

Uranbestimmungen in Quellen südöstlich des Erzgebirges bis zum Wiener Thermalgebiet

VON

J. HOFFMANN

Aus dem Institut f. chem. Technologie anorganischer Stoffe der Technischen
Hochschule in Wien

Mit einer Figur im Text

(Eingegangen am 6. 6. 1941. Vorgelegt in der Sitzung vom 19. 6. 1941)

1. Beziehungen der Marienbader-Tepler zu den Franzensbader Quellen.

Die aus dem Franzensbader Moorlager austretenden Mineralquellen liegen in einer NWSO verlaufenden Zone, die dem Verlauf des Schladerbaches folgt. Es lassen sich sowohl Zusammenhänge einzelner Quellaustritte, wie auch Schnittlinien gehäufte Quellaustritte erkennen. Die Schnittlinien gehäufte Quellaustritte streben einem südlich von Moorlager gelegenen Schnittpunkt zu. Eine südlich vom Moorlager entspringende Mineralquelle stellt sichtlich den Anschluß an die südöstlich gelegenen Mineralquellen von Königswart und Marienbad her. Die Verbindungslinie der Franzensbader-Königswarter-Marienbader Quellen verläuft NWSO, die der Marienbader-Tepler¹ Quellen WO.

2. Die Marienbader Quelle.

Von der Marienbader Brunnenverwaltung wurden die Quellproben in grünen, mit Metallpreßhülsen versehenen Mineralwasserflaschen übermittelt, was zur Folge hatte, daß auf bisher unbekannte Spuren nicht geprüft werden konnte. Die untersuchten Probelösungen zeigten, aus verschiedenen Flaschen entnommen, verschiedenes Aussehen. Manche der Lösungen waren stark, manche schwächer getrübt. Beim Entleeren der eben geöffneten Flasche wurde entweder kein Freiwerden von Kohlensäurebläschen oder das Freiwerden nur spärlich beobachtet. Die Verschiedenheit ging offensichtlich damit Hand in Hand, daß der Metallpreßverschluß verschieden gut schloß. Der Geschmack sämtlicher untersuchter Proben war salzig zusammenziehend.

¹ Hier liegen etwa die Quellen von Abaschin, Podhorn, Gramling und Enkengrün. Quellen wie die von Einsiedel, Tepl, Schrikowitz, Sahrad und Konstantinbad streichen gleichlaufend mit dem Quarzpfahl.

Die Wasserstoffionenkonzentration.

Die best verschlossenen Flaschen wurden sofort nach dem Öffnen mit dem MERKSchen Universalindikator geprüft und durch den Vier-Elf-Indikator nachgeprüft. Die Anfangswerte entsprachen übereinstimmend $p_H = 7$; sie veränderten bei Stehenlassen der Proben in verschiedenen Zeiten. Es lagen neutral reagierende Lösungen vor, die sich in verschiedener Weise alkalisch änderten.

Beziehungen des Marienbader Kreuzbrunn, 9'6", zu Franzensbader Quellen.

Die folgende Gegenüberstellung läßt eine gradweise Verschiedenheit und eine nahe Verwandtschaft der Quellen erkennen:

	K	Na	Li	Mg	Ca	Mn	Fe
<i>Glauberquelle 1:</i>	51'8,	2518'6,	9'9,	35'02,	116'8,	0'07,	3'72
<i>Glauberquelle 2:</i>	156'7,	6391'4,	99'9,	146'5	, 538'9,	0'11,	6'77
<i>Kreuzbrunn</i> ²	: 293'3,	2945'9,	2'0,	121'66,	246'6,	4'46,	20'3
	Al	Cl	SO ₄	HCO ₃	H ₂ SiO ₃	HPO ₄	
<i>Glauberquelle 1:</i>	0'45,	1113'3,	3278'0,	81313'5,	73'5,	0'65	
<i>Glauberquelle 2:</i>	0'17,	2541'7,	1024'0,	23354'0,	75'8,	0'00	
							Sr Ba
<i>Kreuzbrunn</i>	: 3'70, 1199'9, 3724'5, 2931'0, 74'48, 0'44, 0'50, 0'30						
<i>Glauberquelle 1:</i>	1933'88		8515'38		10.449'21		Summe der Bestandteile ohne und mit CO ₂
<i>Glauberquelle 2:</i>	908'81		654'56		4.562'66		
<i>Kreuzbrunn</i>	: 2077'50		11.569'00		13.646'00		

Der Kreuzbrunn ist die salzreichste der Quellen, die den größten Gehalt an freier Kohlensäure hat; während sie auch den höchsten Sulfationengehalt zeigt, hält ihr Hydrocarbonationengehalt einen Mittelwert ein. Sind die Franzensbader Quellen, unter denen einzelne einen nachweisbaren Borsäuregehalt haben, durch Fumarolen bedingt anzunehmen, so sind sie doch insgesamt als alkaliärmere Tiefenwässer anzusprechen, die aus höhergelegenen Schichten vadosse Zuflüsse erhalten. Die erheblichen Sulfatmengen sämtlicher Quellen sind wohl kaum primär, sondern kamen vermutlich durch Auslaugung sulfatreicher höherer Schichten in die Quelllösungen.

² Die Analysenwerte des Kreuzbrunn wurden von der Badeverwaltung beigelegt.

Die Uranbestimmung des Kreuzbrunn.

