

Internationale Zeitschrift für Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie



Offizielles Publikationsorgan des Internationalen Bohrtechniker-Verbandes

Mit der Beilage: „Allgemeine österreichische Chemiker- und Techniker-Zeitung“



Nr. 1

Wien, 1. Jänner 1925.

XXXIII. Jahrgang.

Inhalt: Auftreten und Salzführung der Mineralquellen in der südlichen Steiermark. — Die Mineralquellenprovinz der Südost-Steiermark.

HERZLICHES GLÜCKAUF 1925! HANS URBAN.

Auftreten und Salzführung der Mineralquellen in der südlichen Steiermark.

Vortrag, gehalten auf der 29. Wanderversammlung des Internationalen Vereines der Bohringenieur- und Bohrtechniker in Leoben am 5. Oktober 1924

von Hofrat Dr. Alexander Tornquist,

Professor der Geologie und Mineralogie an der Technischen Hochschule in Graz.

Das Land Steiermark, das industriereichste Land Oesterreichs, ist der Ort dieser Versammlung und ich erlaube mir, mit der Darstellung eines steirischen, technischen Problems die Vortragserie zu eröffnen. Wir begeben uns in den südöstlichsten Teil der heutigen Steiermark, zugleich in die südöstlichste Landschaft des geschlossenen, deutschen Sprachgebietes.

Dieser Teil, südlich von Wildon, 30 km südlich Graz gelegen, ist der letzte bei Oesterreich verbliebene Rest der früheren bis zur Save ausgedehnten Südsteiermark. Mit dem Uebergang des Gebirgslandes nördlich der Save und an die Drau und ihrer Nebenflüsse, abwärts Bleiburg, Unterdrauburg sind bedeutende Bodenschätze in den Jugoslawischen Staat übergegangen, unter ihnen besonders wertvolle Mineralquellen, von welchen diejenigen von Rohitsch und Radein mit ihren modernen, leistungsfähigsten Fassungen in erster Linie zu nennen sind.

Seit 1918 ist bekanntlich eine durch Ausfuhr- und Einfuhrzoll und durch die schleppende Behandlung der Ausfuhr Güter an der neuen Staatsgrenze bedingte wirtschaftliche Abschnürung der neuen Staaten von einander eingetreten, welche im Verein mit den valutarischen Hemmungen im Handel und besonders in S. H. S. drückenden Steuervorschriften, zeitweilig einer völligen Sperrung des Mineralwasserbezuges aus Jugoslawien gleichkam. Seit jener Zeit setzten die Bestrebungen ein, in Oesterreich einen Ersatz für die ihm verloren gegangenen Mineralquellen zu schaffen und die Untersuchung der in Oesterreich. Südsteiermark verbliebenen Mineralquellen, welche der gleichen Mineralwasserprovinz, wie Radein und Rohitsch angehören, setzte ein. Die seitherigen Erfahrungen geologischer Untersuchung dieser Quellen haben zu allgemein verwertbaren Resultaten geführt, welche den Gegenstand dieses Vortrages bilden sollen.

Aus der Vorkriegszeit stehen lediglich die teilweise gut gefaßten Mineralquellen des Vulkangebietes von Gleichenberg zur Verfügung. Trotz der hohen Qualität dieser Quellen und ihrer Ergiebigkeit leidet

die Marktfähigkeit ihres Mineralwassers aber sehr unter den kostspieligen Bringungsverhältnissen zur Bahn. Zuerst war es vor vier Jahren die rührige Mineralwasserfirma Helle-Graz, welche durch die Neufassung der Sulzerquellen bei Kahlsdorf, 12 km südlich Graz gelegenen, dem Mineralwassermarkt der Steiermark und Wiens ein neues qualitativ vollwertiges Wasser mit gutem geschäftlichen Erfolge zuführte. Gleichzeitig wurde die Aufmerksamkeit auf die Vogauer Mineralquellen gelenkt, welche aber erst seit Herbst 1923 in einer modernen, dem Charakter der Wasser entsprechenden Ausführung stehen.

Die Herkunft, das Auftreten, die Beschaffenheit dieser österreichischen Quellen, ebenso wie derjenigen von Radein und Umgebung in Jugoslawien sind unter einheitlichem Gesichtspunkt zu betrachten und stehen sie alle unter dem entscheidenden Einflusse der geologischen Verhältnisse dieses Gebietes. Wir befinden uns am Ostrande der Alpen, dort, wo das mittelsteirische Alpengebirge allmählich unter der Bedeckung jungtertiärer, mariner Mergel, Sande und Tone verschwindet. Der Rand der Ueberdeckung bildet eine sehr unregelmäßige Linie, denn wir haben uns vorzustellen, daß sich das schon während der Kontinentalzeit des Alttertiärs ausgebildete, vielfach schon in der Mittelkreide vorgebildete, starke Gebirgsrelief auch unter der mächtigen Tertiärbedeckung vorfindet. Wir beobachten daher tief in den Alpenkörper eindringende, von Jungtertiär ausgefüllte Buchten, und andererseits inmitten der tertiären Tone, Mergel, Sande und Schotter auch isolierte felsige Auftragungen der Gipfel des in der Tiefe gelegenen Alpenkörpers. Die Buchten sind vielfach mit Süßwasserablagerungen des Altmiozäns erfüllt, den Kohlenbildungen von Köflach-Voitberg und Wies, über welchen erst die obermiozänen Schichten in mariner Ablagerung auftreten. Auftragungen inmitten mariner, miocäner Sedimente, einst Inseln in dem jungtertiären, pannonischen Meer, stellen der Grazer Schloßberg, das Sausalgebirge und andere Erhebungen des steirischen Hügellandes dar. Die tertiären Meeresablagerungen sind außerdem auch noch von vulkanischen Gebirgsstöcken überhöht. Die Trachytvulkane von Gleichenberg sind bereits zur ältesten Miocänzeit aufgestiegen und aufgeschüttet worden, die jüngeren Basalte von Gleichenberg, Riegersburg und von Weitendorf bei Wildon haben erst in pliocänen, junger Zeit die damals bereits in großer Mächtigkeit abgelagerten Tertiärsedimente durchstoßen.

