

DIE LEHREN DER TIEFBOHRUNG BEIM GELLÉRTHEGY.

Von M. v. PÁLFY.*

— Mit den Figuren 10—11. —

Die Haupt- und Residenzstadt Budapest liess im Herbst 1926 und Frühjahr 1927 neben dem Gellért-Bad eine 124 m tiefe Bohrung abteufen, durch die reichliche Wassermengen mit einer Temperatur von 48 C° erschlossen wurden. Zweck der Bohrung war, das gewonnene Wasser — falls seine Temperatur 65 C° übersteigen sollte — zur Heizung der Gebäudegruppe des Gellért-Bades zu verwenden, sowie auch das Lukács-Bad das 64 C°-ige Wasser der 23 m tiefen Lukács-Quelle schon seit Jahren für den gleichen Zweck gebraucht. Die Daten der Bohrung ermöglichen wichtige Folgerungen bezüglich der Genese der Budapester Thermen.

Der Ort der Bohrung liegt 15·6 m über dem 0-Punkt der Donau. Die Bohrung ist gegenwärtig bis zu einer Tiefe von 113 m mit 133 mm Rohren versehen, weiter unten ohne Rohre belassen worden. Die Bohrung bewegte sich bis zu einer Tiefe von 8—9 m in *hornsteinhaltiger Breccie* und erreichte dort den *Dolomit*; der zwischen diesen beiden zu erwartende *Orbitoidenkalk* konnte unter den Bohrproben nicht vorgefunden werden. Von hier abwärts bewegte sich der Bohrer bis zum Schluss in sehr hartem aber stark zerklüftetem *Dolomit*, dessen feine Sprünge oft mit *Pyrit* überzogen waren.

Zuerst wurde in 11·5 m Tiefe 32 C°-iges Wasser erreicht. Die Bodentemperatur der Bohrung nahm bis zu 70 m beständig zu und erreichte dort die maximalen 48·6 C°. Weiter abwärts, bis 142 m stieg die Temperatur überhaupt nicht, ja sie ging vielleicht sogar um 0·8 C° zurück, wenn man sich auf die beim Messen gebrauchten verschiedenen Thermometer verlassen kann. Nach der bei 142·5 m erfolgten Einstellung der Arbeit wurde durch KOLOMAN EMSZT mittels eines NEGRETTI & ZAMBA'schen Tiefenthermometers eine Bodentemperatur von 48 C° festgestellt. Wenn man den zwischen 71 und 142 m gemessenen Unterschied von 0·6—0·8 C° gänzlich ausser Acht lässt, bleibt es noch immer auffällig, dass von 71 m bis 142·5 m, also 71·5 m hindurch die Temperatur überhaupt nicht gestiegen ist, wogegen, auch wenn man nicht mit dem abnormal niedrigen geothermischen Gradient von Budapest, sondern mit dem allgemein angenommenen von 33 m rechnet, die Temperatur 71 m tiefer schon wenigstens um 2 C° hätte höher steigen sollen, eine Differenz, die auch durch

* Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellsch. am 7. Dezember 1927.

pest — besonders in der unmittelbaren Nachbarschaft der Thermen — wesentlich niedriger ist, als der allgemein anerkannte, hätte man 71·5 m tiefer eine mindestens um 4—5 C° höhere Temperatur antreffen sollen.

Bevor ich eine Erklärung dieser auffälliger Erscheinung versuchte, muss ich mit einigen Worten die Struktur des Gellérthe gy skizzieren. Die Dolomitfelsen des Gellérthe gy bilden eigentlich einen *Horst* (siehe das beiliegende Profil), der an der Ostseite durch die am Donau-Ufer in N—S-licher Richtung verlaufende Bruchlinie begrenzt wird, jenseits welcher der *Dolomit* — vermutlich stufenweise — unter dem Városliget (Stadtwäldchen) bis 917 m hinabgesunken ist. An der Südseite des Berges sind zwei parallele, annähernd von NW gegen SO verlaufende Bruchlinien wahrnehmbar. Die kleinere zieht sich an der Südseite des Gipfels, zu Füßen der Citadelle dahin. Längs dieser versank der *Dolomit* noch nicht unter die Oberfläche und der abfallende Grat des Gellérthe gy wird hier durch den *Bryozoen* — resp. *Hornstein führenden Mergel* gebildet. Die zweite, die Hauptverwerfung verläuft in der Gegend der Quelle des Gellért-Bades und längs dieser ist mit dem *Dolomit* zusammen nicht nur der *Bryozoen*-, sondern auch der *Budaer Mergel* unter die Oberfläche versunken, so dass unweit des Gellért-Bades schon der *Kisceller Tegel* die Oberfläche bildet.