Wurden diesmal Probelösungen benutzt, die nicht unmittelbar der Quelle entnommen und zweifellos verändert waren, so hatte es kaum Einfluß auf die Uranbestimmung der Quelle. Da nur durch Ockerabsätze Uranverluste zu befürchten waren, wurde der reichliche Bodenbelag quantitativ berücksichtigt. Die Gefahr, daß eine kurze Ausspülung mit verdünnter Salzsäure die Flaschenwände in unerwünschterweise angriff, bestand nach früheren Untersuchungen nicht.

Vermutlich stammen die in den Probelösungen nachweisbaren Zinnionen den Metallkapseln der Flaschen, die eine Stanniol-einlage haben.

Nach der Entfernung der Phosphationen der Quellösungen durch die Molybdatmethode wurden die Sesquioxidhydrate wiederholt gefällt und das Uran durch käufliches Ammoniak und Ammoniumcarbonat, bzw. durch Ammoniumcarbonat allein abgetrennt. Die mit der Uranmenge aktivierten, durchschnittlich 0'025 g schweren, gleichgroßen Natriumfluoridgläser ergaben, von Ultraviolett angeregt, durchschnittlich die Fluorescenz 10^{-7} gU. Da 1'000 OgNatriumfluorid und der Abdampfungsrückstand von zwei Liter Quellösung benutzt wurden, ergibt sich der Uran-gehalt zu $4 \cdot 10^{-6}$ gU/2 = $2 \cdot 10^{-6}$ gU/1 Liter Kreuzbrunn.

3. Mineralquellen des Tepler Hochlandes.

An verschiedenen Stellen treten in der Umgebung der Stadt Tepl Säuerlinge zutage, die als willkommene Trinkquellen benutzt werden. Der der Stadt zunächst gelegene, im Volksmund „Stinker-saling“ genannte Säuerling von ausgezeichnetem Geschmack, hinterläßt in seinem natürlichen Gerinn braune, sulfidische Ockermassen, die sich durch die Felder bis zu weit von der Quelle entfernten Stellen verfolgen lassen. In der sulfatig-kohlensäurehaltigen Quelle sind erhebliche Mengen organischer Substanzen nachweisbar, die Sulfate reduzieren und wohl den schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff³ bedingen. Wegen seines beträchtlichen Eisengehaltes und der purgierenden Wirkung wird der Säuerling als Heiltrank gepriesen.

Der Prosauer Sauerbrunn.

Während die kleineren Säuerlinge der nächsten Umgebung der Stadt allgemein zugänglich sind, ist der bei Prosau entspringende in Privatbesitz übergegangen und wird als wohl-

³ Die p_H wurden nicht geprüft; möglicherweise steht diese Quelle den Vitriolquellen nahe oder ist als solche zu werten.

schmeckendes Tafelwasser in den Handel gebracht. Die unmittelbar der Quelle entnommenen Probelösungen sind kurz nach ihrer Entnahme analysiert worden. Trotz des unvermeidlichen Schüttelns während des Transportes kamen die Lösungen völlig klar und ohne Sedimentbildung in Wien an.

Die Wasserstoffionenkonzentration, wie vorher bestimmt, ergab den Anfangswert $p_H = 6/15^\circ$, der zwei Stunden verblieb, nach drei Stunden zu $p_H = 7/16^\circ$ und nach sieben Stunden zu $p_H = 8/15^\circ$ veränderte. Eine zwei Monate gelagerte Probelösung, die völlig klar geblieben war und nur ein spuröses Sediment gebildet hatte, ergab den Anfangswert $p_H = 7/17^\circ$. Das spez. Gewicht wurde mit 1'0012 ermittelt. Qualitativ waren u. a. Chlorionen, nicht aber Brom- und Jodionen nachweisbar. Spektrographisch ließen sich auch Kalium-, Strontium- und Lithiumionen aufdecken.

Die Uranbestimmung.

Die Beseitigung von Phosphationen und die Fällung sowie die Abtrennung der Uranmenge erfolgte in gleicher Weise, wie früher. Bei der Abtrennung des Urans fielen die in der Quelle gelösten Manganionen auf, die so erheblich waren, daß sie teilweise der Urantrennung folgten und die mit Uran aktivierten Natriumfluoridgläser grünlich verfärbten, so daß sie vor der Feststellung ihrer Leuchtstärke durch reduzierendes Umschmelzen entfärbt werden mußten. Die starke blaugrüne Färbung der 25 mg schweren Natriumfluoridgläser, das verhältnismäßig rasche Rekristallisieren während des Liegens im Exiccator zu bräunlich-grauen Massen besagt, daß etwa $40 \cdot 25 \gamma \text{ Mn}^4$ bei der Urantrennung als Manganhydrocarbonat mitgingen, somit der Mangan-gehalt des Sauerbrunns noch größer ist.

Das Gewicht, sowie die Größe der Natriumfluoridgläser und die benutzte Natriumfluoridmenge war die gleiche wie vorher, die verwendete Trockensubstanz des Sauerbrunns entsprach dagegen nur 1892 cm³. Die Lichtstärke der Natriumfluoridgläser lag stets gleichbleibend zwischen den Werten $5 \cdot 10^{-7}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ gU, so daß der Mittelwert $75 \cdot 10^{-7}$ gU in Rechnung zu setzen war. Die Uranmenge entspricht somit: $3 \cdot 10^{-5} / 1892 = 16 \cdot 10^{-5} \text{ gU} / 1 \text{ Liter Prosauer Sauerbrunn}$.

Er ist daher uranedler als der Marienbader Kreuzbrunn.

⁴ J. HOFFMANN, Über einen empfindlichen Mangannachweis durch Natriumfluorid. Sprechsaal, 74, Nr. 5 (1941). Die im obigen Fall erfaßte Menge entspricht somit etwa 0'0001 Mn.