Diese drei geologischen Elemente, die vulkanischen Gesteinsmassive, die Auftragungen der Gipfel des unter der jungtertiären Bedeckung gelegenen Al-

penkörpers und die mächtige tertiäre Gesteinsdecke, bilden wesentliche Vorbedingungen für die Charaktere jeder einzelnen Mineralquelle.

Zunächst ist das Entscheidende für die Beurteilung aller Mineralquellen dieses Gebietes, daß sie alle deutlich dem gleichen Typus der Säuerlinge angehören, in welchen neben der gebundenen Kohlensäure auch reichlich freie Kohlensäure vorhanden ist. Sie haben alle den gleichen primären Ursprung, welcher sich in Gleichenberg mit aller Deutlichkeit als ein vulkanischer zu erkennen gibt. Die Bestandteile des in den Mineralquellen enthaltenen Salzgemenges und der ungebundenen Ionen - Kationen, sowie die Kohlensäure treten durch Entgasung eines in der Tiefe liegenden Vulkankörpers, entweder dort noch vorhandener Massen vulkanischer Schmelzflüsse oder in Umkristallisation befindlicher vulkanischer Gesteinskörper auf.

Die große Uebereinstimmung der Gleichenberger Emma- und Konstantinquelle und die Abweichung des von ihnen ca. 7 km entfernten Johannisbrunnens bei Straden, welche alle direkt den Klüften vulkanischen Gesteins entspringen und von ihnen nur aus der Tiefe der vulkanischen Bildungen emporgeleitet sein können, beweist das völlig einwandfrei. Diese drei Quellen zeigen folgende Formeln: ¹⁾

	N	s	d	c	m
Emmaquelle = 6,0	68	12	10	8,5	—
Konstantinquelle = 7,2	67	14	10	—	—
Johannisbrunn = 5,4	67	—	—	13	16

Einen fast gleichen Aufbau des Salzgemenges zeigen ferner unter anderem auch die Karawankenquellen von Eisenkappel in Kärnten:

	N	s	y	d	c
Helenenquelle = 8,5	70	12,5	9,5	7	—
Konstantinquelle = 6,9	69	11	10,6	7	—
Ferner Hengsberg = 7,3	71	20	—	9	

Wir wollen diese Mineralquellen als solche mit primären Salzgemengen bezeichnen, als die primären Mineralquellen der betreffenden Mineralwasserprovinz.

Wesentlich anders sind die geologischen Verhältnisse, unter denen die anderen Mineralquellen dieses Gebietes an der Erdoberfläche erscheinen und wesentlich anders ist zugleich die Zusammensetzung des in ihnen enthaltenen Salzgemenges. Die Kalsdorfer Leopoldsquelle, die Vogauer (Sulzegger und Perbersdorfer) Sprudel, die Toblacher Quellen treten ebenso wie die Radein-Woritschauer Quellen inmitten der tertiären Decke zutage. In ihrer Nähe ist kein vulkanisches Gestein zu sehen und bei ihrer Fassung ist kein vulkanisches Gestein in der Tiefe angetroffen worden. Die Untersuchung dieser Quellgebiete hat aber die interessante Tatsache ergeben, daß auch ihr Auftreten an ganz bestimmte geologische Vorbedingungen gebunden ist. So treten die Toblbader Thermen, südwestlich Graz, dort auf, wo eine orographisch stark bemerkbare Aufragung devonischer Kalke aus der rings umrandenden Decke tertiärer

¹⁾ Nach der von Hofrat Dr. K n e t t eingeführten Nominierung. (Siehe Oesterreichs Kurorte und Heilquellen, herausgegeben vom Volksgesundheitsamt Wien, Jahrgang 1924, Heft 8, Seite 12). Die 1. Ziffer bedeutet den Salzgehalt Promille, die anderen Äquivalent-Prozente im gelösten Salzgemenge. Zahlen abgerundet.

Weiters bedeuten:

N	→	Jonen des Natriumhydrokarbonates
s	→	Natriumchlorides (Steinsalz)
d	→	Magnesiumchlorides
c	→	Calciumchlorides
m	→	Magnesiumhydrokarbonates
y	→	Calciumsulfates (Gips)

