

DIE KARLSBADER HEILQUELLEN  
UND IHRE BEZIEHUNG ZUM VULKANISMUS  
NORDWESTBÖHMENS\*

Von Otto Michler

1.

Zweck dieser Studie ist, den Schleier zu heben von den Geheimnissen, welche die Karlsbader Heilquellen umweben, indem ich ihr Entstehen und Zutagetreten aus der Natur heraus erklären will, und zwar aus der Bodengestaltung, aus der Beziehung der Landschaft zum Vulkanismus, aus den verschiedenen Gesteinsarten und nicht zuletzt aus der Tektonik des Karlsbader Raumes mit seinen manigfachen Brüchen und Verwerfungen der Erdkruste. Gerade die Tektonik hat mir den verlässlichsten Schlüssel zur Erschließung der Geheimnisse an die Hand gegeben.

Meine Ausführungen stützen sich zur Gänze, soweit ich nicht anderes anführe, auf das Ergebnis meiner eigenen Untersuchungen. Denn so viele Wissenschaftler sich auch mit den Karlsbader Heilquellen beschäftigt haben, sei es als Geologen, als Hydrologen, als Chemiker und Ärzte, ihre Untersuchungen beschränkten sich auf Karlsbad selbst, sie blickten über das Teplital nicht hinaus, höchstens nach dem Veitsberge als dem Karlsbad zunächst liegenden Basaltdurchbruche, aber gerade diese Äußerung des Vulkanismus steht in keiner Beziehung zum Sprudel.

Das offizielle Karlsbad hat bisher an der Theorie vom juvenilen Ursprung der Therme festgehalten. Juvenil heißt jugendlich. Der Begründer der juvenilen Theorie, Aug. Gautier, stellte sich vor, daß das chemisch gebundene Wasser gewisser Gesteinsarten durch vulkanische Hitze ausgetrieben werde und als Mineraltherme zutage komme. Auf Karlsbad wurde diese Theorie zuerst von dem Wiener Geologen Ed. Sueß angewandt. Dieser hielt bei dem 1902 in Karlsbad stattfindenden Kongresse Deutscher Naturforscher und Ärzte einen Vortrag, in dem er ausführte: „Wir teilen die Quellen in vadose und juvenile und nennen die ersteren jene, die

---

\* Die vorliegende Arbeit stellt eine gekürzte Fassung einer weitaus umfangreicheren Arbeit dar, in der der Verfasser die Ergebnisse seiner Forschungen in den Jahren vor der Vertreibung aus der Heimat (vor 1945) niedergelegt hat. Diese erste Fassung (mit Lichtbildern) wurde im Karlsbader Heimatmuseum in Wiesbaden hinterlegt.

Die Zahlen in Klammer verweisen auf das Literaturverzeichnis, eine Übersichtskarte befindet sich am Schluß des Bandes.

von der Infiltration von Tagwässern hervorgehen. Die Bezeichnung juvenil gilt für solche, welche als Nachwirkungen vulkanischer Tätigkeit aus der Tiefe des Erdkörpers emporsteigen und deren Wässer zum ersten Mal an die Tagesoberfläche treten. Das Wasser des Karlsbader Sprudels ist juveniles Wasser, vergeblich ist jeder Versuch, für diese Quellen ein Infiltrationsgebiet an der Oberfläche abzugrenzen, vergeblich ist auch jeder Versuch, die Tiefe des Ursprungs aus irgend einer sogenannten Thermalstufe zu ermitteln. Vergeblich wird man die Gesamtheit der Bestandteile aus der Beschaffenheit des Granites zu erklären suchen" (1).

Auch Prof. Fr. Frech (9) hat den Sprudel juvenil genannt, da er doch dem Granit entspringe, sein hoher Ca-Gehalt sich aber keineswegs aus dem Granit erklären lasse; er müsse deshalb aus ungeheurer Erdtiefe emporkommen und als juvenil bezeichnet werden.

Dagegen sagt der hervorragende Vulkanologe A. Bergeat: „Bis jetzt sind noch keine Beweise erbracht worden, daß es wirklich juvenile Wässer gibt, die aus der Tiefe emporsteigen, ohne zuvor von der Oberfläche eingedrungen zu sein" (41). Wiewohl die juvenile Theorie heute von den meisten Geologen und Geophysikern abgelehnt wird, so wird doch in Balneologenkreisen an dieser Theorie aus begreiflichen Gründen vielfach festgehalten. Scheint es doch vorteilhaft zu sein, dem Kurgaste zu sagen: Das Wasser, das dir hier kredenzt wird, ist etwas Jungfräuliches, es kommt das erste Mal an die Oberfläche. Dies hört sich vorteilhafter an, als wenn man sagen würde: Auch dieses Wasser ist in dem ewigen Kreislauf zwischen Himmel und Erde wiederholt durch den Darm eines Tieres oder Menschen hindurch gegangen. Auch war diese juvenile Theorie ein bequemer Vorwand, sich nicht der schwierigen Aufgabe unterziehen zu müssen, die natürlichen Bedingungen des Sprudels zu ergründen; denn wenn das Wasser juvenil ist, verbietet sich jede weitere Nachforschung von selbst.

Ich selbst lehne die Theorie ab, ausgehend von der Erwägung, daß die Erdkrustengesteine (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit, Porphyry usw.) eine Dichte von 2,7 besitzen, die Dichte des Erdkörpers insgesamt jedoch mehr als doppelt so groß ist. Es ist daher wegen der gegen die Erdmitte stufenweise zunehmenden Dichte der einzelnen Schalen des Erdkörpers Raum für Wasser in größerer Erdtiefe nicht vorhanden.

Die Frage nach dem Wieso und Woher des Karlsbader Sprudels hat die Menschen schon frühzeitig beschäftigt: Wie aus dem Manuskript „Bohemia et Moravia subterranea" von Mauritius Vogt aus dem Jahre 1729 (Museum Prag) hervorgeht, erklärte man sich die Karlsbader Quellen auf die Weise, daß das Wasser der Eger bei Königswert im Untergrund versickere und bei Altsattl, wo sich drei Brandstellen befinden, zum Sieden gebracht werde. Wo die Luft zu den unterirdischen Feueressen sich einschleiche, durch welche das Wasser erwärmt wird, wisse man nicht.

Die angeführten Brandstellen erklären sich aus der Selbstentzündung der schwefelkiesreichen Josefikohle und haben mit der Therme nichts zu tun. 1794 wandte sich der Karlsbader Badearzt Dr. Dav. Becher gegen die

damals herrschende Ansicht, es hängen die Quellen mit brennenden Kohlenflözen im Norden der Stadt zusammen, indem er darauf hinwies, daß sich der Kochsalzgehalt der Therme auf diese Weise nicht erklären lasse (22).

Im Jahre 1842 suchte der Kreisphysikus von Elbogen, Dr. Maria Glückselig (7), die Mineralisation des Sprudels mit dem Kaolin in Verbindung zu bringen; denn im Kaolin fehlen die Alkalien, die im Granit vorhanden sind und sich andererseits wieder im Sprudel vorfinden. Aber er macht sich selbst den Einwand: Der Kochsalzgehalt läßt sich auch auf diese Weise nicht erklären.

Im vorigen Jahrhundert legte man sich die Frage nach dem Niederschlagsgebiete für die Karlsbader Therme immer dann vor, wenn es galt, diese gegen die Einwirkungen des Bergbaues zu schützen (1880). Auch die bedeutendsten Geologen des damaligen Österreichs, Prof. Ferd. von Hochstetter und Franz von Hauer, die bei diesem Verfahren als Sachverständige wirkten, konnten ein Einzugsgebiet nicht angeben. Sie betrachteten daher das ganze Karlsbader-Neudeker Granitmassiv, das den größten Teil des Kaiserwald-Gebirges (einschl. der Karlsbader Hochfläche) und einen Teil des Erzgebirges umfaßt, als das mögliche Niederschlagsgebiet. Sie nahmen eine geothermische Erwärmung des in die Tiefe eingedrungenen Wassers an und errechneten aus der Temperatur des Sprudels von 72° und mit Zugrundelegung einer geothermischen Tiefenstufe von 33 m eine Ursprungstiefe von „über 2000 m“. Daraus ergibt sich, daß sie jede Beziehung zum Vulkanismus ablehnten. Zur Gasführung und Mineralisation der Therme Stellung zu nehmen, unterließen sie. Der von ihnen vorgeschlagene Quellenschutz beruhte auf der Annahme, daß die Klüfte des durch Oberflächenzersetzung kaolinisierten Granites mit den Thermalwasser führenden Klüften Karlsbads ein System kommunizierender Gefäße bilden, und bestand in einer Schutzebene, die man sich durch das Niveau der Teplmündung gelegt dachte und die der Kaolinbergbau nicht unterschreiten durfte.

Im Gegensatz zu diesen Gutachtern hat Vinz. Pröckl (36) die Therme mit dem Vulkanismus der Landschaft in Verbindung zu bringen gesucht. Auch Prof. G. Laube (25) vertritt dieselbe Meinung, ohne aber nähere Angaben über die Herkunft der Quellen machen zu können. Schließlich betrachtet Prof. Aug. Rosiwal (39) die Therme als ein „Ausklingen vulkanischer Tätigkeit“, wobei er die Frage offen läßt, ob das Wasser aus dem Kaiserwald- oder Erzgebirge komme.

Von Prof. Pošepny ist die in verschiedenen Lehrbüchern (41) angeführte Theorie vom profunden Wasser aufgestellt worden. Darnach würde das in die Gesteinsklüfte eingedrungene Niederschlagswasser, das durch die Taleinschnitte nicht mehr zum Abfluß gebracht werden kann, praktisch stagnieren, in die Gesteinsporen eindringen und, dem Gesetze der Schwerkraft folgend, nur eine ganz langsame Diffusionsbewegung machen, bis es schließlich durch Wärmezufuhr und Kohlensäurebeimischung bei einer Spalte wieder zum Aufsteigen gebracht werde. Infolge der langjährigen

Berührung mit dem Gestein trete das Wasser mit diesem in chemisches Gleichgewicht und erlange hiebei die ihm eigene Mineralisation.

Diese Theorie wurde von Dr. K. A. Weithofer (1933) in seiner Abhandlung: „Die Karlsbader Therme und der Bergbau“ auch auf die Karlsbader Quellen angewendet, indem er ausführt: „Das Karlsbader Thermalwasser ist auf warmes Tiefenstandwasser zurückzuführen, das durch juvenile Exhalationen seinen Kohlensäuregehalt und durch ähnliche heiße Dämpfe höchstwahrscheinlich einen hervorragenden Anteil auch seiner sonstigen Mineralstoffe erhalten hat. Durch beide bekommt es seinen so außerordentlichen Auftrieb; ... daraus geht hervor, daß es nicht notwendig ist, daß neben der Kohlensäure auch das Wasser juvenil sei. Es kann sehr leicht dieses Tiefenstandwasser selbst es sein, das in der Tiefe diesen Spalten zufließt u. zw. in demselben Maße, als es durch die gegebenen Verhältnisse im Gas-Wasser-gemischtem Thermalstrom nach oben gefördert wird“ (44).

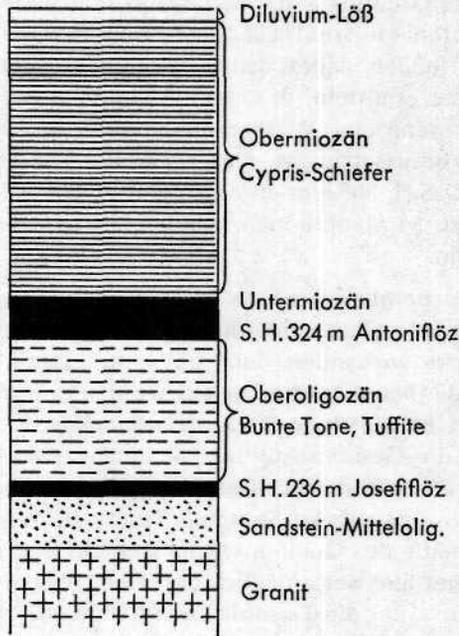
M. E. ist diese Theorie des profunden Wassers auf Karlsbad nicht anwendbar, da die große Wasserfülle des Sprudels aus freiwerdendem Porenwasser sich nicht erklären läßt. Außerdem müßte, da der Granit das vorherrschende Muttergestein in Karlsbad und Umgebung ist, sich die Mineralisation des Sprudels aus dem Granit erklären lassen, was nicht der Fall ist.

Den ersten Anhaltspunkt für die Herkunft der Therme erhielt man im Jahre 1906, als diese durch die Wasserhebung der Marienschächte in Königswert bei Falkenau gefährdet wurde. Da diese Kohlengrube 15 km westlich von Karlsbad liegt, konnte man annehmen, daß der Zufluß der Therme von Westen her stattfindet.

Um diesen Konfliktfall verständlich zu machen, muß ich vorerst die stratigraphischen Verhältnisse, d. i. den Aufbau der tertiären Ablagerungen innerhalb des Neusattl-Grassetter Beckens, woselbst das den Marienschächten zum Abbau zugewiesene Grubenfeld liegt, kennzeichnen, wobei ich auf die beiliegende Skizze 1 verweise. Gegenstand der Gewinnung war im vorigen Jahrhundert das 25—30 m mächtige Antoniflöz. Der Bergbau auf diesem Flöz war ohne Einfluß auf Karlsbad. Um die Jahrhundertwende wurden der Förderschacht Marie II und der Wetterschacht V bis auf die Sohle des Joseflözes (S.H. 236 m) tiefer geteuft, um die hochwertige Kohle dieses Flözes zu erschließen. Bei dessen Ausrichtung wurde Thermalwasser von 29—30° C erschroten, das hauptsächlich aus dem klüftigen Liegendsandstein austrat. Seine Mineralisation war aber von jener des Sprudels durchaus verschieden.

Nach einiger Zeit trat eine Beunruhigung der Karlsbader Quellen ein, die man sich nicht zu erklären vermochte; denn bei einer Entfernung von 15 km, wobei obertags etwa 9 km auf Granit entfallen, schien ein Zusammenhang nach Ansicht der Fachmänner ausgeschlossen. Mit fortschreitender Ausrichtung des Joseflözes wurde der Wasserzufluß so groß, daß sich die Pumpen als unzureichend erwiesen. Man mußte daher das tiefere Flöz ersaufen lassen, was nach einiger Zeit eine Erholung der Karlsbader Quellen zur Folge

Skizze 1  
Gebirgsschnitt  
durch das Grassetter-Becken



hatte. In nächster Zeit wurde die Wasserhaltung derart verstärkt, daß man 6000 Lit./Min. und darüber heben konnte, also einen ganzen Bach. Diese intensive Wasserhebung dauerte von Anfang 1906 bis Mitte Juli. Und nun trat allmählich ein katastrophaler Rückgang der Quellen in Karlsbad ein: Der Sprudel ging um 19<sup>0</sup>/<sub>100</sub> zurück, der hochgelegene Schloßbrunnen versiegte überhaupt und die übrigen „Kleinen Quellen“ erfuhren einen Rückgang um 40—50<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Das Schlimmste dabei war, daß man die Ursache nicht kannte.

In dieser Bedrängnis — denn es stand die Zukunft des Weltkurortes auf dem Spiel — wandte sich der Stadtrat an das Wiener Ministerium, das einen Stab von Wissenschaftlern mit der Untersuchung des Falles betraute. Die „Quellenschutz-Kommission“ (37), wie sie sich nannte, bestehend aus Geologen, Hydrologen, einem Chemiker, aus Bergbau-Sachverständigen und Behördenvertretern, stürzte sich zuerst auf die Karlsbad benachbarten Kaolingruben, doch konnte hier kein Anhaltspunkt gefunden werden, daß eine Schädigung der Quellen von hier ausgehe. Erst dann wandte man sich den Marienschächten zu, wobei man mit der vorgefaßten Meinung zu Werke ging, daß, wenn ein Zusammenhang vorhanden ist, sich dieser nach dem Gesetze der kommunizierenden Gefäße nachweisen lassen müsse. Dabei

wiesen die Geologen darauf hin, daß das Karlsbad-Neudeker Granitmassiv in westlicher Richtung unter dem Tertiär noch über die Marienschächte hinausreicht. Den Geologen war schon damals bekannt, daß die Wasserführung im Granit auch nach Spalten stattfindet, doch hielt man einen Nachweis dieser für ausgeschlossen. Zum Nachweis der kommunizierenden Gefäße in den Klüften des Granites hätte man das Wasser in den Marienschächten bis über den Antoni-Horizont aufstauen müssen, was nicht tunlich war. Die Hydrologen fanden daher den Ausweg, das piezometrische Niveau rechnungsmäßig zu ermitteln, d. i. jene Steighöhe, die das Grubenwasser erreichen würde, wenn eine Wasserhebung vom Antoni-Füllorte aus nicht stattfände. Die Voraussetzungen dieser Rechnung waren so gewählt, daß dieses Niveau mit S.H. 386,6 m ermittelt wurde. Da der Sprudelauslauf die S.H. 384 m besitzt, so glaubte man, damit kommunizierende Gefäße nachgewiesen zu haben.

Jetzt traten die Bergbauvertreter auf den Plan: Sie wiesen darauf hin, daß kommunizierende Gefäße überhaupt nicht in Frage kommen können. Denn, wären solche vorhanden, dann hätte im Jahre 1906 das Karlsbader Thermalsystem überhaupt trocken gelegt werden müssen, da ja in den Marienschächten ein halbes Jahr hindurch dreimal soviel Wasser gehoben worden war, als die Gesamtschüttung der gemessenen Quellen Karlsbads ausmacht, dabei erfolgte die Wasserhebung in einem Niveau, das 150 m tiefer liegt als der Auslauf des Sprudels. Ferner behaupteten die Bergbauvertreter, die Ursache des Quellenrückganges müsse in Karlsbad selbst gesucht werden; denn hier sei anlässlich der Tieferlegung des Teplbettes die „Sprudelschale“, d. i. der die Talsohle bedeckende Kalkpanzer verletzt worden, es seien dabei unkontrollierbare Wasseraustritte geschaffen worden. Man habe ferner schwere Gebäude über der Sprudelschale errichtet und bei deren Fundierung den Sprudel angezapft. Das war insbesondere der Fall beim Bau des Hauses „Vesuv“ links der Tepl. Ferner wiesen sie darauf hin, daß in den vergangenen Jahren der Schloßbergfelsen beräumt worden war, um Platz für die Marktbrunnen-Kolonnade zu schaffen. Ferner habe man im letzten Jahre die Ausläufe der Brunnen tiefer gelegt, was geschehen war, um das für den Kurbetrieb erforderliche Wasser zu schaffen. Alle diese Arbeiten bedeuten nach Ansicht der Sachverständigen einen unzulässigen Eingriff in das Quellenregime.

Die Einwendungen der Bergbauvertreter waren solcher Art, daß sie nicht ohne weiteres zur Seite geschoben werden konnten. Um nun überhaupt zu einem Ende zu kommen, beschloß die Quellenschutzkommission unter Verzicht auf jede wissenschaftliche Erklärung den allfälligen Zusammenhang durch ein Experiment zu erweisen: Es sollte nämlich im Herbst 1907 nach beendeter Hauptkurzeit das in den Marienschächten bis zum Antonifüllort angestaute Wasser nochmals bis auf die tiefere Sohle 236 m S.H. gestümpft d. i. ausgepumpt werden unter gleichzeitiger Beobachtung der Quellen in Karlsbad. Sodann sollte die Wasserhebung eingestellt und das Wasser wie-

der in den Schachtröhren bis zum Antonifüllort angestaut werden, wobei die tägliche Beobachtung der Quellen in Karlsbad fortgesetzt werden sollte. Es wurde zur Pflicht gemacht, während der Beobachtungsperiode keine Handlung vorzunehmen, die als ein Eingriff in das Quellenregime aufgefaßt werden könnte.