4. Die heiße Schwefelquelle von Schallerbach.

Die Schwefeltherme der Temperatur 36'6° dankt ihre Entdeckung einem 1917 mißglücktem Bohrversuch auf Erdöl, der in Wallern vorgenommen wurde. Als die Bohrung 293 m erreicht hatte, mußte sie wegen Einbruches von Schwefelwasser eingestellt werden. Die anschließend bei Schallerbach unternommenen Bohrungen stießen bei 350 m auf eine, zwischen Schlier eingelagerte Sandschichte, die Erdgase und Ölsuren aufdeckten. Dem glimmerreichen Schlier folgte bei 460 m Sand, aus dem Gase und heißes Wasser empordrangen. Bei den 1919 bis 478 m vorgetriebenen Bohrungen wurde pyritführenden Sand angefahren. Darüber, ob die Therme, deren Schüttung 600 Liter/Sek. beträgt, als juvenil zu werten ist, sind die Meinungen geteilt. Die nachgewiesene Borsäure zu $3 \cdot 10^{-3}$ g HBO_2 verrät auf alle Fälle die Mitwirkung von Fumarolen. Das farblose, schwach nach Schwefelwasserstoff riechende Wasser enthält Spuren von Pyritpartikeln. FRESSENIUS stellte fest, daß die an der Quelle meßbare Aktivität zu 1'2 M.E./Liter und der schwach bittere Geschmack des Wassers in kurzer Zeit verflüchtigt. Als wesentliche Bestandteile sind aufdeckbar gewesen: Kalium, Lithium, Germanium, Barium, Beryllium, Silber, Kupfer und Jod; der Mangangehalt zu $3 \cdot 10^{-5}$ g Mn/Liter übertrifft den nachweisbaren Eisengehalt. Hand in Hand mit dem Auftreten von Quellgasen, die aus 78'8 Vol-% Stickstoff und Edelgasen 21'2 Vol-% Methan, sowie Schwefelwasserstoff- und Kohlendioxydspuren bestehen, geht der Nitrit- und Nitratgehalt der Quelle. Vermutlich ist das Fehlen vulkaner oder durch vadoser Wässer bedingter Ammoniumspuren durch den Luftsauerstoff der durchströmten Sandschichten zu erklären.

Das Untersuchungsmaterial.

Von der Brunnenverwaltung wurden 50 Liter Quelllösung zur Verfügung gestellt, die in Weißglasflaschen verstöpselt und am 3. Tage untersucht wurden. Bohrproben waren an Ort und Stelle nicht mehr verfügbar, weshalb von den 1918 gesammelten, im Linzer Landesmuseum befindlichen Probematerial angesprochen werden mußte, das DR. J. SCHADLER, dem Verfasser übermittelte. Zur Analyse der Quelllösung wurden mit Rücksicht auf die Salzkonzentration 0'564 g feste Stoffe/Liter 18 Liter eingedampft und der Abdampfungsrückstand untersucht. Der analy-

sierte Schlier war wie alle übrigen Proben braungrau, fettig, und mit kleinen Quarzkörnern untersetzt; der Sand bestand hauptsächlich aus sehr feinkörnigem Quarzsand, der nur zuweilen größere weißlich bis schwach bläulichweiße, runde bis kugelige Quarze und vereinzelte sechseckige, dunkelbraune Glimmerplättchen⁵ enthielt. Die Sandprobe entstammte der Bohrung von 1918 der Tiefe 461·3 *m*; der Schlier, der der gleichen Bohrung entstammte, wurde bei der Tiefe von 122·7 *m* entnommen.

Der Sand

der aus	80·57 % SiO ₂
	9·76 % Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
	<u>9·67 % Erdalkalioxyde + Alkalioxyde (Rest)</u>
	100·00 %

bestand, ergab nach dem Aufschluß eine farblose Lösung und beim Fällern des Sesquioxidhydrate einen weißen Niederschlag, was besagt, daß er nur Spuren farbiger Metallverbindungen enthält. Zur Erfassung des gesamten Urangehaltes wurde deshalb eine dreifache Fällung unter Zusatz von absolut uranfreiem Ferrichlorid vorgesehen.

Die Fluoreszenzstärke der abgetrennten Uranmenge entsprach genau $5 \cdot 10^{-8}$ gU, woraus sich ergab:

$$40 \cdot 5 \cdot 10^{-8} \text{ gU} / 1 \cdot 0000 \text{ g Sand} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ g U} / 1 \text{ g Sand} = 2 \cdot 10^{-4} \% \text{ U.}$$

Der Schlier.

Eine zur Orientierung vorgenommene Analyse, wobei nur ein wolkiger Alkalicarbonataufschluß erzielbar war, ergab:

2·50 % H₂O, 100 bis 105°.

13·54 % Hydratwasser + organische Substanzen, 1000°.

48·95 % SiO₂.⁶

20·37 % Al₂O₃ + Fe₂O₃; hiervon 4·21 % Fe₂O₃.

85·36 %; somit 14·64 % Oxyde der Erden und Alkalien.

⁵ Die Dimensionen der lichten, stark lichtbrechenden Glimmer entsprechen durchschnittlich der Größe der Quarzpartikel, während die Formen des dunklen Glimmers das zehn- bis zwanzigfache erreichte.