Die an der Nordseite des Berges vorhandene, gleichfalls von NW gegen SO gerichtete Verwerfung verläuft in der unmittelbaren Nähe der Hungaria-Quelle und der Quellen des Rác-Bades. Längs dieser Verwerfung ist der *Dolomit* samt dem auf die Nordseite des Gellérthe gy gelagerten *Budaer Mergel* in die Tiefe gesunken.

Längs der dem Laufe der Donau entsprechenden Hauptverwerfung folgen in N—S-licher Richtung die aus Dolomit hervortretenden Quellen des Rudas-Bades mit einer Temperatur von 43 C° nach einander; längs der nördlichen Verwerfung brechen die Quellen des Rác-Bades (43 C°) und die Hungaria-Quelle (38 C°) aus dem Budaer Mergel hervor. Am Treffpunkt der südlichen Verwerfung und des Bruches längs der Donau entspringendem *Dolomit*, die Quellen des Gellért-Bades (45 C°).

Wie aus dem Profil ersichtlich, erfolgte die Bohrung im Liegenden der südlichen Hauptverwerfung, je weiter sie also in die Tiefe vordrang, desto weiter entfernte sie sich von der Verwerfungsfläche. Bei der Erklärung der Erscheinung, dass von 71 m abwärts die Temperatur in der Bohrung nicht gestiegen ist, muss ich als Ausgangspunkt betonen, dass ich mir die Thermen von Budapest aus zwei Komponenten zusammengesetzt vorstelle. Der eine Komponent ist das längs der Verwerfungsfläche aufsteigende Thermalwasser, der andere das im *Dolomit* enthaltene *Karstwasser*. Das an der Bruchlinie und durch die längs derselben entstandenen verzweigten Sprünge heraufbrechende Thermalwasser gelangt auf seinem Weg mit dem kalten *Karstwasser* in Berührung und vermischt sich mit demselben, wodurch es abgekühlt wird. Dementsprechend müssen wir eine mit der Verwerfungsfläche parallele, breite *Zone*

annehmen (im Profil punktiert), deren Temperatur längs der Verwerfung am höchsten und von dort gegen das Liegende zu immer niedriger und niedriger sein wird. Nach dieser Vorstellung stieg in der Bohrung die Temperatur so lange und in dem Masse, bis und in welchem Masse der abkühlende Einfluss der Umgebung, besonders des Donauwassers abnahm und wo er gänzlich aufhörte (etwa 70 m tief), erreichte sie 48·8 C°. Von hier abwärts hätte sie dem geothermischen Gradient entsprechend weiter steigen müssen. Dass dies nicht geschah, lässt sich dadurch erklären, dass man mit der Bohrung tiefer schreitend, in den liegenden, kälteren Teil der Warmwasserzone gelangte. Durch diese Bohrung wurde es über alle Zweifel erwiesen, dass im tieferen Teil der Dolomitmasse das Thermalwasser nicht gleichmässig verteilt ist, sondern dass an der Verwerfungslinie thermales Wasser aufsteigt, das mit dem Karstwasser sich vermischend je nach dem Verhältnis der Mischung, die warmen und lauen Quellen ergibt. In neuerer Zeit hatte ich auch Gelegenheit, mit meinem Kollegen STEFAN FERENCZI Beobachtungen anzustellen, durch die meine Annahme vollkommen gerechtfertigt wird.