Jetzt zeigte sich, daß die Karlsbader Quellen auf die Wasserhebung der Marienschächte neuerdings durch Rückgang reagierten; und als das Wasser in der Schachtröhre wieder angestaut worden war, dauerte es 6 Wochen, bis eine teilweise, und weitere 6 Wochen, bis unter sprunghafter Steigerung der Schüttung eine vollständige Erholung der Quellen eintrat. In Karlsbad atmete man erleichtert auf, und die Quellenschutzkommission beeilte sich, das **Schlufgutachten** (37) unterm 31. Januar 1908 abzugeben. In diesem wurde festgestellt: „Der ursächliche Zusammenhang zwischen den Erscheinungen an den Karlsbader Heilquellen und der Wasserhebung im Marienschachte muß als bewiesen gelten.“ Im Gutachten wurde beantragt:

1. Die Ausdehnung der Schutzebene S.H. 367,2 m, die bisher nur für den nördl. Teil des Karlsbader Bezirkes gegolten hatte und ausschließlich gegen den Kaolinbergbau gerichtet war, auf die beiden westlich angrenzenden Bezirke Elbogen und Falkenau mit der Maßgabe, daß in dem ausgedehnten Neusattl-Grassether Kohlenbecken östlich der Zwodau-Linie (d. i. östlich von Falkenau) das Josefilöz der Gewinnung entzogen werde.

2. Die Abdämmung der beiden Marienschacht-Röhren unterhalb des Antonifüllortes. Dadurch wollte man erreichen, daß das weiter im Betrieb zu haltende Atoniflöz gegen das tiefere Grundwasserstockwerk isoliert werde. Es sollte damit jener Zustand wieder hergestellt werden, der vor dem Abteufen der beiden Schächte auf das Josefilöz vorhanden gewesen war.

Die Quellenschutzkommission bekannte in dem Gutachten, daß es ihr nicht gelungen sei, eine wissenschaftliche Erklärung für den Zusammenhang zwischen den Marienschächten und Karlsbad zu geben, und brachte zum Ausdruck, daß es auch in aller Zukunft kaum möglich sein werde, die unterirdischen Verbindungswege zu ergründen. Die Quellenschutzkommission ist bei ihrem Antrage auf Ausdehnung des Niveauschutzes auf das Neusattl-Grassether-Einbruchbecken von derselben Annahme ausgegangen wie die Sachverständigen vom Jahre 1880/81, nämlich von der Annahme kommunizierender Gefäße im Granit.

Aufgrund dieses Kommissionsgutachtens traf die Bergbaubehörde die entsprechenden Maßnahmen im Bergbau. Alle dagegen von den Bergbauunternehmern eingebrachten Rechtsmittel wurden zurückgewiesen.

Dr. Ing. Rob. Kampe (17), welcher ein halbes Jahr nach Abgabe des Gutachtens der Quellenschutzkommission zum Leiter des städtischen Quellenamtes ernannt wurde, erkannte als erster, daß der **Sprudel nicht als eine Wasserquelle anzusehen sei, sondern als ein Gas-Wasser-Gemisch** und daß das Gesetz der kommunizierenden Gefäße „in der einfachen Form“ auf Gas-Wasser-Gemische keine Anwen-

dung findet. Ferner sprach er die Überzeugung aus, daß der Quellenkonflikt nicht auf eine Wasserentziehung, sondern auf eine Gasentziehung zurückzuführen sei.

Diese Erkenntnis mußte ich meinen weiteren Untersuchungen zugrunde legen. Dr. Kampe war es jedoch nicht gelungen, den Gasherd zu lokalisieren und die Beziehung zwischen der Mineralisation der Karlsbader und jener der Marienschächter Therme zu ergründen. Da er ferner ein Anhänger des Dogmas vom juvenilen Ursprung der Karlsbader Therme war, so bestand für ihn die Frage nach der Herkunft des Wassers, nach der Beziehung zum Vulkanismus, die Frage nach der Mineralisation und der unterirdischen Verbindungswege überhaupt nicht.

Diese wesentlichen Lücken auszufüllen, machte ich mir zur Aufgabe. Dabei stützte ich mich auf zwei Feststellungen, die ich im Kaolinbergbau gemacht hatte und die mir den Schlüssel an die Hand gaben, den Geheimnissen um die Entstehung der Karlsbader Therme mit Erfolg nachzugehen:

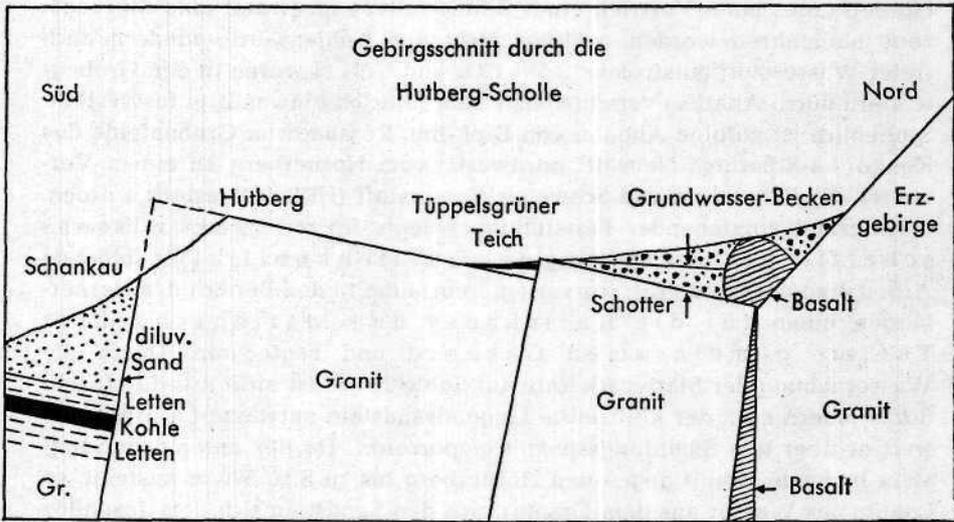
1. Die Wasserführung im Granit findet nicht nach seinen Schwundklüften statt, sondern ausschließlich nach Spalten, d. i. nach tektonischen Linien oder Bruchzonen, die den Granit geradlinig auf viele Kilometer durchsetzen. Ihre Entstehung geht auf mehr als 250 Millionen Jahre zurück. Während des ausgehenden Devons, hauptsächlich aber im Karbon wurde ein Gebirge aufgefaltet, das sich von Südfrankreich über Mitteleuropa bis nach Polen erstreckte. Dieses Gebirge wird von den Geologen als Varistisches Gebirge bezeichnet. Seine Breite ist durch die Entfernung zwischen den sächsischen Steinkohlenrevieren Oelsnitz-Zwickau einerseits und den innerböhmisches Revieren Pilsen-Kladno andererseits gegeben. Das Gebirge ist durch eine ungeheure, von Südosten her wirkende Schubkraft zu alpinen Formen aufgefaltet worden. Hierbei wurde die Erdkruste gesetzmäßig zertrümmert. Es überwiegen zwei Hauptrichtungen der tektonischen Linien, u. zw. die Streichrichtung des Gebirges WSW — ONO und die Richtung der Schubkraft SO — NW.

Manche tektonischen Linien treten deutlich in Erscheinung, wie z. B. der Erzgebirgsabbruch, manchmal verraten sie sich durch Erosionseinschnitte im Granit oder durch eine auffällige Ablenkung des Egerlaufes gegen SO. Manchmal verlangt ihr Nachweis mühevollen Untersuchungen, namentlich bei Tertiärüberdeckung.

2. Günstige Einzugsbedingungen sind gegeben durch die Schrägstellung einzelner Granitschollen (sogen. Antithese).

Ein typisches Beispiel hierfür findet sich nördlich von Karlsbad. Blickt man von einem Aussichtspunkte daselbst gegen Norden, so sieht man den auffällig emporgestanzten Rand einer dem Erzgebirge vorgelagerten Bruchstaffel. Diese „Hutbergscholle“, wie ich sie nenne, erstreckt sich von dem Rohlautal in östlicher Richtung bis zu den basaltischen Ausläufern des Dup-

Skizze 2



pauer Gebirges (Grasengrün) und fällt gegen den Fuß des Erzgebirges um  $3-4^\circ$  ein (siehe Skizze 2). Da die den Fuß des Erzgebirges kennzeichnende Spalte nach dem Lot verläuft, die vorgelagerte Scholle aber geneigt ist, so mußte am Zusammenstoß eine nach unten sich weitende Kluft entstehen, nach welcher die Basaltreihe von Tüppelsgrün—Edersgrün emporgepreßt worden ist. Mit dem Fuße des Erzgebirges schließt die vorgelagerte Granit-scholle eine flache Rinne ein, in der diluviale Schuttmassen abgelagert worden sind. Diese stellen ein Grundwasserbecken dar, das sowohl von Süden als auch insbesondere aus dem Erzgebirge gespeist wird. Der Grundwasser-spiegel gibt sich in den Tüppelgrüner Teichen, die ihr Wasser nur aus Boden-quellen erhalten, zu erkennen (S.H. 464 m). Aus dem Grundwasserbecken dringt das Wasser in die es verquerenden Spalten ein und läuft in diesen gegen SO dem Einschnitte der Eger zu, deren Pegel nahezu 100 m tiefer liegt. Ich konnte nördlich von Karlsbad 5 Spalten nachweisen, in denen ganz bedeutende Wassermengen der Eger unterirdisch zufließen, bei einer dieser Spalten sind es nachweislich an die 2000 Lit./Min.

Bei meiner Untersuchung der Herkunft der Karlsbader Therme ging ich von der Tatsache aus, daß das Sprudelgas fast zur Gänze aus Kohlensäure besteht, die zweifellos vulkanischen Ursprungs ist. Da der Quellenkonflikt mit den Marienschächten erkennen ließ, daß der Zustrom der Therme von Westen her erfolgen muß, so legte ich mir die Frage vor: Wo äußert sich der Vulkanismus in der Verbindungslinie vom Sprudel zu den Marienschächten? Dabei kam mir zum Bewußtsein, daß genau in der Mitte der Verbindungslinie der langgestreckte Basaltrücken des Hornerberges liegt. Diesen Berg nahm ich nun näher unter die Lupe, wobei es mir gelang, an seinem Ostfuße als vulkanische Exhalation Schwefelsäure und Kohlensäure festzu-

stellen\*. Ferner war von Dr. Ing. Apfelbeck etwa 2 km südwestlich des Hornerberges beim Vortrieb eines Schurfstollens im Granit eine Störungszone angefahren worden, welcher nicht nur Kohlensäure, sondern auch freier Wasserstoff entströmte. 3,5% CO<sub>2</sub> und 1/2% H wurde in den Grubenwettern durch Analyse verschiedener Laboratorien einwandfrei festgestellt. Schließlich ist zufolge Angabe von Dipl.-Ing. Rossbach im Grubenfelde des Konkordia-Schachtes Neusattl nordwestl. vom Hornerberg an einem Verwerfer die Exhalation von Schwefel-Wasserstoff (H<sub>2</sub>S) festgestellt worden.

Aufgrund vorstehender Feststellungen legte ich mir zwecks wissenschaftlicher Erklärung des Quellenkonfliktes folgende Arbeitshypothese zurecht: Ich verlegte vorläufig in den Bereich des Hornerberges einen für die Karlsbader und Marienschächter Therme gemeinsamen Gasherd und sagte mir: Durch die Wasserhebung der Marienschächte auf Sohle 236 m ist nicht nur das Josefflöz, sondern auch der klufftreiche Liegendsandstein entwässert worden, soweit er über den Sumpfungsspiegel emporreicht. Da der unter dem Sandstein liegende Granit gegen den Hornerberg bis zu S.H. 500 m ansteigt, so konnte das Wasser aus dem Granit durch den Sandstein sich dem Josefflöz mitteilen, aus dem es gehoben wurde. Nach dem Abflusse des Wassers aus den Spalten des Granites konnte ein Teil der Kohlensäure aus dem Bereiche des Hornerberges gegen Westen abfließen und in die Grubenräume der Marienschächte eindringen. Die Kohlensäure nun, die sich hier mit den Grubenwässern mengte und durch den Ventilator zutage gefördert wurde, kam in Karlsbad zum Fehlen. Der Rückgang der Kohlensäure hatte zur Folge, daß das Thermalwasser gasärmer und somit spez. schwerer wurde und an Steigfähigkeit einbüßen mußte. Als bei dem von der Quellschutzkommission im Herbst 1907 vorgenommenen Experimente das Wasser in der Schachtröhre wieder angestaut worden war, dauerte es 6 Wochen, bis eine teilweise, und weitere 6 Wochen, bis unter sprunghafter Steigerung der Ergiebigkeit eine vollständige Erholung der Quellen eingetreten war. Die Phasenverschiebung von einem Vierteljahr ist auf die Weise zu erklären, daß in den Spalten des Granits das Wasser bis zu gewisser Höhe ansteigen mußte, und erst, als ein Syphonverschluß geschaffen war, hörte das Abströmen der

---

\* Die Schwefelsäure hat sich im Grubenwasser der Emmy-Zeche in Taschwitz am Ostfuß des Horner Berges geäußert, indem eine neue Dampfmaschine wegen Korrosion des Metalles schon nach drei Wochen außer Betrieb gesetzt werden mußte. Das Grubenwasser ist damals (1886) vom Chemiker als „Gipswasser“ bezeichnet worden. Offenbar lag nicht eine chemische, sondern eine elektrolytische Einwirkung vor, indem beim Eintauchen zweier Metalle in eine Säure ein elektrischer Strom erzeugt wird, der korrodierend wirkt. Der Betrieb der Kohlengrube mußte vorzeitig eingestellt werden.

Die Kohlensäure-Exhalation gab zu mehreren tödlichen Verunglückungen im Bergbau Anlaß, der während der Wirtschaftskrise nach 1929 von Eigenlöhnern auf Flözreste betrieben wurde. Da es sich nur um 8—10 m tiefe Einbaue handelte und die kurzklüftige Ausblöckkohle längst entgast war, konnte die Kohlensäure nur dem unmittelbar unter dem Flöz anstehenden Granit entströmen.

Kohlensäure aus dem gemeinsamen Gasherde des Hornerberg-Bereiches gegen Westen auf. Sämtliche Kohlensäure kam jetzt wieder der Karlsbader Therme zugute, was zur Folge hatte, daß das Gas-Wasser-Gemisch gasreicher, somit spez. leichter wurde und wieder größere Steighöhe erlangte.

Das, was bisher nur eine Arbeitshypothese war, läßt sich nun einwandfrei beweisen: Wenn man nämlich zwei Wassersysteme auf einen allfälligen Zusammenhang untersuchen will, so muß man nach der Methode v. Than eine Scheidung zwischen den Anionen (Säuren) und den Kationen (Alkalien) vornehmen. Wenn nun daraus die Äquivalentprozente berechnet werden, so ergibt sich, daß das Verhältnis von  $\text{Cl} : \frac{1}{2} \text{SO}_4 : \text{HCO}_3$ , ausgedrückt in Äquivalentprozenten und in runden Zahlen, sowohl beim Sprudel als auch bei der Marienschächter Therme 20 : 40 : 40 ausmacht\*.

Nun sind Chlor, Schwefelsäure und Kohlensäure ausschließlich vulkanische Komponenten (die Kieselsäure wurde bei der Berechnung absichtlich ausgeschieden). Wenn also für zwei Thermalsysteme die vulkanischen Komponenten (Anionen) derart übereinstimmen, so ist damit der Beweis eines gemeinsamen Gasherdes erbracht. Die Quellenschutzkommission hatte aus der Übereinstimmung der Säureverhältnisse nur auf ein „gleiches Fumarolenstadium“ der beiden Thermalsysteme geschlossen, während ich in dem Ergebnisse der Berechnung den Beweis für die Identität des Gasherdes für beide Thermalsysteme erblicke.

Die Kationen (Alkalien) sind nach dem Gutachten der Quellenschutzkommission, ausgedrückt in Äquivalentprozenten, bei beiden Thermen durchaus verschieden. Z. B. ist der Ca- und Mg-Gehalt der Marienschächter Therme dreimal so groß wie jener der Karlsbader Therme:

Kationen			
beim Sprudel:		bei der Marienschächter Therme:	
K	2,9%	K	2,22%
Na	84,7%	Na	58,63%
$\frac{1}{2}$ Ca	7,5%	$\frac{1}{2}$ Ca	26,41%
$\frac{1}{2}$ Mg	4,5%	$\frac{1}{2}$ Mg	12,74%
$\frac{1}{2}$ Fe	0,1%		

Aus meinen späteren Ausführungen über die Mineralisation des Sprudels geht hervor, daß hiezu eine Gesteinsart notwendig ist, welche die zur Mineralisation erforderlichen Alkalien abgibt. Wenn also zwei Thermalsysteme verschiedene Alkalien aufweisen, so besagt dies, daß an der Mineralisation in beiden Fällen

\* Nach Analyse von Prof. E. Ludwig (Wien) betragen die Säureverhältnisse beim Sprudel 19,59 : 39,88 : 40,53 und bei der Marienschächter Therme 19,81 : 38,17 : 42,02. Den geringen Unterschied in den Säureverhältnissen der beiden Thermalsysteme werde ich noch später aufklären.

ein Gestein mit verschiedenem Alkaligehalte bean-  
teilt ist, mit anderen Worten, das Wasser der Marien-  
schächter Therme muß in der Tiefe einen anderen Weg  
zurücklegen als das der Karlsbader Therme.

