

## DEM ANDENKEN VON KÁROLY THAN.

*Motto*: «Wenn wir von der Bildung von Mineralwässern sprechen, so äussern wir uns gewöhnlich im allgemeinen.»

Prof. Dr. L. v. ILOSVAY.

### Einleitung.

Die physisch-chemische Natur der aus dem Innern der Erde an ihre Oberfläche hervordringenden Wasserquellen wird zwar erforscht, aber diese Erforschung bildet eine sporadische Erscheinung, sie ist nicht in ein System gekleidet, welches es uns ermöglichte, auf Grund eines genügenden faktischen Materials, in die Tiefen der Natur dieser wichtigen Elemente unserer Erde hineinzudringen.

Die größte Aufmerksamkeit der Forscher war seit einer verhältnismäßig langen Zeit auf die sogenannten Mineralquellen gerichtet, d. h. auf die Quellen, deren Wasser eine heilende Wirkung besaßen. Erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts, als das Leben großer bevölkerter Orte die Frage von der rationellen Wasserversorgung derselben scharf in den Vordergrund drängte, begann man auch die Quellen, die Trinkwasser liefern, zu erforschen.

Aber trotzdem kann der gegenwärtige Stand der Quellenforschung nicht den Geologen befriedigen, der die Wasserquellen als eine der wichtigen Lebenserscheinungen der Erde betrachtet, als eines der Elemente, das durch seine Erscheinung nach außen eine systematische Erforschung gestattet, das an die Tagesoberfläche Zeugnisse von den Prozessen trägt, die in den für unsere Beobachtungen unzugänglichen Tiefen vor sich gehen. Damit meine Behauptung nicht unbegründet erscheine, berufe ich mich auf die glänzende und vielleicht einzig in ihrer Art dastehende Arbeit des Wiener Gelehrten, Prof. E. LUDWIG,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LUDWIG, E. Die Mineralquellen Bosniens. Tschermak's Mineral. und Petrograph. Mitt. Bd. X. (1889). S. 403.

der die Mineralquellen Bosniens studierte. In dieser Arbeit sind nur zwei Elemente untersucht: Temperatur und chemische Zusammensetzung der Quelle. Nur in Betreff einer Quelle, und zwar der von Ilidze, ist vermerkt, daß sie ähnlich dem Karlsbader Sprudel pulsiert und in Betreff keiner einzigen Quelle sind Angaben über den Debit angeführt. Einen unumstößlichen und interessanten Beweis dafür, wie groß unsere Unkenntnis der Mineralquellen ist, liefert das Deutsche Bäderbuch,<sup>1</sup> ein Werk, das von der kompetentesten Behörde herausgegeben ist. Aus ihm erfahren wir, daß sogar die chemische Natur der populärsten Quellen Deutschlands, der Quellen, an denen die reichsten Kurorte gegründet sind, für den einigermaßen nachdenkenden Geologen eine Reihe unlösbarer Rätsel darbieten. Für den Geologen ist es z. B. unverständlich wie die Ärzte den Kranken diese oder jene Benutzung von Mineralwässern vorschlagen können, wenn die Analyse dieses Wassers vor 40 oder 50 Jahren gemacht worden ist.

Solche Fälle haben wir z. B. für die Quellen Kaiserbrunn und Ludwigsbrunn in Hamburg (FRESENIUS, 1861) und Luisenbrunn ebenda (1857), für die Quellen in Wildungen, für die Helenenquelle und Stahlquelle sind die Analysen vom Jahre 1895 angeführt, für die Spiegelquelle in Wiesbaden ist die Analyse vom Jahre 1856 gegeben.

Für die Karlsbader Quellen sind in den Büchern, die an die Angereisten verteilt werden, Analysen angeführt, die von LUDWIG im Jahre 1879 gemacht sind. Dieselben Analysen finden wir in dem Kursus für Balneologie, der an der Wiener Universität von dem jetzt verstorbenen Prof. CLAR gelesen wurde.<sup>2</sup>

Diese Mangelhaftigkeit der Materialien, die sich auf die aus dem Innern der Erde an ihre Oberfläche hervordringenden Wasserquellen beziehen, die sich dann herausstellte, als ich mich mit der Untersuchung der Ursachen der Mißverständnisse am Narsan beschäftigte, zwang mich, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, diese Materialien zu ordnen und jenes Minimum von Elementen auszuschneiden, welches bei der Erforschung von Wasserquellen, sowohl derer die balneologische Bedeutung haben, als auch der Quellen zur alltäglichen Benutzung, obligatorisch berücksichtigt werden muss.

Die Grundlage jeder Erforschung muß irgend eine Hypothese bilden. Nur durch das Vorhandensein einer Hypothese werden die Tatsachen beseelt und lebensfähig.

<sup>1</sup> Deutsches Bäderbuch, bearbeitet unter Mitwirkung des K. Gesundheitsamtes. Berlin, 1907.

<sup>2</sup> CLAR C. Vorlesungen über Balneologie. Leipzig und Wien, 1907.

Zum Eckstein der Erforschung der Wasserquellen nehmen wir die Hypothese von SUSS; nach dieser Hypothese teilen wir alle an die Erdoberfläche hervordringenden Quellen in zwei große Gruppen: juvenile Quellen und vadoso Quellen. Für die ersten setzen wir theoretisch vier Merkmale fest: Pulsation, Unveränderlichkeit der Ausgiebigkeit, Unveränderlichkeit der Temperatur und Unveränderlichkeit der chemischen Zusammensetzung. Von selbst entsteht die Frage von der Länge der Periode, für die die Beständigkeit der obenerwähnten Elemente konstatiert werden muß. Bedingungsweise und zeitweilig wollen wir das Jahr für die Länge dieser Periode annehmen, und zwar haben wir diese Periode nur deshalb gewählt, weil vom theoretischen Standpunkte in vadosen Quellen die oben angeführten Elemente im Jahres-Zyklus unbedingt mehr oder weniger scharf hervortretenden Schwankungen unterliegen müssen.

Wenn wir ein solches leitendes Klassifikations-Prinzip besitzen, werden wir schon nach den im Verlaufe eines Jahres ausgeführten Beobachtungen imstande sein genau die Natur der Quelle festzustellen und im Falle, daß sie einen gemischten Typus darstellt, das Verhältnis des juvenilen und vadosen Wassers dieser Quelle zu bestimmen. Ferner wird man, was äußerst wichtig ist, auf diesem Wege genaues Material zur Prüfung unserer Vorstellungen von juvenilen Quellen erhalten.

Das Material, welches ich durch eine ziemlich zeitraubende Arbeit zu sammeln und zusammenzustellen vermochte, hätte bedeutend erweitert werden können, ich war jedoch recht wählerisch in Bezug auf das zu sammelnde Material und verhielt mich zu ihm streng kritisch.

## I. Effluktion der Wasserquellen.

Die rhythmische Pulsation des Karlsbader Sprudels hält SUSS für das charakteristische Merkmal einer juvenilen Quelle. Das gleichmäßige, ruhige Ausströmen muß als charakteristisch für vadoso Quellen angesehen werden. Ich halte es praktisch für notwendig den Ausdruck Effluktion<sup>1</sup> einzuführen, der die Gesamtheit aller Eigenheiten des Ausströmens einer Quelle umfassen muß.

Die praktische Zweckmäßigkeit eines solchen Ausdrucks hat seinen Ursprung in der Notwendigkeit, den Charakter des Ausströmens einer Quelle, als eines der wichtigen Merkmale, in dem ihre genetische

<sup>1</sup> Vom lateinischen Verbum effluere=ausströmen; für den Hinweis auf diesen Ausdruck bin ich Prof. J. BAUDOIN DE COURTENAY verpflichtet.

Natur sich widerspiegelt, hervorzuheben. Wenn wir einen solchen Ausdruck annehmen, so wird die in letzter Zeit von E. A. MARTEL<sup>1</sup> vorgeschlagene Einteilung der Quellen in wahre Quellen (sources) und falsche Quellen (résurgences) ganz überflüssig, wobei der Ausdruck «source» seine ursprüngliche Bedeutung verlieren und durch den Ausdruck «emergence» ersetzt werden muß.

Den vorgeschlagenen Ausdruck benutzend, werden wir sagen: ruhige Effluktion, intermittierende Effluktion, rhythmische Effluktion, mit beständigem Rhythmus, mit wechselndem Rhythmus, Effluktion begleitet von gleichmäßigem oder rhythmischem Ausströmen von Gas. Für Gasquellen ist der vorgeschlagene Ausdruck auch vollkommen geeignet und man kann von Gasquellen z. B. sagen: eine Gasquelle mit gleichmäßiger Effluktion oder eine Quelle mit rhythmischer Effluktion. Derselbe Ausdruck muß auch auf Naphtaquellen übertragen werden.

Mir sind nur zwei Beispiele von genauer, instrumentaler Untersuchung der Effluktion bekannt:

Das eine dieser Beispiele bezieht sich auf Borshom<sup>2</sup> im Kaukasus, das andere auf den Geiser Atami<sup>3</sup> in Japan.

MOLDENHAUER untersuchte die Katharinenquelle in Borshom mit Hilfe zweier selbstregistrierender Apparate seiner eigenen Konstruktion. Seine Apparate registrierten ununterbrochen die Schwankungen des Druckes der Quelle oder mit anderen Worten die Amplitude und Periode der Pulsation und den Debit der Quelle.

MOLDENHAUER erklärt die Druckschwankungen durch Schwankungen der Mengen der ausströmenden Kohlensäure und meint, daß dem größten Ausströmen der Säure der geringste Druck im vertikalen Kaptagerohr der Quelle entspricht, dem geringsten Ausströmen der Säure aber der größte Druck.

Diese Folgerung des Forschers bestreite ich nicht, jedoch ist sie von ihm nicht unmittelbar nachgewiesen und deshalb wird es, obgleich die Schwankungen mit dem Manometer gemessen und registriert wurden, richtiger sein nicht vom Druck, sondern nur von Perioden und Amplitude der Pulsation zu sprechen.

Als MOLDENHAUER seine Abhandlung publizierte, hatte er hauptsächlich im Auge, die Aufmerksamkeit von Personen, die die Mineral-

<sup>1</sup> L. DELAUNAY, E. A. MARTEL. *Le sol et l'eau*. Paris, 1906, S. 136.

<sup>2</sup> MOLDENHAUER, F. F. Beobachtungen über das Leben der Mineralquellen mit Hilfe von selbstregistrierenden Apparaten. p. 22 Tiflis 1901. (russ.)

<sup>3</sup> K. HONDA and T. TERADA. On the Geysers in Atami, Japan. *The Physical Review*. Vol. XXII, p. 300, New-York and London, 1906.

quellen verwalten, auf seine Untersuchungsmethode, auf seine Apparate zu lenken, er spricht davon zum Schluss seiner Broschüre. Zum größten Leidwesen fand aber MOLDENHAUER, soweit wenigstens mir bekannt ist, nicht nur keine Nachahmer, sondern die von ihm errichtete Station und seine Apparate hörten sogar nach seiner Abfahrt aus Borshom zu funktionieren auf. Das von MOLDENHAUER verfolgte Ziel war der Grund, daß er in seiner Broschüre nur Beispiele für die Ausführung der Beobachtungen und für die Führung «eines Lebens-Bulletins der Quelle» anführt, und nicht das gibt, was uns gegenwärtig am meisten interessiert, d. h. ein jährliches Bulletin des Lebens der Quelle.

Wir haben zu unserer Verfügung nur ein Monatsbulletin (Januar 1901) und die Kopie der Originalaufzeichnung des selbstregistrierenden Apparates für 10 Stunden des 19. Januar desselben Jahres.

Im Monatsmittel ist die Wellenlänge, im Zeitmaß ausgedrückt, gleich 8,97 Min., ihre kleinste Länge ist 8,6 und die größte 10,3 Min.; die mittlere Höhe der Welle beträgt 55,0 mm der Quecksilbersäule, das Maximum 60,6 mm und das Minimum 51,0 mm.

Der Debit betrug im Tagesmittel 9072 Wedro, Maximum 9360, Minimum 8810 Wedro. Die Temperatur wurde nicht vermittels eines Thermographen, sondern eines Quecksilberthermometers gemessen und war während der Beobachtungsperiode noch beständiger, als die oben aufgezählten Elemente; sie betrug im Mittel 27,84°C., das Minimum war 27,8° und das Maximum 27,9°C.

Natürlich kann man nicht auf Grund von Beobachtungen, die nur einen Monat umfassen, irgend welche Schlüsse ziehen.

Falls sich in der Verwaltung der Borshomschen Mineralquellen die Originalbeobachtungen von MOLDENHAUER und die von ihm herausgegebenen Bulletins erhalten haben, so würde die Verwaltung der Quellen der Wissenschaft einen grossen Dienst erweisen, wenn sie dieses Material bearbeiten und publizieren ließe.

Der Geiser Atami (circa 139° E. L. von Greenwich und 35° N. Br.) in der Provinz Izu (Idsu) in Japan, südlich von Tokio, wurde während zweier Jahre studiert. Aus einer kurzen Beschreibung des Geisers Atami kann man ersehen, daß er drei vertikale Öffnungen besitzt, von denen die eine die Hauptöffnung ist, die zwei zu beiden Seiten befindlichen aber kleiner sind. Außerdem ist beim Geiser noch eine Seitenöffnung angelegt, die sein Wasser in eine Badeanstalt leitet. Der Geiser ist in der Nähe des Meeres gelegen und seine Mündung befindet sich 22 Meter über der Meeresoberfläche. Das vom Geiser herausgeworfene Wasser ist salzig, doch ist der Salzgehalt fünfmal

geringer als der des Meerwassers. Die Temperatur ist an der Oberfläche  $100^{\circ}\text{C}$ . in der Tiefe von 1,5 m hält sie sich aber beständig gleich  $103^{\circ}$ — $104^{\circ}\text{C}$ . Die Beschreibung der zur Erforschung der Effluktion des Geisers benutzten Apparate sind ohne Zeichnungen und daher nicht in allen Einzelheiten verständlich.

Im allgemeinen unterscheidet man im Geiser zwei Typen von Wasserausbruch, wobei das vom Geiser ausgeworfene Wasser nicht in ihn zurückkehrt.

Der erste normale Ausbruchtypus wiederholt sich fünfmal täglich, der zweite Typus, der stürmischeren Charakter trägt, besitzt die Spezialbezeichnung «nagawaki»; er wiederholte sich früher ungefähr einmal monatlich, jetzt aber beobachtet man «nagawaki» ein oder zweimal jährlich. Jeder normale Ausbruch dauert ungefähr zwei Stunden und im Gange des Ausbruches unterscheidet man drei Stadien.

Nach dem zweistündigen Ausbruch tritt eine dreistündige Ruhepause ein.

Für die automatische Aufzeichnung der zweistündigen Perioden waren Apparate mit zweistündiger Umdrehung des Registrierzylinders aufgestellt; der Apparat zur Aufzeichnung der täglichen Schwankungen war mit einem Zylinder mit 24 stündiger Umdrehungszeit versehen.

Der Apparat zur Aufzeichnung der zweistündigen, normalen Ausbruchperiode bestand aus einem an der Mündung des Geisers aufgehängten Pendel. Der Pendel bestand aus einem Messingstab mit einer an ihm aufgehängten schweren Bleikugel.<sup>1</sup>

Das beinahe horizontal herausgeworfene Wasser und der Wasserdampf teilten dem Pendel einen Druckimpuls mit und die Schwankungen des Pendels wurden vermittelt einer entsprechenden Übertragung auf den Zylinder, der eine volle Umdrehung in zwei Stunden ausführte, registriert.



Fig. 1. Teil einer Effluktionskurve des Geisers Atami.

Zur Ermittlung der Dampfwirkung war ein einem Luftthermometer ähnlicher Apparat konstruiert, der nicht in der Hauptmündung, sondern in einer Seitenmündung, aufgestellt war. Er war ebenfalls mit einem Registrierapparat versehen.

<sup>1</sup> Leider geben die Autoren weder die Dimension ihrer Apparate, noch Zeichnungen derselben.

Der Apparat zur Aufzeichnung des täglichen Lebensganges des Geisers war nach dem System von NAKAMURA konstruiert, er beruht, wie es scheint, auf dem Prinzip des Quecksilbermanometers.<sup>1</sup>

Vermittels der angeführten Apparate erhielt man Kurven, welche sowohl die tägliche, als auch die zweistündige Effluktion charakterisieren. Mit Hilfe derselben Apparate wurden auch Aufzeichnungen von zwei anormalen Ausbrüchen «nagawaki» gewonnen, der eine fand statt am 14. Januar 1905 und der andere am 26. Mai. Der erste Ausbruch dauerte circa 15 Stunden und trat ganz unerwartet ein.