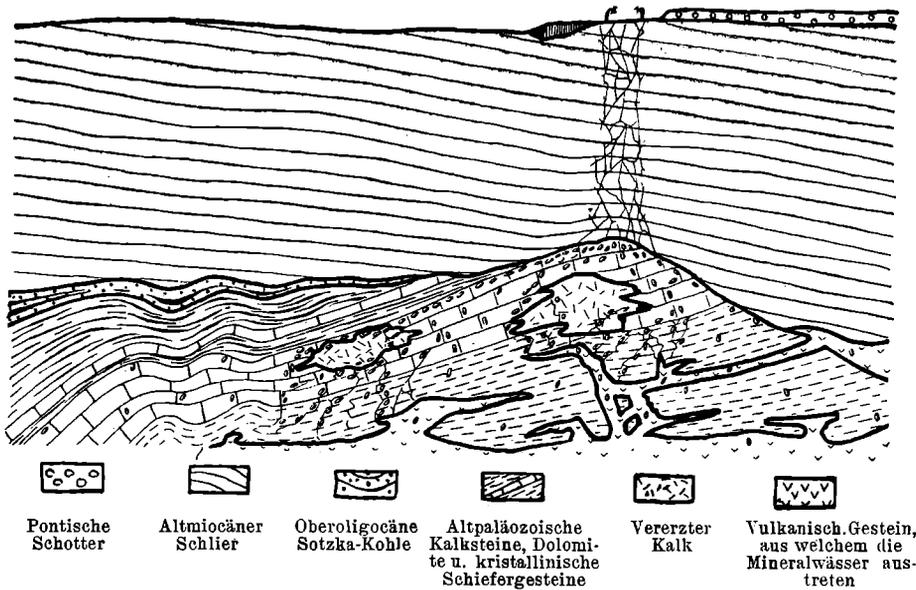
Sedimente über der Erdoberfläche erscheint; und bei Bohrungen für die Neufassung der Kalsdorfer Quellen ist man unter Murschötter auf eine Dolomitauftragung aus der Tiefe gestoßen, welche, wenn auch nicht über Tage sichtbar, einer südlichen Verlängerung des Grazer Schloßberges etwa entspricht. Daß die Mineralquellen gerade an diesen Aufragungen des unter der Tertiärdecke versenkten Alpengebirges empordringen, ist kein Zufall. Die Mineralwässer wurden in dem Kluftsystem der felsigen Aufragungen leicht an die Oberfläche geleitet, während die um diese Aufragungen gelagerten mächtigen, wasserundurchlässigen Tone und Mergelhorizonte der Tertiärformation einen völligen Wasserabschluß gegen oben bewirkten und den Aufstieg der Mineralwässer durch sie hindurch verhindern. Wenn aber das Auftreten dieser Mineralquellen durch das Vorhandensein von felsigen Aufragungen aus der Tiefe bedingt wird, so ist es klar, daß man in diesem Falle keineswegs mit einem direkt unter der Quelle gelegenen vulkanischen Gestein zu rechnen braucht. Das entgasende vulkanische Gestein kann in erheblicher horizontaler Entfernung von den Stellen liegen, an denen die Quellen über Tage erscheinen, sie sind eben auf der Ebene der Ueberlagerung der tertiären Decke über dem versenkten felsigen Gebirgsrelief, weit gewandert und konnten nur dort aufsteigen, wo sich felsige Aufragungen bis zur Erdoberfläche oder bis nahe der Erdoberfläche erheben. Die Mineralwässer dieser Quellen haben einen weiten Weg vom primären vulkanischen Gestein (dem Herd) durch das Kluftsystem des versenkten Dolomit- und Kalksteingebirges zurückgelegt und sind in intensiver Berührung mit nicht-vulkanischem Gestein, teilweise mit chemisch leicht löslichen Kalken und Dolomiten gekommen. Es ist daher kein Wunder, daß diese Mineralquellen auf ihrem langen Wege eine chemische Veränderung ihres Salzgehaltes erfahren haben und eine wesentlich andere Zusammensetzung zeigen als diejenigen der vorbenannten primären Mineralquellen. Sie sind vor allem durch das Zurücktreten der Chloride und durch die Aufnahme von Calcium und auch Magnesium ausgezeichnet.

Bei anderen Quellen, so bei den Vogauer Quellen und auch bei Radein ist aber bisher weder etwas vom vulkanischen Gestein noch auch etwas von einer Aufragung des felsigen Alpenkörpers bekannt geworden. Da sie aber in ihrer räumlichen Verteilung durchaus nichts von etwa bestehenden Verwerfungen im Tertiär erkennen lassen, ist gleichwohl damit zu rechnen, daß auch unter ihnen, aber unsichtbar, eine relativ tief in das Tertiär aufragende felsige Erhebung vorhanden ist. Wir haben uns den geologischen Bau ihrer Umgebung etwa so zu denken, wie es die beigegebene schematische Zeichnung erkennen läßt.

Diese Quellen zeigen eine wesentlich andere Zusammensetzung ihrer Salze, welche vor allem in dem Verschwinden der primären Chloride und weiters in dem ausgiebigen Ersatz der Natrium- und Kaliumkarbonate durch Calciumkarbonate besteht. Wir benennen diese neu hinzugekommenen Salze solche sekundärer Entstehung und sprechen von sekundären Mineralquellen der Mineralwasserprovinz.

Einen abgeschwächten sekundären Charakter zeigt ganz im Einklang mit den Befunden die im Gegensatz zu den Gleichenberger Quellen nicht direkt aus dem vulkanischen Gestein entspringende, aber im Gegensatz zu der Vogauer Quelle doch direkt aus einer Aufragung des in den tertiären Sedimenten versenkten

Schematische Darstellung des Weges, auf welchem die Mineralwässer von Perbersdorf im Vogau von ihrem Herd (vulkanische Gesteine) an die Oberfläche gelangen.



gestimmt sind. Auf dem langen Wege, welchen vor allem die sekundären Quellen in der Tiefe unter Druck und in hoher Temperatur in Spalten löslicher Gesteine zurückgelegt haben, muß durch Abgabe und Aufnahme von Stoffen eine sehr vollkommene Abstimmung der im Salzgemenge vorhandenen Salze gegeneinander entstanden sein. Es kann daher auch nie gelingen, ein Mineralwasser durch Mischung von in der Analyse angeführten Salzen künstlich nachzumachen.