⁶ Vergleichshalber seien die durchschnittlichen Zusammensetzungen angeführt:

Tone	H ₂ O,	SiO ₂ ,	Al ₂ O ₃ ,	Fe ₂ O ₃ ,	MgO,	CaO,	Na ₂ O,	K ₂ O
Primär:	16·3,	49·4,	30·1,	3·9,	—	0·38,	—	—
Sekundär:	6·7,	61·9,	20·73,	5·01,	0·59,	0·5,	0·2,	3·2

Bei der Uranbestimmung wirkte sich der scheinbar hohe Calciumgehalt derart störend aus, daß die Sesquihydratfällungen und die Urantrennungen öfters als sonst umgefällt werden mußten.

Die Fluoreszenzstärke der abgetrennten Uranmenge entsprach durchschnittlich $5 \cdot 10^{-9}$, weshalb der Uranwert ist:

$$200 \cdot 10^{-9} \text{ gU/1 g} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ gU/1 g Schlier} = 2 \cdot 10^{-5} \% \text{ U.}$$

Die Schwefelquelle.

Wegen der vorhandenen geringen Menge der gelösten Stoffe wurde vorerst der Abdampfungsrückstand von 18 Liter verwendet. Unter Benützung von Ferrichlorid MERCK, p. a., das einer dreifachen Urantrennung unterworfen wurde, ergab sich nach Entfernung sämtlicher fluoreszenzstörender Ionen qualitativ eine stark ausgeprägte Fluoreszenz des Urans. Die verbliebene Probenmenge von etwa 30 Liter Quelllösung wurde dazu benützt, festzustellen, ob Spuren Seltener Erden nachweisbar sind. Hierbei wurde Al, Th, Zr, Fe, Ti und die S. E. entsprechend mit Hydroxylaminhydrochlorid und Ammoniak gefällt und die Seltenen Erden in saurer Lösung durch siedende, kalt gesättigte Oxalsäurelösung niederschlagen gesucht. Da aber das Ergebnis negativ ausfiel, enthält die Quelle keine auf diesem Wege erfassbaren Spuren Seltener Erden.

Die quantitative Uranbestimmung

Die Natriumfluoridmenge war 1'0000 g, die mit Uran aktivierten Gläser hatten durchschnittlich das Gewicht von 0'0298 g. Der Multiplikator des Fluoreszenzwertes ist somit 33'55.

Die Fluoreszenzstärke der Gläser war über 10^{-6} gU gelegen. Da die Grenze überschritten erschien, bei der die Lichtstärke der zur Aktivierung benutzten Uranmenge entspricht, wurden die Gläser nochmals gelöst, mit der neunfachen Fluoridmenge, d. i. 0'2682 g versetzt, die Lösung eingedampft und der Lösungsrückstand neuerlich langandauernd vermengt. Obgleich die Fluoreszenz dieser zehnfach verdünnten Gläser wiederum höher als 10^{-6} gU feststellbar war, konnte sie durch nochmaliges neunfaches Verdünnen der Gläser mit $5 \cdot 10^{-6}$ gU sichergestellt werden, weshalb der ursprüngliche Wert der unverdünnten Gläser mit $5 \cdot 10^{-5}$ gU in Rechnung zu nehmen war. Die Quelllösung enthält daher: $33'55 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ gU/18 Liter} = 167'65 \cdot 10^{-5} \text{ gU/18} = 9'31 \cdot 10^{-5} \text{ gU/1 Liter Schwefelquelle}$. Die Schallerbacher Schwefel-

quelle ist somit die uranedelste sämtlicher bisher untersuchten Thermen und Mineralquellen.

Das Ergebnis ist insofern beachtenswert, als es sich gleichzeitig um die eisenärmste aller bisher analysierten Quelllösungen handelt, wobei vorzugsweise die in 1 kg Quelllösung enthaltenen 307'6 mg HCO_3' für den Urangehalt ursächlich sind. Zu den bekannten Reizspuren der Schallerbacher Quelle, wie J' , $(\text{SO}_4)''$, $(\text{PO}_4)''$, $(\text{NO}_3)'$, $(\text{NO}_2)'$, $(\text{HS})'$, HBO_2 , u. a. gesellt sich noch das $(\text{UO}_2)''$, dessen Giftwirkung an der obersten Stelle der Giftliste steht, dessen therapeutische Wirkung schon deshalb außer Zweifel ist, weil es in der gleichen Größenordnung, wie es in der Schallerbacher Schwefelquelle vorhanden ist, auch in den Karlsbader Thermen gelöst vorkommt. Da die Größenordnung dieses Giftstoffes den heißen Quellen der Tiefe entspricht, erscheint die juvenile Herkunft der Schallerbacher Quelle neuerlich gestützt. Vermutlich ist die Ursache, wieso der absolute Uranwert der Schallerbacher Quelle den der unmittelbar dem Granit entspringenden Karlsbader Thermen übertrifft, darin zu suchen, daß die Schallerbacher Quelle in Tiefen von etwa 350 m verschiedene Sandschichten durchsetzt, in denen die gelösten Hydrocarbonationen Gelegenheit haben, Uranylcarbonatkomplexe in Lösung zu bringen. Kannte man bisher nur die gemessene, in kurzer Zeit verflüchtende Aktivität der Schallerbacher Therme von 1'2 M. E. die Radon ohne einen erfaßbaren Radiumgehalt zuzuordnen war, so ist nun auch die Muttersubstanz der radioaktiven Stoffe zu $9'3 \cdot 10^{-5} \text{ gU/Liter}$ erfaßt, die allerdings bei Trinkkuren besonders beachtenswert erscheint.

5. Die Wiener Thermallinie.

Geologischer Umriß.