In der letzten Zeit begann man in der Nähe des Geisers Atami Brunnen anzulegen, sie gaben alle Wasser von hoher Temperatur, das sich 8 Meter über den Erdboden erhob, und der Debit betrug bis 300 Kub.-Meter in 24 Stunden.

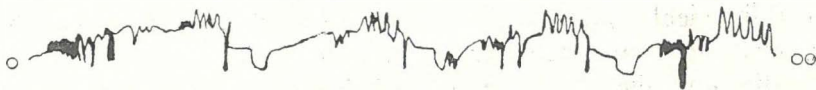


Fig. 2. Teil einer «nagawaki»-Kurve des Geisers Atami.

Die Anlage der Brunnen übte sofort einen Einfluß auf das Regime des Geisers aus, und die Registrierapparate verzeichneten eine Verminderung der Zahl der normalen Ausbrüche, und auch der Charakter der Kurven änderte sich bedeutend. Die Zahl der Ausbrüche fiel im Mittel bis auf 3, 2 in 24 Stunden. Es wurde beschlossen die Brunnen zu schließen, und darnach stieg die Zahl der Ausbrüche im Mittel bis auf 4, 5 in 24 Stunden.

HONDA und TERADA bemerken, daß die Vergleichung der Beobachtungen der Luftdruckschwankungen zeigt, daß bei der Annäherung niedrigen Druckes die Ausbrüche sich verspäten, bei der Zunahme des Luftdruckes dagegen früher erfolgen.

Wie schon oben bemerkt wurde, verfügen wir nur für die Katharinenquelle in Borshom und für den Geiser Atami über genaue, mit

<sup>1</sup> Der Apparat von NAKAMURA ist in den Proceedings of the Tokyo Physico-Mathematical Society, Vol. I (1902) beschrieben, ich konnte aber diese Publikation in den Petersburger Bibliotheken nicht finden. Erst während des Druckes der vorliegenden Abhandlung erhielt ich von Prof. TANAKADATE einige japanische Publikationen, darunter auch die Nummer der «Proc. of the Tokyo Phys.-Mat. Soc.», in dem eine schematische Zeichnung des Apparates von Prof. NAKAMURA gegeben ist. Das ist ein Quecksilbermanometer, welcher unter anderem auch zur Registrierung von Ebbe und Flut geeignet ist. Dieser Publikation habe ich auch die Diagramme entlehnt.

Hilfe von selbstregistrierenden Apparaten aufgezeichnete Typen der Effluktion. Wir besitzen noch einige Beschreibungen, die ein recht deutliches Bild über den Charakter der Effluktion anderer Quellentypen geben.

In erster Stelle setzen wir die Quelle Dagadó-Forrás, die in Ungarn in den Bergen Kodru-Moma in der Nähe von Koluga gelegen ist. Der Name Dagadó-Forrás bezeichnet in der Übersetzung die überfließende oder anschwellende Quelle. Die Quelle gibt kristallklares, angenehm schmeckendes Wasser von der Temperatur  $10^{\circ}$ — $11^{\circ}$  C, nur einmal wurde eine Temperatur von  $12^{\circ}$  C gefunden.

Der verstorbene ungarische Geologe JULIUS PETHŐ<sup>1</sup> gibt folgende Beschreibung dieser Quelle.

Die Quelle entspringt einer schalenförmigen Vertiefung am felsigen Abhang des aus Kalkstein bestehenden Berges. Unter einer dünnen Kalkschicht lagert ein fester Quarzitsandstein, der in der Nähe der Quelle im Osten und Norden zu Tage tritt.

Die unregelmäßig gestaltete schalenförmige Vertiefung hat eine Länge von 8,8 m, ihre größte Breite beträgt 2 m und ihre Tiefe ist etwas über 0,6 m.

In die Schale gelangt das Wasser aus einer kleinen Höhle, in der sich beständig Wasser befindet. Wenigstens verschwand das Wasser während der Tage, wo sich PETHŐ an der Quelle aufhielt, nicht aus der Höhle.

Der Charakter der Effluktion der Quelle ist aus folgender Beschreibung ersichtlich.

Die Schale der Quelle fand PETHŐ leer vor, nur am Ausgang aus der Höhle glänzte eine kleine spiegelnde Wasserfläche. Plötzlich hörte man ein Geräusch, das zeitweilig recht stark wurde. Das Wasser stieg in seinem Leitungskanal empor und brachte, die Luft verdrängend, das Geräusch hervor. Nach einigen Minuten erschien das Wasser aus der Höhle, füllte die Schale im Verlauf von zwei Minuten bis zur Höhe von 62 cm. Ein Teil des Wassers begann längs dem Abhange abzufließen und zugleich wurde der Wasserzufluß geringer, daraufhin hörte der äußere Abfluß auf und das in der Schale übriggebliebene Wasser begann zurück in die Höhle und in den Kanal zu fließen. Nach  $14\frac{1}{2}$  Minuten war alles Wasser aus der Schale zurückgegangen. Die ganze Periode vom Beginn des Erscheinens bis zum Verschwinden des Wassers umfaßte also  $16\frac{1}{2}$  Minuten. Die Menge des aufgestiegenen Wassers betrug 8—12 Hektoliter.

<sup>1</sup> Jahresbericht der kgl. Ungarischen Geolog. Anstalt für 1892. J. S. 9.



Nach einer Ruhepause von  $1\frac{1}{2}$  Minuten erschien das Wasser von neuem, diesmal aber währte die Periode des Steigens nur  $1\frac{1}{2}$  Minuten und das Zurückfließen dauerte 14 Minuten. Die Wassermenge war geringer und die Höhe des Aufstiegs erreichte nur 53 cm. Nach einer Ruhepause von 44 Minuten begann ein neuer Ausfluß der Quelle.

Die Beobachtungen PETHÖS dauerten vier Tage; er verglich sie mit den von SCHMIDT in den Jahren 1860—1861 ausgeführten.

Fürs erste stellte er fest, daß die Ruhepausen von verschiedener Dauer sind, von 1,5 Minuten bis 2 Stunden 16 Minuten, wobei, wie es scheint, Reihen von kurzen Ruhepausen mit längeren Pausen abwechseln.

Die Dauer des Steigens und Abfließens des Wassers schwankt in den Grenzen von 1 bis 3 Minuten.

Ich habe in der Literatur keine neueren und vollständigeren Daten über die Dagadó-Quelle gefunden, aber die oben angeführten Angaben beweisen, erstens, daß man keinen Grund hat anzunehmen, daß im Regime der Quelle Gase irgend welche Rolle spielen, und zweitens, daß die Effluktion der Dagadó-Quelle einen eigenartigen Typus darstellt, dem die Ungaren geneigt sind den besonderen Gattungsnamen «Dagadó» zu geben.

In Ungarn befindet sich 20 Km nach NE von der Stadt Kassa der Kurort Ránk-Herlány, in dem eine in der Tiefe von 404 m angebroffene Quelle alle sechs Stunden eine Wassersäule bis zur Höhe von 18 m herauswirft. Die ebenfalls in Ungarn gelegene Quelle Buziás besitzt, nach den Angaben von VARGHA<sup>1</sup> eine rhythmische Effluktion, die sich 50—65 mal in der Minute wiederholt.

Trotz meiner recht sorgfältigen Nachforschung gelang es mir nicht eine Beschreibung der Pulsation des Karlsbader Sprudels zu finden.

Meine eigenen Beobachtungen von Quellen sind recht beschränkt. Ich hatte Gelegenheit einige Thermalquellen in Sibirien zu beobachten, die von der örtlichen Bevölkerung Arschane genannt werden. Alle diese Quellen, wie z. B. die Quelle des Nilow-Klosters oder die Quelle am Kitoi-Fluß liefern eine sehr geringe Wassermenge und eine rhythmische Effluktion habe ich bei ihnen nicht bemerkt, übrigens ist es möglich, daß eine solche Effluktion bei ihnen wohl vorhanden ist, von mir aber damals nicht bemerkt wurde.

Die einzige Thermalquelle am Nord-Abhange der Karpathen-

<sup>1</sup> Földtani Közlöny, Bd. XXXIV. (1904). S. 508.

Jatschurowka ist in einen großen, breiten Brunnen kaptiert, sie liefert eine unbedeutende Wassermenge und das Auge bemerkt keinen Rhythmus in ihrer Effluktion.

Aus der Zahl der äußerst wasserreichen Thermalquellen von Budapest gestatten eine unmittelbare Beobachtung der Effluktion die Quelle der Margitinsel und die höher als die Stadt am rechten Ufer der Donau gelegenen Quellen, welche die sogenannten alten römischen Bäder bilden.

Auf der Margitinsel ragt das Ende des Kaptagerohres circa 4 m über die Erdoberfläche empor und das Wasser fließt zuerst in einem flachen schalenförmigen Behälter und dann längs einer künstlichen Anhäufung von Steinen in Kaskaden in das Wasserleitungsnetz.

Tagsüber, wenn die Wannenanstalt, für die das Wasser aus einem Seitenrohr genommen wird, funktioniert, beobachtet man den Rhythmus der Effluktion sehr deutlich, jedoch können die dann ausgeführten Beobachtungen nicht als überzeugend gelten. Ich besah die Quelle am Abend, wenn die Wannenanstalt geschlossen war, und wenn alles Wasser nur aus dem oberen Ende des Kaptagerohrs abfließt, wie mir wenigstens der die Quelle beaufsichtigende Diener erklärte. In diesem Falle kann man den Rhythmus sehr deutlich beobachten und die Stöße folgen einander in Zwischenräumen von 2 bis 7 Sekunden.

Die Stöße sind bald schwach, bald stärker. Von den die Quelle beaufsichtigenden Personen konnte ich keine Mitteilungen darüber erhalten, ob irgend welche Änderungen im Charakter der Effluktion vorkommen, vielleicht deshalb, weil diese Personen die deutsche Sprache nur sehr schwach beherrschten.

Die Kaptage der Quelle auf der Margitinsel ist in vielen Beziehungen äußerst günstig für die Anstellung aller möglichen physischen Beobachtungen der Quelle.

Die Quellen der römischen Bäder entspringen im Grunde eines sehr flachen Teiches. Das Wasser in den Teichen ist vollkommen durchsichtig und reflektiert grünliche Strahlen, der Grund ist mit Kalkgrus bedeckt und die Quellen reißen beim Hervordringen gleichsam Gruswolken mit sich.

Ich habe fünf Quellen beobachtet, die Zahl derselben ist dort aber bedeutend größer. Der Debit derselben ist nicht gleich, sie besitzen aber alle rhythmische Effluktion; auf Grund meiner während kurzer Zeit ausgeführten Beobachtungen muß ich bemerken, daß die Pausen zwischen den Stößen nicht gleich sind und für die wasserreicheren Quellen sind sie, wie es scheint, kürzer.

Für die wasserreicheren Quellen wurden zwischen den Stößen Pausen von 1—2—3 Sekunden beobachtet, für die schwachen betragen sie 4—6 Sekunden.

Die Zeit habe ich durch Zählen bestimmt, diese Zeitmessungen haben also nur einen sehr relativen Wert und konstatieren nur das Vorhandensein einer rhythmischen Effluktion.

Aus den oben angeführten, wenn auch nicht sehr zahlreichen, Tatsachen muß man aber schließen, daß die Effluktion der Quellen eine komplizierte Erscheinung darstellt, in der man sich ohne genaue, ziffermäßig ausgedrückte Beobachtungen nicht orientieren kann.

Da die Gesamtheit meiner Kenntnisse auf dem Gebiete der Naphtageologie mich zwingt dem Naphta juvenilen Ursprung<sup>1</sup> beizumessen, wobei ich natürlich den Zyklus der hierbei stattfindenden Prozesse etwas anders auffasse, als ihn SUESS für das Wasser annimmt, so war es für mich von Interesse zu prüfen, ob nicht Beobachtungen über die Effluktion der Naphta- und Gasquellen vorhanden sind. In der Literatur habe ich keine genauen, ziffermäßigen Angaben, wenn auch nur über das Fontanieren gefunden, indessen müssen die Industriellen wenn nicht für Naphta, so doch für Gasquellen Angaben besitzen, die für den gegebenen Fall brauchbar sind, da man bei Gasquellen und Gasleitungen schwerlich ohne Manometer auskommen kann. Auf Grund des oben gesagten kann man leicht einsehen, wie sehr es wünschenswert ist, daß mit Hilfe von selbstregistrierenden Apparaten Beobachtungen über die Effluktion von Mineralquellen, überfließenden Bohrlöchern, Naphta- und Gasquellen angestellt werden.

Die Apparate von MOLDENHAUER und von NAKAMURA, die nach dem Prinzip des Quecksilber-Manometers konstruiert sind, scheinen ihrem Zweck vollständig zu entsprechen. MOLDENHAUER stellte in Borshom seinen Registrierapparat im Laboratorium auf, aber nicht immer sind so günstige Bedingungen vorhanden und daher wird man meistens den ganzen Apparat in einer sicheren Hülle an der Quelle selbst aufstellen müssen.

Bei Naphta- und Gasquellen wird man, entsprechend ihrem Drucke, das Quecksilbermanometer durch ein Metallmanometer ersetzen und den Registrierapparat in einer festen Kammer aufstellen müssen.

Von den Details der Konstruktion der Apparate für Effluktionsbeobachtungen zu sprechen, wäre überflüssig. In jedem einzelnen Falle

<sup>1</sup> JACZEWSKI L. Zur Frage über die Entstehung des Naphtas. Ber. d. Gesellsch. der Bergingenieure. 1904 (russisch).

wird man entsprechend dem Debit, der Stoßstärke, dem Charakter des Rhythmus und endlich auch der Kaptage diesen oder jenen Apparat auswählen und der Trommel des Registrierapparates eine tägliche oder kürzere Umdrehungszeit geben.

Außer den Quecksilber- oder Metallmanometern wird man vielleicht manchmal auch feinere und empfindlichere, nach dem Typus der von Physiologen benutzten Sphygmographen konstruierte Apparate benutzen müssen.

## II. Debit der Quellen.

Der Debit einer Quelle bildet eines der charakteristischen Merkmale ihrer Natur.

Zu den Merkmalen, nach denen E. A. MARTEL<sup>1</sup> die Quellen in sources und résurgences einteilt, gehört auch der Debit und er rechnet einen mäßigen Debit zu den wichtigen Merkmalen der wahren Quellen (sources), einen bedeutenden Debit zählt er zu den Merkmalen der résurgences, d. h. der falschen Quellen.

Oben wurde gesagt, daß wir die Beständigkeit des Debits zu den Merkmalen der Quellen juvenilen Ursprungs rechnen, daher besitzen systematische Messungen des Debits der Quellen großen wissenschaftlichen Wert.

Die Messungen des Debits juveniler Quellen haben aber nur dann wissenschaftlichen Wert, wenn es sicher festgestellt ist, daß das juvenile Wasser sich nicht mit vadosem Wasser vermischt, daß es nicht außer der Kaptageeinrichtung einen anderen Abfluß hat, und wenn die Genauigkeit der Messung dem Debit der Quelle entspricht.

Nur in sehr seltenen Fällen genügen die Daten, die es mir gelang in der Literatur zu sammeln, den oben angeführten Bedingungen, wir können tatsächlich sagen, daß nur die Beobachtungen der Borshom-Quelle von MOLDENHAUER diesen Bedingungen entsprechen. Alle anderen Beobachtungen haben nur relativen Wert, der dadurch bedingt ist, daß sie ziemlich lange, wahrscheinlich nach ein und derselben Methode ausgeführte Beobachtungsreihen geben, und daher kann das durch sie gelieferte Bild die Grundlage für einige Schlüsse bilden, die sogar von praktischer Bedeutung sind. Z. B. die bedeutenden Schwankungen des Debits der Quellen der Pjatigorsker Gruppe zwingen die Frage auf von der Verlässlichkeit der Kaptage dieser Quellen. Bei den Karlsbader Quellen wird direkt bemerkt, daß bedeu-

<sup>1</sup> MARTEL E. A.: Le sol et l'eau. Paris, 1906. p. 136.

tendere Schwankungen des Debits ein Beweis sind für die Notwendigkeit eine Prüfung des Zustandes der Kaptageeinrichtung vorzunehmen. Mängel in der Kaptage können entweder eine Vergrößerung oder Verminderung des Debits der Quelle hervorrufen, in erstem Falle muß man einen Zufluß von vadosem Wasser in die Kaptegeeinrichtung zulassen, im zweiten — einen Abfluß des Wassers aus der Kaptageeinrichtung.

