wasser in die Grubenräume ergoss, ist selbstver-

ständig der Wasserstand bei Pegel I sofort rasch gestiegen, und zwar vom 5. December Abends bis 6. December Morgens von 122·63 *m* bis 144·66 *m* S. H. Das Wasser hatte sich in diesen östlichen Grubenräumen sehr rasch wieder verlaufen, da der Zufluss durch Verfüllung des Planes unterhalb der Bohrung 23 bald wieder gehemmt worden war. Bis 7. December Abends war es wieder bis auf 125·90 *m* S. H. gesunken. In dieser kurzen Zeit war bei der langsamen Communication durch die Strecken die Wassermenge nicht ausreichend, als dass sie sich noch an den Pegel II und III durch Ansteigen des Spiegels hätte bemerkbar machen können. — Die Wechselbeziehung zwischen dem Grundwasser der Schwimmsandblase und Grubenwasser ist also hier, wie leicht einzusehen, keine unmittelbare; eine solche ist nur dann vorhanden, wenn zeitweilig durch einen unglücklichen Eingriff ein directer freier Abfluss gegen die Gruben geschaffen wurde.

VI. Schlussbemerkungen.

In der besprochenen Region zeigt der Schwimmsand als solcher nirgends einen directen hydrostatischen Auftrieb. Die Verschlemmung des Verdämmungsschachtes mit Sand bis auf 192·72 *m* S. H., kann ganz gut allein der erodirenden und transportirenden Kraft des durch den hydrostatischen Druck bewegten Wassers zugeschrieben werden. Stapff und Jentzsch¹⁾ haben die Möglichkeit discutirt, ob der Schwimmsand als solcher überhaupt einen Auftrieb zeigen kann, oder ob seine Bewegung in allen Fällen nur der Erosionswirkung des strömenden Grundwassers zugeschrieben werden muss. Seinen schärfsten Ausdruck findet das Problem in der Frage, ob es möglich ist, dass der Schwimmsand blos durch das Gewicht des auflastenden Gebirges einen Auftrieb erleiden kann, oder ob in einem solchen Falle unbedingt die Verbindung mit höher gelegenen wasserführenden Schichten angenommen werden muss. Stapff hat sich der letzteren Annahme zugeneigt und es spricht für sie auch unbedingt der Umstand, dass dem Schwimmsande sein gesamtes Wasser, das unter Umständen 40—50%, seines Volumens beträgt, entzogen werden kann, ohne dass er sein Volumen verändert und an Tragfähigkeit gegen das auflastende Deckgebirge verliert. Nichtsdestoweniger ist auch der erste Fall theoretisch denkbar.

Der Schwimmsand kann im trockenen Zustande in nahezu senkrechten Wänden abgegraben werden. Die Ursache dieser Haltbarkeit ist die grosse Reibung zwischen den einzelnen Quarzkörnern; sie entspricht der grossen Reibung zwischen zwei glattgeschliffenen Adhäsionsplatten. Bekanntlich genügt eine äusserst feine capillare Wasserschichte, um die Reibung zwischen zwei solchen Platten verschwinden zu machen. Ein Haufwerk von Kugeln, welche an den Flächen keine Reibung

