

ÜBER DIE TEMPERATURMESSUNG DER QUELLENGEWÄSSER.

VON DR. JULIUS WESZELSKY.

Gleichwie bei den im menschlichen Körper, so können wir auch bei den in den Schichten der Tiefe der Erde vor sich gehenden Erscheinungen in den meisten Fällen nur nach äußerlichen Symptomen unsere Schlußfolgerungen ziehen. Eines jener häufig beobachteten Symptome ist die Temperatur der Quellenwässer und deren Veränderung. Die Messung der Temperatur ist eine leichte Aufgabe und schnell durchführbar. Diese Umstände nützen wir denn auch auf Schritt und Tritt aus und obgleich wir oft auch aus Veränderungen um Zehntelgrade weitgehende Schlüsse ziehen, lassen wir doch, meiner Erfahrung zufolge, häufig solche Umstände außer acht, die weit größere Unterschiede verursachen können, als jene, auf die unsere Schlüsse basiert sind. Ich sage hier nichts Neues, und möchte nur einige solcher Umstände anführen, die man, meiner Erfahrung gemäß, sehr häufig außer acht läßt und welche das Resultat der Messung in ziemlichem Maße zu einem fehlerhaften machen können. In erster Reihe muß ich erwähnen, daß man für den gedachten Zweck, besonders wenn man auch auf Zehntelgrade Gewicht legt, unbedingt besonders authentifizierte oder von uns selbst kontrollierte Thermometer benutzen muß. Gegenwärtig stehen mir vier, in Zehntelgrade eingeteilte Thermometer zur Verfügung. Unter diesen ist das eine ein Normalthermometer und die anderen drei sind nicht authentifizierte Thermometer. Von diesen vier Thermometern zeigt jeder die Zimmertemperatur mit einem Unterschiede von mindestens $\frac{1}{4}$ Grad anders an; die größte Abweichung vom Normalthermometer bei zirka 20°C ist $\frac{1}{2}$ Grad und die zwei am meisten von einander abweichenden weisen einen Unterschied von $\frac{1}{2}$ Grad auf.

Zur Temperaturmessung von Wässern mit höherer Temperatur pflegt man zumeist Maximalthermometer zu gebrauchen. Ich kann mich aus mehreren Gründen mit diesen Thermometern nicht recht befreunden. Die am häufigsten verwendeten Maximalthermometer sind jene, bei welchen der Quecksilberfaden bei der Abkühlung zerrißt. Das kapillare Rohr dieser Thermometer ist entweder zu eng, so daß man den Faden nur mit großer Mühe zurückzurütteln vermag, oder wenn es weiter ist, kommt es häufig vor, daß er um einige Zehntelgrade zurückläuft, bevor er zerrißt und wird also fehlerhafte Resultate zeigen. Ich hatte zwei derartige Thermometer, von welchen der eine beim Zurückrütteln des Fadens zerbrach, während bei dem anderen

der Faden manchmal schnell zerriß und ein anderesmal vor dem Zerreißen sich noch auf ganze Grade zurückzog, mithin unzuverlässig war. Zuverlässiger als diese ist das Tauchthermometer, doch haben sämtliche Maximalthermometer den gemeinschaftlichen Fehler, daß sie weit schwieriger kontrollierbar sind als die gewöhnlichen Thermometer und daß jeder mehr oder weniger fehlerhafte Resultate zeigt, wenn man die Temperatur der tieferen Wasserschichten mißt. Jede Wassersäule von 10 Meter Höhe ist nämlich gleich je einem Atmosphärendruck, oder einem Druck von einem Kilogramm pro Quadratcentimeter. Das Quecksilbergefäß des Thermometers ist, um dessen Empfindlichkeit zu vergrößern, bis auf die Dünne von Papier ausgeblasen. Es gibt dem Druck nach und ein Teil des Quecksilbers wird infolge des Druckes in die Kapillare gedrängt.