Beim Zufluß von vadosem Wasser muß eine mehr oder weniger bemerkbare Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Quelle eintreten.

Die Verwaltung der Kaukasischen Mineralquellen läßt alljährlich im Frühling durch eine besondere Kommission alle Mineralquellen prüfen, wobei der Debit, die Temperatur und einige charakteristische Bestandteile bestimmt werden.

Solche Bestimmungen haben schon einen bedeutenden Wert, da sie ungefähr zu ein und derselben Jahreszeit gemacht sind und die Periode von 1903 bis 1907 umfassen.

Ogleich in dem gedruckten Material keine Hinweise über die Bestimmungsmethoden angegeben sind, so kann man doch voraussetzen, daß sie mehr oder weniger gleichartige waren.

Die Beobachtungen beziehen sich auf 37 Quellen, sie sind in den unten angeführten Tabellen I, II und III zusammengestellt. (S. S. 16.)<sup>1</sup>

In Betreff der Tabellen und der nach ihnen gezeichneten Kurven<sup>2</sup> (Fig. 3, s. S. 19) ist zu bemerken, daß in ihnen außer dem Debit- $Q$ , Temperaturangaben  $T$  und Angaben über die chemische Zusammensetzung  $FeO$  auf  $H_2S$  gegeben sind. Wir haben das hauptsächlich aus dem Grunde getan, weil eine Zusammenstellung aller beobachteten Elemente auf das Vorhandensein eines gewissen Zusammenhanges in ihren Schwankungen hinweisen kann und weil wir diese Angaben für den weiteren Teil dieser Abhandlungen nötig haben. Die Originalbeobachtungen haben wir etwas umarbeiten müssen.

<sup>1</sup> Aus rein typographischen Rücksichten ist die Quelle XVI, die zur Pjatigorsker Gruppe gehörende warme Schwefelquelle Nr. 3, ausgelassen. Die Kurven für sie sind unter der entsprechenden Nummer gegeben.

<sup>2</sup> Auf S. 19 sind nur einige Kurven gegeben. Die römischen Zahlen entsprechen den Nummern der Tabellen.

## I. Quellen der Pjatigorsker-Gruppe.

Jahr	T. C°	H <sub>2</sub> S.	Q.	T. C°	H <sub>2</sub> S.	Q.	T. C°	H <sub>2</sub> S.	Q.	T. C°	H <sub>2</sub> S.	Q.
	<b>I. Grosser Einsturz.</b>			<b>II. Der See.</b>			<b>III. Tobiasquelle.</b>			<b>IV. Seitenzufluss des Tobias-Stollens.</b>		
1903	35,0	1,4	—	37,5	0,5	3561,0	48,12	3,4	305,4	26,25	0,0	175,6
1904	30,31	0,3	—	36,25	0,5	5475,3	48,12	3,2	284,7	29,37	0,2	263,5
1905	32,81	1,5	—	40,0	0,6	21081,6	47,5	0,1	277,4	26,25	0,1	187,8
1906	40,62	2,7	—	31,25	1,1	1581,1	47,81	3,2	224,2	27,5	0,1	175,6
1907	40,62	2,7	—	31,87	0,6	5214,8	47,5	3,3	217,2	27,5	3,3	178,7
	<b>V. Michaelquelle.</b>			<b>VI. Michaelquelle.</b>			<b>VII. Alexander-Nikolai-Sabanejewquelle.</b>			<b>VIII. Seitenzufluss Sabanejewquelle.</b>		
	Innere.			Äussere.								
1903	36,87	3,4	21,7	35,62	2,4	162,1	48,75	3,5	4216,3	43,12	2,6	421,6
1904	35,31	3,3	23,4	34,06	3,0	150,5	48,12	3,4	3720,0	41,87	2,1	390,4
1905	46,87	3,4	22,4	35,0	3,4	152,5	47,5	3,3	4216,3	41,25	2,0	412,3
1906	34,37	3,2	18,0	34,68	2,3	131,7	48,75	3,4	4517,4	40,93	2,1	301,0
1907	34,68	3,3	17,8	33,75	2,7	117,1	47,5	3,4	4080,2	40,31	3,0	305,4
	<b>IX. Elisabethquelle.</b>			<b>X. Elisabethquelle.</b>			<b>XI. Nikolaiquelle.</b>			<b>XII. Woronyowquelle.</b>		
	Innere.			Äussere. <small>Zusammen für die innere und äussere.</small>								
1903	25,5	0,8	—	28,75	1,7	113,3	39,68	1,4	32,9	42,5	3,4	15,4
1904	26,87	0,8	—	28,75	1,5	146,4	40,0	1,0	61,9	42,5	3,2	23,4
1905	26,25	1,3	—	28,75	1,7	160,9	38,12	1,1	65,8	42,81	3,4	19,8
1906	25,5	0,5	—	28,12	1,0	130,0	40,62	1,9	84,1	39,31	3,3	14,7
1907	25,5	0,4	—	28,43	1,3	124,0	—	—	—	40,31	3,3	14,7
	<b>XIII. Alexander-Ermolowquelle.</b>			<b>XIV. Warme Schwefelquelle.</b>			<b>XV. Warme Schwefelquelle.</b>			<b>XVII. Kabardiner Quelle.</b>		
				Nr. 1.			Nr. 2.					
1903	48,12	3,4	7130,5	26,25	0,0	585,6	25,5	0,0	1171,2	35,0	0,3	1405,4
1904	47,5	3,4	6725,1	24,68	0,0	376,4	25,0	0,0	1505,8	34,37	0,3	1393,2
1905	47,81	3,4	6505,2	24,37	0,0	1317,6	25,0	0,0	397,7	34,06	0,6	1756,8
1906	47,81	3,3	8300,8	25,0	0,0	1239,5	25,0	0,0	244,0	34,37	0,5	1505,7
1907	48,12	3,4	6100,0	23,75	0,0	1171,2	24,37	0,0	229,1	34,37	0,5	1505,7

## II. Quellen der Essentuki-Gruppe.

Jahr	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.
	XVIII. Alkalisch-saline Quelle Nr. 17. Westliches Bohrloch (beim Büvet).			XIX. Alkalisch-saline Quelle. Nr. 17. Östliches Bohrloch.			XX. Alkalisch-saline Eisenquelle. Nr. 18.			XXI. Schwefelsaure alkalisch-saline Quelle. Nr. 19. Hauptstrahl.		
1903	10,62	0,6	7,3	10,62	1,3	5,0	11,25	2,7	15,0	10,0	0,4	12,4
1904	10,62	0,5	7,0	10,62	0,6	5,9	10,0	2,4	19,8	9,37	0,3	18,7
1905	11,25	0,7	6,7	11,56	1,2	5,1	10,93	2,3	15,2	10,0	0,3	16,7
1906	11,25	0,5	7,0	11,25	0,9	7,1	11,25	2,3	18,4	10,31	0,4	14,6
1907	10,62	0,6	6,8	10,62	0,4	5,4	11,25	2,6	16,4	10,62	0,4	7,6
	XXII. Schwefelsaure alkalisch-saline Quelle. Nr. 19. Seitenkanal.			XXIII. Alkalisch-saline Jodquelle. Nr. 6.			XXIV. Alkalisch-saline Eisenquelle. Nr. 4.			XXV. Haas-Ponomazew-alkalische Schwefelquelle. H <sub>2</sub> S.		
1903	9,37	0,3	15,2	18,12	1,2	2,0	10,0	1,5	3,4	10,0	1,6	234,2
1904	9,37	0,2	24,7	12,5	1,0	2,1	10,62	1,4	4,3	10,0	1,7	—
1905	9,37	0,2	24,5	16,25	1,1	2,1	13,75	1,6	4,8	10,62	1,8	—
1906	9,68	0,3	19,5	20,0	0,9	2,6	10,62	1,5	4,5	10,93	1,6	—
1907	9,37	0,3	12,2	20,0	1,1	1,6	10,62	1,6	4,5	10,62	1,8	—

Die Temperaturangaben in Reaumurgraden haben wir in Celsiusgrade umgerechnet und der Debit ist nicht in Wedros, sondern in Hektolitern gegeben, wobei nur eine Decimalstelle gelassen wurde.

Was den Maßstab der Diagramme anbetrifft, so ist er für die Abszissenachsen überall der gleiche, für die Ordinaten aber wurde er, damit die Figuren nicht zu viel Raum einnehmen, beständig gewechselt, da aber für uns nur die Schwankungen eines jeden der betrachteten Elemente wichtig sind, so spielt der Maßstab hier keine Rolle; die absoluten Werte sind in der Tabelle gegeben.

Wenn wir die Kurven des Debits betrachten, so bemerken wir sogleich, daß sie stark gebrochene Linien darstellen und nur in zwei oder drei Fällen nähern sie sich einigermaßen der Geraden.

Aus diesen Beobachtungen muß man schließen, daß der Debit der kaukasischen Quellen ein veränderlicher ist. Über den Charakter der Veränderlichkeit des Debits kann man nach diesen Angaben nicht urteilen, und zu diesem Zwecke können wir eine andere Reihe von

Beobachtungen benutzen, die vom Jahre 1906 an von der Verwaltung der Kaukasischen Mineralwässer veröffentlicht wird.

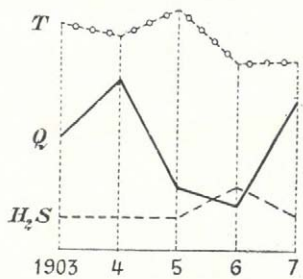
Diesen Berichten zufolge werden an den Quellen täglich Bestimmungen des Debits ausgeführt. Die Methode der Bestimmung des Debits ist nicht angegeben. Auf Grund der täglichen Beobachtungen sind Tabellen des mittleren täglichen Debits für jeden Monat in Wedro's zusammengestellt.

Für die vorliegende Abhandlung haben wir die Beobachtungen derjenigen Quellen benutzt, für die ununterbrochene zweijährige Reihen vorhanden waren, wobei wir die Wedro's in Hektoliter umgerechnet haben.

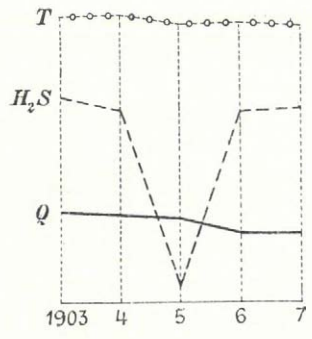
### III. Quellen der Shelesnowodker-Gruppe.

Jahr	T. C <sup>o</sup> .	FeO.	Q.	T. C <sup>o</sup> .	FeO.	Q.	T. C <sup>o</sup> .	FeO.	Q.	T. C <sup>o</sup> .	FeO.	Q.
	<b>XXVI. Quelle Nr. I. Stollen. Nr. 2.</b>			<b>XXVII. Büvet der Quelle. Nr. 1.</b>			<b>XXVIII. Büvet der Quelle Nr. 1. In der Galerie.</b>			<b>XXIX. Marienquelle.</b>		
1903	45,0	1,6	5752,9	44,37	1,5	—		1,5	—	33,12	1,5	61,9
1904	43,75	1,5	6324,4	40,0	1,2	—	11,25	1,2	—	32,5	1,4	65,8
1905	44,37	1,5	6324,4	39,37	1,5	—	13,12	1,3	—	32,81	1,4	70,2
1906	44,62	1,6	5749,4	40,62	1,4	—	15,62	1,4	—	33,12	1,3	75,2
1907	45,0	1,5	5749,2	35,62	1,0	—	13,12	1,2	—	33,12	1,4	62,2
	<b>XXX. Heisse Murawjew-Quelle.</b>			<b>XXXI. Unteres Büvet der Smirnow-Quelle.</b>			<b>XXXII. Smirnow-Quelle. Oberes Büvet.</b>			<b>XXXIII. Quelle Nr. 4. Tranchee. Nr. 2.</b>		
1903	40,0	1,4	317,2	30,0	1,4	—	41,87	1,6	439,2	51,25	1,7	702,7
1904	38,75	1,2	376,4	21,87	1,3	—	41,25	1,4	585,6	50,0	1,5	878,4
1905	39,37	1,2	351,3		1,5	—	41,87	1,5	620,0	50,0	1,5	878,4
1906	38,75	1,2	376,3	23,75	1,1	—	41,87	1,4	702,7	50,62	1,5	752,7
1907	40,0	1,2	309,8	23,75	1,0	—	42,5	1,5	553,8	50,0	1,6	638,0
	<b>XXXIV. Quelle des Grossfürsten Michael</b>			<b>XXXV. Sawodow-Quelle.</b>			<b>XXXVI. Barjantinskij-Quelle.</b>			<b>XXXVII. Kalte Murawjew-Quelle.</b>		
1903	18,75	1,6	527,0	16,25	1,3	—	22,5	1,5	117,1	18,12	1,5	117,8
1904	19,37	1,5	479,0	16,25	0,9	—	22,5	1,5	301,2	18,12	1,5	117,1
1905	19,37	1,6	439,2	16,56	1,6	—	22,5	1,5	263,5	17,81	1,6	123,9
1906	19,62	1,6	585,6	16,62	1,5	—	22,25	1,6	301,2	18,75	1,5	124,0
1907	20,0	1,5	420,9	16,25	1,3	—	21,25	1,6	277,4	18,75	1,4	117,1

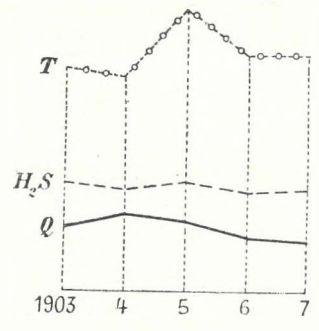




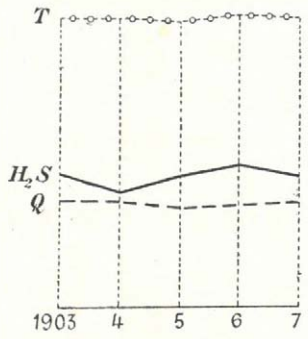
II.



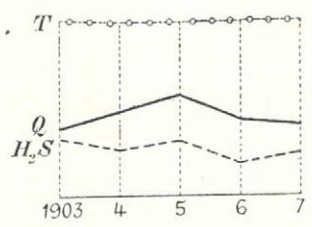
III.



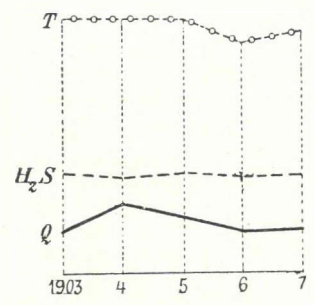
V.



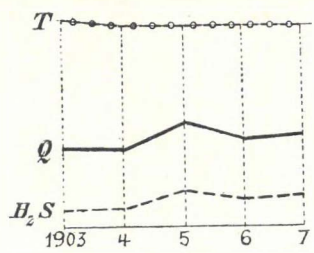
VII.



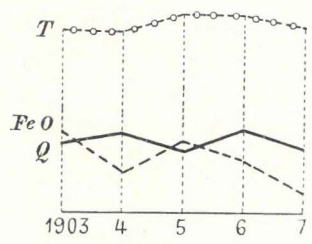
X.



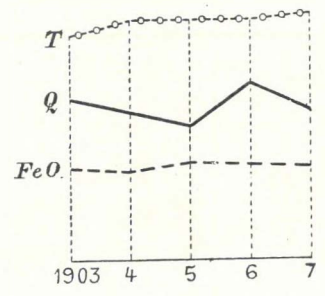
XII.



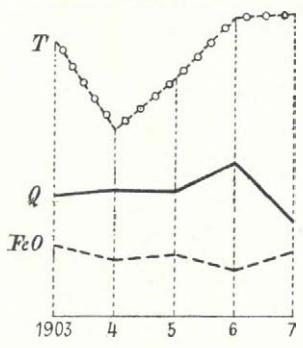
XVIII.



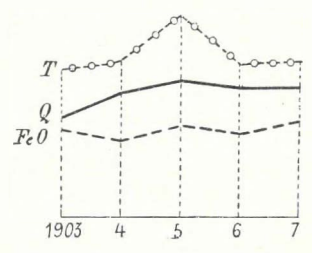
XIX.