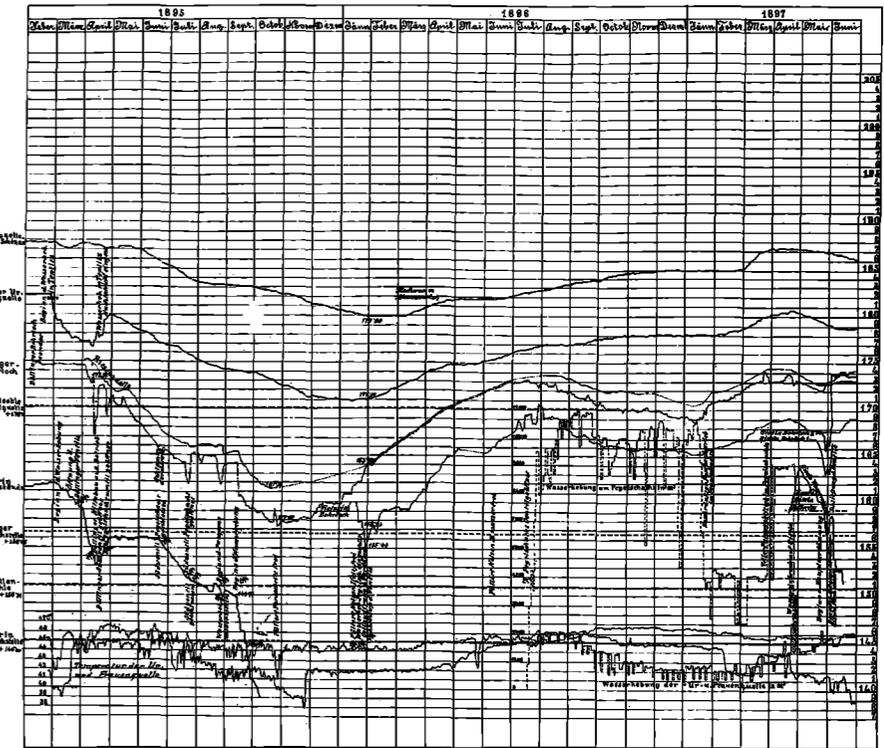
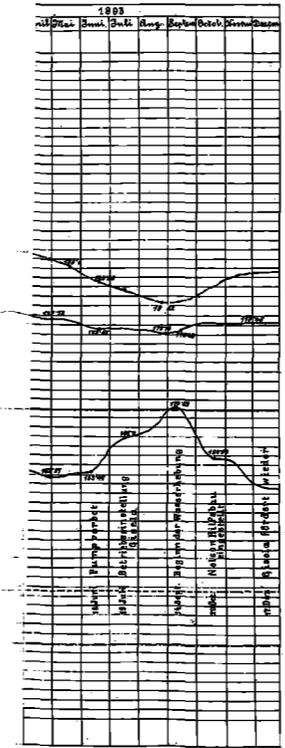
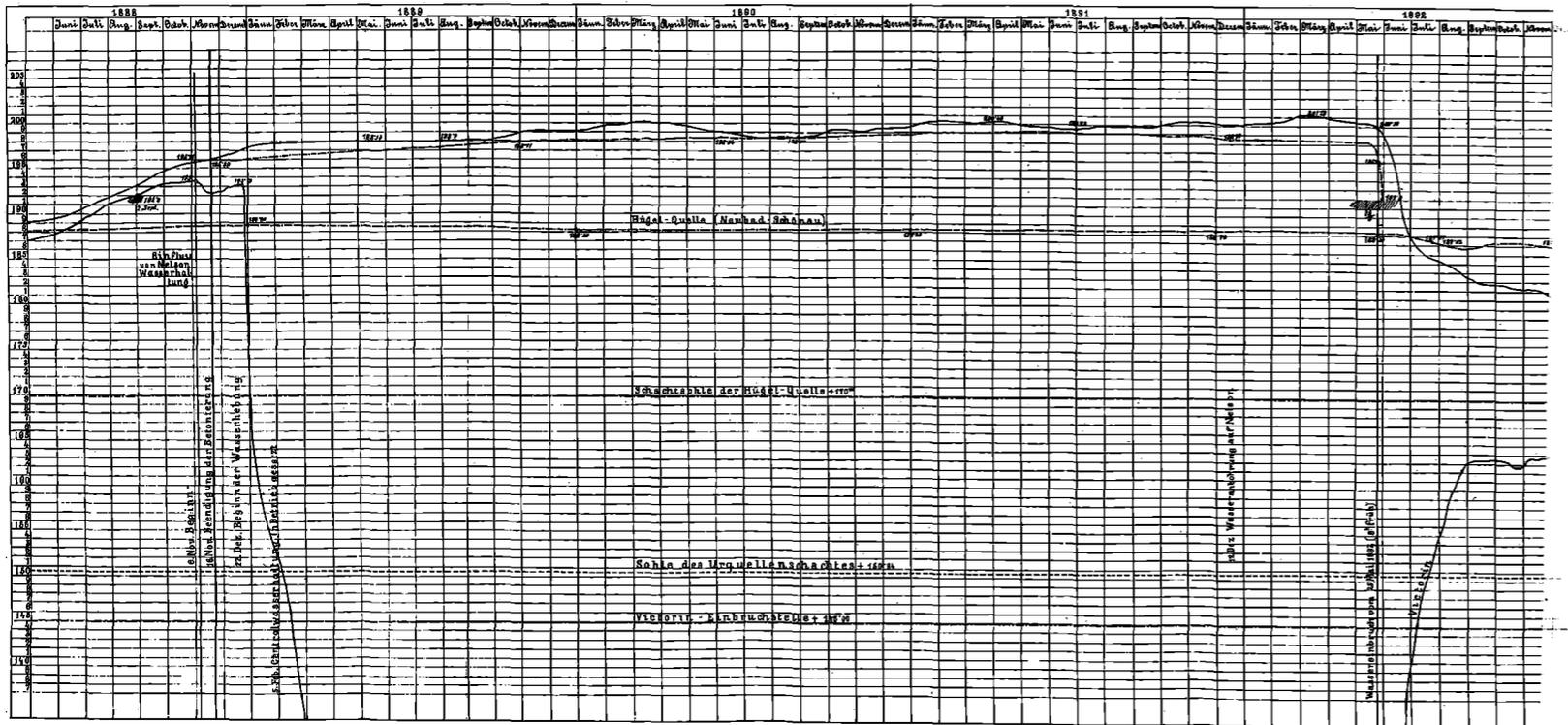
¹⁾ A. Jentzsch. Ueber den artesischen Brunnen in Schneidemühl. Zeitschrift für praktische Geologie, Jahrg. 1893, S. 353, und F. M. Stapff, Ein paar Worte über Bodentemperatur und artesische Strömungen. Ebenda S. 383.