Schon ZSIGMONDY erwähnte, daß er zur Zeit der Bohrung der artesischen Brunnen im Stadtwaldchen in Budapest bei der Temperaturmessung des Bohrloches die Temperatur des an die Oberfläche geförderten Schlammes gemessen hat, weil das in größere Tiefen hinabgelassene Thermometer infolge des Druckes falsche Daten gezeigt hat. Deshalb benütze ich für derartige Messungen am liebsten das einfache Stockthermometer, welches ich dem alten Vorgang gemäß, mit Hilfe eines Korkstöpfels in einer Literflasche einsetze, die mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt in die Quelle hinabgelassen wird, worauf nach $\frac{1}{2}$ —1 Stunde durch die herausgezogene Flasche hindurch der Temperaturstand abgelesen wird. Wenn die Temperatur des Wassers nicht viel von jener der Luft differiert, so ändert sich die Temperatur des in der Flasche befindlichen Wassers auch längere Zeit nicht merklich und die Temperatur ist bequem ablesbar. Bei dieser Einrichtung bewirkt es keinen Fehler, wenn die Temperatur tieferer Schichten gemessen werden soll, weil der Quecksilberfaden, sobald man die Flasche aus dem Wasser zieht oder sobald das Thermometer von dem Druck befreit wird, wieder in seine ursprüngliche Stellung oder in jene Stellung gelangt, welche dasselbe infolge der durch die Temperatur bewirkten Ausdehnung eingenommen hat. Wenn man Quellenwasser von höherer Temperatur im Winter zu messen hat, insbesondere wenn man auch auf Zehntelgrade Wert legt, genügt die Wärmeisolierung des in einer Literflasche befindlichen Wassers nicht, sondern man muß das Thermometer entweder in eine größere Flasche einsetzen, oder den Quecksilberbehälter des Thermometers mit einer besonderen isolierenden Schichte, zum Beispiel mit Kork umgeben.

Das Obengesagte bezieht sich auf den technischen Teil der Temperaturmessung; außerdem kann aber auch die Außerachtlassung von Neben Umständen Fehler verursachen. Wie ansehnlich solche sein können und wie uns solche irreführen können, will ich in einem Beispiel aus eigener Erfahrung anführen. Die kohlenensäurehaltige Slatviner Annaquelle entspringt in einem 2·9 m tiefen, in Lärchenholz gefaßten Brunnen von 0·75 m Durchmesser. In diesem Brunnen liegt der Wasserspiegel bei normalen Umständen zirka 70 cm unter der Grundfläche, die Höhe der im Brunnen befind-

lichen Wassersäule ist daher 2·2 m. Ich habe die Temperatur dieser Quelle im Januar 1916 gemessen und mit 8·8° gefunden. Zur selben Zeit war die Temperatur der Luft um 0°. Ich habe auch zwei ältere auf die Temperatur dieser Quelle bezügliche Daten gefunden. Diesen letzteren zufolge hat SCHERFEL im September 1879 10·2° und im Oktober 1882 13·8° gefunden. Aus diesen Daten muß also geschlossen werden, daß entweder das Wasser, wenigstens einen beträchtlichen Teil seines Weges in den oberen, den Temperaturschwankungen unterworfenen Schichten des Bodens zurücklegt, oder dass dasselbe in beträchtlicher Menge mit Grundwasser vermischt ist. In etwa 1 km Entfernung von der Annaquelle entspringt auf dem Bergabhange die Emmaquelle. Gleichzeitig mit der Annaquelle habe ich auch die Emmaquelle untersucht. Schon damals fiel mir auf, daß ich — obgleich nach den äußerlichen Umständen und den sonstigen Untersuchungsdaten zu urteilen diese Quelle weit mehr der Vermischung mit dem Grundwasser ausgesetzt ist — die Temperatur dieses Quellenwassers zur selben Zeit (im Winter) mit 9·6°, also merklich höher oder von der Witterung unabhängiger gefunden habe.