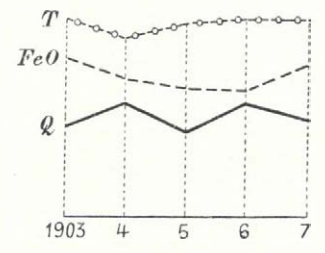
XX.



XXIII.



XXIV.



XXVI.

Fig. 3.

Tabelle IV des Debits der Quellen der Shelesnowodsker Gruppe für die Jahre 1906 und 1907.

Monate	N a m e n d e r Q u e l l e n															
	Quellen Nr. 1 und 2.				Marienquelle				Quelle Nr. 4.				Smirnow-Quelle			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	5.776	6.092	- 1,8	+ 4,6	58,6	59,0	- 14,9	+ 1,8	680	708	- 7,1	+ 3,2	481	483	- 7,5	- 1,7
Februar	5.749	5.934	- 2,3	+ 1,9	65,0	59,0	- 5,6	+ 1,8	830	664	+ 13,3	+ 3,2	492	483	- 5,3	- 1,7
März	6.146	6.131	+ 4,4	+ 5,3	91,7	64,0	+ 33,0	+ 15,6	878	770	+ 19,9	+ 12,2	518	492	- 0,3	+ 0,2
April	6.124	6.044	+ 4,0	+ 3,8	81,1	63,9	+ 17,7	+ 10,3	801	768	+ 9,4	+ 12,0	556	560	+ 6,9	+ 14,0
Mai	5.858	5.869	- 0,4	+ 0,8	78,3	63,4	+ 13,6	+ 9,4	781	688	+ 6,6	+ 0,2	615	558	+ 18,2	+ 13,6
Juni	5.749	5.506	- 2,3	- 5,3	70,4	58,5	+ 2,1	+ 1,0	781	645	+ 6,6	- 5,8	571	483	+ 9,8	- 1,7
Juli	5.836	5.880	- 0,8	+ 1,0	66,7	53,1	- 3,1	- 8,3	695	644	- 5,0	- 6,0	527	483	+ 1,3	- 1,7
August	5.749	5.744	- 2,3	- 1,3	61,1	53,7	- 11,3	- 7,2	658	664	- 10,1	- 3,2	527	483	+ 1,3	- 1,7
September	5.749	5.693	- 2,3	- 2,1	68,4	53,7	- 0,7	- 7,2	636	664	- 13,1	- 3,2	513	483	+ 1,3	- 1,7
Oktober	5.976	5.693	+ 1,5	- 2,1	64,9	53,1	- 5,8	- 8,3	670	654	- 8,4	- 4,6	480	467	- 7,6	+ 4,8
November	5.966	5.668	+ 1,3	- 2,6	62,0	54,6	- 10,0	- 5,7	680	664	- 7,1	- 3,2	480	447	- 7,6	+ 8,9
Dezember	5.966	5.593	+ 1,3	- 3,9	58,6	59,0	- 14,9	+ 1,8	694	699	- 5,1	+ 1,8	480	472	- 7,6	- 3,9
Mittl. tägl. Debit.	5.887	5.821	—	—	68,9	57,9	—	—	732	686,3	—	—	520	491,4	—	—

Tabelle IV/a des Debits der Quellen der Schelesnowodsker Gruppe für die Jahre 1906 und 1907.

Monate	N a m e n d e r Q u e l l e n															
	Quelle des Grossfürsten Michael				Barjatinsky-Quelle				Kalte Muraujew-Quelle				Karpow-Quelle			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	234	236	— 6,7	— 5,4	264	265	— 0,8	— 2,6	105	106	— 4,7	— 5,9	65	70	— 4,4	+ 9,4
Februar	234	236	— 6,7	— 5,4	264	265	— 0,8	— 2,6	111	107	+ 1,0	— 4,5	62	68	— 8,8	+ 6,0
März	267	242	+ 6,3	— 3,0	264	265	— 0,8	— 2,6	124	118	+ 1,23	+ 4,4	69	70	+ 1,7	+ 9,4
April	266	268	+ 5,9	+ 17,5	264	265	— 0,8	— 2,6	116	115	+ 4,8	+ 1,8	69	70	+ 1,9	+ 9,4
Mai	352	294	+ 40,2	+ 18,1	291	276	+ 9,2	+ 1,1	120	112	+ 8,8	— 0,7	72	65	+ 6,8	+ 0,5
Juni	263	236	+ 4,7	— 5,4	264	265	— 0,8	— 2,6	117	108	+ 5,7	— 0,3	69	63	+ 1,7	— 1,5
Juli	235	236	— 6,3	— 5,4	264	263	— 0,8	— 3,2	106	111	— 4,2	— 1,0	64	59	— 4,7	— 7,4
August	219	236	— 12,7	— 5,4	264	259	— 0,8	— 5,0	105	111	— 4,7	— 1,0	64	59	— 5,8	— 8,7
September	234	239	— 6,7	— 4,0	264	296	— 0,8	+ 8,5	105	118	— 4,7	+ 4,4	69	61	+ 2,0	— 4,8
Oktober	234	250	— 6,7	+ 0,3	264	297	— 0,8	+ 9,0	105	116	— 4,7	+ 3,0	70	60	+ 3,3	— 6,1
November	234	256	— 6,7	— 2,5	264	278	— 0,8	+ 2,0	105	113	— 4,7	+ 0,3	70	61	+ 3,3	— 4,9
Dezember	240	243	— 4,3	— 2,4	264	275	— 0,8	+ 0,8	105	116	— 4,7	+ 3,0	70	64	+ 3,3	— 1,0
Mittl. tägl. Debit.	251	249,6	—	—	266	272,9	—	—	110,7	113,0	—	—	680	64,7	—	—

Tabelle V des Debits der Quellen der Pjatigorsker Gruppe 1906 und 1907.

Monate	N a m e n d e r Q u e l l e n											
	Michael-Quelle								Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quelle			
	Innere				Äussere				Altes Bohrloch			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	17,6	12,0	+ 3,2	- 26,6	105,4	75,7	+ 2,3	- 10,3	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
Februar	17,2	11,9	+ 0,8	- 17,4	105,4	75,7	+ 2,3	- 10,3	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
März	17,4	11,4	+ 2,0	- 21,0	105,4	79,5	+ 2,3	- 4,5	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
April	18,6	15,6	+ 9,0	+ 8,0	106,8	114,6	+ 3,6	+ 38,4	3.259	2.815	- 3,0	- 6,5
Mai	19,0	18,4	+ 11,4	+ 27,6	126,3	118,0	+ 22,6	+ 40,6	4.342	3.985	+ 29,1	+ 32,2
Juni	17,9	18,6	+ 4,9	+ 29,4	105,4	106,2	+ 2,3	+ 27,4	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
Juli	18,2	16,2	+ 6,7	+ 12,3	116,6	93,7	+ 13,2	+ 13,5	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
August	18,2	15,4	+ 6,7	+ 7,1	109,3	79,0	+ 6,1	- 5,1	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
September	16,2	14,7	- 4,9	+ 2,1	93,2	74,2	- 9,5	- 10,8	3.505	3.445	+ 4,2	+ 14,3
Oktober	15,1	13,3	- 11,4	- 7,6	87,9	62,4	- 14,6	- 25,0	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
November	14,6	12,9	- 14,3	- 10,6	86,4	62,4	- 16,1	- 25,0	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
Dezember	14,6	12,5	- 14,3	- 15,6	87,9	60,7	- 14,6	- 27,1	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
Mittl. tägl. Debit.	17,0	14,4	-	-	103,0	83,4	-	-	3.363	3.012,7	-	-

Tabelle V/a des Debits der Quellen der Pjatigorsker Gruppe 1906 und 1907.

Monate	Namen der Quellen															
	Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quellen								Neue Quelle im Emanuel-Park							
	Seiten-Zufluss				Neues Bohrloch				Nr. 1.				Nr. 2.			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	440	444	+ 5,0	+ 18,1	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	28,1	23,2	+ 4,8	- 25,4	30,5	28,4	- 17,7	- 16,9
Februar	440	425	+ 5,0	+ 12,0	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	27,7	23,1	+ 3,3	- 28,5	30,1	28,2	- 18,3	- 16,4
März	448	502	+ 6,9	+ 33,4	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	27,7	24,4	+ 3,3	- 21,1	30,1	28,7	- 18,8	- 15,0
April	460	481	+ 9,7	+ 28,0	80,3	78,7	+ 8,3	+ 20,7	28,8	29,7	+ 7,4	- 4,4	40,1	34,5	+ 7,8	+ 2,0
Mai	418	381	- 0,2	+ 7,1	58,6	70,8	- 20,9	+ 8,6	29,3	30,3	+ 9,3	- 2,4	43,7	33,7	+ 17,7	- 0,4
Juni	335	354	- 20,0	- 5,6	56,4	60,6	- 23,8	- 6,9	23,3	27,4	- 13,0	- 11,9	42,1	34,1	+ 13,4	+ 0,9
Juli	370	344	- 11,6	- 9,5	58,5	59,9	- 21,0	- 12,6	22,4	89,0	- 16,4	+ 18,5	47,1	43,2	+ 26,9	+ 27,8
August	371	326	- 11,4	- 13,3	58,1	43,4	- 21,5	- 32,7	20,7	27,9	- 22,7	- 10,3	42,9	43,2	+ 15,6	+ 27,8
September	408	316	- 2,6	- 15,9	70,6	40,2	- 4,7	- 38,2	23,6	25,8	- 11,8	- 17,0	39,1	38,2	+ 5,3	+ 12,9
Oktober	446	312	+ 6,4	- 16,8	87,8	59,0	+ 18,4	- 9,4	28,8	24,7	+ 7,4	- 20,6	31,2	33,5	- 15,9	- 0,8
November	446	313	+ 6,4	- 16,7	87,8	65,3	+ 18,4	+ 0,1	30,0	24,3	+ 11,9	- 21,8	33,7	30,5	- 9,1	- 9,9
Dezember	446	312	+ 6,4	- 17,0	87,8	62,4	+ 18,4	- 3,5	31,2	23,6	+ 16,4	- 23,8	34,7	29,5	- 6,4	- 12,8
Mittl. tägl. Debit	419	376,2	-	-	74,1	65,10	-	-	26,8	31,1	-	-	37,1	33,8	-	-

Tabelle VI des Debits der Quellen der Pjatigorsker Gruppe 1906 und 1907.

Monate	N a m e n d e r Q u e l l e n											
	Alexander Ermolow				Nikolaj				Warmquelle Nr. 1 u. 2.			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	50	151	— 85,9	+ 107,3	1.165	1.146	— 13,9	+ 2,9
Februar	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	50	151	— 85,9	+ 107,3	1.160	1.153	— 14,2	+ 3,4
März	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	61	123	— 82,8	+ 62,3	1.286	1.186	— 5,0	+ 6,3
April	4.850	4.249	— 3,3	— 5,8	78	79	— 78,0	+ 9,0	1.322	1.329	+ 12,4	+ 19,7
Mai	6.128	5.461	+ 22,0	+ 10,9	466	75	+ 31,6	+ 2,6	1.546	1.271	+ 14,3	+ 14,0
Juni	5.952	5.063	+ 18,7	+ 13,1	381	58	+ 7,6	— 19,5	1.418	1.206	+ 4,8	+ 8,2
Juli	5.952	5.063	+ 18,7	+ 13,1	527	57	+ 48,9	— 21,3	1.764	1.202	+ 30,4	+ 7,8
August	5.941	5.063	+ 18,5	+ 13,1	527	46	+ 48,9	— 36,9	1.588	1.193	+ 17,4	+ 7,0
September	5.154	4.664	+ 2,8	+ 3,3	527	37	+ 48,9	— 49,4	1.343	1.161	— 0,8	+ 4,1
Oktober	4.407	4.048	— 12,1	— 1,0	527	31	+ 48,9	— 57,5	1.118	897	— 17,4	— 19,5
November	4.119	4.048	— 17,8	— 1,0	527	26	+ 48,9	— 64,7	1.163	817	— 14,0	— 26,7
Dezember	4.119	4.048	— 17,8	— 1,0	527	38	+ 48,9	— 46,7	1.163	816	— 14,0	— 26,7
Mittl. tägl. Debit.	5.014,6	4.514,1			354	73,2			1.253	1.115,1		

Tabelle VI/a des Debits der Quellen der Pjasigorsker Gruppe 1906 und 1907.

Monate	N a m e n d e r Q u e l l e n															
	Kabardinsker				Towievsky				Towievsky Probe aus dem Bade				Elisabet			
	Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %		Q		Abweichungen in %	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januar	1.171	1.062	- 3,7	- 14,2	352	331	0,0	- 3,4	502	506	- 5,3	- 2,8	110	106	- 0,4	- 2,1
Februar	1.171	1.062	- 3,7	- 14,2	323	325	- 8,2	- 5,2	502	506	- 5,3	- 2,8	109	106	- 0,5	- 2,0
März	1.249	1.062	+ 2,7	- 14,2	354	325	+ 0,6	- 5,3	516	523	- 2,6	+ 0,4	110	102	- 0,4	- 6,0
April	1.318	1.318	+ 8,3	+ 6,5	370	380	+ 5,1	+ 10,4	531	572	+ 0,2	+ 9,9	116	124	0,0	+ 14,6
Mai	1.318	1.771	+ 8,3	+ 42,9	364	387	+ 3,3	+ 12,7	570	590	+ 7,5	+ 13,2	131	124	+ 1,3	+ 14,0
Juni	1.318	1.404	+ 8,3	+ 13,3	370	369	+ 5,1	+ 7,3	502	560	+ 5,3	+ 7,6	111	113	- 0,3	+ 4,7
Juli	1.318	1.280	+ 8,3	+ 3,3	370	358	+ 5,1	+ 4,2	582	537	+ 9,8	+ 3,1	132	112	+ 1,4	+ 3,1
August	1.318	1.180	+ 8,3	- 4,6	350	356	- 0,6	+ 3,5	587	506	+ 10,8	- 2,8	124	106	+ 0,7	- 1,9
September	1.253	1.180	+ 3,1	- 4,6	345	342	- 2,0	- 0,5	534	531	+ 0,8	+ 2,0	117	105	+ 0,1	- 3,4
Oktober	1.054	1.180	- 13,3	- 4,6	342	327	- 2,8	- 4,7	528	512	- 0,4	- 1,6	111	101	- 0,3	- 6,5
November	1.054	1.180	- 13,3	- 4,6	342	312	- 2,8	- 9,2	503	469	- 5,1	- 9,8	108	101	- 0,6	- 7,1
Dezember	1.054	1.180	- 13,3	- 4,6	342	310	- 2,8	- 9,7	503	461	- 5,1	- 11,1	107	101	- 0,7	- 7,1
Mittl. tägl. Debit.	1.216,3	1.238,9	-	-	352	-	-	-	530	520,8	-	-	115,5	108,9	-	-

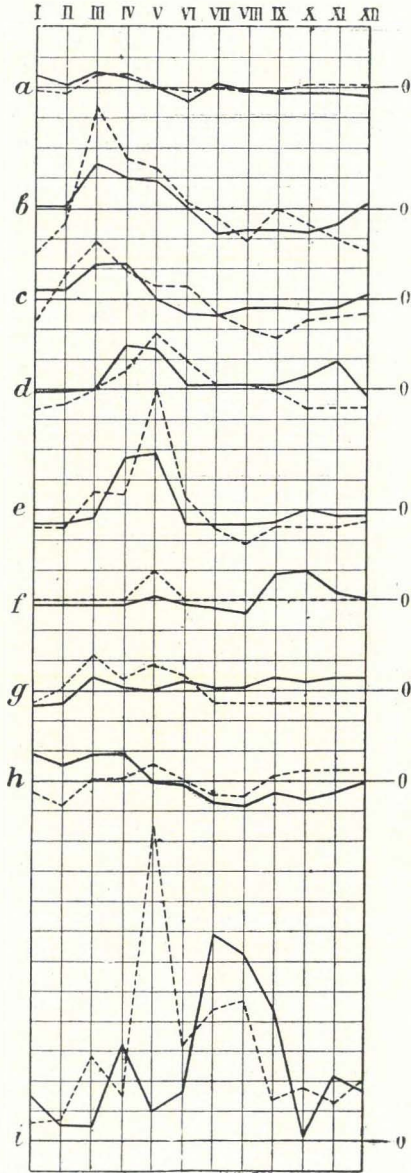


Fig. 4.