zeigen, wird sich aber verhalten wie eine Flüssigkeit und auch in communicirenden Röhren dasselbe Verhältniss zeigen wie diese. Ebenso verschwindet im Schwimmsande die Reibung in Folge der Durchtränkung mit Wasser, welche sich als Capillarerscheinung bis auf die feinsten Trennungsflächen zwischen den Quarzkörnern erstrecken muss, und er verhält sich dann wie eine Flüssigkeit. Wenn man ein mit Wasser gefülltes Gefäss in der Weise mit einem specifisch schwereren Deckel verschliesst, dass dieser an den Rändern kein Wasser durchlässt und doch frei beweglich bleibt, und dann den Deckel durchbohrt, so wird das Wasser unbedingt durch die Bohrung aufsteigen, während der Deckel sinkt. In derselben Weise ist es denkbar, dass in gewissen Fällen, wie z. B. bei der Katastrophe von Schneidemühl, bloss das Gewicht des auflastenden Gebirges den Schwimmsand emportreibt, während die Decke einbricht. Im Allgemeinen wird sich keine scharfe Grenze zwischen beiden Erscheinungsweisen ziehen lassen; und was die Brüxer Einbrüche im Besonderen betrifft, so wird schon durch die nach dem ersten Einbrüche nachgewiesenen zahlreichen stehen gebliebenen, kleinen Hohlräume dargethan, dass der Druck des Deckgebirges keine so grosse Rolle gespielt hat. Dazu kommt noch, dass, wie oben erwähnt, der Sand sehr viele, ziemlich grobkörnige Partien enthält, die ohne Zweifel nur durch die erodirende Kraft des fliessenden Wassers entfernt werden konnten, wodurch eine Unterwaschung, ähnlich wie an dem Steilrande eines Flusses, platzgriff, und das seiner Unterlage beraubte Deckgebirge zum Einsturze gebracht wurde.