Die Thermallinie des Wiener Beckens ist die Folge des allmählichen Alpen-Karpathenbruches, der durch radiale Kräfte hervorgerufen wurde. Die Thermalspalte wurde später durch jüngere Bildungen, wie durch Tegel, Konglomerate, diluvialen Schotter u. a. überdeckt. Ähnlich wie bei der Karlsbader Thermalspalte, treten an Schnittpunkten der Thermenlinie mit Querbrüchen Quellen zutage. Die südlich gelegenen Quellen besagen durch ihre Salzarmut und Höchsttemperaturen bis 20° , daß sie durch vadosa Wässer verdünnt sind. Die südlich von Baden gelegenen Quellen sind schon konzentrierter, doch haben sie, trotz der Nähe von Baden, keinen Schwefelwasserstoff gelöst. Ihre

Höchsttemperatur beträgt 23° . Auffällig ist die verschiedene Breite der Thermenlinie. Sie mißt bei den Meidlinger, dem Sandstein entspringenden Quellen, etwa 2 km , bei den Badener, dem Kalkstein entspringenden Schwefelquellen, nur etwa 0.9 km . Die Badener Quellen liegen im Schnitt der Thermallinie mit dem Schwechatbruch. Ihre Temperaturen schwanken zwischen 23.4 bis 35.1° . Die wichtigsten, dreizehn an der Zahl, haben eine tägliche Schüttung von $5,931'656$ Liter. Mit Ausnahme der Perigrinquelle, die von Schwefelwasserstoff befreit und mit Kohlendioxyd versetzt, als Trinkquelle versendet wird, werden die anderen nur als Badethermen benützt. Andere Quellen, wie die zu Maria Theresiens Zeit vom Hof vielbesuchten Mannersdorfer Quellen sowie die schon den Römern bekannten Mödlinger und Heiligenstätter Quellen bzw. des ehemaligen Heilbrunnen des Brünnelebades, von dem nur der Name erhalten ist, haben nur historisches Interesse. Die SSW-NNO streichende Thermallinie endet nicht in Wien. Die nördlich von Wien vorhandenen Quellen von Pyrawarth, Poysdorf, Voitelbrunn, sowie die in Südmähren gelegenen besagen, daß eine nördliche Fortsetzung der Thermenlinie besteht.

1. Thermen der südlichen Thermenlinie.

Von der Badener Kurverwaltung wurden gewählt:

A Die Ursprungsquelle auch Römerquelle genannt, die als die nördlichste und höchstgelegene Therme im Kurhaus in einem drei Meter tiefen Quellschacht des Triasdolomit gefaßt ist, steht angeblich mit den übrigen Quellen in keinem engeren Zusammenhang. Ihre Temperatur wurde in der Trinkhalle des Kurparkes, dem Anton- und Herzogbad und in den Bädern des Herzoghofes mit 33.3° gemessen.

B, die Marienquelle, die aus dem rechten Ufer der Schwechat emporquillt, ist mit 35.1° gemessen worden. Die Abnahme der Thermallösungen besorgte Herr Stadtrat BLECHINGER⁷. Die abgenommenen Probelösungen wurden sofort untersucht.

Analyse der Römer- oder Ursprungsquelle.

Obleich nur eine Analyse alten Datums vorliegt, bestand nicht die Absicht, eine Gesamtanalyse auszuführen.

Nach Ankunft der Probelösungen in Wien hatte sich ein ganz schwaches Sediment abgesetzt, das einbezogen wurde.

⁷ 12. 1. 1941.

Bemerkungen zum Analysengang.

Es wurden 4202 cm^3 Probelösung benutzt. Zur Beseitigung der Phosphationen wurde diesmal reinstes Elektrolytzinn verwendet. Die schwefelwasserstoff- und zinnfreie Lösung war einer dreimaligen Hydroxylaminchlorhydratfällung unterzogen worden. Das eisenfreie Filtrat wurde mit uranfreien Eisenchlorid versetzt, das Uran durch Mitreißen wiederholt ausgefällt und auf bekannte Art von den übrigen Metallen getrennt. Die Bestimmung der Uranmenge erfolgte wiederum durch die Fluoreszenzmethode. Das Gewicht, die Größe der Natriumfluoridgläser und die benutzte Natriumfluoridmenge war die gleiche, wie in den früheren Fällen. An der blauen Färbung der Natriumfluoridgläser wurde ein ungefährrer Mangangehalt $2.5 \cdot 10^{-7} \text{ g Mn}$ erkannt, so daß die Quelle mehr als die durchgegangenen Mengen von 10^{-5} g Mn enthält. Mangan⁸ ist ein bisher nicht aufgedeckter Bestandteil der Quelle. Die Lichtstärke der Probegläser schien näher dem Werte $5 \cdot 10^{-7}$ als $1 \cdot 10^{-7}$ zu liegen, so daß $3 \cdot 10^{-7}$ in Rechnung gesetzt wurde. Es enthält somit die Quelle $120 \cdot 10^{-7} \text{ g U} / 4.262 = 2.8 \cdot 10^{-6} \text{ g U} / 1 \text{ Liter Römerquelle}$. Als ein weiterer mit der vorliegenden Analyse nicht übereinstimmender Wert wurden $0.05373 \text{ g H}_2\text{SiO}_3$ gefunden.

Die Prüfung auf vorhandene Nitrit- und Nitrationen fiel negativ aus. 50 cm^3 von 500 cm^3 Thermallösung abdestilliert, ergaben mit 1 cm^3 NESSLER Reagens braune Färbung. Ammoniumionen waren bisher in der Quelllösung unbekannt. Bezüglich des Stickstoffgehaltes liegt gegenüber der Schallerbacher Quelle der umgekehrte Fall vor. Da die zweifellos juvenilen Karlsbader Thermen Ammoniumspuren enthalten, ist damit zu rechnen, daß sie bei der Römerquelle, die vadosen Zuflüsse vermutlich nicht ausschließt, restlos oder wenigstens zum Teil primär sind.