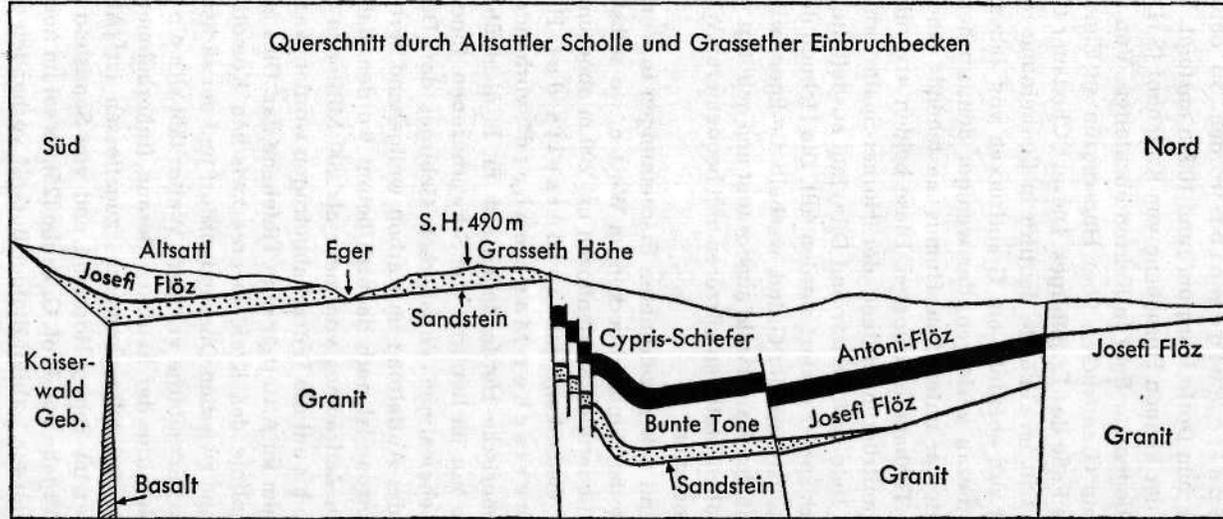
Hinsichtlich des Weges, den das Wasser der Marienschächter Therme  
nimmt, verweise ich auf das nebenstehende Profil der schräggestellten Alt-  
sattler Scholle. (Sk. 3). Niederschläge im Bereiche des Altsattler Sandsteines  
wie auch eindringendes Egerwasser fließen in südl. Richtung dem Verwerfer  
zu, durch welchen das Wasser in die Tiefe eindringt und nach den Spalten  
des Granites in nördl. Richtung dem Neusattl-Grassether-Einbruchbecken zu-  
geführt wird. In diesem tritt es aus dem Granit durch den klüftigen Sand-  
stein ins Josefflöz über. Die Mineralisation und Erwärmung des Wassers  
erfolgt durch den Vulkanismus, der sich hauptsächlich im Bereiche des  
Grünlas-Grassether Verwerfers äußert.

Nun wollen wir den Weg verfolgen, den das Wasser der  
Karlsbader Therme nimmt: Als ich den für die Karlsbader und  
Marienschächter Therme gemeinsamen Gasherd in den Bereich des Horner-  
berges verlagerte, war ich mir im klaren darüber, daß dieser Herd ja nicht  
in den Basaltmassen dieses Berges zu suchen ist, sondern in der Tiefe der  
den Granit durchsetzenden Spalte, nach welcher die Basaltmassen des Hor-  
nerberges emporgepreßt worden sind. Meine Aufgabe war es nun, diese  
tektonische Linie in der Natur zu verfolgen. Das NW—SO-Streichen der  
Scheitellinie des Hornerberges läßt darauf schließen, daß die Spalte, nach  
welcher der Basalt emporgequollen ist, dieser varistischen Hauptrichtung  
folgt, also zweifellos selbst varistischen Alters ist.

Die Hornerspalte habe ich von der sächsischen Landesgrenze quer  
durch das Erzgebirge, die Grabenbruchzone und einen Teil des Kaiserwald-  
gebirges insgesamt auf 60 km verfolgt. Der Verlauf der Spalte wird ge-  
kennzeichnet durch 3 bedeutende Basaltdurchbrüche, durch etwa ein Dut-  
zend Vorkommen von Gangquarz, durch örtliche Eisenerzföhrung, durch  
granitische Restschmelzen (Aplite und feinkörnige Granite), schließlich  
durch streckenweise Kaolinisierung des Granites, insbesondere war mir  
durch die Aufschlüsse im ehemaligen Richardschachte bei Chodau be-  
kannt, daß der Granit längs der Spalte auf viele km von Braunsdorf über  
Chodau bis zum Dorfe Horn auf große Breite kaolinisiert ist. Auch das  
Kaolinvorkommen nächst Gabhorn auf der Karlsbader Hochfläche ist an die  
Hornerspalte geknüpft.

Der Hornerberg hat nun den Charakter eines Zentralvulkans. Abgesehen  
von der Ausscheidung bedeutender Basaltmassen ist nämlich in seinem  
Bereiche das Grundgebirge am meisten gehoben worden, was zur Folge  
hatte, daß nicht nur die tektonischen Linien varistischen Alters, sondern auch  
neue radial verlaufende Spalten aufgerissen worden sind, so die vom Hor-  
nerberg nach WNW streichende Spalte, nach welcher der „Neusattler-Ver-  
werfer“ von 80—100 m Sprunghöhe sich gebildet hat, ferner die in west-  
licher Richtung gegen die Grassether Höhe über Grünlas streichende und

Skizze 3



hier sich vielfach verzweigende Spalte, die im Grassether Verwerfer von nahezu 300 m Sprunghöhe ihre Fortsetzung findet.

Namentlich innerhalb der Grabenbruchzone ist der Granit beiderseits der Spalte aufgewölbt worden, so daß die Straße von Meierhöfen bis zum Dorfe Horn um rund 100 m ansteigt. Von hier verläuft die Straße auf der kleinen Hochebene von Kaltenhof (S.H. 490—500 m), um dann gegen Elbogen zur Eger in Kehren abzufallen. Von dieser Hochfläche erstreckt sich ein Granitrücken über Hunschgrün an Chodau vorbei gegen Doglasgrün am Fuße des Erzgebirges. Dieser „Chodauer Granitriegel“, wie ich ihn nenne, tritt im Gelände deutlich in Erscheinung. Auf der NO-Seite der Spalte läßt sich ebenfalls ein Granitrücken von Janessen über Münchhof gegen Poschitz verfolgen, der weniger deutlich hervortritt, doch ist hier der unmittelbar unter dem Humus anstehende kaolinisierte Granit durch mehrere Tagbaue erschlossen. Diese beiden ursprünglich zusammenhängenden Granitrücken entlang der Horner-Spalte schließen eine über hundert Meter tiefe, mit Tertiär und Diluvium ausgefüllte Rinne ein, deren Entstehung noch später erklärt werden soll. Die Hebung des Grundgebirges längs der Spalte ist auch der Grund, weshalb die Eger zwischen Königswert und Stahlhof in den Kaiserwald abgedrängt und genötigt wurde, sich in den Granit einzugraben, statt den kürzeren und bequemeren Weg in der Grabenbruchzone zu nehmen.

Die vorstehend gekennzeichneten Erscheinungen in Verbindung mit dem Neusattl-Grassether Einbruchbecken im Westen, wo selbst die Granitschollen mit den auflagernden Kohlenflözen um 200 m abgesunken sind, brachte mich auf den Gedanken, daß beiderseits der Hornerspalte ein „peripherischer Magmenherd“ vorhanden sein müsse.

Solche peripherische Herde finden sich m. E. nicht überall in der Erdkruste, sondern nur im Bereiche von Schwächezonen. Eine solche stellt nun die Basis des ehemaligen Varistischen Gebirges dar. Denn hier war die Erdkruste bei der Auffaltung im Karbon weitgehend zertrümmert worden. Diese Schwächezone ist noch dadurch betont worden, daß innerhalb eines unvorstellbaren Zeitraumes von mehr als 200 Millionen Jahren das Varistische Gebirge bis auf die Wurzel abgetragen worden war. Jedenfalls stellt Nordwestböhmen im Alttertiär eine Tiefebene dar. Dies ergibt sich daraus, daß die Küstenlinie des Kreidemeeres zwischen Komotau und Brüx das Kohlenrevier und zwischen Oberleutensdorf und der sächsischen Grenze bei Georgendorf das Erzgebirge verquert. Weiter läßt sich ein Fluß nachweisen, der aus dem Bereiche der heutigen Beraun (Innerböhmen) kommend, der Leipziger Bucht des Oligozänmeeres zugeflossen ist (Ablagerungen von grobem Schotter im Tepler Hochland und von Sandstein bei Annaberg in Sachsen). Die Angabe von Prof. G. Laube (25), es sei im nordwestlichen Böhmen im Alttertiär ein „schildförmiger Buckel“ vorhanden gewesen, läßt sich demnach nicht aufrecht erhalten. Schließlich konnte das oberoligozäne Braunkohlenflöz, das im Falkenauer Reviere (westl. der Hornerspalte) als Josefflöz bezeichnet wird und hier eine geschlossene Ablagerung aufweist,

nur in einer Tiefebene, nicht aber auf einem „schildförmigen Buckel“ zur Ablagerung kommen. Östlich der Hornerspalte, d. i. im Karlsbader Reviere und im Bereiche des Böhmisches Mittelgebirges bis gegen die Elbe hin, hat es sich nur stellenweise in bauwürdiger Mächtigkeit erhalten.

Während des Oligozäns erfaßte die Erdkruste eine große Unruhe, deren Ursache in der Alfred Wegener'schen Theorie der Kontinentalverschiebung ihre Erklärung findet. Zu jener Zeit, da die meisten heute noch vorhandenen Hochgebirge wie die Kordilleren, der Himalaya, der Kaukasus, die Alpen, Pyrenäen u. a. aufgetürmt wurden, reagierte auch die varistische Schwächezone durch Hebung, und es sind über dieser neue Hochflächen und Gebirge entstanden: Das französische Zentralplateau, die Vogesen, von diesen durch den Rheingraben geschieden, der Schwarzwald, die Schwäbische Alb, die hochgelegene Bayerische Pfalz, das Fichtelgebirge, sowie das Erz- und Kaiserwaldgebirge, die beide eine geologische Einheit bilden und erst durch den Grabenbruch von einander getrennt wurden.

Die Hebung der varistischen Schwächezone hatte zur Folge, daß hier das zähflüssige Magma der Fließzone, von welcher die hauptsächlichsten gebirgsbildenden Kräfte ausgehen und deren Tiefe von den Geophysikern mit 50—120 km angegeben wird, emporgepreßt wurde. Dort, wo durch Hebung der Erdkruste die Spalten der Bruchzone bis zur Fließzone aufgerissen wurden, konnte infolge Druckentlastung eine Verflüssigung des Magmas eintreten. Dieses stieg nach den Spalten hoch, weitete sie durch Einschmelzen des Nebengesteines und verwandelte sich dadurch in Basalt. Dieser trat entweder dort zutage, wo durch Scharung zweier Spalten ein Schlot vorgezeichnet war, oder er fraß sich im Erdkrustengesteine größere und kleinere Nester aus, sogenannte peripherische Magmenherde. Aus diesen erst ist der Basalt zutage gepreßt worden. Die Tiefe solcher Herde wird von Prof. Rittmann (38) mit 1—6 km angegeben. Im nordwestl. Böhmen läßt sich nachweisen, daß solche Herde auch mehrere Stockwerke übereinander bilden.

Ein solcher peripherischer Herd findet sich nun m. E. innerhalb der Grabenbruchzone beiderseits der Hornerspalte. Es läßt sich ungefähr sowohl seine Ausdehnung als auch seine Tiefe ermitteln. Da für den peripherischen Magmenherd das Gesetz gleichbleibenden Rauminhaltes gilt, mußte in dem Maße, als im Bereiche des Hornerberges die Aufwölbung der Granitdecke erfolgte, an anderer Stelle ein Ausgleich durch Absinken der Oberfläche eintreten. Das war westlich der Hornerspalte der Fall. Infolge des hier absinkenden Untergrundes und des relativ steigenden Grundwasserspiegels kam es bei dem tropischen Klima des Untermiozäns zur Ablagerung eines Braunkohlenflözes (Antoni). Bedenkt man, daß zur Entstehung von 1 m Braunkohle der Zeitraum von etwa 1000 Jahren erforderlich ist und daß die Mächtigkeit des Flözes bis 30 m beträgt, so ist daraus zu ersehen, wie langsam sich hier die Absenkung und an anderer Stelle die Hebung vollzogen hat. Schließlich wurde im Obermiozän die Tragfähigkeit der Granitdecke über dem westl. Flügel des peripherischen Herdes überwunden, und die durch tektonische Linien im N und S begrenzten Granit-

schollen mit den auflagernden Flözen brachen ziemlich rasch etwa 200 m tief in den Herd ein. Auf diese Weise ist das Neusattl-Grassether Becken entstanden. Das damals noch zähflüssige Magma mußte infolge der zusätzlichen Belastung ausweichen und hat sich gegen die Hornerpalte hin verlagert, weil hier die Zone des geringsten Widerstandes war. Auf diese Verlagerung ist offenbar zurückzuführen, daß der Chodauer Granitriegel auf der Südwestseite der Spalte eine wesentlich höhere Oberfläche erlangt hat als der Granitrücken auf der Nordostseite. Jedenfalls ist damals auch der Granit zwischen dem Hornerberg und dem Grünlasbachtale derart in die Höhe gepreßt worden, daß der der Grabenbuchzone angehörige Granit im Bereiche von Kaltenhof-Schmalenhof eine Hochfläche von 490—500 m S.H. bildet. Der Höhenunterschied zwischen der Oberfläche des Granites im Einbruchbecken und der Oberfläche des Chodauer Granitriegels beträgt bis 300 m. Obertags ist das Einbruchbecken infolge Ausfüllung durch obermiozäne bis 180 m mächtige Ablagerungen nicht zu erkennen. Die angeführten Verhältnisse sind durch den Kohlenbergbau eindeutig festgestellt worden.

Die Ausdehnung des westl. Flügels des peripherischen Magmenherdes gibt sich von ungefähr durch die Begrenzung des Einbruchbeckens zu erkennen. Im Norden wird es durch den Littmitzer Verwurf, im Süden durch den Grassether Verwurf begrenzt. Beide Verwerfer sind durch WSW—ONO streichende tektonische Linien vorgezeichnet worden. Ihre Sprunghöhe nimmt in östl. Richtung gegen den Chodauer Granitriegel rasch ab. Der Grassether Verwurf, der zwischen der Grasseth-Höhe (490 m) und dem Einbruchbecken (bezogen auf Granit) eine Sprunghöhe bis 300 m besitzt — ein Teil davon entfällt allerdings auf die Schrägstellung der Altsattler Scholle — zertrümmert sich gegen Osten und geht in den erst im Obermiozän entstandenen Grünlaser Verwerfer über. (Skizze 3).

Die westl. Begrenzung des peripherischen Herdes ist gegeben durch einen Verwerfer, der in der Richtung NW—SO verläuft und ebenfalls durch eine tektonische Linie vorgezeichnet worden ist, die sich am Südrande der Stadt Falkenau und in Wudingrün durch mächtigen Gangquarz äußert und in nordwestl. Richtung auf Bleistadt im Erzgebirge hinweist. Die nur 20 m betragende Sprunghöhe dieses unter der Stadt Falkenau verlaufenden Verwerfers läßt erkennen, daß der peripherische Herd hier ziemlich auskeilt. Die Erstreckung des westl. Flügels beträgt demnach nahezu 11 km.

Über dem östlichen Flügel des peripherischen Herdes ist kein Einbruch der darüberliegenden Granitschollen erfolgt, sondern hier ist das Ansteigen des Granites in westl. Richtung von Meierhöfen gegen die Hornerpalte hin erhalten geblieben. Das ist auch der Grund, weshalb hier das untermiozäne Antoniflöz nicht zur Ablagerung gekommen ist. Die Ausdehnung des Herdes läßt sich jedoch hier aufgrund der Veredelung der

Kohle des Josefflözes sowie aufgrund der flächenförmigen Ausdehnung der Kaolinlagerstätte mit Quarzitdeckel feststellen. Hiezu folgende Erläuterung:

Ostl. der Hornerspalte ist das Josefflöz unmittelbar auf den Granit abgelagert und es fehlt hier der Altsattler Sandstein. Im allgemeinen ist die Kohle des Josefflözes eine feste, mattbraune Kohle, dort aber, wo sie über dem peripherischen Herde lagert, ist sie durch die Einwirkung des Vulkanismus teilweise oder zur Gänze in Glanzkohle umgewandelt worden. Prof. K. A. Jurasky (16) hat während des zweiten Weltkrieges die Kohlenarten der nordwestböhmisches Braunkohlenreviere untersucht, indem er Dünnschliffe anfertigte und von diesen Mikrofotos herstellte. Diese lassen erkennen, daß die in dem Flöze vorhandenen Harze durch Einwirkung des Vulkanismus zum Schmelzen gebracht worden und in der ursprünglich porösen Flözsubstanz abgesunken sind, einen basalen Pechsee gebildet haben, der zur Glanzkohle erhärtete. Dies ist auch der Grund, weshalb insbesondere die Sohlbänke des Josefflözes Glanzkohle aufweisen. Die muschelartig brechende, schwarze Glanzkohle, die sich durch besonders hohen Wasserstoff- und Teergehalt auszeichnet, ist also auf die Weise entstanden, daß chemisch sehr widerstandsfähige Harzteile die Kohle durchtränkt und die Kohlegrundmasse wesentlich verfestigt haben. Jurasky führt an, daß der Schmelzpunkt des Bernsteines, der ja auch ein fossiles Harz ist, zwischen 350 und 380° C zu suchen ist\*; es muß deshalb bei der Flözveredelung eine Temperatur von über 380° eingewirkt haben. Wir gelangen somit zu einer Temperatur von 400° und darüber. Soweit also die Veredelung des Josefflözes reicht, kann man auf das Vorhandensein des peripherischen Herdes schließen. Im Bereiche von Poschitz bis gegen den Bahnhof von Neurohlau ist das Josefflöz gewöhnliche Braunkohle geblieben, weshalb anzunehmen ist, daß dieses Gebiet bereits außerhalb des peripherischen Herdes liegt.

Eine Temperatur von 400° ist auch ungefähr die obere Grenze, bei welcher Kaolin entsteht. Dieser ist nicht, wie dies noch vielfach in Fachbüchern steht, durch Einwirkung von Humussol oder durch Oberflächenverwitterung eines Feldspatgesteines entstanden, sondern zur Bildung von Kaolin sind folgende fünf Voraussetzungen erforderlich:

1. Ein Feldspatgestein, das in der Karlsbader Gegend Granit, im Kaadener Bezirk Gneis, in Sachsen Porphyr und in Oberungarn Rhyolith ist.
2. Ein saures Medium. Es kann also in einem Kalkgebirge Kaolin nicht entstehen, höchstens unter gewissen Bedingungen Bauxit.
3. Kohlensäure und
4. hohe Temperatur, die beide vulkanischen Ursprungs sind, schließlich
5. Wasser. Ohne dieses kann kein Kaolin entstehen. Wird ein Feldspatgestein durchglüht und durchgast, es fehlt aber das Wasser, so wird es sich nur rot verfärben, indem das FeO in Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verwandelt wird. Für die

---

\* Der Schmelzpunkt der Kohlenharze schwankt nach Prof. Neumann (Breslau) zwischen 170 und 332° C. Jurasky nimmt an, daß der Schmelzpunkt durch Polymerisation wesentlich erhöht worden ist.

Wasserzuführung bei der Kaolinisierung ist von größter Bedeutung das unmittelbar auf Granit auflagernde Josefflöz, weil es eine flächenförmige Verteilung des Wassers ermöglicht.