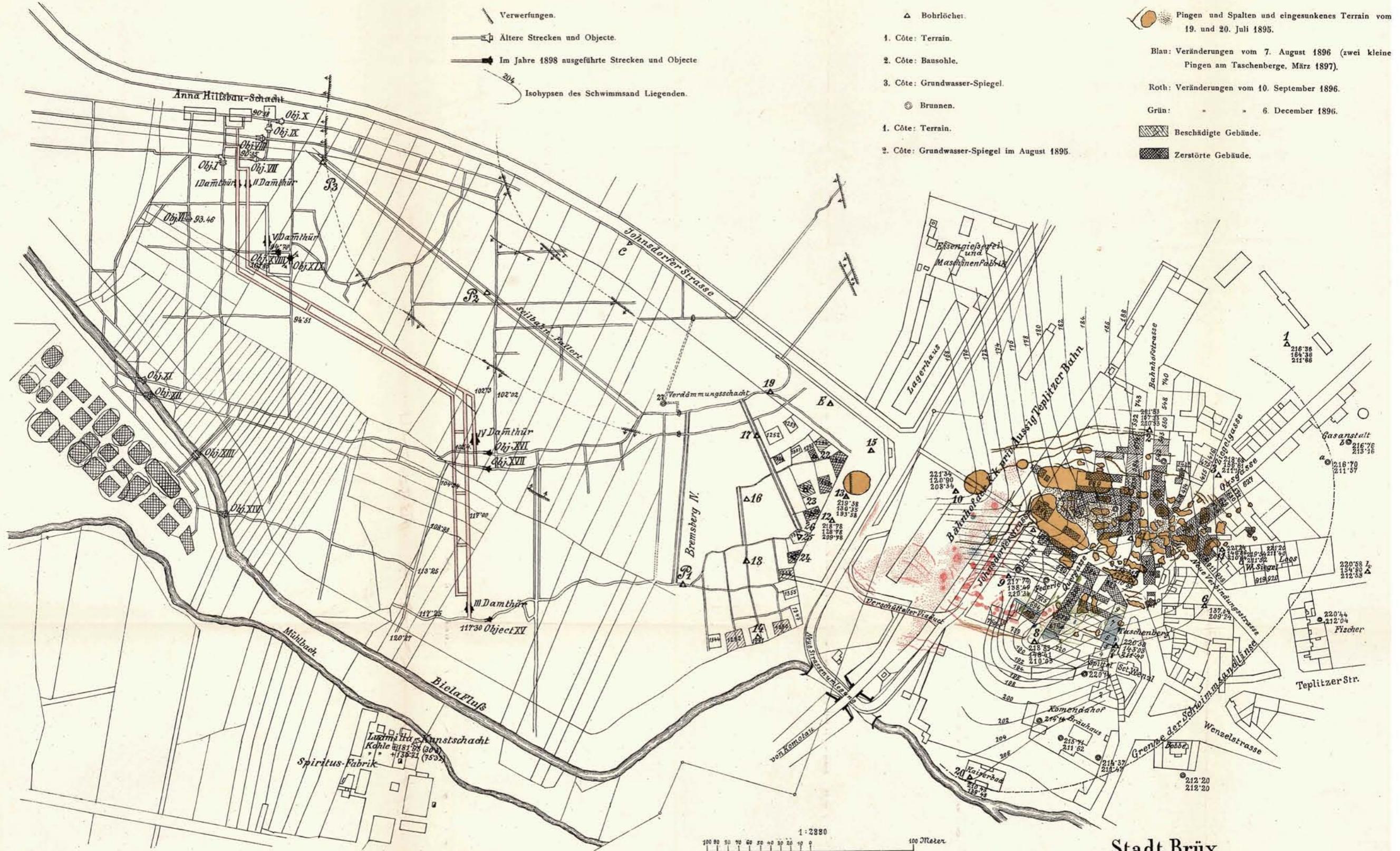
Zum Schlusse sei es mir gestattet, auf einige Erscheinungen, welche den im Principe ganz einfachen Vorgang der Schwimmsand-einbrüche von Brüx begleitet haben, im Besonderen das Augenmerk des Lesers zu richten, da sie vielleicht allgemeineres Interesse beanspruchen dürfen, und zwar: 1. der Verlauf der Entstehung der Pinggen beim ersten Einbrüche, bei welchem die entfernteren Theile über der Schwimmsandlinse zuerst niederbrachen und die Senkungen allmählig gegen die Einbruchstelle bei der Abbaukammer Nr. 1294 vorrückten; 2. die scheinbar geringe Veranlassung, durch welche der zweite grössere Einbruch am 9. September 1896 hervorgerufen wurde; die Durchstossung einer nur 20 *cm* mächtigen Sand- oder Sandsteinbank mittels eines Loches von nicht viel mehr als 150 *mm* Durchmesser, hatte den Ausfluss grosser Wassermassen und den Einsturz einiger Häuser zur Folge gehabt; 3. das Leitungsvermögen für das Wasser einer nur 20 *cm* mächtigen Sand- oder Sandsteinschichte, welche in verschiedenen Bohrlöchern nirgends zu grösserer Mächtigkeit anschwillt. Besonders durch den beim Wassereinbruch im Verdämmungsschachte beobachteten Auftrieb gibt sich die innige Verbindung des Wassers dieses dünnen Sandbänkchens mit dem der Schwimmsandlinse auf eine Entfernung von circa 200 *m* am deutlichsten kund.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
I. Die Thermalquellen von Teplitz und ihre Geschichte	425
Einleitung	425
I. Allgemeine Bemerkungen. — Die Thermen von Centralfrankreich und die Thermenlinie von Nordböhmen	426
II. Zur Geologie der Umgebung von Teplitz — Schönau und die Thermen	437
1. Die Lagerungsverhältnisse des Teplitzer Porphyrs im Erzgebirge	438
2. Kreide- und Tertiärbildungen	441
3. Spuren früherer Thermalthätigkeit in der Nähe der Teplitzer Quellen	443