Im August 1917 habe ich dieses Quellenwasser neuerdings untersucht. Zur gleichen Zeit haben wir auch den Wasserreichtum der Quellen gemessen, weshalb wir die Wässer aus dem Brunnen auspumpten. Zuerst maß ich die Temperatur der Annaquelle, und zwar während des Pumpens, dann aber zu jener Zeit, als der Brunnen gänzlich ausgepumpt war und das Wasser in demselben zu steigen begann. Die erste Date habe ich nicht verzeichnet und erinnere mich nur, daß die Temperatur ungefähr um einen halben Grad höher gewesen ist, als bei der zuletzt erhaltenen Date, als ich eine Wassertemperatur von 9·2° gefunden hatte. Aus diesem Grunde habe ich die Temperatur der Emmaquelle früher gemessen als das Auspumpen begonnen hat, und dann zu jener Zeit, als wir das Wasser des Brunnens ausgepumpt hatten und als sich in demselben wieder Wasser ansammelte. Im ersten Falle habe ich eine Wassertemperatur von 13·2°, im zweiten eine solche von 9·6° gefunden. Zur selben Zeit erhielt ich auch die Erklärung, weshalb ich bei dem ersten Anlaß dieselbe Temperatur der Emmaquelle erhalten habe, wie jetzt nach dem Pumpen. Die Quelle war nämlich bis dahin vernachlässigt und wollte man sie nur damals in Funktion bringen und hatte man deshalb den Brunnen unmittelbar vor meiner Ankunft ausgepumpt und gereinigt, so daß ich zu dieser Zeit die tatsächliche Temperatur des Quellenwassers gemessen habe, während wir bei der Annaquelle das erste Mal, sowohl ich, als auch SCHERFEL, die Temperatur des im Brunnen angesammelten und zum Teil abgekühlten, beziehentlich erwärmten Wassers erhielten; die hieraus gezogenen Schlüsse sind daher sämtlich fehlerhaft.

Im vorliegenden Falle weisen also unsere Daten nicht einen Unterschied von einigen Zehntelgraden, sondern bei der Emmaquelle 3·6° und beim Wasser der Annaquelle fünf ganze Grade Unterschied auf.

Daß das Wasser auf seinem Wege bestrebt ist, die Temperatur seiner Umgebung aufzunehmen, ist ganz natürlich, daß aber ein Wasser in einem Brunnen mit relativ kleinem Reservoir, aus welchem das Wasser während

des Tages beständig gepumpt wird und welcher auch im Falle des Nichtpumpens einen natürlichen Abfluß hat, in welchem also das Wasser permanent zirkuliert, daß ein solches Wasser sich von der Temperatur der Umgebung nicht in großem Maße unterscheidet, seine Temperatur in solchen Grad ändere, hätte ich, wenn es Daten nicht bezeugen würden, nicht geglaubt.

Von den Thermen wissen wir, daß sie in geringerem oder größerem Maße periodisch ihre Temperatur ändern. Es ist eine häufige Erfahrung, daß die Temperatur der Thermen im Falle größeren Wasserzuflusses eine höhere ist. Die oben mitgeteilte Erfahrung gibt auch die Erklärung dieser Erscheinung. Die aus großer Tiefe hervorbrechende Therme kommt auf ihrem Wege mit Gesteinen niedrigerer Temperatur in Berührung, wird also abgekühlt, je geringer daher der Wasserreichtum der Quelle ist, je geringer die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, umso mehr wird es von seiner ursprünglichen Temperatur verlieren und umgekehrt, wenn es schneller strömt, mithin weniger Zeit hat, auf seinem Wege sich abzukühlen. Demgemäß ist es nicht notwendig sich an jene komplizierte Hypothese zu kehren, mit welcher **Suess** diese Erscheinung erklärt. **Suess** schreibt diese Erscheinung der Wirkung des Grundwassers zu und daß dies in entgegengesetzter Weise geschieht, als man es in diesem Falle erwarten sollte, erklärt er damit, daß die ursprüngliche Therme mit dem Grundwasser durch Haarröhrchen in Berührung kommt; wenn der Druck geringer wird, breitet sich das Thermalwasser mehr aus, kühlt sich daher auf einer größeren Fläche ab, im entgegengesetzten Falle aber drängt das Grundwasser das Thermalwasser auf einen engeren Weg zusammen und wird letzteres mithin wärmer an die Oberfläche gelangen. Die Temperaturveränderung des Thermalwassers kann wohl auch auf eine andere als die oben erwähnte Ursache zurückgeführt werden, auch kann dieselbe durch die unmittelbare Beimischung des Grundwassers verursacht werden, wenn diese Veränderung aber durch das Beimischen von Grundwasser zum aufsteigenden Wasserstrom verursacht sein sollten, so muß im Falle eines größeren Wasserzuflusses die Temperatur des Wassers niedriger sein, als im entgegengesetzten Falle.¹