Diese neue Bohrung liefert für noch eine wichtige Eigentümlichkeit der Budapester Thermen, eine von der bisherigen abweichende Erklärung. Es ist nämlich längst bekannt, dass mit dem Steigen des Wassers der Donau auch der Wasserertrag der Quellen zunimmt, wofür die von der Mitte des vergangenen Jahrhunderts datierende Erklärung von JOSEF MOLNÁR allgemein angenommen wurde, wonach das kältere — also dichtere — Wasser der Donau gelegentlich des Steigens des Wasserspiegels nach der Art eines Dammes das in die Donau entweichende Wasser der Thermen zurückdrängt, und hierdurch den Wasserertrag der Quellen steigert. Nach Beendigung der Bohrung zeigte der Wasserspiegel im Rohr bei verschiedenen Wasserständen der Donau über dem 0-Punkt die folgenden Werte:

(1927)	10. Nov.	bei 108 cm	Wasserstand	im Rohr	460 cm
	6. Dez.	„ 136	„	„	397 „
	1. Okt.	„ 420	„	„	535 „
	11. Apr.	„ 470	„	„	590 „
	12. „	„ 488	„	„	620 „
	13. „	„ 496	„	„	650 „

Obzwar diese Daten noch bezüglich der extremen Wasserstände der Donau einer Ergänzung bedürfen, ist es schon nach den bisherigen wahrscheinlich, dass der Wasserstand der Donau sogar unterhalb der Tiefe von 115 m (bis dorthin ist die Bohrung mit Röhren ausgekleidet) noch einen Einfluss auf das Niveau der thermalen Wasser ausübt. In dieser Tiefe lässt sich die MOLNÁR'sche Erklärung wohl kaum mehr anwenden, statt ihrer möchte ich auf meine in 1908 aufgeworfene und anfangs 1909 publizierte¹ Erklärung zurückgreifen, wonach die Thermen als kommunizierende Gefässe auf-

¹ Siehe Földtani Közlöny. Bd. XXXIX. pag. 108.

gefasst werden können, wo der eine Ast kaltes Wasser enthält, das eine warme Wassersäule im Gleichgewicht zu halten vermag, die höher ist, als sie selbst.² In diesem Fall würde das Steigen des Donauwassers, respektive die mit dem Steigen einhergehende Zunahme des Druckes das Emporsteigen des thermalen Wassers bis zu einem höheren Niveau nach sich ziehen.

Im Lukács- und Császár-Bad, wo der *Dolomit* vollständig vom *Budaer Mergel* umhüllt ist, steigt die Temperatur der Thermen über 60 C°, bei den Quellen der Gegend des Gellérthegey hingegen, wo der *Dolomit* an die Oberfläche tritt und nur z. T. vom *Budaer Mergel* bedeckt ist, erreicht sie nicht einmal 50 C°.

Ohne einen Versuch der Erklärung zu wagen, will ich diese Erscheinung hier bloss festlegen, um auf dieser Grundlage in der Umgebung des Gellérthegey einen solchen Punkt auswählen zu können, wo durch eine Bohrung aus dem Dolomit wärmeres Wasser zu erhoffen wäre. Einen solchen Punkt kann man im Hangenden der Hauptverwerfungslinie neben der Polytechnischen Hochschule annehmen, wo über dem *Dolomit* bereits eine mächtige Deckschicht vorhanden ist und der Dolomit bereits auf mindestens 300—400 m unter die Oberfläche versunken ist.

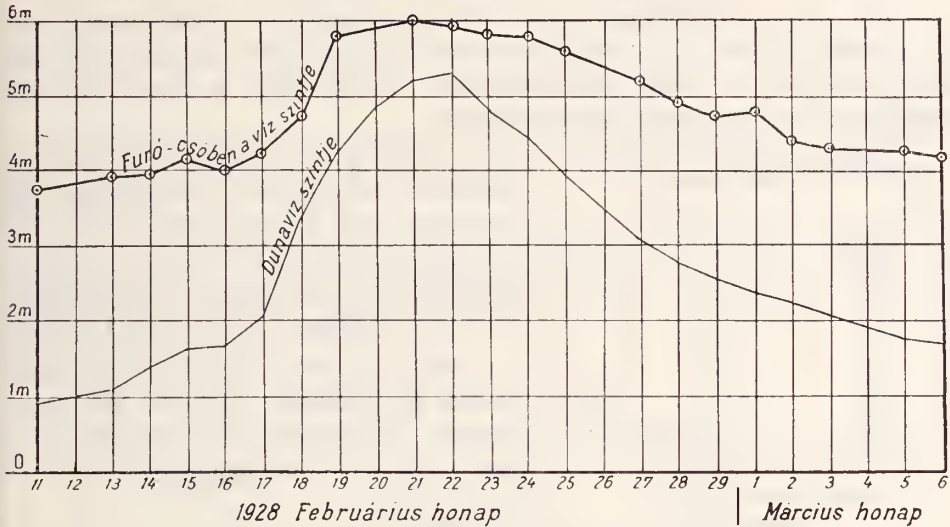
Nachtrag.