Vergleicht man die chemische Formel von Feldspat mit jener von Kaolin, so ergibt sich, daß  $\frac{2}{3}$  der im Feldspat enthaltenen Kieselsäure und sämtliche Alkalien ausgeschieden worden sind u. zw. unter gleichzeitiger Wasseraufnahme. Die chemischen Umsetzungen sind dabei folgende: Der Feldspat des Granites ist ein Orthoklas d. h. ein Alkalisilikat mit überwiegendem Kaliumgehalt. Durch die Einwirkung von Kohlensäure und hochgespanntem Wasserdampf wird das Alkali-Silikat in ein Alkali-Karbonat überführt, das wasserlöslich ist. Die ausgeschiedene Kieselsäure steigt in kolloidaler Form nach oben und wird ausgetragen oder zu einem Quarzit koaguliert, was aber nur dann der Fall ist, wenn eine Temperatur von  $180^{\circ}$  überschritten wird. Die ausgeschiedenen Alkalien werden durch Wasser ebenfalls ausgetragen, manchmal finden sie sich auch noch im Hangenden. Denn ich konnte bei Untersuchung des roten Tuffites im Nordfelde des Apollo-Schachtes feststellen, daß diese umgeschwemmten, von Haus aus sauren vulkanischen Aschen durch eingedrungene Alkalien völlig neutralisiert worden sind ( $\text{pH} = 7$ ). Im roten Tuffit über dem Kaolin in Grünlas ließ sich sogar ein pH-Wert von 8,5 feststellen, was bedeutet, daß hier der von Haus aus saure Tuffit in das alkalische Gebiet überführt worden ist. Aus vorstehenden Ausführungen ergibt sich, daß gerade das Gegenteil von dem richtig ist, was A. Gautier, der Begründer der Theorie vom juvenilen Wasser, behauptete: Es wird nämlich das chemisch gebundene Wasser durch den Vulkanismus aus dem Gestein nicht ausgetrieben, sondern es wird atmosphärisches Wasser durch den Vulkanismus chemisch gebunden.

Soweit also eine flächenartig ausgedehnte Kaolinlagerstätte mit Quarzitdeckel sich erstreckt, kann man auf die Ausdehnung des darunter liegenden peripherischen Magmenherdes schließen. Im Bereiche von Poschezau bis zum Bahnhof Altrohrlau hin, woselbst das Josefflöz nur aus einer mattbraunen Kohle besteht, findet sich wohl auch eine flächenförmig ausgedehnte Kaolinlagerstätte, aber ohne Quarzitdeckel, was darauf schließen läßt, daß diese Lagerstätte bereits außerhalb des peripherischen Herdes liegt. Die seitliche Ausstrahlung der Wärme und Kohlensäure war wohl ausreichend für die Kaolinisierung, dagegen wurde hier die für die Koagulierung der frei werdenden Kieselsäure erforderliche Temperatur von über  $180^{\circ}\text{C}$  nicht mehr erreicht.

Die vorstehend angeführten Kriterien lassen darauf schließen, daß der peripherische Herd in östlicher Richtung bis in die Nähe von Meierhöfen reicht. Seine Gesamtlänge von hier bis Falkenau kann demnach mit 14 km angenommen werden.

Die flächenförmige Ausdehnung der Kaolinlagerstätte mit Quarzitdeckel läßt auf eine verhältnismäßig geringe Tiefe des Herdes schließen. Wo nämlich ein Herd eine größere Tiefe besitzt, hat sich der Vulkanismus nur nach einzelnen Spalten auswirken können, und es sind

dann mehr oder weniger breite Kaolinlagerstätten entlang einer solchen wasserführenden Spalte entstanden. Solche streifenförmige Lagerstätten finden sich z. B. zwischen Neurohlau und Altrohlau, in Spittengrün, in Liditzau und bei Gabhorn. Auch die Tatsache, daß das Neusattl-Grassether-Einbruchbecken bei einer Einbruchtiefe von 200 m von Verwerfungen scharf umgrenzt ist, deutet auf eine geringe, kaum auf 1000 m reichende Tiefe des Magmenherdes hin.

Die näheren Ausführungen über den peripherischen Herd waren notwendig, weil in diesem das Laboratorium zu suchen ist, in welchem der Sprudel gebraut wird.

Bemerkt wird, daß das Kaolinlager nördlich von Karlsbad im Bereiche von Zettlitz an einen eigenen Magmenherd zwischen der Rohlau und dem Widitzbache gebunden ist. Deshalb weisen hier die Kaolingrubenwässer ganz andere Säureverhältnisse auf als die Karlsbader Therme. Aus diesem Herde ist nach der Apollospalte der Basalt der Weheditzer Rachel emporgequollen. Der westlich von Zettlitz nach der Rohlauspalte zutage gekommene minderwertige Gobesbergbasalt läßt auf eine besonders seichte Etage des Herdes schließen, weshalb hier der Kaolin wegen der größeren Hitzeeinwirkung zum Unterschiede von jenem östlich von Zettlitz ganz geringe Körnchengröße und einen bis 3,5 m mächtigen, nach Osten auskeilenden Quarzitdeckel aufweist.

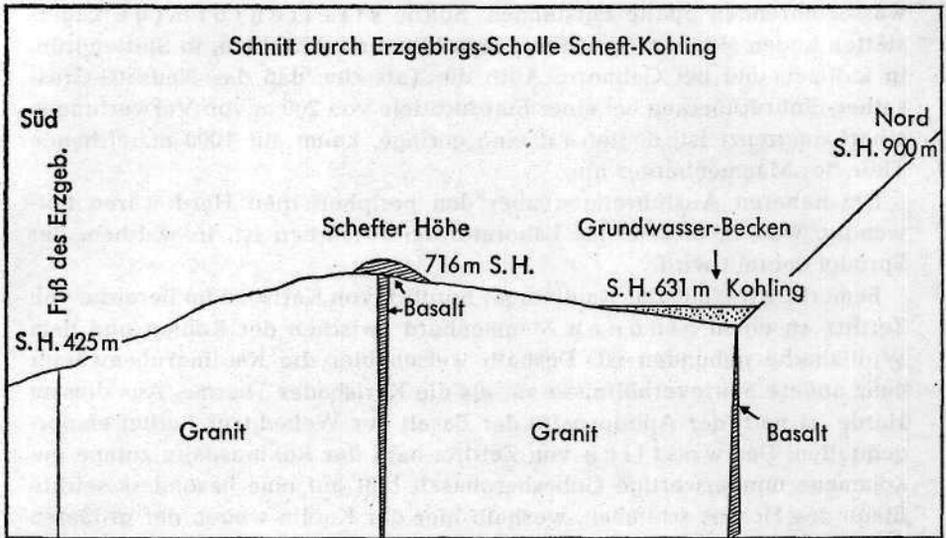
## 2.

Für das Zustandekommen der Karlsbader Therme müssen folgende Voraussetzungen vorhanden sein: 1. Wasser, 2. vulkanische Gase, 3. hohe Temperatur und 4. eine Gesteinsart, welche die für die Mineralisation erforderlichen Alkalien liefert.

Zu 1. Das Wasser muß, aus dem Erzgebirge kommend, nach der Hornerpalte dem peripherischen Magmenherde zuströmen, wenn es von hier aus über den Bereich des Hornerberges als Therme nach Karlsbad gelangen soll. Günstige Einzugsverhältnisse sind auch in diesem Falle wieder gegeben durch die Schrägstellung (Antithese) der dem Erzgebirge angehörenden Granitscholle zwischen Scheft und Kohling. Die südl. Begrenzung dieser Scholle ist gegeben durch eine W—O streichende tektonische Linie, die sich durch die Rothauer Basaltdurchbrüche (Flößberg und Kernberg), ferner durch den Zulegerbühl bei Hermannsgrün, sowie durch Gangquarze zu erkennen gibt. Dort, wo diese tektonische Linie die Hornerpalte schneidet, ist der Schefter Basalt hervorgekommen. Die nördl. Begrenzung der Scholle ist gegeben durch jene W—O streichende tektonische Linie, die den Fuß des Erzgebirgshauptrückens zwischen Schindelwald und Neudek kennzeichnet (siehe Skizze 4).

Nach oben schließt die schräggestellte Scholle mit dem Fuße des Erzgebirgshauptrückens eine flache Rinne ein, die mit groben Schuttmassen

Skizze 4



des Kohling-Baches ausgefüllt worden ist. Dadurch ist eine von Kohling in westl. Richtung bis gegen Schindelwald reichende Verebnung mit der Rasenkote 630—631 m S.H. gebildet worden. Diese Verebnung stellt sich auf der Karte als ein etwa 5 km<sup>2</sup> großer weißer Fleck dar, der sich von der sonstigen gebirgigen Umgebung deutlich abhebt. Diese Ebene wird vom Kohlingbach in der Richtung O—W durchflossen. Die Schuttmassen des Baches stellen ein Grundwasserbecken dar, das einerseits von Süden, d. i. von der schräggestellten Scholle, andererseits von Norden her, d. i. aus dem Erzgebirge (südl. Frühbus S.H. 800—945 m) gespeist wird. Dieses Grundwasserbecken, das gegen Osten durch das Ansteigen des gewachsenen Granites gegen die Wasserscheide, in westl. Richtung durch die angeschwemmten feineren Massen begrenzt ist, wird nun von der Hornerspalte schräg verquert, so daß nicht nur nach der tektonischen Linie Neudek-Schindelwald, sondern auch unmittelbar aus dem Grundwasserbecken das Wasser in die Spalte eindringen kann. Die Gesamtschüttung der Karlsbader Therme von 3000 Ltr./Min. stellt etwa  $\frac{1}{8}$  der errechneten Niederschlagsmenge dar, welche das Grundwasserbecken speist und sonst durch den Kohlingbach abgeführt wird.

Das in die Hornerspalte eingedrungene Wasser fließt nun nach dieser in südöstl. Richtung der Grabenbruchzone und dem hier vorhandenen peripherischen Magmenherde zu. Bedenkt man, daß auch hier im Alttertiär eine Tiefebene von höchstens 100 m S.H. vorhanden war, während heute die Oberfläche der Granitscholle zwischen Scheff und Kohling um 600 und 500 m höher liegt, so ist ohne weiteres zu begreifen, daß bei der bedeutenden Hebung die alten, aus dem Varistikum herrührenden Spalten aufgerissen werden mußten.

Zu 2: Im peripherischen Herde begegnet das Wasser den hier aufsteigenden vulkanischen Gasen. Unter diesen steht im Vordergrund die Kohlensäure, denn diese macht mehr als 99% des Sprudelgases aus. Kampe hat wegen der großen Kohlensäuremengen den Sprudel als eine Mofette bezeichnet, was jedoch unrichtig ist, da Mofetten eine Temperatur unter  $20^{\circ}$  haben. Das Sprudelgas aber besitzt eine solche von  $72^{\circ}$ . Will man dasjenige Stadium des ausklingenden Vulkanismus ermitteln, dem der Sprudel angehört, so darf man den hohen Sulfat- und Chlorid-Gehalt nicht übersehen, der in der Analyse des Sprudels uns entgegentritt. Die Sulfate lassen auf die Mitwirkung von Schwefelsäure, die Chloride auf die Mitwirkung von Salzsäure schließen. Man unterscheidet folgende Stadien des ausklingenden Vulkanismus: mehrere Fumarolenstadien, dann das Solfataren- und schließlich das Mofetten-Stadium. Die Kohlensäure ist allen diesen Stadien eigen, dagegen sind Schwefel- und Salzsäure spezifisch für das sogen. saure Fumarolenstadium mit dem Temperaturbereich von  $400\text{--}500^{\circ}$ . Auf diese Weise haben wir einen Anhaltspunkt bekommen für die Temperatur, die noch heute in diesem peripherischen Magmenherde herrscht (42).

Außer den genannten Gasen entströmt der Tiefe, wenn auch in untergeordnetem Maße Fluorgas, das in der Sprudelanalyse als Natrium-Fluorid ausgewiesen wird. Fluor aber setzt Temperaturen von über  $800^{\circ}$  voraus. Es ist daher anzunehmen, daß es aus noch größerer Erdtiefe emporsteigt. Schließlich findet sich in verschwindendem Maße auch Borsäure. Der Wasserstoff, der, wie oben angeführt, ebenfalls als Exhalation zwischen dem Hornerberg und Elbogen nachgewiesen worden ist, kann wohl auch ein vulkanisches Gas sein, im vorliegenden Falle läßt er sich jedoch am einfachsten erklären durch Abspaltung aus der Salzsäure. Auf diesen Punkt komme ich später noch zurück.

Zu 3: Alle diese Gase führen dem zuströmenden Wasser Wärme zu. Diese Wärmemenge wäre aber nicht ausreichend, um so große Wassermengen fortlaufend zur Verdampfung zu bringen, denn die spez. Wärme der Kohlensäure, d. i. die Wärme die notwendig ist, um die Temperatur von 1 kg dieses Gases um  $1^{\circ}$  zu erhöhen, ist zu gering. Es ist daher anzunehmen, daß auch von dem Gestein Wärme an das durchfließende Wasser abgegeben wird. In diesem Zusammenhange verweise ich auf obige Feststellung, daß im Nordfelde des Apollo-Schachtes eine geothermische Tiefenstufe von nur 2,5 m gegen 33 m normal ermittelt wurde, Wärme also von dem Gestein auf das Wasser übertragen wird. Ferner verweise ich darauf, daß im Bereiche des Grassether Beckens bei Tiefbohrungen geothermische Tiefenstufen von 15, 12, 8 und 5 m festgestellt worden sind, was darauf schließen läßt, daß auch hier das Gebirge weitgehend erwärmt wird (16).

Ich habe mir aber selbst den Einwand gemacht: In dem Herde müßte ja schon längst eine weitgehende Abkühlung stattgefunden haben, wenn fortlaufend so große Wärmemengen an das Wasser abgegeben werden, zumal der Sprudel, wie ich noch später anführe, bereits auf ein Alter von 15 bis 20 000 Jahre zurückblickt. Über diese Klippe hilft uns hinweg die Lehre

vom Zerfall radioaktiver Substanzen, wobei Wärme abgegeben wird. Bekannt ist, daß im Erzgebirge nächst Joachimstal, sowie im westl. angrenzenden Gebiete bedeutende Uranerz-Lagerstätten festgestellt worden sind. Aber auch im Süden unseres peripherischen Herdes, d. i. im Kaiserwaldgranit sind Uranerz-Lagerstätten erschlossen worden, hauptsächlich im Gebiete von Schlaggenwald und Lessnitz südwestl. von Karlsbad. Die Wärmemenge, die beim Zerfall radioaktiver Substanzen durch die Strahlung abgegeben wird, ist an sich zwar nicht bedeutend, sie beträgt nämlich je 1 g Radium und je Stunde nur 140 kleine Kalorien (3). Wir müssen uns aber vor Augen halten, welche ungeheure Mengen von Uranerzen im Schoße der Erde enthalten sind und daß die Wärmeausstrahlung schon durch Jahrmillionen wirksam ist. Wenn nördlich und südlich unseres peripherischen Magmenherdes sich bedeutende Uranerz-Lagerstätten befinden, so ist es durchaus wahrscheinlich, daß auch der Granit der Grabenbruchzone solche Erze birgt. In dieser Hinsicht ist zu erwähnen, daß laut Mitteilung der Karlsbader Tageszeitung vom 10. III. 1940 in einem Laboratorium der Wiener Universität unter Prof. Dr. Josef Hofmann und zwar nach der Fluoreszenz-Methode, auch im Sprudelwasser Uran als Spurenelement festgestellt worden ist. (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien.)

Die Uranerze sind auf der ganzen Welt zumeist an Granit gebunden. Im Bereiche von Joachimstal finden sich Uranerze wohl auch im Glimmerschiefer, die Erzführung aber hängt zusammen mit gewaltigen granitischen Intrusionen, die hier zu Ende des Karbons oder im Perm stattfanden. Damit stimmt auch überein, daß von Prof. Otto Hönigschmidt das Alter der Joachimstaler Erze mit 207 Millionen Jahren ermittelt worden ist (15).

Ich werde später eine Reihe weiterer peripherischer Magmenherde glaubhaft machen, die schon weitgehend abgekühlt sind und bei denen die ihnen entströmenden Mineralquellen schon zu Säuerlingen degeneriert sind. Den Grund erblicke ich darin, daß diese peripherischen Herde im Gneis und Glimmerschiefer anstehen, wo die radioaktiven Substanzen fehlen. Denn diese sind in der Regel an Granit gebunden. Wir kommen also zu dem Ergebnisse: Wenn in unserem peripherischen Magmenherde noch heute eine Temperatur von etwa 450° vorhanden ist, so ist das dem Einflusse radioaktiver Substanzen zu verdanken.

Zu 4: Schließlich ist zum Zustandekommen der Karlsbader Therme eine Gesteinsarterforderlich, welche die für die Mineralisation notwendigen Alkalien liefert. Als solche kommt nur der Basalt in Betracht; denn dieser bildet ja den Inhalt des peripherischen Herdes.

Es gibt nun verschiedene Arten von Basalt. Am häufigsten ist die Unterscheidung nach den akzessorischen Bestandteilen: Demnach unterscheidet man Nephelin-, Leuzit-, Hauyn-, Olivin-, Augit-, Granat-, Melilith-Basalte usw. Viele Basaltarten lassen sich nur durch Analyse von einander unterscheiden. Die Differenzierung der Basalte ist darauf zurückzuführen, daß

beim Emporsteigen des Grabbromaterials und bei Umwandlung in Basalt Erdkrustengesteine verschiedener Zusammensetzung eingeschmolzen worden sind. Eine weitere Unterschiedlichkeit ergibt sich aus der Schmelzfluß-Entmischung. Wie wir dies bereits beim Granit gesehen haben, hat auch im basaltischen Magma eine Entmischung stattgefunden, indem die schweren Bestandteile abgesunken sind und die kieselsäurereichen, dem Gewicht nach leichteren Bestandteile sich nach oben abgeschieden haben gleich den Schlacken der Erzschnmelze.

Ein treffendes Beispiel findet sich auf der Karlsbader Hochfläche. Hier wird der Engelhauser Schloßberg auf der einen Seite vom Grasberg, auf der anderen Seite vom Buchauer Mistberg flankiert. Alle drei Quellkuppen sitzen auf derselben Spalte auf. Während aber der Grasberg und der Mistberg aus Nephelin-Basalt bestehen, besteht der Engelhauser Schloßberg aus Phonolith. Dieser unterscheidet sich vom Basalt nur durch den höheren, etwa 54% übersteigenden Kieselsäure-Gehalt. Der Phonolith entspricht also den Schlacken, die nachträglich aus dem Herde ausgeschieden worden sind, und ist demnach nur eine Abart des Basaltes. Weil er keine säulenartigen Absonderungsformen bildet, sondern zwiebelschalenförmige Platten, die frei aufgehängt und mit einem Hammer angeschlagen, einen hellen Ton von sich geben, so hat man für dieses Gestein einen eigenen Namen geprägt, und zwar Klingstein oder Phonolith. Ein weiterer Fall der Schmelzfluß-Entmischung findet sich bei Duppau. Die Häuser dieser Stadt lehnen sich an den Flurhübl an, einen ehemaligen kleinen Vulkan. Sein Material besteht aus einem Theralith, die Basalte der Umgebung sind aber Tephrite und Basanite. Letztere müssen also früher ausgeschieden worden sein. Als schon die vulkanischen Kräfte nahezu erschöpft waren, ist noch ein aus Theralith bestehender Pfropfen zutage gepreßt worden, der im Laufe von Jahrmillionen zum jetzigen Flurhübl zusammengewittert ist.

Ich führe diese Beispiele der Schmelzfluß-Entmischung an, um darzutun, daß man nicht annehmen kann, daß der Basalt des peripherischen Magmenherdes identisch ist mit dem Feldspatbasalt des Hornerberges, der vor vielen Millionen von Jahren aus dem Herde ausgeschieden worden ist. Wir müssen vielmehr als Inhalt des Herdes einen Sodalith oder Theralith annehmen, d. i. einen Basalt, der durch verhältnismäßig hohen Ca- und Na-Gehalt ausgezeichnet ist; denn das sind die beiden Elemente, die in der Sprudelanalyse am meisten hervortreten.