Diese fein abgestimmten Salzgemenge unserer Mineralquellen und vor allem der sekundären, sind auch äußerst empfindlich gegen ihnen fremde chemische Agentien. Schon die Berührung mit der Luft oder der Verlust eines Teiles ihrer freien Kohlensäure bewirkt in ihnen eine tiefgehende Störung des Lösungs-

Alpengebirges entspringende Kalsdorfer Quelle, deren Formel wie folgt ist*):

	Np	k	b	m
Kalsdorf = 4,5	70	20	—	9
Ebenso die Quelle v.				
Toiblbad = 0,6	59	—	31	9

Stark abweichenden Salzcharakter zeigen dagegen die ausgesprochen sekundären, aus Haarspalten der marinen Schlierschichten austretenden Vogauer Quellen:

	K	m	n	p
Sulzegg. Sofienquelle = 3,4	72	18	6,4	—
„ Franz. Qu = 4,0	69	23	7,5	—
Perbersdorf = 2,6	59	23	10	—

Die Verschiedenheit der Zusammensetzung aller dieser Quellen hängt auf das deutlichste mit den geologischen Verhältnissen des Untergrundes zusammen, alle führen in großer Tiefe innerhalb der Region der vulkanischen Gesteine ungefähr ein gleich zusammengesetztes Salzgemenge; die Unterschiede in der Zusammensetzung der Salze entstehen erst beim Aufstieg durch den geologisch verschieden aufgebauten Untergrund. Wenn wir daher alle jene Mineralquellen zu einer Mineralwasserprovinz zusammenfassen, welche dem gleichen Herdgestein entspringen, so ergibt sich, daß Mineralquellen von stark abweichender Salzführung, allerdings unter Bewahrung ihres übereinstimmenden Grundcharakters (es sind alle Säuerlinge), in einer und derselben Mineralwasserprovinz auftreten können.

Das Studium der Mineralquellen gehört noch zu den vernachlässigtesten Kapiteln der Geologie. Die Deutung ihres Chemismus und der sich in ihnen abspielenden chemischen Vorgänge ist äußerst schwierig. Wir wissen nicht, ob die durch die Analyse nachgewiesenen Elemente in der Tat in den Verbindungen gelöst sind, welche zumeist angegeben werden. Es ist aber sicher, daß die Mineralquellen, und vor allem gilt das wohl für die sekundären Salze enthaltenden, Salze enthalten, welche äußerst fein gegeneinander ab-

stimmungsgleichgewichtes, welches sich bei unzureichender Fassung durch das Ausfallen neu entstandener Salze zeigt. Ihre Fassung ist daher schwierig und erfordert die genaue Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Die Grundregel für die Fassung von Mineralquellen lautet, daß das Mineralwasser, ohne mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gekommen zu sein, in der Beschaffenheit und unter dem Druck in die Füllflaschen gelangt, wie es in den Klüften und Spalten des Gebirges, dem es entnommen wird, zirkuliert.

Die Fassung solcher Quellen muß daher in Senkschächten erfolgen, in denen die Abfüllvorrichtung viele Meter unter der normalen Steighöhe des Mineralwassers gelegen ist. Bei einer solchen Fassung tritt das Mineralwasser unter natürlichem Druck und mit seinem nahezu vollen Kohlensäuregehalt in die Flasche ein.

Die Vogauer Quellen von Sulzegg und Perbersdorf zeigen aber noch eine andere bemerkenswerte Erscheinung, und damit kommen wir zur Verwertung der vorerst nur für die Theorie der Mineralwassergeologie wichtigen Ergebnisse für die Bohrpraxis. Im Vogau sind die in der Analyse nahezu völlig übereinstimmenden Quellen von Sulzegg und Perbersdorf von einander 2,5 km entfernt. Man ersieht hieraus: Je größer die horizontale Entfernung chemisch identischer Quellen ist, um so entfernter von der Tagesoberfläche muß der gemeinsame Herd und das die sekundären Eigenschaften bestimmende, vom Mineralwasser durchströmte Gebirge gelegen sein. Man hat bei diesen sekundären Quellen keine Aussicht, Qualität und Quantität des Wassers durch besonders tiefe Bohrungen zu heben. Eine Aussicht, stärkere Quelladern durch Tiefbohrungen aufzuschließen, besteht lediglich bei primären oder nahezu primären Quellen.

Die Beurteilung der Möglichkeit, besonders ergiebiger, sekundärer Quellen in auszuführenden Tiefbohrungen zu fassen hängt wesentlich davon ab, in welcher Tiefe unter dem Tertiär heute felsige Gesteine angetroffen werden und an welcher Stelle diese sich der Erdoberfläche am meisten nähern. Durch die geologische Beobachtung lassen sich diese Fragen nicht lösen, es wäre hier mit bester Aussicht auf Erfolg am Platze, die geophysikalische Schürfmethode anzuwenden, wie sie die Seismos und

*) Es bedeuten:

Np	Jonen des	Natrium- und Kalium-Hydrokarbonates
K, k	»	Calciumhydrokarbonates
n	»	Natrium »
b	»	Magnesiumsulfates

die elektrische Bodenuntersuchung (Elbof) der Firma Piepmeier u. Co. in Kassel-Wilhelmshöhe ausführt.

Jedenfalls verspricht die weitere Entwicklung der Mineralwassergeologie noch die interessantesten Resultate und aus jeder wissenschaftlichen Klärung eines technischen Problems sprießt Nutzen für die technische Praxis und die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens.

Die Mineralquellenprovinz der Südost-Steiermark.

Von J. Knett.

Nach den Aufzeichnungen der abgeführten Diskussion auf der Wanderversammlung der Bohrtechniker in Leoben am 5. Oktober 1924 anlässlich des gleichen Vortragsthemas Hofrat Prof. Dr. Tornquists. — Nachstehender Wortlaut ist an mehreren Stellen erweitert.

Das Gebiet, welches hier als Mineralquellenprovinz betrachtet wurde, bzw. wird, hat eine Länge von schätzungsweise 50 km und eine halb so große Breite. Es ist nicht etwa gleichmäßig mit Mineralquellen versehen, sondern weist große Lücken auf, doch nicht in dem Sinne, daß letztere mehr oder weniger abgerundete quellenfreie Inseln darstellen; im Gegenteil, die einzelnen Quellengruppen oder Sippen sind es, die sich durch derartige Linien umgrenzen lassen, wohingegen die zwischengelegenen Geländeteile völlig mineralquellenfrei bleiben. Schon dieser Umstand deutet darauf, daß die einzelnen Quellensippschaften eine ähnlich beschränkte Ursache ihrer Entstehung oder eine bestimmte Veranlassung für ihr erdoberflächliches Auftreten zur Voraussetzung haben müssen, seien es jetzt genetische, tektonische, topische oder mechanische. Vier Gruppen sind es, in die sie geschieden werden können und zwar von West nach Ost und Süd: in die Hengsberg-Kalsdorfer, in die Vogauer, in die Gleichenberger und die Radeiner; letztere gehört seit 1919 zum Serben-, Hrvaten- und Slovenenstaat, weshalb sie nur zu Vergleichszwecken herangezogen werden soll.