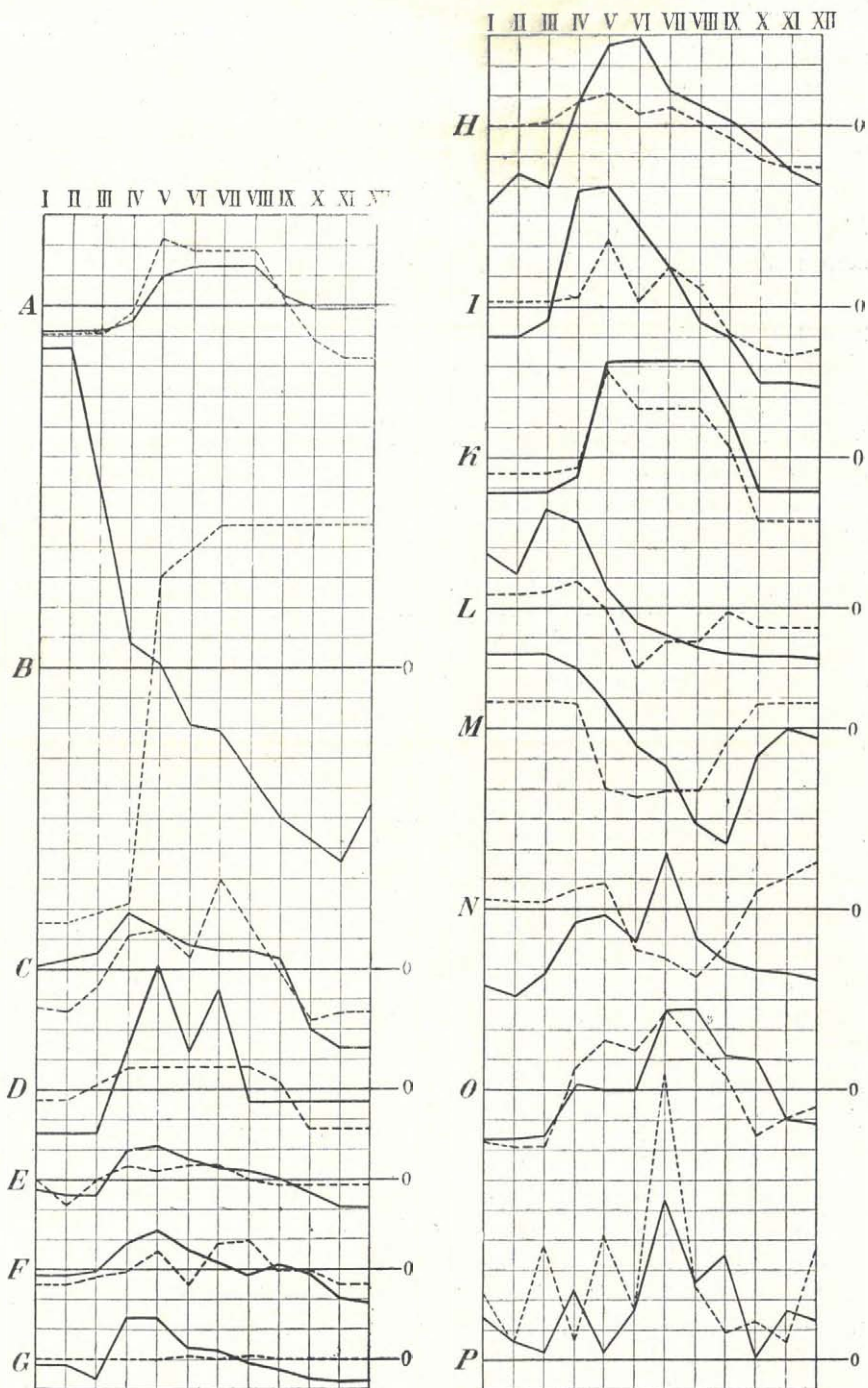


Fig. 5.

Alle Angaben sind in den Tabellen IV, V und VI (s. S. 20—25) zusammengestellt. Um nach den Tabellen Kurven zu zeichnen, könnte man auf die Ordinaten im entsprechenden Maßstab den Wert des mittleren Debits für jeden Monat auftragen. Bei dieser Methode würden aber die Kurven zu viel Raum beanspruchen, deshalb zog ich es vor für die Kurven nicht die Werte des Debits zu benutzen, sondern die Abweichungen von dem mittleren jährlichen Debit ausgedrückt in Prozenten des mittleren jährlichen Debits.

Diese Art der Kurvenzeichnung gestattet es uns bequem und genau die Schwankungen des Debits verschiedener Quellen zu vergleichen. Die Kurven für die Jahre 1906 und 1907 sind zusammen für jede Quelle in einer Figur gegeben, wobei für den Anfang der Ordinaten in beiden Jahresreihen ein und dieselbe horizontale Linie angenommen wurde.

Auf den Diagrammen für die Shelesnowodsker und Pjatigorsker Gruppe sind noch die Kurven der atmosphärischen Niederschläge für dieselbe zweijährige Periode gegeben, die mir H. A. KAMINSKI aus dem Physikalischen Zentral-Observatorium freundlich zur Verfügung gestellt hat.

Der oben erwähnten Bearbeitung wurden acht Quellen der Shelesnowodsker Gruppe unterzogen, und zwar: *a)* die Quellen Nr. 1 und 2, *b)* die Marien-Quelle, *c)* die Quelle Nr. 3, *d)* die Smirnow-Quelle, *e)* die Quelle des Großfürsten Michael, *f)* die Barjatinsky-Quelle, *g)* die Murawjew-Quelle, *h)* die Karpow-Quelle. Die Kurve *i)* gibt die atmosphärischen Niederschläge. Für die Pjatigorsker Gruppe sind folgende vierzehn Quellen genommen: *A)* die Alexander-Ermolow-Quelle, *B)* die Nikolai-Quelle, *C)* die warme Schwefelquelle, *D)* die Kabardiner-Quelle, *E)* der Tobias-Stollen, *F)* die innere Tobias-Quelle, *G)* die Elisabeth-Quelle, *H)* die innere Michael-Quelle, *I)* die äußere Michael-Quelle, *K)* die Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quelle, Seitenzufluß, *M)* die Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quelle, neues Bohrloch, *N)* die Neue Quelle im Emanuel-Park Nr. 1, *O)* die Neue Quelle im Emanuel-Park Nr. 2. — Die Kurve, *P)* Niederschläge in Pjatigorsk.

Bei der Betrachtung des Debits der Quellen der Shelesnowodsker Gruppe kann man nicht umhin zu bemerken, daß die Quellen Nr. 1 und Nr. 2 die geringste Schwankung des Debits zeigen. Besonders starke Schwankungen bemerkt man bei der Marienquelle und der Quelle des Großfürsten Michael, bei der letzteren betrug die Zunahme des Debits im Vergleich zum Mittel im Mai 1906 40,24%.

Eine jede der Quellen hat ein, manche jedoch zwei Maxima des Debits, wobei das erste Maximum auf die Anfangsmonate des Jahres

fällt, das zweite geringere aber auf die Herbstmonate. Ihrem absoluten Wert nach unterscheiden sich die Maxima der verschiedenen Jahre bedeutend von einander. So betrug z. B. das Märzmaximum der Marienquelle im Jahre 1906 91 Hektoliter, im Jahre 1907 aber 64 Hektoliter. Für die Quelle des Großfürsten Michael war das Maimaximum im Jahre 1906 35<sup>2</sup> Hektol., im Jahre 1907 aber 294 Hektol.

Das zweite, Herbstmaximum ist bedeutend geringer, als das Frühlingsmaximum und fällt entweder auf den September oder den Oktober, es ist aber jedenfalls keine so beständige Erscheinung, wie das erste Maximum, und manchmal geht es ins Minimum über oder in den stärkeren winterlichen Debit. Was das Minimum des Debits anbetrifft, so tritt es meistens im August auf, es erreicht jedoch niemals in Prozenten so große absolute Werte, wie für das Maximum beobachtet wurden und nur für die Quelle Nr. 4 war dieses Minimum im September 1906 um 13% geringer als der mittlere Debit.

Bei einer Vergleichung der Debitkurven mit den Kurven der atmosphärischen Niederschläge bemerken wir, daß zwischen diesen Kurven kein direkter Zusammenhang zu beobachten ist. Im Jahre 1906 fällt das Maximum der Niederschläge auf den Mai und im Mai geben auch die Smirnowsche Quelle und die Quelle des Großfürsten Michael den größten Debit, für die anderen Quellen trat das Maximum des Debits bedeutend früher ein; so wurde es für die Marienquelle Nr. 4, die Karpowsche, die Murawjewsche schon im März beobachtet. Im Jahre 1907 erreichten die Niederschläge ihr Maximum im Juni, aber weder im Juli, noch im August beobachtet man eine Zunahme des Debits, die mit diesem Niederschlagsmaximum in Verbindung gebracht werden könnte. Die Quellen von Smirnow, Barjatinsky und dem Großfürsten Michael zeigen eine Zunahme des Debits, diese Zunahme wird aber erst im September und Oktober beobachtet, also so spät, daß kein Grund vorhanden ist, sie mit den lokalen Niederschlägen in direkte Verbindung zu setzen.

Die Debitkurven zeigen, daß das Regime der Quellen der Sheslesnowodsker Gruppe im großen Ganzen nicht in Abhängigkeit von den lokalen atmosphärischen Erscheinungen gebracht werden kann und wenn dieser Zusammenhang in einigen Fällen auch zu bemerken ist, so muß man diese Erscheinung nicht so sehr den allgemeinen Speisungsbedingungen der Quellen zuschreiben, als vielleicht mehr den Mängeln der Kaptage.

Das Frühlingsmaximum des Debits gestattet es die Voraussetzung zu machen, daß es mit der Schneeschmelze im Frühling im Zusammenhang steht.

Für Shelesnowodsk besitzen wir Angaben über den Debit der die Wasserleitung speisenden Quellen, die für diese Quellen gezeichneten Kurven (die wir hier nicht geben) zeigen ein scharfes Maximum im April, das offenbar der Schneeschmelze entspricht.

Die in Shelesnowodsk beobachteten Niederschläge beeinflussen, wie es scheint, auch nicht den Debit dieser Quellen.

Wir wollen jetzt zu den Quellen der Pjatigorsker Gruppe übergehen.

Die Debitkurven der Quellen dieser Gruppe haben sehr verschiedenes Aussehen.

Der Debit der Elisabetquelle war im Jahre 1906 äußerst beständig, irgend welche halbwegs stärkere Abweichungen von dem mittleren Debit kamen nicht vor, und die Kurve stellt eine fast gerade horizontale Linie dar.

Im Jahre 1907 sehen wir schon eine starke Abweichung und die Schwankungen erreichen 14% und 17%, im April tritt das Maximum ein, das bis zum Mai dauert, worauf eine bedeutende Abnahme des Debites eintritt. Eine originelle Kurve gibt die Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quelle (neues Bohrloch). Sowohl im Jahre 1906 als auch im Jahre 1907 fällt das Maximum des Debites auf den Januar, im Jahre 1906 hielt sich das Maximum bis zum März, im Jahre 1907 aber bis zum April, darauf tritt eine starke Depression der Kurve ein, im Jahre 1906 wurde das Minimum im Juni beobachtet, im Jahre 1907 war es auf den September verschoben. Ähnliche Depressionen wurden in der Neuen Quelle Nr. 1 im Emanuel-Park beobachtet, aber nur im Jahre 1906. Im Jahre 1907 trat an Stelle dieser Depression ein scharfes Maximum.

Man muß noch bemerken, daß bei der alten Öffnung der Alexander-Nikolai-Sabanejewquelle, bei der Alexander-Ermolow und zum Teil der äußeren und inneren Michaelquelle ein recht beständiges Maximum des Debites beobachtet wird, das sich im März, April oder Mai einstellt und bei einigen Quellen bis zum August dauert.

Eine äußerst originelle Kurve gibt die Nikolaiquelle, bei der die zweite Hälfte des Jahres 1906 durch eine starke Zunahme des Debites charakterisiert wird, die sich auch auf den Anfang des Jahres 1907 erstreckt; im März und April desselben Jahres bemerkt man ein schnelles Sinken des Debites, das mit einigen Verzögerungen bis zum November des Jahres dauert.

Was den Zusammenhang zwischen dem Debit der Quellen und atmosphärischen Niederschlägen in Pjatigorsk selbst anbetrifft, so kann

man hier einen solchen Zusammenhang einigermaßen deutlich nicht erkennen.

LUDWIG und MAUTHNER<sup>1</sup> erhielten für die Karlsbaderquellen eine Tabelle, welche Angaben über den Debit von 1869 bis 1879 enthält. Die Beobachtungen über den Debit wurden alljährlich zweimal ausgeführt, einmal im Frühling im Monat Mai und dann im Herbst im Oktober oder November. Die Methode der Messung des Debits ist nicht angegeben. In der erwähnten Tabelle ist der Debit in Litern pro Minute gegeben. HOFFMANN, der diese Angaben LUDWIG und MAUTHNER mitteilte, bemerkte, daß bedeutende Abweichungen von dem normalen Debit auf Defekte in der Kaptage hinweisen.

Die auf die Karlsbader Quellen bezüglichen Angaben wurden in ähnlicher Weise bearbeitet, wie die Angaben über die Kaukasischen Quellen, d. h. es wurde der mittlere Debit für das ganze Dezennium berechnet und für jede Beobachtung wurde in Prozenten die Abweichung vom Normalmittel bestimmt. Auf Grund der auf diese Weise zusammengestellten Tabelle VII, wurden die in der Fig. 6 dargestellten Kurven gezeichnet.

Die Kurven sind für folgende sechs Quellen gezeichnet: Sprudel I, Alte-Hygiea II, Markt-Brunn III, Schloss-Brunn IV, Theresien-Brunn V und Mühl-Brunn VI.

Ein Blick auf die Kurven der Fig. 6 genügt um sich davon zu überzeugen, daß nur für den Mühl-Brunn der Debit verhältnismäßig unbedeutenden Schwankungen unterliegt, die jedoch + 12,3% und - 15,6% erreichen. Für den Markt-Brunn haben wir Schwankungen von + 68,1% bis - 52,5% und für den Sprudel von + 50,7% bis - 43,8%.

Eine harmonische Übereinstimmung ist in den Änderungen des Debits der Quellen nicht zu beobachten, man kann nicht sagen, daß der Debit aller Quellen sich gleichzeitig vergrößert oder verringert, obgleich man bemerken kann, daß während der Periode von 1873 bis 1877 der Debit aller Quellen im Ganzen größer ist, als während der Periode 1871 bis 1873 und der Periode von Ende 1877 bis 1879. Im Frühling des Jahres 1876 hatte der Sprudel den größten Debit, in Alte-Hygiea sank zu dieser Zeit der Debit sehr stark und dasselbe kann man von Schloss-Brunn und Theresien-Brunn sagen, aber weder in der ersten, noch in dem zweiten, noch in dem dritten erreichte sie das absolute Minimum.

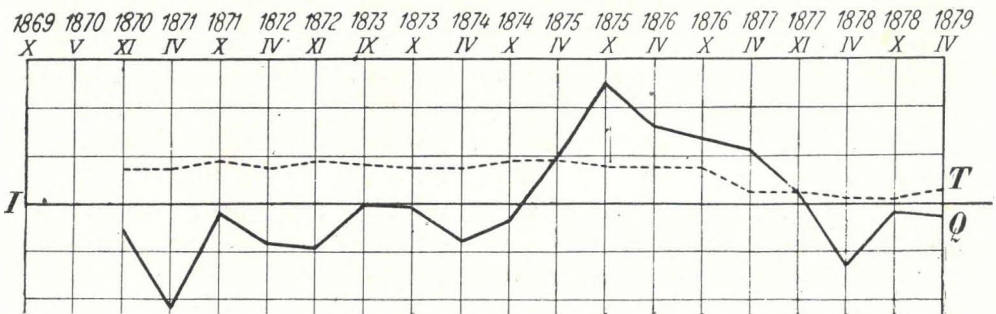
Die Kurvenabschnitte für Alte-Hygiea und Theresien-Brunn vom

<sup>1</sup> TSCHERMAK's Mineral. u. Petr. Mitt. Bd. II.