Die Marienquelle.

Die Untersuchung geschah in ähnlicher Weise wie bei der Römerquelle; zur Analyse wurde der Eindampfungsrückstand von 4250 cm^2 benutzt. Trotz des Schüttelns während des Transportes der Quelle blieb die Quelllösung ebenso stark lichtbrechend wie nach der Abnahme von der Quelle, auch war keine Spur einer Sedimentbildung bemerkbar.

⁸ Wegen der katalytischen Wirkung sind die aufgedeckten Manganionen beachtenswert.

Die benützten Mengen waren, abgesehen von der Menge der Quelllösung, dieselben, wie vorher.

Die Uranbestimmung.

Die Lichtstärke der Probeperlen war eine Spur stärker als die der Römerquelle und erreichte nicht immer $5 \cdot 10^{-7}$, so daß sie $4 \cdot 10^{-7} \text{ gU}$ gewertet wurde. Der Uranwert der Lösung entspricht daher $40 \cdot 4 \cdot 10^{-7} / 4250 = 376 \cdot 10^{-6} \text{ gU/liter Marienquelle}$.

Die NESSLERSche Reaktion in gleicher Weise, wie bei der Römerquelle ausgeführt, ergab annähernd dieselben Verhältnisse. Die Nitrit- und Nitratreaktion war wieder negativ.

Ähnlich wie es bei Karlsbader Thermen beobachtet werden konnte, daß die heißeste Therme, der Sprudel der Temperatur 70° , den höchsten Uranwert zu $12 \cdot 10^{-6} \text{ gU/liter}$ hat, ist auch bei den Badener ganz anders zusammengesetzten Thermen entsprechend der abgestuften Temperatur ein noch merklicher Unterschied vorhanden: Römerquelle $33.3^\circ = 282 \cdot 10^{-6} \text{ gU/liter}$ und Marienquelle $35.1^\circ = 376 \cdot 10^{-6} \text{ gU/liter}$. Bezüglich der absoluten Uranmenge gleichen sich die Badener Quellen der Franzensbader Kaiserquelle am nächsten an. Ist mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß die aufgefundene Größenordnung 10^{-6} gU mit den Tiefenverhältnissen der Therme in Beziehung steht, so sprechen höhere Uranwerte kalter kohlensaurer eisenangereicherter Quellen dafür, daß auch zufällig auf den Quellwegen durchströmte Schichten entsprechender Urankonzentration den absoluten Uranwert erhöhen können, was unter anderem eintreten kann, wenn uranadsorbierende Quellockerschichten durchflossen werden.

Da auch in der Marienquelle Manganionen nachweisbar waren, sind in den untersuchten Badener Quellen bisher drei unbekannte Quellenbestandteile nachgewiesen worden: *Uran-, Mangan- und Ammoniumionen*.

2. Mineralquellen nördlich der Donau.

Die Quellen des Bades Pyrawarth.

Von den im Bade vorhandenen vier Quellen werden drei zu Kurzwecken benutzt, die vierte, die Parkquelle, ist seit Jahrzehnten außer Gebrauch gesetzt worden.

Von den drei, im Quellenpark befindlichen Kurquellen wurden am 6. März 1941 Proben abgenommen, die von der Kurverwaltung gekennzeichnet, verstöpselt und versiegelt worden

sind. Die als Quelle Nr. 1 bezeichnete Probe wurde im Maschinenhaus, Nr. 2 in der Sophienhalle und Nr. 3 im sogenannten Wirtschaftsraum entnommen.

Überprüfung der Quellen.

Um Anhaltspunkte zu erhalten, ob einheitlich zusammengesetzte oder verschiedene Quellproben vorliegen, wurden sie qualitativ und bezüglich der in Lösung befindlichen festen Stoffe, dem Kieselsäuregehalt und dem Sulfatgehalt nach geprüft. Die quantitativ bestimmten Werte wurden deshalb gewählt, weil sie während des eingeschlagenen Analysenweges ermittelt werden konnten.

Qualitative Reaktionen. Bei allen drei Quelllösungen waren die Reaktionen auf Nitrit- und Nitrationen negativ, die NESSELER-Reaktion stets positiv, und zwar besonders stark bei der Quelle Nr. 3. Quantitative Werte:

Quelle Nr. 1. *Trockenrückstand* bei 140° *Konstanzgewicht*: 1'4651, *Glühverlust*: 0'3198, *Metakieselsäure*: 0'0271, *Sulfationen*: 0'63825.

Quelle Nr. 2. *Trockenrückstand*, wie vorher: 1'1739, *Glühverlust*: 0'2544, *Metakieselsäure*: 0'0503, *Sulfationen*: 0'434303.

Quelle Nr. 3. *Trockenrückstand*, wie vorher: 0'5702, *Glühverlust*: 0'0676, *Metakieselsäure*: 0'00118, *Sulfationen* 0'11197.

Es liegen somit drei verschieden zusammengesetzte Quellen vor, von denen die Quelle Nr. 1 die größte, Nr. 3 die kleinste Menge fester Stoffe gelöst enthielt. Der Glühverlust, sowie die in den festen Bestandteilen enthaltenen Metakieselsäure- und Sulfationenmenge zeigt erhebliche Unterschiede.