¹ Man hat oft die Erfahrung gemacht, dass der grössere Wasserzufluss und die höhere Temperatur der Thermalwässer mit dem Stande des Grundwassers zusammenfällt. Dies würde also die Anschauung **Suess'** bestätigen, jedoch nur in dem Falle, wenn wir annehmen, dass solche Thermalwässer juvenilen Ursprungs sind; sobald man aber voraussetzen muss, dass solche Wässer (wenigstens in ihrer Hauptmasse) nicht juvenilen Ursprunges sind, wird der Zusammenhang zwischen dem Wasserzufluss der Thermalquelle und dem höheren Stande des Grundwassers zu einem einfachen und natürlichen. Von den Budapester Thermalwässern behauptet man gleichfalls, dass deren Temperatur mit dem Wasserzufluss zunehme, und dies fällt oft mit dem höheren Wasserstand der Donau zusammen, doch ist in der Gegenwart die Temperatur der Quellen ebenfalls höher und auch ihr Wasserzufluss ist grösser als der normale, obgleich der Wasserstand der Donau gegenwärtig niedrig und seit dem Sommer kontinuierlich ein solcher ist. Es scheint also, dass dieser Zusammenhang nicht so einfach ist. Leider liegen uns hierüber keine genauen Beobachtungen vor.

Die Temperatur der Budapester Thermalwässer ist in kleinem Maße ebenfalls veränderlich; wie man sagt, ist auch deren Temperatur bei größerem Wasserzufluß eine höhere. Bedauerlicherweise stehen uns hierüber nur wenige genaue ziffermäßige Daten zur Verfügung. Über die artesische Quelle auf der Margaretheninsel fand ich einige hierauf bezügliche Daten. KALECSINSZKY schrieb, daß er die Wassertemperatur des artesischen Brunnens auf der Margaretheninsel mehrere Male gemessen und dieselbe im Durchschnitte mit 42.6° gefunden habe und schloß aus dem Umstande, daß K. THAN im Jahre 1868 die Temperatur desselben Wassers mit 43.39° gefunden habe, daß die Temperatur dieses Quellenwassers binnen 30 Jahren um 0.7° abnehme, daß sich also die Budapester Thermen in einer langsamen Abkühlung befinden. Ich kam mich mit dieser Schlußfolgerung nicht einverstanden erklären, denn ich habe die Temperatur dieses Quellenwassers im Jahre 1911 gemessen und dieselbe damals mit 43° gefunden. Ich bemerke ferner, daß ich damals die Radioaktivität des Wassers untersuchte und nachdem ich ohnehin wußte, daß dessen Temperatur schwankte, legte ich auf Zehntelgrade keinen Wert und maß die Temperatur mit einem nicht kontrollierten Thermometer. Deshalb habe ich in meiner im Jahre 1912 publizierte Arbeit die Temperatur der Budapester Thermen nur in ganzen Graden angegeben. Daß auch der Wärmegrad des Wassers der Margaretheninsel schwankend ist, ist auch aus den Daten THAN's ersichtlich, der in seiner im Jahre 1875 erschienenen Abhandlung schreibt, daß er die Temperatur des Thermalwassers der Margaretheninsel am 30. Oktober 1868 mit 43.22° und am 1. September 1869 mit 43.33° gemessen habe. THAN's Daten zeigen mithin die Temperatur veränderlich an und die Veränderung weist eine entgegengesetzte Tendenz von der von KALECSINSZKY beobachteten auf. Zu bemerken ist, daß THAN in seiner Schrift nicht erwähnt, daß er die Thermometer, mit welchen er seine Messungen ausführte, kontrolliert hätte; zu jener Zeit war das Jenaer Wärmemesserglas noch nicht bekannt. Ich hebe dies deshalb hervor, weil THAN in einer späteren, im Jahre 1880 erschienenen Arbeit, in welcher er die Resultate seiner Versuche mit dem Wasser des artesischen Brunnens im Stadtwalden veröffentlichte, über die Temperaturmessungen wörtlich folgendes schreibt:

«Ich habe die Temperatur mit einem GEISZLERSchen Normalthermometer gemessen, dessen Nullpunkt den Kontrollversuchen gemäß seit Jahren beständig bei 0.23° C liegt. Die Beobachtung geschah stets zu jener Zeit, als bereits mehrere Stunden hindurch das Wasser aus dem oberen Ende der Rohrleitung ausgeflossen war. Das Thermometer wurde ganz unter das ausgedrungene Wasser getaucht und in $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ -stündigen Pausen so lange beobachtet, bis der Quecksilberfaden einen permanenten Wert anzeigte. Die Observationen haben folgendes ergeben:

17. Juli 1879 V. M.	74.10°
17. Juli 1879 V. M.	74.20°
12. März 1880 V. M.	74.10°

Der Mittelwert der Observation war einschließlich der Korrektur 73.92° »

Wie aus dieser Beschreibung ersichtlich ist, hat **THAN** damals seinen Thermometer wohl kontrolliert, beziehungsweise dessen Nullpunkt festgestellt, hat aber dieses an der Temperatur der Quelle und in den dazwischen liegenden Graden nicht geprüft, die gemessene Temperatur aber war der Quellentemperatur näher als dem Gefrierpunkte. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß zu jener Zeit die Kontrollierung der dazwischen liegenden Grade insofern noch schwieriger gewesen ist, da damals noch nicht so viele und genaue Daten zur Verfügung standen als jetzt. Außerdem war seinen Beobachtungen vom 17. Juli 1879 gemäß die Temperatur 74·1, beziehungsweise 74·2°, es weichen also die nacheinander erhobenen Daten um 0·1° von einander ab.

Wie wir aus diesen allen Daten und der Beschreibung ersehen, können wir auch **THANS** Daten, der doch, wie auch die Beschreibung zeigt, seine Untersuchungen mit größter Umsicht durchführte und die damals bekannten Vorsichtsmaßregeln eingehalten hat, wenn wir auch auf die Veränderung der Zehntelgrade Wert legen, nur mit einem gewissen Vorbehalt aufnehmen. Es ist deshalb schwer, aus den Abweichungen in den Daten anderer, insbesondere älterer Daten nach Zehntelgraden, Schlüsse zu ziehen. Man kann dies tun, wenn man die Beobachtung mit ein und demselben Thermometer und unter stetiger Einhaltung derselben Umstände selbst durchführt.

Auf jeden Fall wäre es interessant und würde auf viele Fragen Aufklärung geben, wenn man das Verhalten der Budapester Thermalquellen systematisch beobachten würde.

Seinerzeit haben wir mit Dr. **THOMAS** von **SZONTAGH**, dem jetzigen Präsidenten unserer Gesellschaft und anderen auch projektiert, diese Thermalquellen wo möglich mit Hilfe von selbstregistrierenden Instrumenten Untersuchungen zu unterziehen, doch sind die sonstigen Umstände unseres Planes durch den Krieg verhindert worden; hoffen wir jedoch, daß unser Plan dennoch zur Ausführung gelangt.

(Aus dem ungarischen Original übersetzt: **M. PRZYBORSKI** Berginspektor i. R. Budapest.)

ÉRTESÍTÉS.

A magyar kir. Földtani Intézet kiadásában az 1916. év december
havában megjelent

A Magyar Birodalom Vasérc- és Kőszénkészlete

című 964 oldalas munka,
egy térképmelléklettel és 255 ábrával illusztrálva.