4. Die Quellen von Teplitz und Schönau .	447
III. Die Geschichte der Thermen von Teplitz	449
1. Der Wassereinbruch im Döllingerschachte am 10. Februar 1879	450
2. Der erste Wassereinbruch im Victorinschachte am 28. November 1887	458
3. Der zweite Wassereinbruch im Victorinschachte am 25. Mai 1892	464
4. Wassereinbruch im Giselaschachte am 24. April 1897	468
IV. Beziehungen zwischen Thermalwasser, Inundationswasser und Grundwasser	471
—	
II. Die Schwimmsandeinbrüche von Brüx	483
I. Einige Bemerkungen über Schwimmendes Gebirge	483
II. Lagerungsverhältnisse der Braunkohlengebilde in der Umgebung von Brüx und deren Schwimmsand-Einlagerungen	488
III. Haupteinbruch am 19. und 20. Juli 1895	491
IV. Nachträgliche Einbrüche und Sanirungs-Massnahmen	499
1. In der Nacht vom 6. auf 7. August 1896 . .	499
2. In der Nacht vom 9. auf 10. September 1896	499
3. Neue Sanirungs-Massnahmen	504
4. Weitere kleine Senkung am 6. December 1896	506
5. Wassererschotung im Verdämmungsschachte am 9. December 1897	508
V. Grundwasser und Grubenwasser	510
VI. Schlussbemerkungen	514



Situations-Plan über das Schwimmsand-Bruchgebiet der Stadt Brüx.



Verwerfungen.
 — Altere Strecken und Objecte.
 — Im Jahre 1898 ausgeführte Strecken und Objecte
 — Isohypsen des Schwimmsand Liegenden.

△ Bohrlöcher.
 1. Côte: Terrain.
 2. Côte: Bausohle.
 3. Côte: Grundwasser-Spiegel.
 ⊙ Brunnen.
 1. Côte: Terrain.
 2. Côte: Grundwasser-Spiegel im August 1895.

○ Pingen und Spalten und eingesunkenes Terrain vom 19. und 20. Juli 1895.
 Blau: Veränderungen vom 7. August 1896 (zwei kleine Pingen am Taschenberge, März 1897).
 Roth: Veränderungen vom 10. September 1896.
 Grün: " " 6. December 1896.
 ▨ Beschädigte Gebäude.
 ▩ Zerstörte Gebäude.

1:2880
 100 80 70 60 50 40 30 20 10 0 100 Meter

Stadt Brüx