Die Wasserstoffionenkonzentration, wie in den früheren Fällen festgestellt, ergab:

Quelle Nr. 1. Der Anfangswert $p_H=7$ veränderte in 8 Minuten gegen $p_H=7.5$, ergab nach 1 Stunde $p_H=8$, nach 2 Stunden 8.2, blieb bis nach Ablauf von 3 Stunden gleich, veränderte bei tagelangem Stehen weiterhin im alkalischen Gebiet. Es lag eine neutral reagierende Probelösung vor, die sich stufenweise alkalisch veränderte. Die p_H -Werte wurden bei Temperaturen zwischen 15 und 20° bestimmt.

Quelle Nr. 2. Der Anfangswert $p_H=6.8$ veränderte in wenigen Augenblicken zu $p_H=7$, in 10 Minuten zu 7.7, war in 2 Stunden $p_H=8$ und in 3 Stunden $p_H=8.5$. Die nahezu neutrale Probelösung veränderte wiederum stufenweise alkalisch.

Quelle Nr. 3. Der Anfangswert $p_H = 7.5$ veränderte in 1 Stunde zu $p_H = 8.5$, blieb während dem Ablauf zweier Stunden gleich und veränderte sich bei weiterem Stehen weiterhin im alkalischen Gebiet. Es lag somit gleich anfangs eine schwach alkalische Probelösung vor, die sich weiterhin veränderte.

Bemerkungen zu den voranstehenden Ergebnissen.

Sämtliche Probelösungen waren klar und geruchlos; die am Tage nach der Entnahme geprüften Proben perlteten nur bei der Probe 2 sichtlich; keine der Quellproben hatte ein Sediment abgesetzt. Der Abdampfungsrückstand der Probe 1 war reinweiß, der beiden anderen gelblich bis schwach bräunlich verfärbt. Beim Verglühen traten bei den Proben 2 und 3 dunkle, durch organische Substanzen verursachte Färbungen auf, die bei stärkerem Glühen verschwanden. Der Gehalt an organischer Substanz war bei der Probe 1 als ungleich geringer zu schließen. Es ist anzunehmen, daß es sich um Quellen mit verschiedenen großen vadosen Zuflüssen handelt, wofür auch die kolorimetrierten Werte mit dem NESSLERSchen Reagens sprechen.

Die Uranbestimmung.

Bei allen Proben wurde der aufgeschlossene und gelöste Rückstand der Kieselsäureabrauchung bei der Analyse einbezogen.

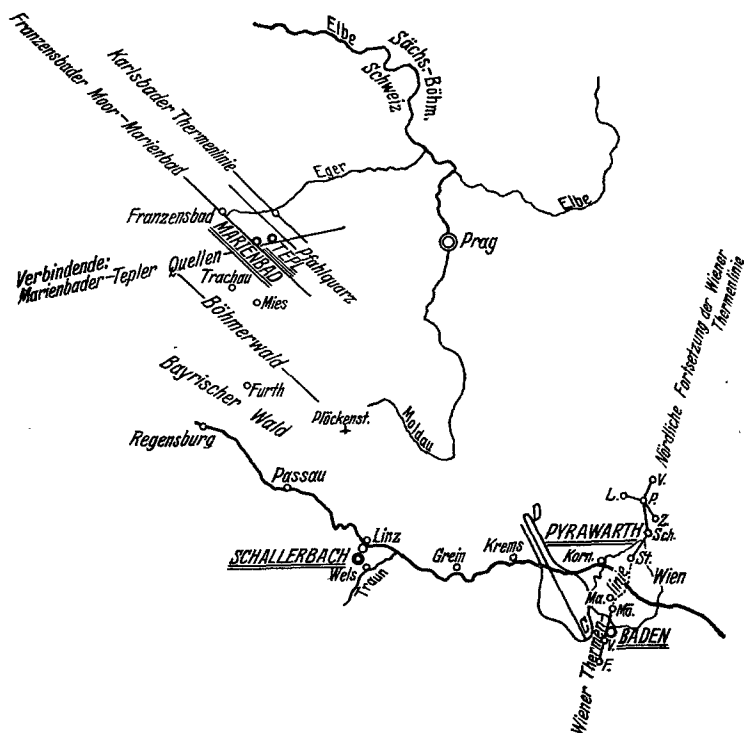
Quelle 1. Die Fluoreszenz, unter Benutzung der gleichen Gewichtsmengen, wie in den früheren Fällen bestimmt, ergab nach der Beseitigung der Manganionen die Lichtstärke zwischen 10^{-9} und $5 \cdot 10^{-9} \text{ gU}$ gelegen, woraus sich die in der Quelle gelösten Menge ergibt: $40.25 \cdot 10^{-9} / 1 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ gU} / 1 \text{ Liter Quelle 1.}$

Quelle 2. Die Fluoreszenz war zwischen $1 \cdot 10^{-8}$ und $5 \cdot 10^{-8} \text{ gU}$ gelegen, wonach in der Quelle gelöst sind: $40.25 \cdot 10^{-8} / 1 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ gU} / 1 \text{ Liter Quelle 2.}$

Quelle 3. Die Fluoreszenz entsprach genau 10^{-8} gU , weshalb die Quelle enthält: $4 \cdot 10^{-7} \text{ gU} / 1 \text{ Liter Quelle 3.}$

Die ungleich zusammengesetzten Pyrawarther Quellen haben daher auch ungleiche Uranmengen gelöst, die sich bei der Quelle 2 an die Franzensbader Kaiserquelle und den Marienbader Kreuzbrunnen anschließen, bei der Quelle 3 dieselbe ist, die die Teplitzer Uranquelle gelöst enthält, während sich die Quelle 1 zwischen die Pyrawarther Quelle 3 und die Franzensbader Stahlquelle einreicht.