Die hauptsächlichste und umfangreichste der deutschsteirischen Quellengruppen ist die Gleichenberger, deren Umgrenzung ein N—S orientiertes Oval von ca. 18—20 km Länge ergibt. Diese Quellengruppe liegt zwischen den Flüssen Raab und Mur und umfaßt außer den genannten Heilquellen vom Typus N.s*) noch eine ziemliche Anzahl von Mineralquellen, wie nördlich von Gleichenberg die Klausenquelle, dann jene von Hofstätten und Trautmannsdorf, ferner südlich die „Brodelsulz“ am Hochstraden (Basalt-)Plateau, eine der mächtigsten aller mofettischen Exhalationen, weiters die Sauerlinge bei Dirnbach, Karbach, Hof-Johannisbrunn, Neusetz und Unterlaasen. Noch südlicher liegt das Radeiner Quellengebiet in der Murdepression, das aus mehrfachen Gründen noch in den Kreis dieser Betrachtungen gezogen werden könnte, nicht aber das noch viel südlicher gelegene Rohitscher Sauerbrunnengebiet, welches genetisch und tektonisch eine spezielle Sache für sich bildet**). Das Radeiner Quellengebiet weist in seiner Umgrenzung gleichfalls eine ovale Form, jedoch mit einer west-östlichen Erstreckung von 20 km Längsachse auf.

Kehren wir von Laasen, resp. von Süd nach Nord an der Ostgrenze Steiermarks zurück, so passieren wir die Sauerlinge von Klösch-Gruisla, von Pichla, Klap-

*) Siehe die Erklärung der Charakterformeln am Schlusse dieses Aufsatzes.

***) Vergl. J. Knett: Die geologisch-quellentektonischen Verhältnisse von Rohitsch-Sauerbrunn. — Wiener Klinische Wochenschrift, 1909.

ping, (Szottina i. Ungarn) und Neustift, die alle teils aus dem Quartär, teils nach Winklers Untersuchungen an Bruchlinien aus dem Sarmatikum oder aus vulkanischen Gesteinen austreten; denn es handelt sich bei Gleichenberg um einen derartigen Boden, welcher hauptsächlich aus älteren trachytischen sowie aus jüngeren basaltischen Massen aufgebaut ist. Die schon angedeuteten Neogensedimente sind teils sandiger, teils kalkiger oder toniger Beschaffenheit. Wir haben hier ein außerordentlich typisches Gebiet ehemaliger (tertiärer) Eruptionen vor uns, und wenn irgendwo der Hinweis auf das Vorkommen von Kohlensäure als Nachwirkung des Vulkanismus am Platze ist, dann gilt das für hier. Denn die gebundene und freie Kohlensäure dieser Mineralquellen, die durchwegs Sauerbrunnen sind, bzw. mofettische Entgasungen aufweisen, versinnlichen uns unbezweifelbar einen postvulkanischen Prozeß. Die absorbierten wie blasenförmigen Quellengase sind also juvenil, vielleicht ist bei einzelnen Quellen auch ein Teil des Wassers selbst kondensierter Dampf aus dem Erdinnern. Dagegen glaube ich weniger an die juvenile Herkunft der Salzbestandteile. Die Auslaugung von Trachyten liefert Natronwässer, die von Basalten Kalkwässer; ebenso können natürlich beim Durchwandern von sarmatischem Kalk oder von kalkschalenführendem Sandstein nur Kalkquellen resultieren. Wir kommen darauf noch zurück.

36 km weiter abseits gegen NO liegt inmitten einer weiten Tertiärlandschaft Sulz bei Güssing im Burgenland mit tachydrischen, d. h. erdchloridischen Natronsauerlingen (Type N.cd) nahe westlich von einer tertiären Eruptionsskuppe; also ein ganz exponierter Quellenpunkt.

Ebensoweit abseits, aber gegen WNW liegt die zweite u. zw. viel kleinere als die Gleichenberger, aber auch viel weniger dicht besäte Sauerbrunngruppe; es ist jene von Hengsberg-Kalsdorf. Unter dem letzteren Namen fasse ich die Mineralquellen von Groß Sulz (d. i. der eigentliche „Kalsdorfer“), von Waasen (St. Ulrich) und Heiligenkreuz zusammen. Sie entspringen, wie schon Herr Hofrat Tornquist bemerkte, aus dem Tertiär, ohne daß vulkanische Gebilde erdoberflächlich zu sehen oder bei Fassungsarbeiten angetroffen worden wären. Allerdings wissen wir nicht, was tiefer drunten liegt.

Nach meinen Feststellungen v. J. 1922 handelt es sich beim Hengsberger Sauerbrunn nächst Preding um einen dichten, schichtenweise aber sandsteinigen Ton mit marinen (wenn auch schlecht erhaltenen) Fossilien wie Cardium, Pinna und anderen Bivalven, was bisher ziemlich unbekannt war. Nachdem dieser alkalische Sauerling die typische Charakterformel N.s besitzt, kann man unmöglich annehmen, daß das Natron aus dem tertiären Meereston selbst stammt. Ich habe damals das Auftreten des Hengsberger Sauerbrunnens mit dem westlichen, SSW—NNO streichenden Abbruch des Sausalgebirges, d. i. einer nach meiner Auffassung horstartigen Scholle aus paläozoischen Gesteinen, in Verbindung gebracht.