Irtta PAPP KÁROLY dr.
m. kir. osztálygeológus.

Megrendelhető **Kilián Frigyes Utóda** egyetemi könyvkeres-
kedésében, Budapest, IV., Váci-utca 32. sz.

Ára 20 korona.

VORANZEIGE

Im Verlag der kön. ungarischen geologischen Reichsanstalt erscheint
im Frühjahr 1919 das Werk:

Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des Ungarischen Reiches

etwa 1050 Seiten, mit einer Kartenbeilage und 255 Abbildungen illustriert

von Prof. Dr. KARL von PAPP
kön. ung. Sektionsgeologe.

In's Deutsche übersetzt von
ÁRPÁD von ZSIGMONDY
Dipl. Bergingenieur, Oberberginspektor i. R.

Zu bestellen bei **Friedrich Kilián's Nachfolger,**
Universitätsbuchhandlung Budapest, IV., Váci-utca 32.

Preis 30 Kronen.

A III. TÁBLA MAGYARÁZATA.

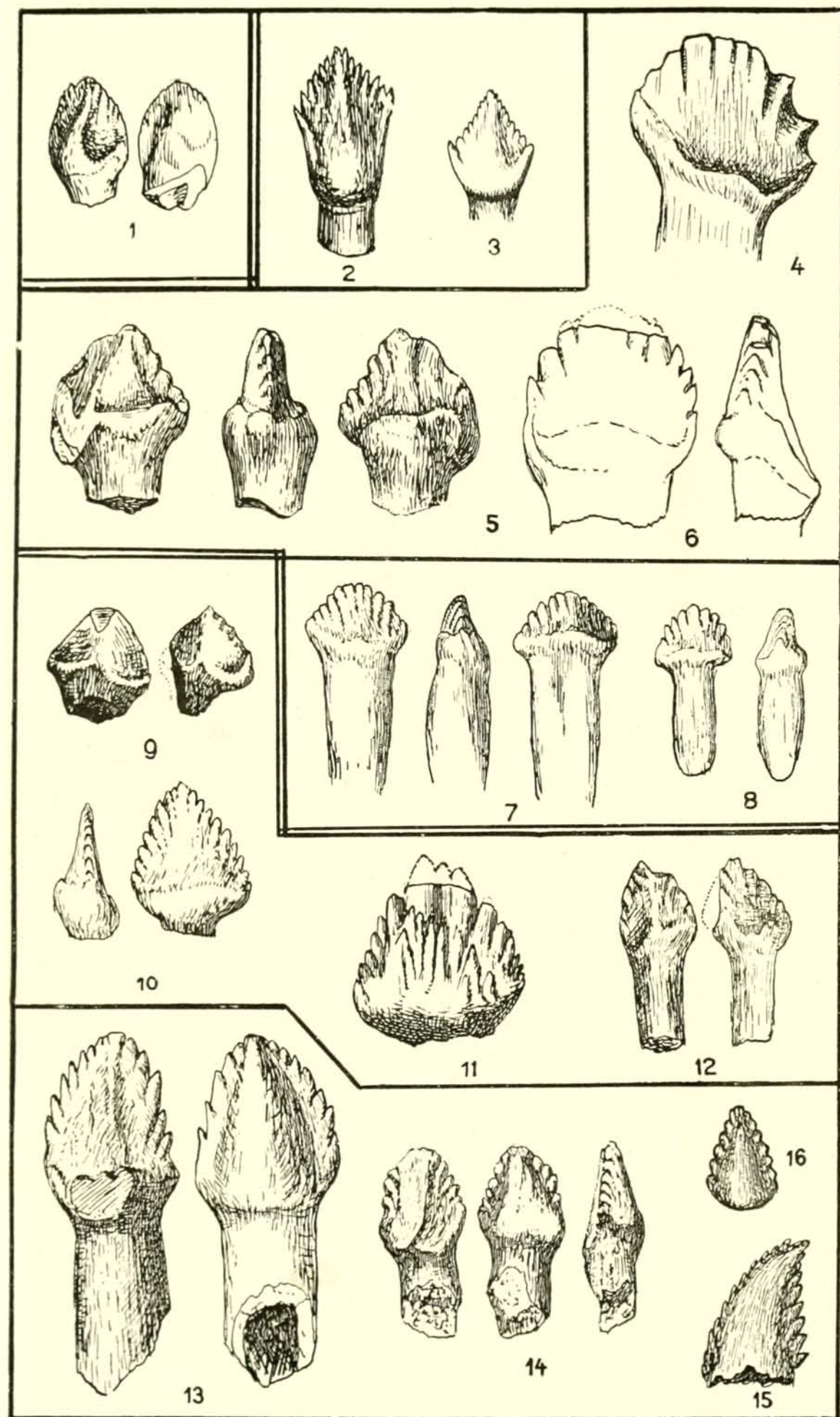
BÁRÓ NOPCSA FERENC: *Különféle Thyreophorák fogai.*