Noch vor dem Erscheinen der obigen Mitteilung passierte in der zweiten Hälfte des Februars 1928 eine plötzlich entstandene Hochwasser-Welle die Hauptstadt Budapest, bei welcher Gelegenheit das Wasser der Donau in 11 Tagen von +0.92 m erst langsam, dann schneller ansteigend das Niveau von 5.28 m erreichte. Diese Gelegenheit benützte ich, um den Einfluss der Hochwasser-Welle auf die Schwankungen des Wasserspiegels in der Bohrung beim Gellérthegey zu beobachten. Das Wasserniveau des Bohrrohres wurde mit Ausnahme Sonntags täglich von JOSEF CSIZMAREK, dem Hauptmaschinisten des Gellért-Bades in den frühen Morgenstunden, vor dem Beginn des Betriebes im Bade gemessen. Die Änderungen des Wasserniveaus im Bohrrohre und die Schwankungen des Wasserstandes der Donau sind im nachstehenden Diagramm dargestellt.

Aus diesem Diagramm ist es ersichtlich, dass das Steigen und Sinken des Wasserniveaus im Bohrrohre *mit der grössten Genauigkeit dem Wasserstand der Donau folgt*. Bei der Abfassung der obigen Mitteilung wagte ich es noch nicht, aus den wenigen und zeitlich von einander entfernten Beobachtungen, die mir zur Verfügung standen, mit voller Bestimmtheit den gesetzmässigen Zusammenhang der beiden abzuleiten. Das Diagramm liefert nun den zweifellosen Beweis hierfür. Auf Grund dieser, als Experiment zu bewertenden Beobachtungen können wir nunmehr feststellen, dass auch in der

² Ich erhielt erst später Kenntnis davon, dass auch KNETT bereits in 1907 das Emporsteigen der thermalen Wässer in ähnlicher Weise erklärt hatte. (Zur Kenntnis der statischen und dynamischen Vorgänge in Mineralquelladern. Internat. Mineralquellenzeitung. Jahrg. 1907.)

Bohrung beim Gellérthey die Menge des Wassers im Zusammenhang mit dem Wasserstand der Donau genau in der Weise schwankt, wie dies bei den auf natürlichen Wegen heraufbrechenden Budaer Thermen schon längst bekannt ist. Wir können aber gleichzeitig auch feststellen, dass dieses Schwanken des Wasserertrages der Quellen mit dem wechselnden hydrostatischen Druck der Wassermassen der Donau (respektive mit der Änderung der kalten Wassersäule im kalten Ast der kommunizierenden Gefässe) in Zusammenhang zu stellen ist, die oben erwähnte MOLNÁR'sche Stauungshypothese aber aufgegeben, oder doch ihre Wirkung als minimal angesehen werden muss.



Figur 11.

Fűrőcsöben a víz szintje = Das Wasserniveau im Bohrloche.

Dunavíz szintje = Das Niveau der Donau.

Februárius hónap = Monat Februar. Március hónap = Monat März.

Wie bekannt, ist neben dem Gellérthey unmittelbar unter dem Bett der Donau *Dolomit* vorhanden, es ist folglich leicht zu begreifen, dass das Wasser der Donau sogar durch das in einer Tiefe von 115 m gelegene Ende des Rohres hindurch noch die Wirkung seines verschiedenen Druckes ausüben kann. Es dürfte zu wichtigen Resultaten führen, wenn auch die Wassermenge der artesischen Brunnen der Margit-Insel und des Városliget während des Verlaufes einer Hochwasser-Welle täglich gemessen würde, weil es hierdurch entschieden werden könnte, ob die für die Bohrung beim Gellérthey nachgewiesene Wirkung auch dann zur Geltung kommt, wenn über der wasserführenden Schichte eine wasserundurchlässige Decke von grösserer Mächtigkeit vorhanden ist?