Nun ist die Frage zu beantworten: In welcher Weise geschieht die Mineralisation? M. E. vollzieht sich diese in ähnlicher Weise wie bei der Kaolinisierung. Der Unterschied besteht nur darin, daß der Gegenstand der Kaolinisierung ein Feldspat mit überwiegendem Kaliumgehalt ist, ein Orthoklas. Der Basalt aber ist ein Plagioklasgestein mit überwiegendem Natriumgehalte. In beiden Fällen handelt es sich um ein Alkalisilikat, das unter dem Einflusse von  $\text{CO}_2$  und hochgespanntem Wasserdampf in ein Alkalikarbonat überführt wird, das wasserlöslich ist. In beiden Fällen werden ein Teil der Kieselsäure und alle Alkalien unter gleichzeitiger

Aufnahme von Wasser ausgeschieden. Was übrig bleibt, ist jedenfalls ein eisenhaltiger „Restton“. Die bei diesem Prozesse freiwerdenden Alkalien werden nun in statu nascendi von den anwesenden Säuren erfaßt und durch Schwefelsäure in Sulfate, durch Salzsäure in Chloride und durch Flußsäure in Fluoride umgewandelt. Jetzt erklärt sich auch ungezwungen die Entstehung des Kochsalzes, was bisher immer die größte Schwierigkeit bereitet hat: Das Na-Kation verbindet sich mit dem Cl-Anion der Salzsäure zu  $\text{ClNa}$ , d. i. Kochsalz, und Wasserstoff wird dabei frei. Es handelt sich also um ein originäres Kochsalz, das im Sprudel enthalten ist (29).

Durch die Kernphysik wurde festgestellt, daß zahlreiche chemische Verbindungen durch Verlagerung von Elektronen zustandekommen. Das trifft auch für das Na Cl zu. Das Na-Atom besteht aus einem Atomkern und aus elf ( $2+8+1$ ) Elektronen, welche in regelmäßiger Anordnung um den Kern kreisen. Das elfte Elektron der äußersten Sphäre ist verhältnismäßig leicht gebunden. Das Cl-Atom hat 17 ( $2+8+7$ ) Elektronen. Ihm fehlt also eines in der äußersten Sphäre für die vollständig regelmäßige Anordnung und hat deshalb das Bestreben, diese Anordnung zu ergänzen. Die Elektronenaffinität des Cl ist nun größer als die Kraft, mit welcher das Na-Atom das äußere elfte Elektron festhält. Wenn nun das Na-Atom ein Elektron abgibt und infolge Verlustes einer negativen Ladung positiv elektrisch geladen ist (positives Ion), so kann sich das Elektron an das Cl anlagern und macht damit dieses zu einem elektrisch negativen Ion. Kommen also ein Na- und ein Cl-Atom miteinander in Berührung, so findet ein Austausch statt, indem das positive Na-Ion und das negative Cl-Ion durch elektrische Anziehungskräfte sich zu einem Molekül verbinden (6).

In der „Chemischen Geologie“ von Berg und Behrend (2) wird angeführt, daß kochsalzführende Quellen in der Regel durch Auslaugung von Steinsalzlagerstätten entstehen. Gleichzeitig wird jedoch zum Ausdruck gebracht, daß kochsalzführende Quellen auch in Gegenden sich finden, wo im Umkreis von mehr als 100 km keine Steinsalzlagerstätte vorhanden ist. Eine Erklärung für die Entstehung des Kochsalzes wird jedoch in diesem Buche nicht gegeben, sondern die Sache als in Dunkel gehüllt bezeichnet. Wahrscheinlich ist auch der Kochsalzgehalt der Quellen von Langensalza im Vogtlande und der zahlreichen Taunusquellen in gleicher Weise zu erklären.

Wie bereits erwähnt, wird bei Verbindung des Na-Kations mit dem Cl-Anion Wasserstoff frei. Das ist die nächstliegende Erklärung für die Exhalation des Wasserstoffes.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich die erwähnten chemischen Umsetzungen nur bei hoher Temperatur und hohem Drucke vollziehen und daß es daher nicht leicht sein wird, diesen Prozeß im Laboratorium nachzuahmen. Die mit Mineralsalzen gesättigten Dampfteilchen und die freie Kohlensäure werden nun infolge der im Herde herrschenden Dampfspannung nach oben und in südöstl. Richtung gegen den Hornerberg gedrückt, wo sie zum geringen Teile durch die Gesteinsklüfte bis zutage kommen. Jetzt erklärt sich

ungezwungen das Auftreten der oben erwähnten Exhalationen im Bereiche dieses Berges. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß in dem Maße, als der Basalt des Hornerberges über der Spalte durch den Steinbruchbetrieb beseitigt wird, der Austritt der Kohlensäure ungehemmter stattfinden wird. Die Kohlensäure, die hier austritt, kommt in Karlsbad zum Fehlen.

Bevor wir den Weg der Therme weiter verfolgen, müssen wir noch einmal zum peripherischen Magmenherde zurückkehren. Da durch den gekennzeichneten Auslaugungsprozeß fortlaufend Mineralsalze ausgetragen werden, so muß in der Tiefe allmählich ein Mengenverlust eintreten. Wie groß dieser ist, läßt sich leicht errechnen. Wenn mit einer Schüttung der Karlsbader Quellen von nur 2000 Ltr./Min. gerechnet wird, d. i. mit der tatsächlich gemessenen Menge, ferner mit dem durch die Analyse nachgewiesenen Gehalt von 64,6 g fester Bestandteile je 10 Ltr., so macht der Mengenverlust in einem Jahre 6790 t oder ungefähr 4526 m<sup>3</sup> aus, was dem Rauminhalte eines Würfels von etwa 16,5 m Seitenlänge entspricht. Wird aber erwogen, daß die gesamte in Karlsbad hervortretende Thermalwassermenge an die 3000 Ltr./Min. ausmachen dürfte, da nicht unbedeutende Wassermengen durch Kanäle der die Talsohle bedeckenden Kalkablagerung unterirdisch abfließen und sich talabwärts mit dem Teplwasser mischen, so kommt man auf den Rauminhalt eines Würfels von nahezu 19 m Seitenlänge im Jahr. Da so große Hohlräume im Innern der Erde sich nicht erhalten können, so müssen die Deckschichten dort, wo die Mineralisation stattfindet, einbrechen. Auf diese Weise ist die Grabenversenkung zu erklären, welche sich entlang der Hornerspalte quer durch die Grabenbruchzone erstreckt. Die Breite der Rinne beträgt, entlang der sie verquerenden Bahnlinie gemessen, an die 1500 m. Da Chodau in der Mitte der Rinne liegt, wird diese von mir „Chodauer Auslaugungsrinne“ genannt. Die Gebäudeschäden im Bereiche der erst 1921 erbauten Chodauer Glasfabrik und an der Kirche, die beide an den Rändern der Rinne liegen, lassen erkennen, daß die Senkung noch immer anhält.

Nun ist die Frage zu erörtern: Wie gelangt das Gas-Dampf-Gemisch aus der Hornerspalte nach Karlsbad? Denn diese NW—SO streichende Spalte nähert sich Karlsbad nur auf 5,8 km. Die Verbindung ist gegeben durch eine Spalte, die, vom Sprudel in Karlsbad ausgehend und WSW-streichend, die Hornerspalte unter einem nicht ganz rechten Winkel schneidet. Diese parallel zum Erzgebirge streichende tektonische Linie folgt dieser varistischen Haupttrichtung und ist deshalb ebenfalls unzweifelhaft varistischen Alters. Ich nenne diese Spalte *Leonhard-Spalte*, weil sie über die Jausenstation Leonhard westl. von Karlsbad verläuft. Tatsächlich handelt es sich um ein ganzes Bündel von Spalten, das sich durch vier Basaltdurchbrüche, durch stellenweise Kaolinisierung des Granits und durch auffällige Verwitterungsformen kundgibt (mehrere hinter einander gereichte Härtinge, ferner Russelsitz, Waldandacht, schließlich die Hirschensprung-Felsen).

Wird die Leonhard-Spaltenzone gegen WSW über die Hornerspalte hinaus verlängert, so weist sie auf die Hans-Heiling-Felsen hin. Die Wollsackformen dieser Gruppe, die von der Sage als ein versteinertes Hochzeitszug gedeutet wurde, haben demnach die gleiche Entstehungsursache wie die Hirschensprungfelsen.

Ich habe oben erwähnt, daß nach Angabe von Dr. Ing. Apfelbeck in einem Schurfstollen, der südl. der Eger unterhalb des Stemmeiselhofes vorgetrieben worden war, eine Störungszone angefahren wurde, der Kohlendioxid und freier Wasserstoff entströmen. Diese vulkanischen Gase, die darauf schließen lassen, daß die Gase aus der Hornerspalte nicht nur gegen Karlsbad, sondern auch in entgegengesetzter Richtung gegen Elbogen gedrückt werden, sind seinerzeit einwandfrei durch verschiedene Analysen nachgewiesen worden. Anhaltspunkte für den Verlauf der Leonhard-Störungszone lassen sich noch am rechten Abhänge des Zechtales bei Elbogen feststellen.

Jede Schwächezone hat Hebungstendenz. Das können wir auch bei der Leonhard-Spaltenzone feststellen. Die Hebung gibt sich durch die Höhenlage der Quarzite kund, die beiderseits des westl. Teiles der Tiergarten-Straße den Waldboden bedecken. Noch offenkundiger wird die Aufwölbung der Schwächezone durch die Entstehung des „Aicher Gelenkes“, d. i. des Sattels zwischen der Eger bei Aich und der Tepl bei Pirkenhammer. Die Tepl ist, wie ich noch später ausführen werde, bis gegen das Ende des Diluviums gegen Aich geflossen und hat sich hier in die Eger ergossen (4). Durch die Hebung des Aicher Gelenkes wurde das Wasser der Tepl zurückgestaut, u. zw. soweit, bis das noch heute in Pirkenhammer erkennbare, 260 m nördl. der Mündung des Zinnbaches gelegene Durchflußhindernis überwunden wurde und die Tepl den Weg durch den „Karlsbader Graben“ genommen hat. Dieser Graben war durch den sogen. „Karlsbader Bach“ vorgezeichnet worden, der nördl. von Pirkenhammer entsprang und der Entwässerung der Abhänge des Aberges einerseits und des Veitsberg- und Kunststraßengeländes andererseits diene. Aus der Ablenkung des Tepllaufes erklärt sich ungezwungen die Tatsache, daß das Tepltal oberhalb der Talsperre von Pirkenhammer breit und geräumig ist, während es unterhalb Pirkenhammer eng ist und in Karlsbad stellenweise den Charakter einer Schlucht hat. Hier mußte der Platz für Straßenzüge und Häuserzeilen vielfach erst dem Felsen abgerungen werden.

Die Tatsache, daß die Tepl früher gegen Aich geflossen ist, wurde schon vor mehr als 100 Jahren erkannt, wahrscheinlich ist man darauf geführt worden durch die Beobachtung, daß die beiden Bäche, die in Pirkenhammer in die Tepl fließen, d. i. der Zinnbach und der Lammitzbach, Mündungstrecken besitzen, die unter etwas spitzem Winkel dem heutigen Tepllauf entgegengesetzt sind, also eine ganz unnatürliche Erscheinung, die darauf schließen läßt, daß diese beiden Bäche sich früher weiter westlich mit der Tepl vereinigt haben. Als Ursache der Ablenkung des Tepllaufes hat man bisher einen Bergsturz angenommen. Diese Ansicht haben auch noch der Karlsbader Geologe Dr. Max Danzer (4) und Dr. Kampe (19, 20) vertreten.

Letzterer läßt dabei die Entscheidung der Frage offen, ob der Bergsturz vom Aberg her oder von der Seite des Hohen Risses stattgefunden habe. Tatsache aber ist, daß alle die Geologen, die hiezu Stellung genommen haben, weder das Vorhandensein der über Leonhard führenden Störungszone erkannt haben, noch auch, daß diese die Ursache für die Aufwölbung des Aicher Gelenks ist. Ein Bergsturz kommt aus folgenden Gründen nicht in Betracht:

a) Im Falle eines Bergsturzes ließen sich die beiderseitigen Rampen des Aicher Gelenkes nicht erklären, die ermöglichen, daß sowohl die Bezirksstraße als auch die nach Marienbad führende Bahnlinie die Aufwölbungszone ohne Kehren überwinden.

b) Am Nordende der Station Aich-Pirkenhammer befindet sich ein kleiner aufgelassener Steinbruch, der den anstehenden Granit im Sattel einwandfrei erkennen läßt.

Blickt man von Norden her gegen den Aberg, so sieht man einen bewaldeten Höhenrücken, und erst hinter diesem steigt dann das Gelände zum Aberg auf. Die dazwischen liegende Rinne entspricht dem Verlaufe der Störungszone. An Ort und Stelle fällt der Einbruch der Scheitelzone nicht allzu sehr auf, er äußert sich mehr als eine Abstufung im Gelände, das sonst gleichmäßig gegen den Aberg ansteigen würde.

Es läßt sich also hinsichtlich der Leonhardspaltenzone eine ähnliche Beobachtung machen wie bei der Hornerspalte, nämlich eine Aufwölbung der Schwächezone und Einbruch des Scheitels dieser. In Verbindung mit den oben erwähnten Basaltdurchbrüchen lassen die Verhältnisse auch hier auf das Vorhandensein eines örtlich beschränkten peripherischen Herdes schließen, dessen Schwefelsäure-Exhalationen offenbar die Ursache sind, daß sich in den Schafteichen keine Fische halten und, wenn solche eingesetzt werden, verkümmern. Denn gegen Schwefelsäure sind die Fische bekanntlich sehr empfindlich. Jetzt erklärt sich auch der geringe Unterschied, der zwischen den Säureverhältnissen der Karlsbader Therme und jenen der Marienschächter Therme besteht (37). Bei der Karlsbader Therme ist nämlich das Verhältnis von  $\text{Cl} : \frac{1}{2} \text{SO}_4 : \text{HCO}_3$  (ausgedrückt in Äquivalentprozenten) = 19,59 : 39,88 : 40,53, und bei der Marienschächter Therme 19,81 : 38,17 : 42,02. Dieser geringe Unterschied ist offenbar auf den Einfluß eines peripherischen Herdes im Bereiche der Leonhard-Störungszone zurückzuführen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Karlsbader Therme beim Übertritt aus der Hornerspalte in die Leonhardspalte als ein Gasdampfgemisch sich darstellt. Dieses kühlt sich auf dem weiteren Wege nach Osten hin ab. Die Kondensation dürfte etwa unterhalb des „Echos“ erfolgen. Von hier aus kühlt sich die Therme auf dem Wege nach Karlsbad weiter ab, um daselbst als Sprudel mit einer Temperatur von  $72^\circ \text{C}$  zutage zu kommen. Der Weg, den das Wasser der Karlsbader Therme von Kohling, d. i. aus dem Einzugsgebiete im Erzgebirge bis Karlsbad zurücklegt, beträgt rund 25 km, wovon 19,2 km auf die Hornerspalte und 5,8 km auf die Leonhard-

spalte entfallen. Der Weg von der Mitte des Magmenherdes bei Chodau bis Karlsbad beträgt rund 12 km. Der Verlauf wird also nur einmal gebrochen. Dort, wo das Ende der Leonhard-Spalte von der Tepl geschnitten wird, kommt der Sprudel zutage.

Als Sprudel bezeichnet man zumeist den „Springer“, der zum Wahrzeichen Karlsbads geworden ist. Tatsächlich umfaßt der Sprudel das gesamte Gas-Wassergemisch, das fünf in die Sprudelschale abgestoßenen Bohrlöchern entspringt. Unter „Sprudelschale“ versteht man den Kalkpanzer, der aus dem heißen Wasser ausgeschieden worden ist. Die Sprudelschale, auf der ein Teil der Stadt erbaut ist, besteht nicht aus einer einheitlichen Masse, sondern ist ein an Hohlräumen reiches Gebilde (22, 39). Denn bei Bohrungen in die Sprudelschale hat man das Vorhandensein von 2—4 Hohlräumen zwischen den Kalkbänken festgestellt. Die Höhe der Hohlräume beträgt 5—12 cm, die Stärke der durchbohrten Kalkbänke zwischen den Hohlräumen 1—4 m. Die gesamte Mächtigkeit der Kalbablagerung ist beim Sprudel mit 10 m unter dem Teplbett festgestellt worden. Im Schrifttum über die Karlsbader Sprudelschale ist öfters die Rede vom „Sprudelkessel“. Pröckl (36) berichtet, daß man nach einem Sprudelausbruch im Jahre 1763 mehrere Löcher in die Sprudelschale gebohrt und bei diesem „Einschlagen der Schurfe“ den Sprudelkessel entdeckt habe.

Der Grund, weshalb man die Bohrlöcher abgestoßen hat, ist offenbar folgender: Der Kalk, der aus dem heißen Wasser abgeschieden wird, setzt sich lagenförmig auf einer Unterlage oder einer seitlichen Begrenzung ab. Es mußte daher über dem Schlote, durch den das wogende und wallende Gas-Wassergemisch emporsteigt, sich ein Gewölbe bilden, an dessen Scheitel der Sprudel hervortrat. Da aber Sprudelstein insbesondere dort abgelagert wird, wo die Druckentlastung, die Abkühlung und die Trennung des Wassers von der Kohlensäure stattfindet, so war das Bestreben vorhanden, die Scheitelöffnung einzuengen. Dies hatte zur Folge, daß schließlich das Gewölbe über dem Sprudelkessel gesprengt wurde. Es kam zu sogen. „Wilden Sprudelausbrüchen“, u. zw. gewöhnlich in der Teplbette, die den alten Karlsbadern nicht wenig Ungelegenheiten bereiteten, zumal hiedurch auch die übrigen Quellen in Mitleidenschaft gezogen wurden. Man versuchte die unerwünschte Ausbruchsstelle mit Stroh, Säcken und Reisig abzdämmen, um das Wasser wieder dem „Badestüblein“ zuzuführen, wo das gemeinsame Bad genommen wurde. Um nun diesen unerwünschten Sprudelausbrüchen zu begegnen, hat man Bohrlöcher in den Sprudelkessel abgestoßen. Wenn der Querschnitt des Bohrrohres durch Versinterung verengt wird, kann er durch Nachbohren wieder hergestellt werden. Auf diese Weise ist es gelungen, seit 1809 den „Wilden Sprudelausbrüchen“ zu begegnen. Im Jahre 1825 wurde eines der Bohrlöcher mit einem Mundstücke versehen und dadurch zum gegenwärtigen Springer gemacht. Sämtliche Bohrlöcher sind auf einem Raum von  $3 \times 4$  m<sup>2</sup> beschränkt (22, 39).

Den Sprudelquellen werden die „Kleinen Quellen“ gegenübergestellt, die hauptsächlich den Klüften des Schloßberggranites, der Sprudel-

schale oder einem Quarz gange entspringen. Die Karlsbader Redewendung: „Der Sprudel ist der Vater aller Quellen“ besagt, daß alle Thermalquellen Karlsbads einheitlichen Ursprungs sind.