1. *Leptoceratops gracilis* B. BROWN (természetes nagyság).
2. *Scelidosaurus Harrisoni* OWEN (kétszeresen nagyítva).
3. *Echinodon Becklessi* OWEN (kétszeresen nagyítva).
4. *Palaeoscincus costatus* LEIDY (háromszoros nagyítás).
5. *Priconodon crassus* MARSCH. (term. nagys.).
6. *Palaeoscincus tutus* LAMBE partim. = *Euoplocephalus partim*.
7. *Stegosaurus* sp. = *Palaeoscincus latus* MARSCH.
8. *Stegosaurus ungulatus* MARSCH.
9. *Struth osaurus austriacus* SEELEY = *Crataeomus* SEELEY (kétszeres nagyítás).
10. *Acanthopholis horridus* HUXLEY (a term. nagyság 7/3-a).
11. *Stegoceras* = *Palaeoscincus rugosus* LAMBE.
12. *Stegopelta landrensis* WILLISTON (a term. nagyság 3/2-e).
13. *Ankylosaurus magniventris* BROWN (háromszoros nagyítás).
14. *Leipsanosaurus noricus* nov. spec. (kétszeres nagyítás).
15. *Tröodon formosus* LEIDY (háromszoros nagyítás).
16. *Sarcolestes Leedsii* LYDEKKER (háromszoros nagyítás).

TAFELERKLÄRUNG ZU TAFEL III.

BARON FRANZ NOPCSA: *Zähne thyreophorer Dinosaurier.*

1. *Leptoceratops gracilis* B. BROWN (nat. Größe).
2. *Scelidosaurus Harrisoni* OWEN (doppelte Vergrößerung).
3. *Echinodon Becklessi* OWEN (doppelte Vergrößerung).
4. *Palaeoscincus costatus* LEIDY (dreifache Vergrößerung).
5. *Priconodon crassus* MARSCH. (nat. Größe).
6. *Palaeoscincus tutus* (= *Stereocephalus tutus* LAMBE partim = *Euoplocephalus partim*).
7. *Stegosaurus* sp. (= *Palaeoscincus latus* MARSCH).
8. *Stegosaurus ungulatus* MARSCH.
9. *Struthiosaurus austriacus* SEELEY = *Crataeomus* SEELEY (in doppelter Vergrößerung).
10. *Acanthopholis horridus* HUXLEY (7/3 d. nat. Größe).
11. *Stegoceras* (= *Palaeoscincus rugosus* LAMBE).
12. *Stegopelta landrensis* WILLISTON (3/2 d. nat. Größe).
13. *Ankylosaurus magniventris* BROWN (dreifache Vergrößerung).
14. *Leipsanosaurus noricus* nov. spec. (doppelte Vergrößerung).
15. *Tröodon formosus* LEIDY (dreifache Vergrößerung).
16. *Sarcolestes Leedsii* LYDEKKER (dreifache Vergrößerung).



Báró Nopcsa Ferenc dr.: Külömféle Thyreophorák fogai.
 Baron Franz Nopcsa: Zähne thyreophorer Dinosaurier.