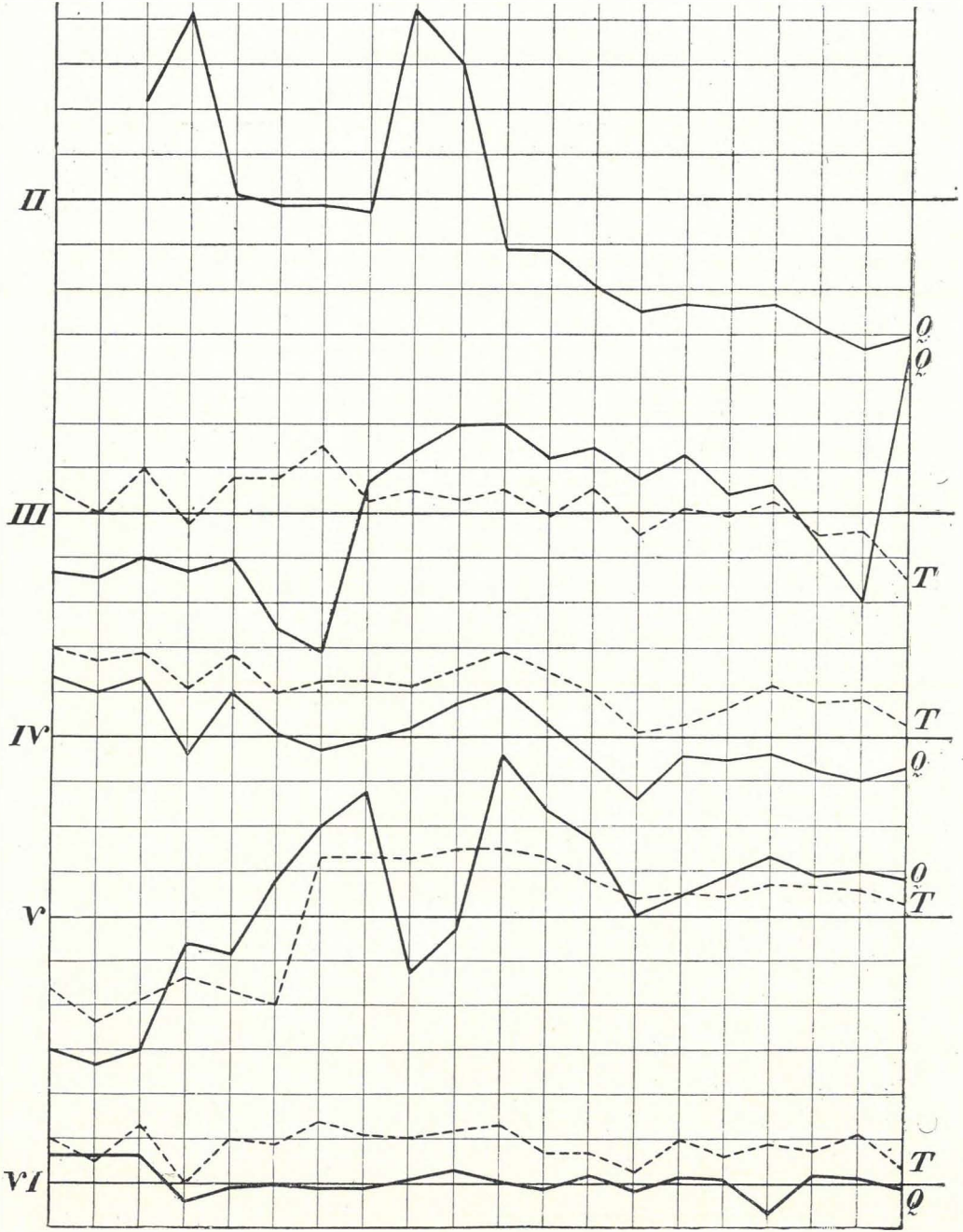
Herbste 1873 bis zum Frühling 1875 zeigen, dass das Maximum des Debits der ersten mit den Minimum des Debits des zweiten zusammenfällt. Im gegebenen Falle hat man keinen Grund vorauszusetzen, daß die Zunahme des Debits der einen Quelle auf Kosten der Abnahme des Debits der anderen geschah; zwischen Hygea und Theresien-Brunn befinden sich Markt-Brunn, Mühl-Brunn und andere Quellen. In Bezug auf die Karlsbader Quellen müssen wir also bedeutende Schwankungen ihres Debits konstatieren, aber auf Grund der vorhandenen Daten, dürfen wir weder von den Ursachen dieser Schwankungen, noch von ihrem Charakter sprechen. Auf Grund dessen, was uns über die Temperatur der Karlsbader Quellen und ihre chemische Zusammensetzung bekannt ist, muß man voraussetzen, daß jeder Defekt in der Kaptage mit Ausnahme der einfachen Leckage Einfluß auf diese Elemente ausüben muß; leider wissen wir aber nicht, ob jemals parallel dergleichen Untersuchungen angestellt sind.

Als SUSS seine Hypothese von den juvenilen Quellen aufstellte, hat er die Beständigkeit, die Unverändlichkeit der Wasserführung nicht zu den charakteristischen Merkmalen der Quellen von diesem Typus gezählt. DELKESKAMPF, der die Hypothese von SUSS annahm, mißt dem Debit der Quellen keinen Wert bei. Die Unveränderlichkeit des Debits, als Merkmal einer juvenilen Quelle, wurde von mir eingeführt, nachdem ich mit den Beobachtungen über den Narsan für die Periode von mehr als zehn Jahren und den Beobachtungen über die Katharinenquelle in Borshom bekannt wurde.

Theoretisch betrachtet darf eine juvenile, gut kaptierte Quelle in ihrem Debit nicht die Schwankungen im hydrologischen Regime an der Erdoberfläche wiederspiegeln, sie kann nur mehr oder weniger stärkere rhythmische Abweichungen geben, deren Periode durch langdauernde Beobachtungen bestimmt wird.



1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1875 1876 1876 1877 1877 1878 1878 1879  
 X V XI IV X IV XI IX X IV X IV X IV XI IV X IV



6. Fig.

**Tabelle VII des Debits der Karlsbader Quellen**  
von 1869 bis 1879.

Jahr und Monat	Sprudel		Alte Hygea		Markt- brunn		Schloss- brunn		Theresien- brunn		Mühl- brunn	
	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	%	Abw. %
1869 — X.	873	—	372	—	5,8	—27,5	19,25	+27,1	6,3	—60,6	8,4	+12,3
1870 — V.	—	—	—	—	5,7	—28,5	18,2	+20,3	5,3	—66,8	8,4	+12,3
1870 — XI.	810,5	—11,5	359	+45,5	6,47	—19,1	19,25	+27,1	6,3	—60,6	8,4	+12,3
1871 — IV.	514	—43,0	453	+83,6	6	—25,0	14	—7,5	4,2	—11,2	6,9	—9,4
1871 — X.	859,5	—6,1	339	+3,7	6,3	—21,2	18,2	+20,2	3,15	—17,8	7,35	—3,5
1872 — IV.	744	—17,6	240	—2,6	3,85	—51,8	15,4	+1,7	18,5	+15,6	7,5	—1,5
1872 — XI.	736	—19,6	240	—2,6	3	—62,5	14,35	—5,2	22,5	+40,6	7,35	—3,5
1873 — IV.	905,5	—1,1	238	—5,1	9,1	+13,7	15	—0,9	24,8	+55,0	7,35	—3,5
1873 — X.	905,5	—1,1	449	+82,0	10,3	+28,7	15,75	+40,2	12	+25,0	7,7	+1,0
1874 — IV.	764	—16,8	326	+60,4	11,2	+40,4	17,5	+15,5	15	—6,2	8,14	+6,8
1874 — X.	849	—7,3	190	—22,9	11,2	+40,4	18,5	+22,1	27,5	+71,7	7,6	—0,2
1875 — IV.	1.095	+19,5	191	—22,9	10,15	+26,8	15,75	+40,2	23,8	+48,7	7,4	—2,8
1875 — X.	1.382	+50,7	150	—39,1	10,3	+28,7	13,3	—12,1	21,5	+34,2	7,85	+3,0
1876 — IV.	1.213	—32,5	125	—49,3	9,22	+15,2	10,75	—28,9	16	0	7,25	—4,8
1876 — X.	1.165	+27,1	131	—46,8	10	+25,0	12,3	—8,7	17,5	+9,3	7,75	+1,7
1877 — IV.	1.124	22,7	125	—49,3	8,75	+9,3	13,6	—10,1	18,4	+17,5	7,75	+1,7
1877 — XI.	950	+3,7	129	—47,7	9	+12,5	14	—7,5	20,25	+26,5	6,5	—14,6
1878 — IV.	730	—26,0	106	—57,0	7	—12,5	13	—14,1	19,15	+19,6	8	+4,9
1878 — X.	876	—4,3	79	—67,9	4,75	—40,6	11,8	—20,7	19,25	+20,3	7,75	+1,7
1879 — IV.	(865)	—5,5	92	—62,3	13,45	+68,1	13	—14,1	18,6	+16,2	7,2	—1,0
	916	—	264,7	—	8,06	—	15,14	—	16	—	7,62	—



Die Katharinenquelle in Borshom stellt in dieser Hinsicht ein genügend überzeugendes Beispiel dar. MOLDENHAUER zeigte mittelst direkter Messungen, daß die Füllungszeit eines Zehnliter-Gefäßes zwischen 3 und 19 Sekunden schwankte, daß die Kurve des Debits deutlich zwischen den Minimas und Maximas eine Pause von 8,5 Minuten hervortreten läßt. Aber außer dieser rhythmischen Bewegung, die in einem kurzen Zeitraum verzeichnet wird, existieren Schwankungen, die man aus stündlichen Beobachtungen des Debits bemerken kann. Wenn wir die Angaben der Kurve vom 19. Januar berechnen, so sehen wir, daß der stündliche Debit in den Grenzen von 355 bis 380 Wedro schwankt.

Nach den Beobachtungen für den Januar 1901 gibt MOLDENHAUER bei einem mittleren Debit von 9.072,4 Wedro (756 Hektolit.) Schwankungen von +3% bis -2,8% an; solche Verschiedenheiten in den Angaben des Debits liegen in den Grenzen der Genauigkeit seines Meßapparates. Nach dem Zeugnis desselben Autors schwankt nach dem Erdbeben von Alchakalak vom 19. Dezember 1899 die Wasserführung der Quelle im allgemeinen in den Grenzen von 8 bis 10 tausend Wedro in 24 Stunden, und wenn wir 9000 als Mittel annehmen, so betragen folglich die Schwankungen in Prozenten  $\pm 11\%$ , d. h. sie sind bedeutend geringer als die für die Kaukasischen Mineralquellen und Karlsbad berechneten.

Indem wir das auf die Mineralquellen bezügliche, in der Literatur vorhandene Ziffermaterial resümieren, müssen wir vor allem bemerken, daß wir die Genauigkeit dieses Materials nicht genügend prüfen können, da uns die Messungsmethoden in der Mehrzahl der Fälle unbekannt sind.

Auf Grund dieser Angaben haben wir nicht das Recht irgend welche Schlüsse zu ziehen und es bleibt uns nur übrig den Wunsch auszusprechen, daß auf jeder Mineralquelle genaue Wassermesser mit ununterbrochener graphischer Registrierung des Debits aufgestellt werden. Während der Saison, wenn es aus diesem oder jenem Grunde unbequem ist das Wasser durch den Messapparat zu lassen, muß die Aufzeichnung unbedingt während der Nachtzeit vorgenommen werden, um derart einen jährlichen Zyklus der Beobachtungen zu haben.

Was den Debit der Quellen anbetrifft, so muß man noch die Änderungen der Größe des Debits beachten, welche von der Höhe abhängt, in der der Ausfluß der Quelle angebracht ist.

Nicht selten wird bei der Kaptageeinrichtung der Ausfluß für den Wasserstrahl in verschiedenen Horizonten angebracht, die durch die Lage der balneologischen Einrichtungen bedingt werden. Natürlich

werden nur die Messungen wissenschaftlichen Wert haben, die beim beständigen Niveau der Kaptageeinrichtung ausgeführt sind und das, im Falle daß man zur Messung ein Rohr oder überhaupt eine Wasserableitung benutzte, unveränderlich auf ein und demselben Niveau verbleibt.

Aber außer den Beobachtungen des Debits auf beständigem Niveau und bei beständigem Druck sind die Messungen des Debits in verschiedenen Horizonten auch nicht ohne Interesse.

Es ist bekannt, daß man in den artesischen Brunnen durch das Emporziehen der Kaptageröhren den Debit bis auf Null bringen kann, d. h. der Ausfluß kann zum Stillstehen gebracht werden und auf diese Weise wird der Wasserdruck im Bohrloch unmittelbar gemessen. Wenn wir das Speisungsgebiet eines gegebenen Bohrloches genau bestimmen könnten und die entsprechenden hypsometrischen Messungen ausführten, so erhielten wir die Möglichkeit die Widerstände zu bestimmen, welchen das Wasser ausgesetzt ist, das sich infolge der Schwerkraft in dem Komplex von Gesteinen, die die Reservoirs des gegebenen artesischen Brunnens bilden, bewegt. Leider ist die Ausführung solcher Bestimmungen mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpft.

Man kann jedoch auch ohne das Kaptagerohr bis zur Höhe des Debits Null emporzuheben den Druck einer Quelle bestimmen, indem man den Debit in zwei-drei Horizonten mißt, was, natürlich, für juvenile Quellen von besonderem Interesse ist.

Nehmen wir an, daß in der Höhe  $h$  Meter über dem Erdboden an einem gegebenen Punkte der Debit der Quelle durch  $Q$  Kub.-Met. ausgedrückt wird, in der Höhe  $h_1$ , aber durch  $Q_1$ , Kub.-Met. Den gesuchten Druck bezeichnen wir durch  $H$  Met., so haben wir:

$$Q = \omega \sqrt{2g(H-h)}$$

$$Q_1 = \omega \sqrt{2g(H-h_1)}$$

wo  $\omega$  der bei beiden Messungen gleiche Querschnitt ist. Wenn wir die Gleichung in Bezug auf  $H$  lösen, erhalten wir:

$$H = \frac{Q^2 h_1 - Q_1^2 h}{Q^2 - Q_1^2}.$$

Der artesische Brunnen in Szentes in Ungarn gab, nach den Beobachtungen von SZONTAGH in der Höhe von 0,5 Meter 354,24 Kub.-Met., in der Höhe von 5 Met. aber 254,396 Kub.-Met. Wenn wir diese Werte benutzen, so erhalten wir  $H=9,63$  Met., d. h. um den Wasserabfluß über den Rand des Rohres zum Aufhören zu bringen, müßte

man das Einfassungsrohr bis zur Höhe von ungefähr 9,6 Meter emporheben, wir sagen ungefähr, da die Reibung im Einfassungsrohr nicht berücksichtigt ist.

Es wäre falsch vorauszusetzen, daß juvenile Quellen, für die wir den Debit als eine beständige Größe annehmen, in allen Niveaus ein und denselben Debit geben werden. Die Größe des Druckes  $H$ , die wir vermittelst der Messung des Debits in verschiedenen Niveaus erhalten, bildet den Ausdruck für den Wasserdruck im Kanal, der die Quelle an die Oberfläche leitet. Da die juvenile Quelle ihren therapeutischen Eigenschaften nach gewöhnlich besonders wertvoll ist, so muß bei der Kaptage derselben alle Aufmerksamkeit darauf gerichtet sein, daß ihr natürlicher Debit bewahrt bleibt und daß das von der Natur geschaffene Gleichgewicht nicht gestört wird.

Eine Änderung des natürlichen Debits kann, wie die Erfahrung bei der Kaptage des Narsan lehrt, zur Folge haben, daß im ganzen Regime der Quelle schwere Störungen auftreten.

### III. Temperatur der Quellen.

Die Temperatur der Wasser-, Naphta- oder Gasquellen ist eine von den physikalischen Elementen der Natur dieser Quellen, die am einfachsten und leichtesten beobachtet werden kann, und verlangt von Seiten des Forschers nur die Befolgung einiger Vorsichtsmaßregeln, wenn auch nur der, auf die DE LAUNAY<sup>1</sup> hinweist.

Trotzdem stellt es sich aber heraus, daß, wenn wir die Temperatur irgend einer Quelle für einen längeren Zeitraum verfolgen wollen, die wissenschaftliche Literatur uns nur sehr wenige und nicht immer tadellose Zahlenreihen zur Verfügung stellt.

Ich kenne keine ununterbrochenen Beobachtungen über Quellentemperaturen, die mit selbstregistrierenden Apparaten angestellt sind und doch besitzen wir gegenwärtig außer den verhältnismäßig komplizierten genauen elektrischen Thermometern, Thermographen vom Richardschen Typus, deren temperaturempfindlicher Teil vom registrierenden Teile bis auf 2 bis 3 Meter entfernt werden kann. Wenn der Registrierzylinder eine Geschwindigkeit besitzt, die einer vollen Umdrehung in 24 Stunden entspricht, und wenn die Empfindlichkeit eine genügende ist, so ist der Thermograph imstande auch sehr geringe Schwankungen der Temperatur zu verzeichnen.