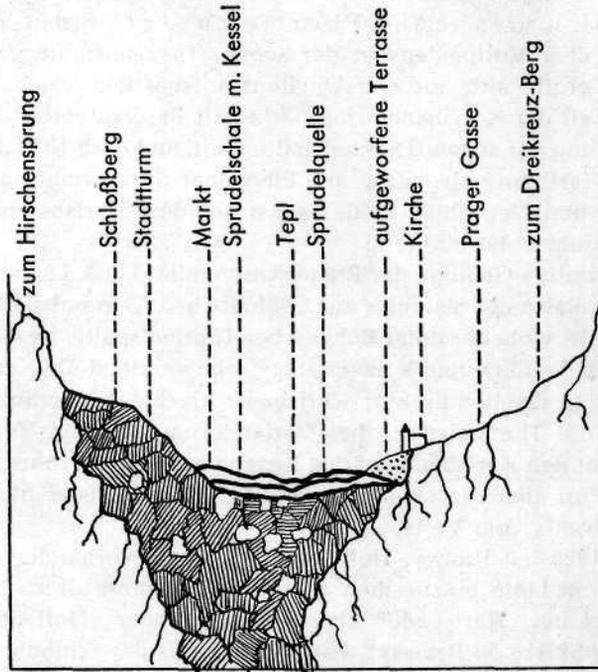
In diesem Zusammenhange will ich vorerst die Frage erörtern: Wie kommt die Karlsbader Therme zu tage? Bisher scheint noch niemand an dem Vorhandensein der sogen. Thermalspalte gezweifelt zu haben. Dies ergibt sich aus den Quellenschutzbestimmungen, worin man 1859 jenen Teil der Karlsbader Hochfläche mit Bergbauverbot belegte, der in Verlängerung der sogen. Thermalspalte liegt, und auch 1880 die im Nordwesten von Karlsbad gelegenen, zum Elbogener Bezirk gehörigen Gemeinden Imlikau und Neurohlau in das sonst auf dem Karlsbader Bezirk beschränkte Schutzgebiet einbezog.

Der seinerzeitige Geologe der Prager Universität Gust. Laube (25) spricht von der Thermalspalte als einer zur „Böhmischen Thermalspalte“ scharen den Querspalte, wobei er unter Böhmischer Thermalspalte die Grabenbruchzone zwischen dem Erz- und Kaiserwaldgebirge verstand. Dr. Kampe (19, 20), der langjährige Quellendirektor Karlsbads, brachte wiederholt zum Ausdruck, daß die Thermalspalte bei Verlängerung auf den Veitsberg hinweise, d. i. auf den Karlsbad zunächst liegenden Basaltdurchbruch im Süden der Stadt. Wird aber die Quellenlinie auf der Karte zugelegt, so verläuft diese weit abseits vom Veitsberge.

Im Jahre 1820 hat Prof. v. Hoff (22) die damals vorhandenen Thermalquellen in eine Linie einzureihen gesucht und nannte diese NNW—SSO verlaufende Linie „Karlsbader Thermalspalte“ oder „Hoff'sche Quellenlinie“. (Siehe Skizze 5.) Bemerkt wird, daß damals der Schloßbrunnen nicht vorhanden war und deshalb außer Acht blieb, denn er war 1809 anläßlich des letzten wilden Sprudelausbruches versiegt und ist erst 1823 wieder hervorgetreten. Als nun im Jahre 1855 der Stadtrat den Prof. Hochstetter (14) mit der Aufgabe betraute, die geologischen Grundlagen des Thermal systems zu ermitteln, so konnte dieser den abseits liegenden Schloßbrunnen nicht außer Acht lassen, er nahm deshalb für diesen eine Nebenspalte an, welche parallel zu der Hauptspalte verläuft und mit ihr in der Tiefe sich vereinigt (Skizze 6). In den folgenden Jahren wurden beim Bau des Kurhauses und des Militärbadehauses die Kurhausquelle und der Parkbrunnen erschroten und gefaßt. Als nun 1867 der sächsische Geologe Lehmann (22) sich mit der Thermalspalte beschäftigte, kam er zu dem Ergebnis, man müsse drei Spalten annehmen, weil diese beiden neuen Quellen sich nicht in die beiden anderen Quellenlinien einreihen ließen. 1894 suchte Aug. Rosiwal (39, 40) alle Quellfugen mit der größten Pedanterie zu ermitteln und kam zu dem Ergebnisse, es sei ein Bündel von fünf Spalten vorhanden. Da er die ehemalige Stefanie-Quelle und den Dorotheen-Säuerling beim heutigen Gasbad mit einbezog, zeichnete er das Spaltenbündel etwa zwischen Posthof und Richmond durch den Laurenziberg, d. i. durch den vom Imperial-Hotel gekrönten Granitrücken zum Sprudel und von hier über die „Kleinen Quellen“ bis zur Eger. Weil er einmal im Konstruieren

## Skizze 5

### Thermalspalte nach Hoff.



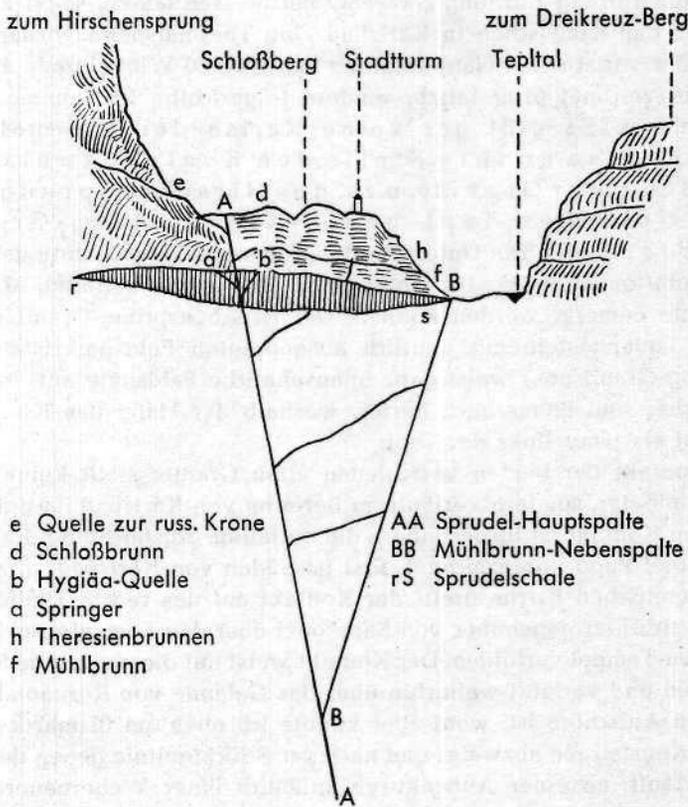
war, verlängerte er das Spaltenbündel links der Eger über Zettlitz bis an die Hutbergscholle und verlangte aufgrund dieser Feststellung nichts weniger als das Verbot jeglichen Kaolinbergbaues in großer Breite beiderseits dieser „Thermalspalte“.

Aus Vorstehendem ergibt sich die Unsicherheit hinsichtlich der Feststellung der Thermalspalte, indem ein, zwei, drei und schließlich fünf Querspalten angenommen wurden. Es gibt aber überhaupt keine Thermalspalte, und das soll nachstehend bewiesen werden:

Die Karlsbader Landschaft kennt vor allem die varistische Tektonik mit den Haupttrichtungen NW—SO und WSW—ONO. Westlich von Karlsbad habe ich oben die Hornerspalte in der Richtung NW—SO von der sächsischen Landesgrenze quer durch die Grabenbruchzone und einen Teil des Kaiserwaldgebirges auf nicht weniger als 60 km nachgewiesen. Östlich von Karlsbad sind mehrere NW—SO verlaufende Spalten vorhanden. Ich will nur jene hervorheben, die ich als „Großenteichspalte“ bezeichnet habe und die in der Natur besonders leicht sich verfolgen läßt:

Sie verläuft über Johanngeorgenstadt in Sachsen und hat das tiefe Tal über Breitenbach bis nach Platten vorgezeichnet, sie streicht an Bärigen

Skizze 6



vorbei und spaltet die Granitkuppe des Wölflings, weshalb diese von den Forstleuten als „Hirschenkopf“ bezeichnet wird. Südöstl. davon äußert sie sich durch die Pegmatite des Glasberges. Sie verquert den westl. Teil des Großenteiches und speist diesen durch Bodenquellen. Dieser 23 ha umfassende Teich hat nur ein ganz beschränktes Niederschlagsgebiet und muß daher praktisch als „Himmelsteich“ bezeichnet werden. Weiterhin hat die Spalte den Graben des Großenteich-Baches bis Sodau vorgezeichnet, ferner äußert sie sich durch Erdbrandgesteine bei Lessau, durch Kaolinisierung des Granites östl. von Hohendorf, zwischen Schobrowitz und Pullwitz durch Sinterquarze, auf die ich noch später zu sprechen komme, ferner hat die Spalte den Egerlauf gegen „Hubertus“ in südöstl. Richtung abgebogen. Bei „Hubertus“ finden sich drei kleine Basaltdurchbrüche und Quarzite. Auf der Karlsbader Hochfläche wird der Verlauf der Spalte durch die Basaltdurchbrüche des Hillberges, des Grasberges, des Engelhauser Schloßberges,

des Mistberges und des Buchauer Schloßberges gekennzeichnet. Auch diese Spalte habe ich auf 60 km Erstreckung in der Richtung NW—SO verfolgt.

Wenn nun westl. und östl. von Karlsbad sich so hochbedeutsame tektonische Linien in der Richtung NW—SO nachweisen lassen, so ist es ausgeschlossen, daß dazwischen in Karlsbad eine Thermalspalte vorhanden ist, die von der varistischen Hauptrichtung um etwa 20 Winkelgrade abweicht. Die Natur zeichnet nicht falsch, sondern folgerichtig. Ich komme deshalb zum Schlusse: Es gibt gar keine Karlsbader Thermalspalte und ich setze an ihre Stelle den Kontakt zweier verschieden alter Granite, u.zw. des Hirschensprung-Granites links der Tepl und des Kreuzberg-Granites rechts der Tepl. Die Unterscheidung dieser beiden Granite geht schon auf Generationen zurück. Ihr Unterschied ist auch zu auffällig, als daß er nicht hätte bemerkt werden können. Der Hirschensprung-Granit ist nämlich ein Tiefengestein mit deutlich ausgeprägten Feldspatkristallen, der Kreuzberg-Granit aber weist ganz unansehnliche Feldspäte auf, ist kieselsäurereicher und daher auch härter, weshalb der Hang des Kreuzberges steiler ist als jener links der Tepl.

Der Kontakt der beiden verschieden alten Granite stellt keine geometrische Linie dar, sondern verläuft im Bereiche von Karlsbad nach der Tepl. Durch den Kontakt ist insbesondere die auffällige Ausbuchtung des Flusses gegen Hotel Pupp vorgezeichnet. Erst im Süden von Karlsbad, u. zw. südl. der evangelischen Kirche greift der Kontakt auf das rechte Teplufer über und läßt sich hier gegenüber von Sanssouci über den Löwenfelsen und den Dorotheen-Tempel verfolgen. Der Kontakt weist auf die ehemalige Stefanie-Quelle hin und verläuft weiterhin über das Gelände von Richmond, wo jedoch kein Aufschluß ist, wohl aber konnte ich oben am Bismarckweg, der von der Kunststraße abzweigt und nach der Schichtenlinie gegen den Veitsberg verläuft, an einer Außenkurve anlässlich einer Wegerneuerung den Kontakt einwandfrei feststellen. Ich habe auf der beiliegenden Karte die Begrenzung des Kreuzberg-Granites soweit als möglich, durch eine punktierte Linie ersichtlich gemacht.

Mit den zweierlei Graniten hat sich schon Goethe beschäftigt, als er 1785 das erstmal nach Karlsbad kam. Wie sehr er sich den Kopf darüber zerbrochen hat, geht aus einem Briefe hervor, den er damals seinem Landesfürsten Karl August nach Weimar sandte: „Alles ist hier interessant, der Sprudel, der Granit und die Weiber.“ Wie sehr also muß ihn der Granit gefesselt haben, wenn er ihn in einem Atem mit den Weibern und noch vor diesen nennt! Goethe war wohl ein guter Naturbeobachter, aber er konnte sich die zweierlei Granite nicht erklären. Man darf ihm darob keinen Vorwurf machen, denn die Geologie jener Tage erschöpfte sich in dem Streite zwischen Neptunisten und Plutonisten. Die Neptunisten bezeichneten die Erdkrustengesteine als Meeres-Sedimente, während die Plutonisten sie als Ergebnis vulkanischer Vorgänge auffaßten. Goethe war ein überzeugter Neptunist und diese Überzeugung ging soweit, daß er sogar den „Horn“

(Hornerberg) und den (Engelhauser) „Schloßberg“, die er beide in Begleitung des Steinschneiders Josef Müller besuchte, nur als „pseudo-vulkanische Gebilde“ gelten ließ.

Nach der gegenwärtigen Ansicht der Geologen ist der Granit ein „Tiefengestein“, das unter einer mächtigen Schieferhülle langsam erstarrt ist. Je mächtiger diese Hülle war und je langsamer die Abkühlung des granitischen Magmas erfolgte, umso größer sind die ausgeschiedenen Feldspatkristalle. Der Hirschsprung-Granit entspricht diesem Typus. Der Kreuzberg-Granit dagegen stellt eine granitische Restschmelze dar, die gleich den oben erwähnten Granit-Intrusionen des Erzgebirges erst zu Ende des Karbons oder im Perm emporgequollen ist. Solche Restschmelzen lassen sich in einem Zuge vom Kreuzberg in südwestl. Richtung über Lessnitz, Schlaggenwald, Schönfeld bis Lauterbach-Stadt verfolgen. Als Restschmelze ist dieser Granit härter, und weil die Abkühlung rascher erfolgte, sind die Feldspatkristalle unansehnlich geblieben. Mit dieser Restschmelze sind auch die Zinn- und Wolfram-Granite von Schlaggenwald mit emporgequollen. Der „Zinnzwitter“ bildet hier mehrere kegelförmige Apophysen (Intrusionskörper), die sich in den darüber liegenden Gneis eingefressen haben.

Ich mache vorstehende Angaben, um darzutun, daß der Kreuzberg-Granit als eine Restschmelze jedenfalls um viele Millionen Jahre später erstarrt ist als der Hirschsprung-Granit. Als nun der Kreuzberg-Granit aus der Tiefe der Erde emporquoll, hat er auf den anruhenden älteren Hirschsprung-Granit im Bereiche des heutigen Schloßberges eine solche Schubkraft ausgeübt, daß dieser zerbrach. Der Schloßberg-Granit stellt also ein großes Trümmerwerk dar, das in der Karlsbader Literatur (22, 39) als „Hoff-sche Breccie“ bezeichnet wird. Den Klüften dieses Trümmergesteines verdankt Karlsbad das Hervortreten der meisten „Kleinen Quellen“. Die Bezeichnung „Hoff-sche Breccie“ ist darauf zurückzuführen, daß Prof. v. Hoff eine Zertrümmerung des Schloßberg-Granites durch eine Explosion beim erstmaligen Hervortreten des Sprudels angenommen hat. Diese Auffassung hat sich bis in die jüngste Zeit erhalten, denn auch Kampe spricht wiederholt von dieser angeblichen Sprudelexplosion (18, 19, 20).

Ich bestreite diese Annahme aus folgenden Gründen:

1. Der Sprudel hat nie eine so hohe Temperatur besessen, daß die für eine Explosion erforderliche Spannung des Wasserdampfes hätte erreicht werden können. Denn der Weg, den die Karlsbader Therme aus dem peripherischen Herde nach Karlsbad zurückzulegen hat und an die 12 km beträgt, ist zu lang, als daß nicht eine weitgehende Abkühlung hätte Platz greifen müssen. Hätte der Sprudel jemals eine 100° C wesentlich übersteigende Temperatur besessen, so wäre der Schloßberg-Granit kaolinisiert worden. Denn alle anderen Bedingungen für die Kaolinisierung waren ja vorhanden, nämlich Feldspatgestein, Kohlensäure und Wasser. Nur die hierzu erforderliche hohe Temperatur hat gefehlt.

2. Hätte eine Sprudelexplosion stattgefunden, dann wäre die Zertrümmerung des Granites nicht auf den Hirschsprung-Granit beschränkt geblieben.

ben, sondern hätte auch den Kreuzberg-Granit erfaßt. Dieser ist aber völlig unberührt geblieben, was auch der Grund ist, weshalb dem Kreuzberg-Granit keine einzige Therme entspringt.

3. Hätte tatsächlich eine Sprudelexplosion stattgefunden, dann wäre in den Klüften des Schloßberg-Granites Aragonit (Sprudelstein) zur Ablagerung gekommen, nicht aber ein schwarzer Hornstein. Dieser läßt sich auf beiden Schloßberg-Terrassen ohne weiteres feststellen. Das vollständige Bild der mehrfach verzweigten Hornsteingänge ist der Denkschrift der Stadtgemeinde Karlsbad vom Jahre 1902 zu entnehmen (22). Der schwarze Hornstein setzt zur Entstehung sehr hohe Temperaturen voraus, die nur bei der Abkühlung des Kreuzberg-Granites vorhanden waren. Von diesem aus sind die Kieselsäuredämpfe in die Klüfte des zertrümmerten Schloßberg-Granites eingedrungen und hier als Hornstein sublimiert worden.

Durch vorstehende Feststellung glaube ich die bisher unangefochten gebliebenen Angaben über die ehemalige Sprudelexplosion widerlegt zu haben.

Der Sprudel als Hauptquelle kommt nun am Kontakte der beiden verschieden alten Granite zu Tage. Der Grund, weshalb hier eine so große Wassermenge und eine noch viel größere Gasmenge dem Granit entströmt, ist der, daß die Zuführungsspalte, die ich als Leonhardspalte bezeichnet habe, auf den alten Hirschen-sprung-Granit beschränkt ist und an dem jüngeren Kreuzberg-Granit abstößt. Das WSW—ONO-Streichen der Leonhardspalte läßt erkennen, daß diese Spalte der varistischen Tektonik angehört. Als aber gegen Ende des Karbons die granitische Restschmelze des Kreuzberg-Granites aus der Tiefe der Erde emporquoll, waren die gebirgsbildenden Kräfte des Varistikums bereits erlahmt. Das ist der Grund, weshalb die Zuführungsspalte im Kreuzberg-Granit keine Fortsetzung findet. Während die Leonhard-Störungszone durch Basaltdurchbrüche, durch stellenweise Kaolinisierung des Granites und insbesondere durch die oben angeführten Härtlinge und Verwitterungsformen sich verfolgen läßt, ist im Kreuzberg-Granit in Fortsetzung dieser Spalte nicht einmal die Andeutung einer Wasserrinne vorhanden. Wir kommen also zu der Feststellung: Der Sprudel ist eine Kontaktquelle, allerdings eine solche besonderer Art.