Geologische Skizze:
U südlich vom Erzgebirge und im Wiener Thermalgebiet



Die Urankonzentration der untersuchten Quellen.

Baden: $2.8 \cdot 10^{-6}$ gU bzw. $3.8 \cdot 10^{-6}$ gU — Marienbad: $2 \cdot 10^{-6}$ gU — Pyrawarth: $1 \cdot 10^{-6}$ gU, bzw. $4 \cdot 10^{-7}$ gU und $1 \cdot 10^{-6}$ gU — Schallerbach: $9.3 \cdot 10^{-5}$ gU — Tepl: $1.6 \cdot 10^{-5}$ gU.

Das Streichen der Karlsbader Thermallinie, der Pfahlquarzgänge des westlichen Sudetengaus, der Verbindenden des Franzensbader Moores mit den Königswarter-Marienbader Quellen, sowie des etwa 150 km langen Bayrischen Pfahles ist nahezu gleich. Der Furth-Tachauer, etwa 60 km lange Pfahl ist dagegen sanft geschwungen gegen Norden abgelenkt. Die Wiener Thermallinie südlich der Donau, die auch nördlich der Donau, als nördliche Thermallinie ihre Fortsetzung erkennen läßt, schließt mit der Karlsbader Thermallinie einen Winkel ein: C D gibt den Verlauf der Kamplinie wieder.

Orte der südlichen Thermallinie:

Ma = Mauer — Mö = Mödling — V = Vöslau — F = Fischau.

Orte der nördlichen Thermallinie:

V = Voitsbrunn, Schwefelquellen — L = Laa/Th., kalte Sulfatquelle — P = Poysdorf, Schwefelquellen — Z = Zistersdorf, Erdöl — Sch = Schleimbach, Bebenpunkt — St = Strebersdorf und Stammersdorf

Zusammenfassung.

Es sind, mit einer Skizze belegt, die geologischen Verhältnisse der Quellengebiete von Marienbad, des Tepler Hochlandes, von Schallerbach und Wien umrissen worden, wobei auf die Verwandtschaft des Marienbader Kreuzbrunn mit den Franzens-

bader Glauberquellen hingewiesen wurde. Die Quellen des Tepler Hochlandes zeigen Ähnlichkeit mit einzelnen kohlen-sauren Quellen von Franzensbad. In Tepler Minerallösungen fiel der hohe Mangan- und Urangehalt auf. Es wurde auf die Verschiedenheit der Schallerbacher Quelle gegenüber den Quellen der Wiener Thermalspalte hingewiesen; während in der Schallerbacher Quelle der Stickstoff ausschließlich in Verbindungen des Sauerstoffes gelöst ist, liegt er in der Badener Ursprungs- und Marienquelle ausschließlich in Form von Ammoniumspuren vor. Die gleiche Eigentümlichkeit wurde auch im nördlichen Teil der Wiener Thermenlinie bei drei untersuchten Pyrawarther Quellen vorgefunden. In den Badener Quellen waren außer den bisher unbekannten Ammoniumspuren noch zwei bisher nicht erfaßte Elemente aufdeckbar: Uran, als Muttersubstanz der radioaktiven Elemente und Mangan.

Die anschließende Zusammenstellung, in der die untersuchten Thermen und Mineralquellen nach gradweise verminderten Uranmengen derart geordnet sind, daß die bisher angetroffene geringste Uranmenge der Größenordnung 10^{-8} gU und die größte der Größenordnung 10^{-5} gU/Liter entspricht, ergibt:

1. Schwefelquelle, Schallerbach, 36°6', $9\cdot3\cdot10^{-5}$ gU/Liter
2. Dr. Cartellierquelle, Franzensbad, 11°4', $4\cdot8\cdot10^{-5}$ gU/Liter
3. Prosauer Sauerbrunn, Tepler Hochland, $1\cdot6\cdot10^{-5}$ gU/Liter
4. Sprudeltherme Karlsbad, 70°, $1\cdot2\cdot10^{-5}$ gU/Liter
5. Mühlbrunntherme, Karlsbad, 52°1', $1\cdot0\cdot10^{-5}$ gU/Liter
6. Marien-therme Baden-Wien, 35°1', $3\cdot76\cdot10^{-6}$ gU/Liter
7. Römer-(Ursprungs-)Quelle, Baden-Wien 33°3', $2\cdot8\cdot10^{-6}$ gU/Liter
8. Kaiserbadquelle, Franzensbad, 14°4', $2\cdot0\cdot10^{-6}$ gU/Liter
9. Kreuzbrunn, Marienbad, 9°6', $2\cdot0\cdot10^{-6}$ gU/Liter
10. Sophienquelle, Pyrawarth, N. D., $1\cdot10^{-6}$ gU/Liter
11. Quelle des Wirtschaftsraumes, Pyrawarth, N. D.,
 $4\cdot0\cdot10^{-7}$ gU/Liter
12. Urquelltherme, Teplitz-Schönau, 45°, $4\cdot0\cdot10^{-7}$ gU/Liter
13. Maschinenhausquelle, Pyrawarth, $1\cdot0\cdot10^{-7}$ gU/Liter
14. Stahlquelle, Franzensbad, 10°4', $1\cdot8\cdot10^{-8}$ gU/Liter.

Anmerkung: Da die an einer Nebenlinie gelegene, noch ungefaßte Bitterquelle von Laa/Thaya infolge der Witterungsverhältnisse nicht vor der Einreichung der bisherigen Ergebnisse an die Akademie der Wissenschaften freigelegt werden konnte, folgt anschließend noch ein Nachtrag.