<sup>1</sup> DE LAUNAY, L.: Recherche, captage et aménagement des sources therminérales. p. 151.

Von den Angaben über Quellentemperaturen, muß man eine der ersten Stellen einräumen den Daten, die sich auf die Mineralquelle Margitsziget-forrás beziehen, die auf der Margitinsel in der Donau bei Budapest gelegen ist.

KALECSINSZKY<sup>1</sup> stellte Beobachtungen über die Temperatur dieser Quelle während der Periode von 1898 bis 1907 an. Im ganzen hat er 48 Temperaturablesungen gemacht. Die größte Zahl derselben fällt auf die Jahre 1898 und 1899; in den Jahren 1904, 1905 und 1906 wurden keine Beobachtungen angestellt und für den ganzen Zeitraum von 1900 bis 1907 sind nur 13 Beobachtungen gegeben. Alle Beobachtungen von KALECSINSZKY beziehen sich auf die Sommer-Periode; für die Monate November, Dezember, Januar, Februar, März und April liegen keine Beobachtungen vor.

Auf Grund seiner Beobachtung stellt KALECSINSZKY fest, daß die Schwankungen der Temperatur von Margitsziget-forrás in den Grenzen von 42,4° bis 42,9°C stattfinden und findet die mittlere Temperatur von 42,6°C.

Nach den Beobachtungen von THAN, die sich auf das Jahr 1868 beziehen, war die Temperatur dieser Quelle 43,22° bis 43,33°C.

Auf Grund dieser Zahlen folgert KALECSINSZKY, daß die Temperatur der Quelle während der Zeit von 1868 bis 1907 um 0,7°C gefallen ist. Man muß bemerken, daß während der angegebenen Periode die Kaptage der Quelle keinerlei Änderungen erfahren hat.

LUDWIG und MAUTHNER,<sup>2</sup> welche die Karlsbader Quellen chemisch untersuchten, geben eine Tabelle von Beobachtungen, die sich auf das Dezennium 1869—1879 beziehen. Für den Sprudel finden wir 19 Temperaturangaben, die in Reaumurgraden gegeben sind; umgerechnet in Celsiusgrade erhalten wir folgende Extrem-Werte: 72,75° und 74,75°C. Für den Mühlbrunn werden diese Schwankungen für dieselbe Periode durch die Werte 53,75° und 57,25°C ausgedrückt. Für den Karlsbrunn sind diese Schwankungen noch bedeutender, sie erreichen die Grenzwerte 38,75° und 49,12°C. Die Beobachtungen der Karlsbader Quellen beziehen sich hauptsächlich auf die Monate April, Oktober und November, und nur eine fällt auf den Februar.

Für einige Thermalquellen Griechenlands kann man folgende Zusammenstellung von JAHN anführen.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Földt. Közl. 1909.

<sup>2</sup> LUDWIG, E. und MAUTHNER, I. J. c. Tschermak's Mineral. u. Petr. Mitt. II. S. 276.

<sup>3</sup> JAHN, H.: Bemerkungen über einige griechische Mineralquellen. Tscherm. Petrogr. u. Mineral. Mitt. Bd. II. (1880). S. 137 und folg.

Die an Kohlensäure sehr reiche Quelle «Hypate» hatte am 15. Juli 1874 bei drei Messungen folgende Temperaturen:

31,5°; 32,0°; 32,0°C.

Am 17. Oktober zeigten die Thermometer von JAHN

31,40° und 31,86°C.

Für die Thermalquellen in Thermopylae geben die im Jahre 1812 ausgeführten Beobachtungen die Temperatur 39,44° bis 40,0°C, die Beobachtungen von JAHN vom Jahre 1877 aber 39,47° bis 40,95°C; man muß jedoch bemerken, daß in Bezug der auf das Jahr 1812 bezüglichen Zahlen einige Zweifel herrschen können.

Die Quelle Veslau,<sup>1</sup> im Süden von Wien besaß im Jahre 1837 eine Temperatur von 23,7°C, im Jahre 1905 aber 23,3°C.

Die Schwankungen der Temperatur der Kaukasischen Mineralquellen ersieht man aus den oben gegebenen Tabellen und Kurven.

Die extremen Werte der Schwankungen von 17 Thermalquellen der Pjatigorsker Gruppe waren 23,75° und 48,75°C.

Wenn man die Temperaturkurven für die einzelnen Quellen zeichnet, so sieht man, daß nur die äußere Elisabethquelle (X) eine fast horizontale, gerade Linie gibt, d. h. daß die Angabe des Thermometers bei allen Beobachtungen während der fünf Jahre fast ein und dieselbe war, und zwar 28,12°; 28,43° und dreimal 28,75°C. Ebenso beständig zeigte sich die Temperatur der Alexander-Nikolai-Sabanejew-Quelle (VII) 47,5° bis 48,75°C, wenig ändert sich die Temperatur der Tobias-Quelle (III) Extremwerte 47,5° und 48,12° und der Kabardiner Quelle (XVII), und zwar 34,06° und 35,0°C.

Im Gegensatz zu den obenangeführten Quellen, geben einige andere aus derselben Pjatigorsker Gruppe Kurven mit äußerst scharfen Knickungen. So besaß z. B. die innere Michaelquelle im Jahre 1906 die Temperatur 34,37°C, im Jahre 1905 aber 46,87°C.

Die Temperatur der Woronzow-Quelle (XII) war bis zum Jahre 1905 fast beständig, und zwar 41,5°C, im Jahre 1906 fiel sie bedeutend, und zwar bis 39,31°, um im Jahre 1907 wieder um einen Grad bis 40,31°C zu steigen.

Für die Quellen der Shelesnowodsker Gruppe, deren Temperatur in den Grenzen von 16,25° bis 51,55°C schwankt, erhält man Kurven, die mehr oder weniger denselben Charakter haben, wie die Kurven der Quellen der Pjatigorsker Gruppe.

<sup>1</sup> Tscherm. Mitt. XXV. S. 176.

Die Schwankungen der Temperatur des Narsan hielten sich nach den Angaben von DREIER<sup>1</sup> während der Zeit von 1802 bis 1908 in den Grenzen von 10° bis 11,5°R, wobei man bemerken muß, daß die Beobachtungen in verschiedenen Jahreszeiten gemacht wurden.

Den Beobachtungen von FR. LUPIN,<sup>2</sup> die sich auf die Quellen der Umgebung der Stadt Tölz in Bayern beziehen, muß man eine sehr hohe Bedeutung zumessen. Die Beobachtungen umfassen die Periode von 1871 bis 1875, wurden an jeder Quelle mehrmals im Monat ausgeführt und die Genauigkeit der Ablesungen der dabei benutzten Thermometer betrug 0,01°C.

Für zwei Quellen sind alle Beobachtungen in extenso gegeben und für 18 Monatsmittel. Die Schwankungen der Temperatur sind unbedeutend; für die Quellen, für welche volle Beobachtungen gegeben sind, betragen die Grenzwerte der Schwankung für die eine 8,40° und 9,68°C und für die andere 7,20° und 11,13°C.

Die Bearbeitung des ganzen Materials ergab, daß im jährlichen Zyklus das Minimum der Temperatur im Mittel auf den 24. März fällt und das Maximum auf den 11. September. Die Übergangspunkte fallen auf den 17. Juni und 14. Dezember.

Ein derartiger Gang der Temperatur im jährlichen Zyklus entspricht dem jährlichen Gange der Temperatur im Erdboden, folglich sind wir berechtigt die von LUPIN untersuchten Quellen zu den vadosen zu rechnen, deren Speisungsgebiet nicht tief gelegen ist.

Nicht uninteressant ist es einige Zusammenstellungen der Temperatur von artesischen Brunnen zu machen. Dazu kann man das verhältnismäßig reiche, auf die ungarischen artesischen Brunnen bezügliche Material benutzen, das in den Spalten der «Földtani Köz-löny» erschienen ist.

Für die erste Zusammenstellung wählen wir eine Reihe von Bohrlöchern, deren Tiefe mehr als 200 Met. beträgt und für die die Wassertemperaturen und der Debit (in Hektolitern) gegeben sind.

<sup>1</sup> DREIER, A.: Die neue Kaptage der Quelle Narsan. «Berg. Journal». 1909. Bd. IV. S. 344. (russisch).

<sup>2</sup> LUPIN, FR.: Quellentemperaturen in Oberbayern. Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg in Pr. Bd. XXXVIII. (1897) S. 1.

LUPIN zitiert das zweibändige Werk E. Hallmann «Die Temperaturverhältnisse der Quellen», Berlin 1854—55, dieses Werk konnte ich aber in den Bibliotheken von Petersburg nicht finden.

Name der Station	Tiefe in Metern	T °C.	Q.
Szeged, Eisenbahnst. <sup>1</sup> _____	216,79	21,25	—
Szeged _____	217,22	21,25	8.000
Szeged _____	253,00	21,25	6.566
Hódmezővásárhely _____	252,59	21,25	10.026
Szentes _____	313,00	22,7 bis 23,0	3.542
Szentes _____	311,85	22,7	—
Paládics-Puszta <sup>2</sup> _____	290,0	26,0	5.184
Sashalom-Puszta _____	316,0	28,0	4.320
Tardoskedd _____	312,0	22,0	864
Mezőhegyes _____	504,0	31,0	792
Békés _____	458,0	21,0	172

Aus einem Vergleich der Temperaturangaben erkennt man leicht, daß die Temperatur in gleichen Tiefen sehr verschieden sein kann. So z. B. geben die Bohrlöcher Sashalom-Puszta und Tardoskedd bei einer Tiefendifferenz von nur 4 Metern eine Differenz der Wassertemperaturen von 6°C; die Bohrlöcher Mezőhegyes und Békés, deren Tiefenunterschied 46 Met. beträgt, geben Temperaturdifferenzen von 10°C.

Natürlich ist in diesen Tatsachen neu nur die konkrete ziffermäßige Darstellung einer schon längst bekannten Erscheinung.

HORUSITZKY<sup>3</sup> gibt uns eine Reihe von Beobachtungen, die es gestatten die Tatsache festzustellen, daß in ein und demselben wasserführenden Horizonte auf einem sehr begrenzten Raume die Wassertemperatur bedeutende Schwankungen aufweisen kann. Im Kisalföld hat man vier wasserführende Horizonte festgestellt. Der zweite und dritte wurde je von drei Bohrlöchern in verschiedenen Tiefen erreicht und für sie hat man folgende Werte gefunden.

<sup>1</sup> Földt. Közl. XXII. S. 278 und 282.

<sup>2</sup> l. c. XXXIV. S. 506.

<sup>3</sup> HORUSITZKY: Jahresbericht der k. ung. Geologischen Reichsanstalt für 1903 S. 282—285 und Földt. Közl. 1904.

2. Horizont			3. Horizont.		
Tiefe in Metern	Temp. C°	Q. H. L.	Tiefe in Metern	Temp. C°	Q. H. L.
105	11	50	123	16	864
142	16	1492	156	17	864
153	16	1720	153	14	420

Die Tiefen, in denen die Bohrlöcher die wasserführenden Schichten erreichten, unterscheiden sich nicht in dem Maße von einander, daß man diesem Umstande die Differenzen der Angaben zuschreiben könnte, außerdem haben wir in der dritten Schicht in der Tiefe von 123 m die Temperatur 16° und in der Tiefe von 153 m 14°C und gleich darauf in der Tiefe von 156 m 17°C.

Die durch ihr unerwartetes Auftreten manchmal verblüffenden Tatsachen auf dem Gebiete «der thermischen Anomalien» zwingen nicht selten irgend ein Versehen in der Ausführung der Beobachtungen vorauszusetzen. Versehen sind natürlich möglich, und um so mehr möglich, als bis zur letzten Zeit die Beobachter in den meisten Fällen der Temperatur des Wassers keine besondere Bedeutung beimaßen, aber andererseits führt uns die Natur selbst die auffallendsten «thermischen Anomalien» vor die Augen, deren Bedeutung sich besonders scharf abhebt auf dem Fond von vielleicht zufälligen, nicht immer genügend genau verzeichneten unbedeutenden Anomalien.

Wenn wir uns den Karlsbader Quellen zuwenden, so stellt es sich heraus, daß die Quellen dieses Kurortes, nach der Karte zu urteilen, auf eine Fläche von weniger als einem Quadrat-Kilometer gelegen sind; während sie ihrer chemischen Zusammensetzung nach sich sehr wenig von einander unterscheiden, zeigen sie starke Unterschiede in der Temperatur. Nach dem Karlsbader Kursbuch beträgt die Temperatur des Sprudels 73,1°C, die des Mühlbrunnns 49,7°C, die des Marksbrunnns 40° usw.

Wie die von LUDWIG und MAUTHNER erhaltenen Angaben zeigen, sind die Temperaturen dieser Quellen während der zehnjährigen Periode einigen Schwankungen unterworfen gewesen. In Fig. 6 sind parallel zu den Debitkurven für jede Quelle durch punktierte Linien in großem Maßstabe gezeichnete Temperaturkurven gegeben. Diese Kurven zeigen, daß der Sprudel, der die höchste Temperatur besitzt, den geringsten Temperaturschwankungen unterworfen ist. Die größten Temperaturschwankungen gibt Theresienbrunn, dessen Temperatur zu 57°C angenommen wird. Der Mühlbrunn, dessen Debit verhältnismäßig geringen Schwankungen unterworfen ist, gibt in Bezug auf die Temperatur verhältnismäßig bedeutendere Abweichungen. Auf dem



äußerst begrenzten Raum, den die Karlsbader Quellen einnehmen, gibt uns also die Natur in deutlichen Ziffern eine äußerst interessante Aufgabe aus dem Gebiete der thermischen Erscheinungen an der Erdoberfläche.

Eine ebenso interessante Kombination von Tatsachen stellt der Komplex der Thermalquellen von Budapest dar. Das rechte, hohe Ufer bei Budapest ist reich an Thermalquellen; ebensolche Quellen treten auf der Insel Margit hervor, die mitten im Fluß, im oberen Teile der Stadt, gelegen ist. Die Temperatur der Quellen des rechten Donauufers schwankt in den Grenzen von  $25^{\circ}$  bis  $65^{\circ}\text{C}$ , wobei der Debit der Quellen so groß ist, daß das Quellwasser die Turbinen in Bewegung setzt, welche die Kurorte des rechten Donauufers mit mechanischer Kraft versorgen.<sup>1</sup> Die Kurorte «Lukácsfürdő» und «Császárfürdő» liegen nahe bei einander und jeder nimmt einen Flächenraum von einer Desjatine ein, und trotzdem hat jeder von ihnen auf seinem Gebiet mehrere Quellen von verschiedener Temperatur; Lukácsf. hat z. B. elf Quellen, Császárf. zehn. Zu gleicher Zeit treffen wir auf dem bei Császárf. befindlichen Berge, bedeutend höher als die heißen Quellen, eine kalte Quelle an, die Trinkwasser liefert. Auf dem linken Donauufer, im neuen, Városliget benannten Stadtteile wurde im Jahre 1878 auf Grund wissenschaftlicher Untersuchung ein Bohrloch angelegt, das bis zur Tiefe von 970 m geführt wurde; es lieferte Mineralwasser von der Temperatur  $73,9^{\circ}\text{C}$ . Die Budapester Quellen unterscheiden sich von einander durch ihren Mineralgehalt, obgleich MOLNÁR in Bezug auf die Gruppe der Lukácsf.-Quellen, deren Temperatur in den Grenzen von  $25,6^{\circ}$  bis  $60,0^{\circ}\text{C}$  schwankt, bemerkt, daß diese Unterschiede sehr unbedeutend sind.<sup>2</sup>

In Budapest, ebenso wie in Karlsbad, treten also in sehr scharfer Form thermische Erscheinungen auf, deren Natur auf Grundlage der vorhandenen Daten keine einigermaßen befriedigende Erklärung finden kann.

Die Quelle auf der Margitinsel aus der Tiefe von 118,5 m gibt Wasser von der Temperatur  $43,3^{\circ}$ , die Quelle Artézif. aus der Tiefe von 970 m liefert Wasser von der Temperatur  $73,9^{\circ}\text{C}$ . Wenn wir die angeführten Temperaturen für die Temperaturen der den Tiefen der Bohrlöcher entsprechenden Horizonte annehmen, so erhalten wir für die Tiefenstufe 970—118,5 m den Gradienten 27,8 m. Bei der

<sup>1</sup> Die Ausgiebigkeit der Quellen beträgt: «Lukácsfürdő» 320,000 Hektoliter, «Császárfürdő» 117,000 Hektoliter.