Aber auch die beiden nördlichen Thermalquellen, u. zw. die Kurhausquelle und der Parkbrunnen, sind Kontaktquellen. Sie entströmen nämlich einem starken Hornsteingänge, der den Kontakt der beiden verschieden alten Granite kennzeichnet (22). Schließlich ist auch die südlichste Auswirkung des Karlsbader Thermalsystems, nämlich die Stefanie-Quelle eine Kontaktquelle. Ich habe bereits oben angeführt, daß der Kontakt der beiden Granite über den Löwenfelsen und den Dorotheen-Tempel verläuft und auf diese Quelle hinweist. Sie war bis zur Errichtung des Gasbades durch einen Brunnentempel gekennzeichnet. Da dieser aber für das Gebäude des Gasbades störend wirkte, ist die für den Kurbetrieb bedeutungslose Quelle verschüttet worden. Denn nach dem Gutachten der Quellenschutzkommis-

sion (37), hatte die Stefanie-Quelle nur eine Temperatur von 18—20° je nach der Beimengung von Teplgrundwasser, sie gehört aber zufolge der von Prof. Ludwig durchgeführten Analyse zum Karlsbader Thermalsystem. Nur nach dem Kontakte der beiden Granite konnte sich ein Wasserstrahl so weit nach Süden verirren.

Wenn wir also zu dem Ergebnis gekommen sind, daß der Sprudel als Hauptquelle eine Kontaktquelle ist, daß ferner die beiden nördlichsten Auswirkungen des Thermalsystems, nämlich die Kurhausquelle und der Parkbrunnen, ferner die südlichste Auswirkung des Thermalsystems, d. i. die Stefanie-Quelle Kontaktquellen sind, und wenn wir weiter feststellen, daß dem Kreuzberg-Granit selbst keine einzige Thermalquelle entströmt, so ist damit der Beweis erbracht, daß das ganze Thermalsystem an dem jüngeren Kreuzberg-Granit abstößt. Die Tatsache, daß der Sprudel am rechten Ufer der Tepl gefaßt ist, steht dem nicht entgegen, weil er ja durch Bohrlöcher zutage tritt, die in die Hohlräume der Sprudelschale abgestoßen worden sind. Man hätte den Sprudel ebensogut links der Tepl fassen können, wie ja auch hier beim Bau des Hauses „Vesuv“ der Sprudel angezapft worden ist und man alle Not hatte, den unerwünschten Austritt ab-zudämmen.

Die Wasseraustritte auf dem Schloßberge und an dessen Fuße sind durch die oben erwähnte Zertrümmerung seines Granites bedingt.

Anschließend soll die Frage nach dem Alter des Sprudels untersucht werden. Ich gehe dabei von der Erwägung aus, daß das Gasdampfgemisch aus der Horner-Spalte erst dann gegen Karlsbad vordringen konnte, als die über Leonhard führenden Spalten durch Aufwölbung dieser Schwächezone sich genügend geweitet hatten. Da im Zuge dieser Aufwölbung das „Aicher Gelenk“ gebildet wurde und der Lauf der Tepl, die ursprünglich bei Aich in die Eger mündete, nach dem Karlsbader Graben abgelenkt worden ist, so besteht ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Ablenkung des Tepllaufes und dem Zutagetreten des Sprudels. Gegen diesen Gedankengang kann man folgenden Einwand erheben: Wenn nämlich bald nach dem Hervorkommen des Sprudels die Tepl durch den Karlsbader Graben geflossen wäre, so hätte unmöglich ein so mächtiger Sprudalkalk abgelagert werden können, weil seine Erosion durch das Teplwasser sofort eingesetzt hätte. Tatsächlich erreichte die Kalkablagerung, nach den Resten auf der Kirchenterrasse zu schließen, eine Mächtigkeit bis 22 m, und das war ja auch der Grund, weshalb man bisher das Vorhandensein eines Sprudelsees angenommen hat (20, 22).

Der oben gemachte Einwand wird aber dann hinfällig, wenn man annimmt, daß während der Eiszeit die Flüsse und Bäche überhaupt kein Wasser geführt haben, weil sämtliche Niederschläge als Schnee und Eis gebunden wurden. Dies war offenbar auch bei der Tepl der Fall, denn sonst wäre

nicht zu erklären, daß die Kalkablagerung nicht nur talabwärts bis zum Neubad, sondern auch talaufwärts bis zur Mitte der „Alten Wiese“ reicht. Die bisherige Annahme eines Stausees zur Erklärung der großen Mächtigkeit der Sprudelschale muß deshalb fallen gelassen werden.

Nun gehen wir um einen Schritt weiter: Nördlich vom Aicher Gelenk findet sich eine Ziegelei, woselbst durch die jahrelange Lehmgewinnung eine Schotterbank freigelegt worden ist. Diesen Schotter, den bereits Dr. Max Danzer als Tepl-Schotter erkannt hatte, bringe ich nun in Beziehung zu den Schotterterrassen der Eger. Nach Angabe der Morphologen entstehen solche Terrassen dann, wenn das Gefälle des Flusses wesentlich vergrößert wird. Denn dann setzt die transportierende Wirkung des Wassers ein, und wenn das Gefälle wieder ausgeglichen ist, wird der Schotter abgelagert. So z. B. werden die Schotterterrassen entlang des Rheins auf das Absinken des Nordseegebietes und somit auch des Mündungsgebietes des Rheins zurückgeführt. Bei der Eger aber ist aus Gründen, die ich noch später anführen werde, der Oberlauf gehoben und dadurch das Gefälle des Flusses wesentlich gesteigert worden. Mit den Schotterterrassen der Eger innerhalb der Kaiserwaldstrecke, d. i. zwischen Falkenau und Karlsbad (genauer zwischen Königswert und dem Stahlhof) hat sich Dr. Josef Peter beschäftigt (34). Peter will eine 25, 50, 75, 100, 125, 150 und 175 m-Stufe festgestellt haben. Tatsächlich schotterführend sind m. E. nur die 25 und 50 m-Stufe, wobei der Schotter schon dieser letzteren vielfach unter dem Lößlehm begraben liegt. Denn ich habe den Schotter der 50 m-Stufe (südöstl. von Zettlitz) in einer Tiefe von 6 m, bei Schobrowitz in einer Tiefe von 4 m feststellen können. Die vielen von Peter angeführten Stufen sind unmöglich, wie sich aus folgenden Erwägungen ergibt: Als nämlich zu Ende des Untermiozäns im Bereiche von Neusattl-Grasseth die Granitschollen mit den auflagernden Kohlenflözen an die 200 m tief einbrachen, entstand darüber ein Binnensee, der von der Ur-Eger gespeist wurde. In diesem Seebecken wurden Letten und der obermiozäne Cyprisschiefer\* mit Mergelbänken in einer Mächtigkeit bis 180 m abgelagert. Solange das tropische oder subtropische Klima des Miozäns andauerte, mag der Zufluß der Ur-Eger durch Verdunstung aufgewogen worden sein. Als aber gegen Ende des Tertiärs (im Pliozän) eine Klimaverschlechterung eintrat, mußte der Wasserspiegel steigen. Sonderbarerweise ist nun durch das Ansteigen des Wasserspiegels nicht der Chodauer Granitriegel überwunden, sondern der Lauf der Eger in das Kaiserwaldgebirge abgedrängt worden, wozu die Schrägstellung der Altsattler Scholle beigetragen haben mag. Es hat also die Eger nicht den natürlichen und kürzeren Wege nach der Grabenbruchzone genommen, d. i. den heutigen Weg des Chodaubaches über Münchhof, Putschirn nach Meierhöfen, sondern ist genötigt gewesen, sich ihr Bett in den festen Kaiserwaldgranit einzugraben. Es können deshalb in der Kaiserwaldstrecke nur solche Schotterstufen sich gebildet haben, die unter dem Niveau des tiefsten Punk-

---

\* benannt nach dem winzigen Schalenkrebs *cypris angusta* Reuss.

tes des Chodauer Granitrückens liegen. Dieser tiefste Punkt besitzt die S.H. von etwa 465 m und liegt dort, wo heute die Bahn zwischen Chodau und Neusattel den Granitriegel in einem sehr tiefen Einschnitte verquert. Bei dieser Erwägung sind im Bereiche der Kaiserwaldstrecke nur drei Schotterstufen überhaupt möglich, nämlich die 75, 50 und 25 m-Stufe. Alle übrigen beruhen auf der irrthümlichen Ansicht, daß auch die vulkanisch bedingten autochthonen Quarzite (darüber später), so z. B. jene auf der Karlsbader Hochfläche, als Egerschotter anzusehen seien.

Diese drei Schotterterrassen entsprechen m. E. den drei Zwischeneiszeiten. Während der eigentlichen Kälteperioden hat die Hebung des Oberlaufes der Eger angehalten, so daß dann, wenn in der Zwischeneiszeit die durch viele Jahrtausende angesammelten Schnee- und Eismassen zum Schmelzen gebracht wurden, bedeutende Schottermassen flußabwärts verschleppt worden sind.

Nun ist die Frage zu beantworten: Welcher Schotterstufe der Kaiserwaldstrecke entspricht die Schotterbank der Tepl in der Aicher Ziegelei? Ich habe 1944 diese Schotterbank barometrisch eingehöhrt und festgestellt, daß sie 42—43 m über dem Egerpegel bei der Aicher Brücke liegt. Scheinbar entspricht dieser Teplschotter weder der 50 m noch der 25 m-Stufe, tatsächlich aber kann er nur zur 25 m-Stufe der Eger in Beziehung gebracht werden. Denn die Aicher Ziegelei liegt bereits in der Rampe der Aufwölbung des Aicher Gelenkes und außerdem wird die Tepl auf dem über 1 km langen Wege von der Ziegelei zur Eger ein Gefälle von einigen Metern gehabt haben. Wenn also der Schotter der Aicher Ziegelei der 25 m-Stufe der Eger entspricht, so muß die Tepl noch während der letzten Zwischeneiszeit ihren Weg gegen Aich genommen haben, das Aicher Gelenk kann sich demnach erst während der letzten Eisperiode, der sogen. Würmeiszeit, d. i. zu Ende des Diluviums aufgewölbt haben. Erst dadurch war die Möglichkeit gegeben, daß das Gas-Dampfgemisch aus der Hornerspalte nach Karlsbad durchdrücken konnte. Wird weiter erwogen, daß zum Zustandekommen des Sprudels in erster Linie Wasser gehört, das erst beim Abklingen der letzten Eisperiode und während des Überganges zum jetzigen Klima zur Verfügung stand, so kommen wir zu dem Ergebnisse, daß der Sprudel auf etwa 15—20 000 Jahre zurückreicht.

Bemerkt wird, daß zu Ende des Diluviums auch anderwärts bedeutende Hebungen stattgefunden haben, so z. B. ist die Basis des Böhmisches Mittelgebirges gehoben worden, wobei die Eger, die den Lauf der heutigen Biela mit der Mündung bei Aussig vorgezeichnet hatte, ab Postelberg nach der Südseite dieses Gebirges abgelenkt worden ist, was zuerst J. E. Hibs (11) aus den Schotterterrassen abgeleitet hat. Aber auch die Basis des Duppauer Gebirges ist gehoben worden, denn die 50 m-Terrasse der Eger daselbst entspricht der 25 m-Terrasse der Karlsbader Landschaft, wie Dr. Danzer festgestellt hat (5).

Da die Karlsbader Heilquellen sich nur im Rahmen der vulkanischen Ereignisse der ganzen nordwestböhmisches Landschaft voll und ganz verstehen lassen, will ich diesen Rahmen näher kennzeichnen.

I. Die auffälligste Erscheinungsform des Vulkanismus sind die ungeheuren Eruptivmassen des Böhm. Mittelgebirges und des Duppauer Gebirges. Weshalb die Basis des ersteren Gebirges sehr groß ist, während das Duppauer Gebirge auf engeren Raum beschränkt, dafür aber höher ist, werde ich noch später anführen. Außer diesen Eruptivgebirgen gibt es noch ungezählte größere und kleinere Basaltdurchbrüche.

II. Ferner will ich im nordwestlichen Böhmen eine Reihe von peripherischen Magmenherden mit ähnlichen Begleiterscheinungen nachweisen, wie ich sie oben bei der Hornerspalte angeführt habe.

a) Eine tektonische Linie in der Richtung NW—SO verläuft vom Strobnitz-Basalt im Erzgebirge durch die Stadt Dux. Die Aufwölbung des Gneises nach dieser Linie bewirkt, daß der Barbarateich in Dux auf einem Luftsattel des Flözes aufrucht. Dagegen reicht das westlich angrenzende Einbruchbecken von Ossegg bis auf 160 m unter den Meeresspiegel hinab, so daß der Höhenunterschied zwischen der Aufwölbung und dem Muldentiefsten, bezogen auf die Flözsohle, bis 350 m beträgt. Diese Tatsachen in Verbindung mit den Thermen der Nelsonschächte ( $t = 26-31^{\circ} \text{C}$ ) lassen auf einen seichten peripherischen Herd schließen, in dem das Magma nach Osten hin sich verlagert hat. Von diesem Herd aus ist auch das Wasser der seit 1878 versiegten „Riesenquelle“ erwärmt worden. Diese trat seinerzeit in einer Menge von 4—6000 Ltr./Min. mit einer Temperatur von  $25-22^{\circ} \text{C}$  in Loosch südöstl. von Dux zutage. Das Wasser wurde während des Durchganges durch den Porphyrt erwärmt, ohne den Herd zu durchfließen. Die Tatsache, daß das Braunkohlenflöz im Bereiche von Ossegg und Bruch in außerordentlich hohem Maße veredelt worden ist, läßt den Schluß zu, daß es sich um eine Apophyse handelt, die von dem ausgedehnten tieferen Herde sich abgezweigt hat.

b) Westl. von Brüx verläuft eine tektonische Linie NW—SO über Eisenberg, Seestadt, Kommern. Nach dieser Linie ist der Gneis mit dem auflagernden Kohlenflöz aufgewölbt worden, so daß das Elektrizitätswerk von Seestadt auf einem Luftsattel errichtet werden konnte. Der Aufwölbung entspricht ein Senkungsfeld im Osten, das zur Bildung des Kommerner Sees Anlaß gegeben hat. Auch hier liegt eine Verlagerung des Magmas in einem Herde vor, der sich durch Kohlensäure-Exhalation namentlich in den Tschauscher Gruben, sowie durch den ehemaligen (1878) K o m m e r n e r S p r u d e l zu erkennen gibt. Dieser besaß eine Temperatur von  $23^{\circ} \text{C}$  und eine Mineralisation ähnlich jener von Bad Ems. Während dieser Sprudel anfänglich als hohe Fontäne emporschoß, versiegte er, als sich das Wasser außerhalb des Bohrlochrohrstranges den Weg bahnte und ins Kohlenflöz übertrat. Im Erz-

gebirge äußert sich die genannte tektonische Linie durch einen Quarzgang oberhalb Eisenberg und durch die Überhöhung des Erzgebirgsrückens (Seeberg), im SO durch den Sauerling von Weberschan.

c) Auch der Sauerling Klösterle liegt an einer NW—SO streichenden tektonischen Linie, die sich im Erzgebirge durch Basaltdurchbrüche und den Kupferhübel, im Duppauer Gebirge durch eine Reihe basaltischer Querkuppen zu erkennen gibt. Dort, wo die Spalte die Eger verquert, perlt bei Niederwasser eine Kette von Kohlensäureblasen.

d) Die Sauerlinge von Krondorf-Warta am Nordrande des Duppauer Gebirge entspringen einer NW-SO verlaufenden Störungszone im Glimmerschiefer, deren außerordentliche Breite durch die Überhöhung des Erzgebirges im Bereiche des Keilberges (S.H. 1243 m) und des Hofberges, ferner im Duppauer Gebirge durch ungeheueren, bis über 900 m S.H. emporreichende Basaltdmassen sich zu erkennen gibt.

e) Am Westrande des Duppauer Gebirges liegen die erdig-alkalischen Quellen von Gießhübl-Sauerbrunn. Sie knüpfen sich an eine NW-SO verlaufende tektonische Linie, die im Erzgebirge durch mehrere Basaltdurchbrüche (Wagnerberg bei Seifen, Koboldstein westl. von Joachimsthal, Pfaffengrüner Spitz), in Liditzau südl. des Bahnhofes Schlackenwert durch die Kaolinisierung des Granites und insbesondere durch den Basaltkegel der Buchkoppe bei Gießhübl sich zu erkennen gibt. Die Mineralquellen entströmen teils dem Kaolin, teils dem Kontakte von Granit und Basalt.

Alle vorangeführten Mineralquellen, die durch reiche natürliche Kohlensäure und Haltbarkeit ausgezeichnet sind, hängen mit peripherischen Magmenherden zusammen, mit denen sich bisher niemand befaßt hat.

Außer den NW—SO streichenden tektonischen Linien tritt im Bereiche des Duppauer Gebirges eine parallel zum Erzgebirge verlaufende tektonische Linie hervor, die im Schrifttum als „Ströbauer Rücken“ bezeichnet wird. Sein Verlauf ist durch eine Kette gewaltiger Basaltdurchbrüche (Langenauer und Männelsdorfer Rücken), durch Kaolinisierung des Gneises und durch die Mineralquellen von Bad Tschachwitz gekennzeichnet. Im Komotauer Revier äußert er sich als eine unterirdische Barre, durch welche die Kohlenmulde von Fünfhunden vom Hauptkohlenbecken geschieden wird.

Wenn die Temperatur der angeführten Thermen und Sauerlinge zwischen 30 und 10° liegt, so ist dies m. E. darauf zurückzuführen, daß die bezüglichen Magmenherde im Gneis oder Glimmerschiefer anstehen, wo die regelmäßig an Granit gebundenen radioaktiven Substanzen fehlen.

III. Eine besondere Stellung nehmen die Thermalquellen von Teplice-Schönau ein, die weder gasführend noch mineralisiert sind. Ihre Heilkraft beruht auf der Radioaktivität. Es handelt sich um sogen. Akrothermen von 38—40° C. Ihre Entstehung erkläre ich mir auf folgende Weise: Die tektonische Linie des Erzgebirgsabbruches, welche von der bayerischen Landesgrenze bis Görkau (nordöstlich Komotau) vollkommen geradlinig verläuft, erfährt östlich davon eine Ausbuchtung nach NW, die im

Brüxer Revier bis 6 km, im Teplitzer Revier bis 8,4 km ausmacht. Diese auffällige Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß zu Ende des Karbons oder im Perm eine ungeheuere, von SO her wirksame Schubkraft die Erdkrustengesteine über der Fließzone gegen NW gepreßt hat. Hiedurch ist der Gneis weitgehend zertrümmert worden, so daß die zahlreichen Basaltdurchbrüche des Böhm. Mittelgebirges ermöglicht wurden. Da der durch die Ausbuchtung entstandene Bogen länger ist als die zugehörige Sehne, so mußte in der Richtung der Schubkraft die Erdkruste bersten. Dieser breiten Wunde sind die Porphyrmassen von Teplitz entquollen, die sich in westlicher Richtung als Decke über den Gneis ausgebreitet haben und das heutige Erzgebirge in mehreren Streifen durchsetzen. Das am Fuße des Erzgebirges in den Porphyrrand eindringende Wasser wird während des Aufenthaltes in dem zertrümmerten Porphyrrand von einer tiefer liegenden Magmenherde aus erwärmt und tritt in Teplitz zutage. Die Radioaktivität rührt offenbar von den radioaktiven Substanzen des Porphyrrandes als einer granitischen Restschmelze. Ostl. der resultierenden Schubkraft ist die Erdkruste nach der Linie Brandeis-Melnik (in Böhmen) -Döhlen (in Sachsen) abgeschert worden (11). Diese Abscherungslinie verquert die Elbe südl. von Bodenbach. Durch die erwähnte Schubkraft ist das Grundgebirge derart gestaucht und zerrüttet worden, daß im Tertiär allenthalben die Basalte zutage kommen konnten. Das ist m. E. der Grund für die ausgedehnten, in westl. Richtung bis auf die Höhe von Görkau reichenden vulkanischen Auswirkungen des Böhm. Mittelgebirges. Durch sie wird die Ausdehnung eines darunterliegenden peripherischen Herdes gekennzeichnet.