Diese Richtung weist in ihrer nördlichen Verlängerung zum Kalsdorfer Sauerbrunnengebiet. Nach einer Analyse von Fresenius jun. ist die Hauptquelle des letzteren (Gr. Sulz) gleichfalls ein Natronsauerling, und zwar ergibt sich nach meiner Aufstellung die Type N.c(b), d. h. eine (schwach bittersalzige) calciumchloridische Natronquelle. Die HCO_3 -Ionen sind mit den Na—K-Ionen vollkommen isovalent; sie reichen gerade oder nur hin, um die Aetzkali-Ionen zu binden, was das Zeichen Np gibt, wenn man eben das Kalium noch miteinbeziehen will. Ein Ueber-

schuß von HCO_3 für Ca oder Mg ist nicht vorhanden, im Gegenteil, das Ca findet sein isovalentes Gegenüber in einer gleichgroßen Menge von Cl-Ionen (ergibt das Zeichen c) und die Mg-Ionen wieder in den SO_4 -Ionen (=b). Die chemische Charakteristik stellt sich demnach zu Np.c(b), ja man kann aus den angeführten Gründen den Kalsdorfer bezw. Gr. Sulzer, Sauerbrunn im Sinne meiner Typenformelaufstellung geradezu als ein Musterbeispiel eines eindeutigen Mineralquellencharakters bezeichnen. Die chemische Beschaffenheit ist also nicht Np.k.b, wie in dem Vortrag versehentlich angeführt wurde; es soll anstatt Calciumbicarbonat (k) richtig Calciumchlorid (c) heißen. Es ist dies festzustellen notwendig, weil der Mineralwassercharakter Np.k einen Mischtypus der angenommenen primären und sekundären Mineralquellen bedeuten würde, der indes in unserem Betrachtungsgebiet nicht vorhanden ist. Auch diese Natronquelle kann weder aus Tertiärton, noch aus der bei der Quellenbohrung angeblich angetroffenen Dolomitauftragung stammen; es dürfte sich wohl um einen großen Gesteinsblock gehandelt haben, bei dessen Antreffen die Bohrung eingestellt wurde. Es ist dies bekanntlich ein immer wiederkehrendes fragliches Ergebnis, das sich stets dort einstellt, wo man schon am „Fels“ oder „Grundgestein“ zu sein hofft oder glaubt. Wie dem auch sei, das Natrium ist auch dort kein juveniles Exhalationsprodukt, sondern muß aus einem feldspathältigen Gestein der Tiefe stammen, sei es nun ein jüngeres oder älteres Massen- oder Schiefergestein. Bemerkenswert ist immerhin die Typenübereinstimmung in den beiden Hauptbestandteilen N.c von Sulz bei Güssing und Gr. Sulz bei Kalsdorf*).

Noch weiter WNW sind an der Fortsetzung des Alpenbruchrandes (Weiz-) Graz—Deutsch Landsberg gegen das pannonische Becken die Quellen von Toblbäd gelegen, die aus alpinem Kalkgestein entspringen, wenn auch ein wenig von Tertiärschotter überlagert. Sie gehören sicher nicht in diese Betrachtung herein, weil sie völlig anders beschaffen, nämlich stoffarme Warmquellen (Akratothermen) sind, die ebenso wie die relativen Thermen von Weiz situiert und genau so wie die Vöslauer Thermen mit dem Alpenbruchrand**) gegen das Wiener Becken in genetischer und topischer Analogie stehen und überdies ganz denselben Mineralcharakter K.b.(= bittersalzige Kalkquellen) besitzen. Es ist demnach nicht richtig, daß die Beschaffenheit Toblbads ($0,6\text{K}_{59}\text{b}_{31}$) mit der von Kalsdorf ($4,5\text{Np}_{70}\text{c}_{20}$) irgendeine nähere Verwandtschaft besitzt. So wie in der betreffenden Tabelle bei Kalsdorf, ist auch bei Toblbäd leider eine Verwechslung unterlaufen und damit fallen die daran geknüpften Annahmen (Zugehörigkeit dieser Quellen zu den durch die Typenform N.s oder N.s.cd charakterisierten primären Mineralquellen einer primären Mineralwasserprovinz, deren Herd das versenkte oder zutage aufragende Alpengebirge sein soll). Denn die Mineralisierung solcher Quellen hängt nicht von dem Gebirgscharakter als solchem, sondern von der Gesteinsbeschaffenheit ab, die ja bei einem älteren Gebirge, gleichviel ob zutage anstehend oder in die Tiefe verborgen sehr verschieden sein kann. Die petrographische oder lithologische Zusammensetzung wäre nur dann nebensächlich (es sind mir einige

solcher Fälle bekannt), wenn es sich um ausgesprochen profunde Mineralquellen handelt oder um solche, die unter hohem Druck, bezw. mit großer Ergiebigkeit die Erdkrustengesteine passieren, was aber bei den betrachteten Quellen nicht zutrifft.

Der von dem Herrn Vortragenden als primärer Typus der südoststeirischen Mineralquellen angesehene kochsalzige Natron-Charakter (N.s) kann übrigens auch aus anderen denn aus kalkalpinen Gesteinen hervorgehen (Ems aus Unterdevonsandstein, Luhatschowitz aus Flyschsandstein usw.), wobei ich grundsätzlich nicht immer an die Herkunft der Salze aus dem Austrittsgestein selbst denke, da dasselbe auch lediglich Träger der fertig mineralisierten Quellenwässer sein kann. Auf das Zustandekommen des gleichen Charakters N.s bei der Schallerbacher Therme bin ich schon einmal des näheren eingegangen und werde darauf noch kurz zurückkommen.