IV. Eine weitere Äußerung des Vulkanismus ist die Entstehung des Grabenbruches, der das Erzgebirge vom Kaiserwaldgebirge scheidet. Er ist auf die Weise entstanden, daß im Tertiär die zertrümmerte Basis des ehemaligen Varistischen Gebirges, also eine Schwächezone, aufgewölbt worden ist. Hierdurch wurden die WSW bis ONO streichenden Spalten der Scheitelzone aufgerissen, so daß eine Entgasung und Verflüssigung des Materials der Fließzone stattfinden konnte. Weil im Bereiche des Duppauer Gebirges die Gesteinskruste besonders weitgehend geschwächt war, indem hier die WSW-ONO streichenden Spalten durch eine breite Zone NW-SO verlaufender Spalten geschnitten werden, konnten hier die ungeheueren Basaltmassen auf verhältnismäßig beschränkter Basis zutage treten. Der Grabenbruch östl. des Kulmer Riegels (d. i. der Scheide gegen das Egerer Becken), ist also vor allem auf das Abströmen des Magmas der Fließzone oder eines darüber liegenden ausgedehnten Magmenherdes in östl. Richtung gegen das Duppauer Gebirge zurückzuführen. Das ist auch die Ursache, weshalb der Grabenbruch, der westl. von Karlsbad an die 9 km breit ist, gegen das Duppauer Gebirge sich wesentlich verbreitert. Infolge Verlagerung des Materials der Fließzone gegen Osten hin mußte, da sich Hohlräume in der Erdkruste nicht halten können, die Scheitelzone der Aufwölbung in die Tiefe sinken. Der so entstandene Grabenbruch ist demnach die Resultierende von Hebung und Senkung. Nur so ist zu erklären,

daß das Josefflöz, das in der Grassetter Mulde in S.H. 220 m erbohrt worden ist, auf der Karlsbader Hochfläche eine S.H. von 620 bis über 700 m besitzt.

Während der Kaiserwaldverwurf, der den Grabenbruch im Süden begrenzt, westl. von Karlsbad in der Richtung WSW-ONO verläuft, wird östl. von Karlsbad die Grenze des Grabenbruches durch einen W-O verlaufenden Verwerfer gebildet. Dort, wo diese beiden tektonischen Linien einander schneiden, tritt die Eisenbad-Quelle hervor, die im Norden von Karlsbad im Erdgeschoße der Wirtschafts-Oberschule gefaßt ist. Sie hat mit dem Karlsbader Thermalsysteme nichts zu tun (37).

V. Mit dem Vulkanismus hängt auch die Entstehung der Kaolinlager in der Karlsbader Landschaft zusammen. Diese besitzen eine bauwürdige Mächtigkeit von 15—20 m. Dort, wo der peripherische Magmenherd eine verhältnismäßig geringe Tiefe besitzt, konnte der darüber liegende Granit flächenförmig kaolinisiert werden. Hatte aber der peripherische Herd eine größere Tiefe, so daß die Kohlensäure und vulkanische Hitze nur nach Spalten sich auswirken konnten, entstanden entlang diesen streifenförmige Lagerstätten. Da zur Kaolinisierung Wasser erforderlich ist, war von Bedeutung, daß das Josefflöz unmittelfar auf dem Granit abgelagert war. Diese Tatsache ist offenbar darauf zurückzuführen, daß der Granit der Grabenbruchzone vor Entstehung dieser den Scheitel der Aufwölbung gebildet hatte, wo kein Sediment zur Ablagerung gekommen war. Die Bedingungen unter welchen ein Feldspatgestein kaolinisiert wird, wurden bereits oben gekennzeichnet.

Dort, wo bei der Kaolinisierung die Temperatur von 400° C überschritten wurde, ist Pyrophyllit entstanden, der sich von Kaolin dadurch unterscheidet, daß das Verhältnis von  $Al_2O_3 : SiO_2$  nicht 1 : 2, sondern 1 : 4 ist, und daß er besonders wertvolle physikalische Eigenschaften aufweist.

Es gibt auch kugelförmige Kaolinlagerstätten. Z. B. ist durch den ehemaligen „Weißerdeschacht von Aue“ in Sachsen eine Kaolinkugel im Granit abgebaut worden. Ferner hatte ich Gelegenheit, bei Sarospatak in Oberungarn den Aufschluß eines kugelförmigen Kaolinlagers von etwa 100 m Durchmesser zu befahren. Dieses Lager steht im Rhyolith an. Auf welche Weise kugelförmige Lagerstätten entstehen, konnte ich in einem großen Steinbruche am Kiraly Hegy feststellen. Überall, wo eine Kohlensäure führende Spalte von einer zweiten geschnitten wird, durch die Wasser zuströmen konnte, ist der Rhyolith in Form einer Kugel mit größerem oder kleinerem Durchmesser kaolinisiert worden.

Der Kaolin macht bei der Entstehung einen breiartigen Zustand durch, denn es finden sich im Rohkaolin Schlieren, seltener ganze Bretter aus reiner Tonsubstanz. Das ursprüngliche Gefüge des Feldspatgesteins geht bei der Kaolinisierung häufig vollkommen verloren.

VI. Durch den Vulkanismus ist auch die Entstehung der Quarzite bedingt. Die bisher im Schrifttum enthaltene Bezeichnung „Süßwasser-Quarzite“ geht auf Prof. Laube (25) zurück, der sämtliche Quarzite der Karlsbader Landschaft als Niederschlag aus einem großen oligozänen Süßwasser-

becken sich entstanden dachte. Diese bisher unangefochten gebliebene Ansicht muß als überholt bezeichnet werden. Tatsächlich gibt es verschiedene Arten von Quarziten:

a) Gewisse Quarzite sind als Bestandteil der Kaolinlagerstätte aufzufassen, u. zw. dadurch entstanden, daß bei der Kaolinisierung 65% der im Feldspat enthaltenen Kieselsäure freigeworden und nach oben gestiegen sind und schließlich über dem Kaolin zu einem Quarzitdeckel koaguliert wurden. Ein solcher ist jedoch nur dann entstanden, wenn eine gewisse etwa bei 180° liegende Temperaturgrenze überschritten wurde, andernfalls ist die Kieselsäure durch das Wasser ausgetragen worden, weshalb es auch Kaolinlagerstätten ohne Quarzitdeckel gibt.

Da die Kaolinisierung von oben nach unten nur in dem Maße fortschreiten konnte, als das Wasser eindrang, so wurden die eben entstandenen Kaolinteilchen durch den hochgespannten Wasserdampf nach oben ausgeblasen. Dadurch wurden im obersten Teile der Lagerstätte die primären Quarzitkörner des Granits freigelegt und durch die nach oben steigende Kieselsäure verkittet. Auf diese Weise entstand ein bis 4 m mächtiger Quarzitdeckel, der als Schutzpanzer für den Kaolin wirkte. Bei der Abkühlung wurde der ursprünglich geschlossene Quarzitdeckel durch Schwundklüfte unterteilt und fallweise in einzelne Blöcke aufgelöst.

Die Kaolinteilchen, die bei der Kaolinisierung aus dem oberen Teile der Lagerstätte durch den hochgespannten Wasserdampf ausgeblasen wurden, haben zur Bildung flächenförmig ausgedehnter Tonlagerstätten Anlaß gegeben, u. zw. unmittelbar über dem Quarzitdeckel. Auf diese in der Literatur m. E. bisher nicht behandelte Weise sind mehrere Meter mächtige Tonlagerstätten im Bereiche von Janessen und Putschirn entstanden, u. zw. über dem im ersten Teile dieses Buches behandelten peripherischen Herde. Dieser Ton findet seit 150 Jahren als Kapselton in der Porzellanindustrie Verwendung. Dort, wo das Josefilöz unmittelbar auf dem Granit abgelagert war, sind die Tonteilchen durch die ursprünglich sehr poröse Flözsubstanz hindurchgeblasen worden, so daß der Ton dann über der Kohle lagert.

Die Tatsache, daß bisher die Quarzite als ein Niederschlag aus einem oligozänen Süßwasserbecken aufgefaßt wurden, hat zu groben Unrichtigkeiten der geologischen Karten geführt (10, 22), indem jedes mit Quarzitblöcken überdeckte Gelände als unterstes Glied der tertiären Ablagerungen ausgewiesen wurde. Tatsächlich aber lagern die Quarzitblöcke nicht nur auf Kaolin oder Granit, sondern auch auf Tertiär und Diluvium, weil die einzelnen Blöcke während der Eiszeit durch Solifluktion im flach abfallenden Gelände nach Süden gewandert sind.

b) Quarzite konnten auch dann entstehen, wenn während der vulkanischen Periode ein bereits vorhandener Sandstein der Einwirkung der Kohlensäure und hoher Temperatur ausgesetzt war. Das ist zum Beispiel der Fall hinsichtlich des mitteloligozänen Altsattler Sandsteines entlang dem Grasether Verwurf und hinsichtlich des Kreidesandsteines bei Ossegg (Salesiushöhe).

Innerhalb des Neusattl-Grassether Einbruchbeckens, wo der Sandstein besonders großer Hitze ausgesetzt war, weist der Quarzit bis über 1 cm breite Schwundklüfte auf, in die fallweise die flüssige harzreiche Kohle eingedrungen ist. Diese Schwundklüfte ermöglichten vor allem die Wasser- und Gasführung bei der Ausrichtung des Joseflözes durch die Marienschächte. In dem Seebecken, in welchem der Altsattler Sandstein abgelagert wurde, sind stellenweise auch arkosereiche Schlammassen ausgeschieden worden, die unter der Einwirkung des Vulkanismus in hochfeuerfeste *Steingutone* umgewandelt worden sind. Solche Tonnester sind „auf der Haid“ Jahrzehnte hindurch abgebaut worden.

c) Die Bezeichnung Quarzit ist schließlich auch auf die *Sinterquarze* übertragen worden, die sich hauptsächlich am Fuße des Erzgebirges (westl. von Doglasgrün) und auch an anderen Stellen nach tektonischen Linien finden. Ihre Entstehung ist darauf zurückzuführen, daß in der nachvulkanischen Zeit der in die Spalten eingedrungene Basalt unter dem Einflusse von Kohlensäure und heißem Wasser ausgelaugt worden ist, wie dies heute noch in Yellowstonepark, in Neuseeland und anderwärts geschieht. Die gelöste Kieselsäure ist wahrscheinlich unter Mitwirkung von Bakterien anfangs als geschlossene Decke zur Ablagerung gebracht worden. Wenn solche Decken durch eine Bewegung des Untergrundes zertrümmert und die einzelnen Bruchstücke durch die nachströmende Kieselsäure wieder verkittet wurden, so entstanden grobe Brekzien.

In den Sinterquarzen finden sich vereinzelt Muscheln, was dazu geführt hat, sämtliche Quarzite als Süßwasserquarzite zu bezeichnen. Die Sinterquarzblöcke wurden ebenfalls durch Solifluktion vertragen. Zum Unterschiede von den Sinterquarzen führt der über dem Kaolin entstandene Quarzitdeckel niemals Versteinerungen, wohl aber in der Regel Schwefelkies und Einschlüsse von Tonerde.

Der Quarzschotter der Egerterrassen besteht weitaus überwiegend aus Sinterquarz, der während der Zwischeneiszeiten vom Fuße des Erzgebirges hauptsächlich entlang der Zwodau gegen Falkenau vertragen worden ist. Hier ist vor Jahren durch den Kohlenbergbau eine bis 6 m mächtige Schotterbank freigelegt worden. Von hier wurde der Schotter während der Zwischeneiszeiten durch die Eger mitgeführt. Damit ist die bisher offene Frage nach der Herkunft des vielen Quarzschotters der Egerterrassen beantwortet.

Die Tatsache, daß bis 10 m<sup>3</sup> große Blöcke von Sinterquarzbrekzien sich südl. vom Albernhof, d. i. 4 km vom Erzgebirgsfuße entfernt finden und daß auch entlang der Eger große Quarzitblöcke lagern, die heute von keinem Hochwasser mehr in Bewegung gesetzt werden, läßt darauf schließen, daß der Transport der Blöcke nicht nur durch Solifluktion, sondern auch durch ungeheure Wassermassen auf Eisbahnen erfolgt sein muß. Die Sinterquarze sind ein vorzüglicher Rohstoff für die Erzeugung von Ferrosilizium, weil sie sich mangels Al im elektrischen Ofen tropfenförmig mit dem Schrott verbinden.

d) Außer den angeführten Arten von Quarzit gibt es noch Zementquarzite, die sich namentlich im südlichen Teile des Brüxer Bezirkes finden und als saures Futter für Martin-Ofen Bedeutung erlangt haben. Nach J. E. Hibsich (12) sind diese Quarzite auf die Weise entstanden, daß die aus dem Basalt stammende Kieselsäure die darüberliegenden Tuffite und farbigen Letten durchdrungen hat und über diesen koaguliert worden ist. Da der Kieselsäuregehalt nach oben zunimmt, sind in der Regel nur die obersten drei Meter der bis fünf Meter mächtigen Quarzitbänke bauwürdig.

Die Entstehung aller Arten von Quarzit ist auf Wanderung von Kieselsäure zurückzuführen. Nach R. Willstätter (Natur und Museum 1931) handelt es sich bei der Wanderung der Kieselsäure um ein Hydrid (Orthokieselsäure), das nicht beständig ist und stufenweise zu einer Polykieselsäure kondensiert wird. Aus dieser entstehen dann Kieselsäure-Kolloide und Gele, in welchen nur ein Teil des Wassers chemisch gebunden ist, die Hauptmenge desselben aber in Adsorptionsverbindung vorkommt. Das verbreitetste Zersetzungsmittel in der Natur ist Kohlensäure, die in der Regel vulkanischen Ursprungs ist. Das Optimum für die Beständigkeit der Kieselsäure ist bei  $\text{pH} = 3,2$  vorhanden, und zwar dann, wenn die Kohlensäure unter hohem Druck steht und in großer Verdünnung vorkommt (45).

Im Vorstehenden wurden die verschiedenen Äußerungen des Vulkanismus gekennzeichnet. Während im Brüxer Revier Basaltausscheidungen auch noch im Obermiozän anhielten, indem Basaltgänge mehrfach das Braunkohlenflöz durchsetzen, ist im Karlsbad-Falkenauer Reviere kein Fall bekannt, daß das gleichaltrige Antoniflöz von Basalt durchbrochen worden wäre. Auch ist die Kohle dieses Flözes in geringerem Maße veredelt worden als jene im Brüxer Reviere.

VII. Schließlich wird noch das Egerer Einbruchbecken erwähnt, dessen Länge in der Richtung N—S 24—25 km, dessen Breite 11—12 km beträgt, mit einer 9 km langen westl. Auslappung über Franzensbad hinaus. Das Egerer Becken liegt dort, wo die varistische Schwächezone von der wahrscheinlich noch älteren herzynischen Schwächezone (Böhmerwald—Thüringerwald—Harz) gekreuzt wird. Hier ist deshalb die Gesteinskruste in besonders weitgehendem Maße zertrümmert worden, so daß, abgesehen von den gasreichen Mineralquellen von Franzensbad, Dutzende von Sauerlingen hervortreten. Wegen der betonten Schwächung der Gesteinskruste neigt dieses Gebiet seit dem Tertiär zur Hebung, die nur zum Teil durch das entstandene Einbruchbecken ausgeglichen wurde. Die Hebung hat auch während des Diluviums angehalten und zur Entstehung der Schotterterrassen Anlaß gegeben, da die Eger während jeder Zwischeneiszeit ein großes Gefälle vorfand. Die auch jetzt noch anhaltende Hebung verursacht tektonische Beben, die im Vogtland, in Eger und Graslitz seit Jahrzehnten registriert wurden.

Die Entstehung des Egerer Einbruchbeckens setzt einen peripherischen Herd voraus, in welchem stellenweise eine Verlagerung des Magmas stattgefunden hat. Dadurch sind einzelne Teilmulden geschaffen worden:

a) Die nordwestl. Mulde, welche Trägerin der wirtschaftlich bedeutsamen Tonlagerstätten von Fonsau, Wildstein, Neudorf, Großloh und Watzkenreuth ist. Die Mulde ist entstanden im Zusammenhange mit der Aufwölbung des Elstergebirges. Durch Verlagerung des Magmas gegen NW wurde der „Telegraphenrang“ gebildet, das ist der auffällige Gefällsbruch, der von Haslau gegen Fleißen in der Richtung SW—NO verläuft und unabhängig von der sonstigen Tektonik des Egerlandes ist. Bei diesen Bewegungen wurde die Granitscholle zwischen dem Senkungsfeld und dem Elstergebirge schräggestellt, so daß der auflagernde Kaolin abgetragen und in der gleichzeitig entstehenden Mulde aufbereitet werden konnte.

b) Die NNW—SSO streichende tiefe Rinne parallel zum Ostrande des Beckens ist offenbar auf die Weise zu erklären, daß das Magma sich nach Osten verlagert und zur Entstehung des Kulmer Schieferriegels Anlaß gegeben hat. In dieser Rinne ist ein untermiozänes Braunkohlenflöz in einer Mächtigkeit bis 31 m abgelagert worden, das namentlich bei Hartessenreuth und Katzengrün sehr große Tiefe aufweist\*. Der Fleck- oder Fruchtschiefer am Ostrande des Beckens ist offenbar auf die Hitzeeinwirkung bei Verlagerung des Magmas zurückzuführen.

c) Die Wondrebmulde im südl. Teile des Einbruchbeckens ist wahrscheinlich durch die Basaltausscheidungen bei Pogroth bedingt, doch sind die diesbezüglichen Verhältnisse noch nicht ganz geklärt.

Außer den bereits erwähnten Thermen und Sauerlingen Nordwestböhmens gibt es noch zahlreiche andere Quellen, so die Thermen, die entlang der Elbe im Kreidesandstein erbohrt worden sind (33), ferner der Biliner Sauerbrunn, dessen Mineralisation jene aller anderen Sauerlinge in den Schatten stellt, und die Bitterwässervorkommen südlich von Brüx, die ihr Magnesiumsulfat dem Basalt entnehmen. Dann sind im Kaiserwald-Gebirge ganze Reihen von Sauerlingen vorhanden. Von ihnen sind hervorzuheben die Mg-reichen Sauerlinge von Grün und Neudorf in der Nähe des Serpentinrückens des Wolfsteins. Werden alle diese Thermen und Mineralquellen auf einen einheitlichen Nenner gebracht, so ist es der Vulkanismus, der sich an die varistische Schwächezone knüpft.

---

\* Das Deckgebirge über dem Flöz besitzt eine Mächtigkeit bis über 200 m.

Beilage zu: Die Karlsbader Heilquellen von Dr. Michler  
 Maßstab 1:150 000

Granit	Gneis	Basalt. Phon.	Altsattler Sandst.
Phyllit	Klimmer. Hornst. Schiefer	Thrl. u. Filuv.	Quarzite