Es sei wiederholt, daß, wenn nicht plagioklasführende Gesteine vorliegen, alle Wässer aus sauren (granitischen, porphyrischen oder trachytischen) Magmen Natroncharakter ergeben; nur dort, wo aus diesen Gesteinen neben den Soda-Ionen noch die des Kochsalzes oder gar zugleich des Glaubersalzes hinzutreten (Franzensbad, Marienbad, Karlsbad), beginnt das Kopfzerbrechen über die Herkunft der Schwefelsäure und namentlich des Chlors in diesen „Granitquellen“ und als Folge hiervon dann die „juvenile Verlegenheitsannahme“, wobei man sich auch der chloridischen Exhalationen und Efflorescenzen an recenten Vulkanen erinnert, obschon diese Eruptionen mit der Bildung der Granite wenig gemein haben. Sicher ist, daß das Na Cl aus der direkten Auslaugung granitischer Gesteine selbst nicht hervorgehen kann, wenn diese nicht in früheren Epochen oder in der Jetztzeit mit Salzwasser imprägniert worden sind*).

Das Chlornatrium in solchen Quellen ist also im allgemeinen ein unsicherer Indikator für die Herkunft desselben und der betreffenden Mineralwässer. Hingegen herrscht bei solchen, die in salzführendem Sedimentärgebirge (z. B. Devonkalk, Zechstein, marinem Tertiär) mineralisiert werden, natürlich kein weiterer Zweifel über die Provenienz.

Wenn also von den hier in Betracht kommenden und namentlich von den Gleichenberger Quellen angenommen wird, daß sie vulkanischen Ursprungs sind, so kann ich in Erwägung des Umstandes, daß das Natriumhydrocarbonat sowie die Chloride des Calciums und Magnesiums kaum als Entgasungsprodukte, bezw. als juvenil angesehen werden können, nur für einen Quellenbestandteil diese Genese anerkennen; das ist die Kohlensäure. Daß aber nicht für alle vulkanischen Gesteine unseres Gebietes der gleiche (alkalische) Auslaugungseffekt gilt, wie für den Trachyt von Gleichenberg, geht, wie schon bemerkt, daraus hervor, daß Mineralquellen aus basaltischen Gesteinen in den allermeisten Fällen nicht alkalischen, sondern erdigen Charakter besitzen, also Kalkquellen sind. Zu diesem Typus gehören bereits eine Anzahl Mineralquellen in nächster Nähe von Gleichenberg. Dadurch wird die zugrundegelegte Vorstellung von primären und sekundären Mineralquellen, sofern in ihnen eine Aenderungstendenz inner-

*) Die Ortsbezeichnungen Sulz deuten, analog wie die vielen Orts- und Flurenbenennungen Slatina in Jugoslawien auf salzhaltiges Wasser, was nicht immer gerade Kochsalz sein muß.

**) Vergl. die Skizze der tektonischen Linien und Tiefquellenpunkte der Ostalpenausläufer in J. Knett: Bad Einöd in Steiermark. — Oesterreichs Kurorte und Heilquellen, Mitt. des Volksges.-Amt., Heft 12, Wien, 1923.

*) Das dürfte möglicherweise an den Carinthiaquellen bei Eisenkappel (Type: N.s.y) der Fall sein, die aus Hornblendebiotitgranit entspringen, doch sind auch Grünschiefer, Tonalitschiefer und Werfener Schiefer in der Nähe. Von letzterem könnte die Kochsalz- und Gipsführung stammen, indes erhöhen sich die Zweifel über die vadose Mineralisierung dieser kohlenensäurereichen Quellen in Anbetracht ihres Borsäuregehaltes und ihrer bedeutsamen tektonischen Lage an der „Dinarischen Narbe“. Siehe Bad Einöd a. a. O.

steckt, deren Umfang von Haus aus vermeintlich sicherer zu ermessen gewesen war, als die Arbeiten und Kosten einer Tiefbohrung oder ausgebreiteten Einfangung und Umfassung des vorhandenen Mineralwassers in Perbersdorf.

Nun, andere Möglichkeiten, eine derartig arm-selig sich zutage ringende Quelle kaufmännisch zu verwerten, gibt es nicht; ein Mineralbrunnenversand benötigt schon einmal größere Wasserquantitäten, wenn er rentabel, bezw. konkurrenzfähig sein soll. Diese während der Tagesbetriebsstunden für Abfüllzwecke erforderlichen Mengen an Mineralwasser müssen deshalb, wenn nicht schon vorhanden, entweder durch technische Mittel (Bohrungen) direkt erzielt oder durch Nutzbarmachung der Nachwasserzuflüsse, also indirekt beschaffen werden. Letzteres aber durch einen Schachtbrunnen erreichen zu wollen, ist, wie schon früher bemerkt, total verfehlt. Seit die geschilderten Fragen beiseite gelegt wurden, soll mittlerweile der Vogauer Sauerbrunnbesitz in neue Hände gekommen sein und wie wir aus dem Vortrag des Herrn Hofrat Dr. Tornquist erfuhren, will man sich nun doch wieder Senkschachtfassungen zuwenden . . .

Mir ist in einigen Fällen der Nachweis gelungen, daß es eine vertikale Aberration gibt, daß ein in der Tiefe primär austretendes Mineralwasser bei seiner Wanderung nach oben hin, wo nahe zutage sekundäre, also anders beschaffene Wässer vorhanden sind, tatsächlich Aenderungen des Charakters und der Konzentration erleidet. Ich verweise diesbezüglich auf die Resultate der unter meiner Oberleitung 1907/8 in Rohitsch-Sauerbrunn durchgeführten Quellen-sanierungsarbeiten, wie auch auf die Resultate der von mir 1918 vorgeschlagenen Franzensbader Quellenerbohrungen. In letzterem Falle ist es gelungen, sogar die bis dahin völlig unbekannt primäre u. zw. höchst (fast 25⁰/₀₀) konzentrierte Tiefenkomponente festzustellen und nutzbar zu machen, wonach, umgekehrt die bisherigen (alten) Franzensbader Heilquellen von rund $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ dieser Salzführung als stark sekundär (insbesonders auch in ihrer Konzentration) veränderte Quellenerscheinungen aufzufassen sind. Und dennoch ist es bei diesen Bohrarbeiten an 2 Stellen auch gelungen, dieses „sekundäre“ Mineralwasser als springende Sprudelquellen aus ganz seichter Tiefe zutage zu locken, was hauptsächlich den günstigen Gasverhältnissen zuzuschreiben war. Ich könnte noch eine Reihe anderer Beispiele anführen, welche dartun, daß die Annahme, mit einer Bohrung könne nur an einem primären Mineralwasser ein quali- und quantitativer Erfolg erreicht werden, sowohl den theoretisch-hydrologischen Verhältnissen, wie auch den praktisch erwiesenen Tatsachen widerspricht. Welches die bohrtechnischen Voraussetzungen sind, um Mineralquellenerfolge überhaupt zu erzielen, habe ich in meinem Vortrag vor diesem Forum bezw. auf unserer a. o. Versammlung*) im Frühjahr 1922 sowohl im allgemeinem gestreift, wie im besonderen ausführlich geschildert.

Bei dieser Gelegenheit hatte ich auch die Genesis der Schallerbacher Bohrsquelle eingehend behandelt und den geologischen wie rechnerischen Nachweis erbracht, daß diese gleichfalls den Typus N.s aufweisende Quelle aus zwei Komponenten gebildet wird, deren eine aus dem Granit (sodaliefernd) stammt, während die andere dem (kochsalzabgebenden) Schlier

*) Ueber die Riesentherme von Schallerbach und die Sprudel-Glaubersalzquellen von Franzensbad als bohrtechnische Leistungen aus der Umsturzzeit. — Zeitschr. d. Int. Ver. d. Bohrtechn. Nr. 9—14, Wien 1922.

zugesprochen werden muß. Ich habe hiebei, wie das bei solchen Zergliederungen unbedingt der Fall sein muß, genau unterschieden zwischen den reinen Wasseranteilen und den Salzlieferungen aus den beiden in Betracht kommenden geologischen Elementen. Das Klarsehen, wenn man es bei solchen Quellenphänomenen überhaupt so nennen darf, erfordert freilich unausgesetztes Studium und praktische Betätigung mit dieser Materie, ansonst zu sehr die Gefahr von Fehlschlüssen droht.

Erst vor kurzem hatte ich den Satz ausgesprochen, daß die verschiedene Bildungsweise der einzelnen Thermal- und Mineralquellen sowie ihre unterirdische Wanderung bis zum erdoberflächlichen Austritt keine Verallgemeinerung verträgt, vielmehr das Ineinandergreifen der stofflichen Beschaffenheit des Bodens, der Auslaugungsfähigkeit der Gesteine, ferner dynamisch-geologischer Einzelheiten sowie der Herkunft des Quellwassers mit der Genesis, Mineralisierung und Topik der Heilquellen in jedem einzelnen Falle ein Problem für sich bildet. Und wie oft ist es dennoch trotz jahrzehntelanger Studien der verschiedensten Gelehrten und Praktiker bis heute nicht gelungen, in den Bildungsvorgang dieses oder jenes Quellenphänomens volles Licht zu bringen; ich hatte gleichfalls vor einigen Monaten erst ein solches Beispiel, betitelt „Geheimnis von Badgastein“, besprochen und mich gehütet, mit einem sicheren Urteil in dieser Frage hervortreten. Andere Quellenerscheinungen wieder lassen ihre Bildungsweise aus mehrfachen Gründen viel leichter durchschauen. Immerhin kann ich den Ausspruch Hofrat Prof. Tornquists, daß das Studium der Mineralquellen noch zu den vernachlässigsten Kapiteln der Geologie gehört, als leider zu berechtigt bestätigen. Ich habe das in den 30 Jahren, seit ich mich damit beschäftige, zur Genüge erkennen müssen, wenngleich es in dieser Hinsicht auch mehrere vorzügliche Arbeiten verschiedener Forscher gibt.

	*	*
In den angeführten	*	*
Typenformeln bedeuten		
s . . . isovalente Mengen von Natrium- und Chlor-Ionen		
c . . . » » » Calcium- » » »		
d . . . » » » Magnesium » » »		
y . . . » » » Calcium » Sulfat- »		
b . . . » » » Magnesium » » »		
p . . . » » » Kalium » Hydrokarbonat-Ionen		
n . . . » » » Natrium- » » »		
k . . . » » » Calcium- » » »		
m . . . » » » Magnesium » » »		

Bei bezifferten Charaktertypen bedeutet die vorangestellte Zahl die Konzentration des betreffenden Mineralwassers in ‰, d. h. Gramm Salzbestandteile pro 1000 gr des Wassers. Die petit sub lima beige-setzten Indexziffern deuten das Relativverhältnis in Äquivalentprozenten an. Der Buchstabe, der die vorwaltendsten Ionen ausdrückt, ist groß geschrieben, die anderen folgen der Reihe nach in abnehmendem Ausmaß.

Berichtigungen.

Im Artikel: Göttinger, Neues Oelvorkommen bei Salzburg, Heft 1924, 15. XII.:
 S. 190, rechte Spalte: 16. Zeile: Erforschung des Gebietes heran gezogen;
 „ „ „ „ 23. „ : der hier . . . zu erwarten ist;
 „ „ „ „ 15. Zeile: von unten: Der Flysch (statt Flysche);
 „ 191, linke „ : 1. „ : Jedenfalls ist durch die . . .

(Der Autor konnte infolge einer Reise die Korrektur nicht lesen.)