<sup>2</sup> BOLEMAN, S.: Ungarns Curorte. S. 64.

Annahme einer mittleren Jahrestemperatur von  $12^{\circ}\text{C}$  für Budapest finden wir bis zur Tiefe von 970 m den Gradienten 15,6 m. bis zur Tiefe von 118,5 m, aber nur 3,7 m. Wenn man den allgemein angenommenen Gradienten von 30 m nimmt, so erhält man für Budapest die Tiefe von 1857 m für eine Quelle von der Temperatur  $73,9^{\circ}$ . Nach den neuesten geothermischen Beobachtungen von MICHAEL in Czuchow<sup>1</sup> wurde die Temperatur von  $74,3^{\circ}$  in der Tiefe 1686,94 m angetroffen, darauf  $74^{\circ}$  in der Tiefe 1784,23 m und endlich  $74,4^{\circ}$  in der Tiefe 1933,42 m. In den dazwischenliegenden Tiefen wurde sogar  $79,6^{\circ}\text{C}$  gefunden.

Die ausgeführten Berechnungen bilden eine scharfe Kritik der üblichen Annahmen über das thermische Regime des Erdbodens.

Im Kapitel über die Temperatur der Quellen, das ich hiermit schließe, ist, wie ich glaube, eine ziemliche Anzahl von gewöhnlich nicht genügend eingeschätzten Tatsachen angeführt, um starkes Interesse für möglichst genaue und vollständige Beobachtungen der Quellentemperaturen zu erwecken und um den Wunsch auszudrücken, daß die Temperatur der Wasser-, Naphta- und Gasquellen, die von irgend welcher praktischer Bedeutung sind, vermittels empfindlicher, geprüfter, selbstregistrierender Apparate aufgezeichnet werde.

#### IV. Chemische Natur der Mineralquellen.

Der Frage von der chemischen Natur der Mineralquellen müssen wir folgende bemerkenswerte, auf die Karlsbader Quellen bezügliche Tatsachen voraussenden.

Die erste Analyse der Karlsbader Quellen wurde von Doktor DAVID BECHER im Jahre 1770 ausgeführt und nach hundert Jahren, d. h. im Jahre 1870 konnte der erfahrenste Erforscher der chemischen Natur der Mineralquellen, Professor LUDWIG<sup>2</sup> den Hauptschluß BECHERS bestätigen, der darin bestand, daß die Mineralquellen Karlsbads sich von einander hauptsächlich durch ihre Temperatur und nicht durch ihre chemische Zusammensetzung unterscheiden. Dieser Schluß hat den besonderen Wert, daß ungeachtet der großen Fortschritte, die die Methoden der chemischen Analyse im Verlauf eines Jahrhunderts gemacht haben, die alten Analysen ihren Wert nicht verloren haben

<sup>1</sup> MICHAEL, R.: Die Temperaturmessungen im Tiefbohrloch in Czuchow. Monatsberichte d. Deutschen Geolog. Ges. Bd. 61. (1909). S. 410.

<sup>2</sup> LUDWIG, E. und MAUTHNER, I. Chemische Untersuchungen der Karlsbader Thermen. Tscherm. Mitt. Bd. II. (1880). S. 269.

und daher mit den gegenwärtigen verglichen werden können und müssen.

Eine zweite allgemeine Bemerkung in Betreff der chemischen Natur der Wasserquellen begründen wir auf Angaben, die gleichfalls von LUDWIG stammen; sie besteht darin, dass man einen vollen Begriff von der chemischen Zusammensetzung der Wasserquellen nur in dem Falle erhält, wenn für die Analyse eine solche Wassermenge genommen wird, die es gestattet, wenn nicht quantitativ, so doch qualitativ, die minimalsten Mengen aller in der Quelle vorkommenden Elemente zu bestimmen. In einigen Fällen muß man, wie es die Erfahrung von LUDWIG zeigte, bis 100 kg Wasser nehmen.

Im Vorwort wurde bemerkt, daß man die Beständigkeit der chemischen Zusammensetzung als ein Merkmal des juvenilen Ursprungs einer Quelle ansehen muß. Dieser Schluß findet seine Bestätigung in den chemischen Analysen der Wiesbadener Quelle Kochbrunn, die sich seit 1849 unter der Aufsicht des Laboratoriums von FRESSENIUS befindet.<sup>1</sup>

Das Wasser des Kochbrunns wurde in den Jahren 1849, 1885 und 1904 analysiert.

Für den festen Rückstand ergaben die Analysen folgende Werte in Grammen bezogen auf 1 Kilogramm Wasser:

9,903                      8,825                      8,903

Die Analysen von 1885 und 1904 geben im Vergleich mit den Analysen von 1849 nur eine unbedeutende Anzahl von Elementen, die früher nicht vermerkt waren; so z. B. findet man in den neuen Analysen Barium, Strontium, Jod, Phosphor-, Arsen-, Salpeter-, Bor-, Metitan-Säure, freien Stickstoff und Sauerstoff.

Aber nicht nur die Summe des festen Rückstandes hielt sich unverändert, auch die Zahl der Kationen und Anionen bleibt unverändert.

Als Beispiel führen wir einige Werte an:

	1849	1882	1904
Na	2,713	2,692	2,691
Ca	0,3643	0,3337	0,3462
Mg	0,0556	0,0513	0,0948
Cl	4,669	4,657	4,656
So <sub>4</sub>	0,0635	0,0630	0,624

<sup>1</sup> HEINTZ, E. u. GRÜNHUT, L.: Jahrbuch d. Nassauschen Ver. f. Naturkunde. Bd. 60. (1907). S. 29.

Der Kochbrunn hat die hohe Temperatur von 65,7°C und auf Grund der Angaben über die Zusammensetzung dieser Quelle sprach FRESSENIUS seiner Zeit die Meinung aus, daß je höher die Temperatur einer Quelle um so beständiger ihre chemische Zusammensetzung.

Aber neben Quellen mit hoher Temperatur und beständiger Zusammensetzung besitzen wir auch Quellen mit niedriger Temperatur und mit genügend beständiger chemischer Zusammensetzung.

Von solchen Quellen setzen wir auf die erste Stelle die Quelle «Narsan». Nach der Zahl der für sie publizierten Analysen bildet sie eine seltene Ausnahme. DREIER<sup>1</sup> gibt in seiner Tabelle 42 Analysen.

Trotz der so grossen chemisch-analytischen Arbeit, die auf diese Quelle verwendet ist, ist aber keine einzige Analyse publiziert, die alle Elemente einschließt und die chemische Natur dieser Quelle vollständig umfaßt.

Wie bekannt, verminderte die im Jahre 1893 ausgeführte Kap- tage des Narsan die Mineralisation des Wassers und veränderte das Verhältnis der in ihm enthaltenen Elemente.

Der Charakter der Änderungen, nicht der gesamten Mineralisation, sondern der Zusammensetzung selbst, ist am bequemsten zu ersehen, wenn wir die Analysentabellen einer neuen Umrechnung unterziehen und die Zusammensetzung in Prozent-Verhältnissen der Anionen und Kationen ausdrücken, d. h. der Methode folgen, die schon im Jahre 1862 von THAN<sup>2</sup> empfohlen wurde und in der letzten Zeit allgemeines Bürgerrecht erworben hat.

Unsere Umrechnung kann nicht als absolut genau angesehen werden, da wir für den Narsan nicht über die Aufzeichnungen der von den Analytikern gefundenen Gewichtsmengen verfügten und für die Rechnung die neuesten Tabellen der Atomgewichte benutzten. Die Berechnung ist für 6 Analysen gemacht, die von FOMIN<sup>3</sup> in der Periode von 1892 bis 1898 ausgeführt sind.

Außer der Tabelle, in der die Resultate der Umrechnung zusammengestellt sind, ist noch das Diagramm, Fig. 7. (s. S. 51) gegeben, welches gestattet die Amplitude der Schwankungen der Zusammensetzung des Wassers zu erkennen. In dem Diagramme sind die Kationen Aluminium, Barium, Strontium und Eisen, die einzeln wegen

<sup>1</sup> Berg-Journal. 1909. Bd. IV, S. 344—345. (russisch).

<sup>2</sup> Tscherm. Mitt. XI.

<sup>3</sup> FOMIN A.: Analysen der Kaukasischen Mineralwasser. Pjatigorsk. 1898 (russisch).

der unbedeutenden Menge derselben in den Maßstab der Zeichnung nicht hineinpassen, vereinigt.

Analysen	1892	1893	1894		1895	1898	
			I	II.			
<i>K</i> .....	2,44	2,28	2,96	7,95	5,07	4,44	} 100
<i>Na</i> .....	28,54	28,65	32,76	22,38	22,09	21,59	
<i>Ca</i> .....	56,14	57,60	46,37	54,62	55,99	56,95	
<i>Mg</i> .....	12,16	10,68	17,02	14,35	16,15	16,34	
<i>Ba</i> .....	0,14	0,15	0,18	—	—	—	
<i>Sr</i> .....	0,24	0,25	0,29	0,31	0,30	0,28	
<i>Fe</i> .....	0,22	0,25	0,27	0,27	0,26	0,28	} 100
<i>Al</i> .....	0,11	0,10	0,01	0,10	0,09	0,08	
<i>HCO<sub>3</sub></i> .....	50,59	47,60	47,28	43,45	45,06	46,90	
<i>SO<sub>4</sub></i> .....	32,71	35,09	36,64	43,08	39,49	37,49	
<i>Cl</i> .....	14,96	15,55	14,21	11,39	13,42	13,59	
<i>SiO<sub>3</sub></i> .....	1,16	1,74	1,83	2,07	2,01	1,93	

Wenn man die Resultate der Analysen der Jahre 1892 und 1898 mit einander vergleicht, so kommt man zu folgenden Schlüssen. Im Vergleich zum Jahre 1892 beobachtet man in der Zusammensetzung des Narsan im Jahre 1898:

eine Zunahme von	<i>K</i> .....	um 81,7%
“	“ <i>Ca</i> .....	“ 1,4 “
“	“ <i>Mg</i> .....	“ 34,3 “
“	“ <i>Sr</i> .....	“ 16,6 “
“	“ <i>Fe</i> .....	“ 27,2 “
“	“ <i>SO<sub>4</sub></i> .....	“ 14,6 “
“	“ <i>Si O<sub>3</sub></i> .....	“ 19,8 “
eine Abnahme von	<i>Na</i> .....	“ 24,3 “
“	“ <i>Ba</i> .....	“ 100,0 “
“	“ <i>Al</i> .....	“ 27,2 “
“	“ <i>HCO<sub>3</sub></i> .....	“ 7,2 “
“	“ <i>Cl</i> .....	“ 9,1 “

Die hier benutzte Berechnungsmethode läßt die verhältnismäßig unbedeutenden Veränderungen scharf hervortreten; daher beweist ein Vergleich der Analysen der Periode vor der Kaptage, d. h. der Jahre 1892 und 1893 die Beständigkeit der Zusammensetzung des Narsan-

Wassers und die Analysen der Jahre 1895 und 1898 bestätigen, daß nach der Veränderung der gesamten Mineralisation und des Verhältnisses der einzelnen Bestandteile, die Beständigkeit der Zusammensetzung wiederhergestellt ist.

Für die Quelle Preblau in Kärnten, die eine Temperatur von  $7,8^{\circ}\text{C}$  besitzt, haben wir folgende Angaben über die Summe der festen Niederschläge.

1846	1861	1889
2,57776	2,7425	2,8114

Die Angaben für die Jahre 1861 und 1889 stimmen sehr gut überein.

Im Kurort Moha in Ungarn wurde die «Ágnes» Quelle von ein und demselben Chemiker<sup>1</sup> in den Jahren 1880 und 1890 analysiert. Die Temperatur der Quelle ist  $11,2^{\circ}\text{C}$ , für sie wurden folgende Mengen des festen Rückstandes und der freien Kohlensäure erhalten.

	1880	1890
Fester Rückstand	1,7373	1,5095
$\text{Co}_2$	1559	1509

Wir besitzen also, sowohl im Narsan, als auch in den Quellen Preblau und Ágnes Beispiele von Quellen mit niedriger Temperatur, die aber von Jahr zu Jahr ihre chemische Zusammensetzung beibehalten.

Aber neben Beispielen mit unbedeutenden Schwankungen der Zusammensetzung der Quellen besitzen wir auch Beispiele, die auf die Möglichkeit wesentlicher Veränderung hinweisen.

Der ungarische Chemiker Prof. LOSVAY<sup>2</sup> hat dreimal, in Zwischenräumen von zehn Jahren, die Quelle Margit im Kurort Luhi im Bereger Komitat in Ungarn analysiert. Die Temperatur der Quelle ist  $1,13^{\circ}\text{C}$ .

Nach Jahren geordnet stellen sich die Resultate wie folgt dar:

	1877	1888	1897
Fester Rückstand	3,4157	4,5153	3,8342
Freie $\text{Co}_2$	0,1720	—	1,4489

Im Jahre 1877 fand LOSVAY unter den Bestandteilen der Quelle Borsäure, im Jahre 1888 fehlte sie in ihr vollständig, und wurde im Jahre 1897 von neuem gefunden.

<sup>1</sup> LENGYEL, B.: Földt. Köz. XXIII. (1893) S. 214.

<sup>2</sup> Földt. Köz. XX. (1890) S. 376.

Wenn man die Mengen der einzelnen Elemente vergleicht, so erhält man in die Augen fallende Werte.

So war z. B. der Inhalt an Na im Jahre 1888 um 43,37% größer, als im Jahre 1877, im Jahre 1897 nur um 20,94% größer, die Menge von Fe war im Jahre 1888 im Vergleich zum Jahre 1877 um 54,13% gewachsen, im Jahre 1897 aber war sie, im Vergleich zum Jahre 1877 um 40,37% geringer geworden; der Inhalt an Chlor war im Jahre 1888, im Vergleich zum Jahre 1877 um 39,92% gefallen, im Jahre 1897 aber, im Vergleich zum Jahre 1888 um 95,53% gestiegen.

Die angeführten Angaben beweisen, was für tiefgreifende Änderungen die Zusammensetzung dieser Quelle in der zwanzigjährigen Periode erfuhr.

Ein sehr interessantes Material für den Forscher auf dem Gebiete der chemischen Natur der Quellen bietet die Gruppe der Thermalquellen von Budapest.

Quellen, die innerhalb des Stadtgebietes, oder sogar auf dem Territorium eines Kurortes, das einen Flächeninhalt von ein oder zwei Desjatinen besitzt, entspringen, unterscheiden sich von einander nicht nur durch ihre Temperatur, sondern auch durch ihre chemische Zusammensetzung.

Wir wollen nicht die zahlreichen, auf diese Quellen bezüglichen, Analysen anführen, sondern nehmen nur einige Angaben<sup>1</sup> für vier Quellen.

	T°C	Summe des festen Rückstandes auf 1 Kilogr.
I. Artézi gyógyfürdő	73,93	1,41026
II. Kaiserbad (Császárfürdő)	61,1	1,3500
III. Lukács	25,5	0,5400
IV. Kristályforrás	25,65	0,98328

Die Resultate der Analysen dieser vier Quellen, von denen Kristályfürdő und Gewölbe-Quelle Lukács nicht mehr als 40—50 Meter von einander entfernt sind, Császárfürdő aber nicht mehr als 250 m, und auf dem rechten Donauufer sich befinden, Artézi-gyógyfürdő aber auf dem linken Ufer in ungefähr 3 Kilometern von der ersten gelegen ist, wurden nach der Methode von THAN umgerechnet und sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

<sup>1</sup> BOLEMANN, S.: Ungarns Curorte. Budapest, 1896. St. Lukács-Bad. Budapest, 1905.

	I.	II.	III.	IV.
<b>Kationen.</b>				
<i>K</i> .....	5,77	9,64	2,8	3,29
<i>Na</i> .....	37,39	33,14	19,31	15,31
<i>Li</i> .....	0,008	0,27	—	—
<i>Ca</i> .....	46,80	46,89	60,0	59,58
<i>Mg</i> .....	8,65	7,51	17,19	21,12
<i>Sr</i> .....	0,76	—	—	—
<i>Ba</i> .....	0,01	—	—	—
<i>Fe</i> .....	0,13	2,36	0,12	0,19
<i>Mn</i> .....	0,09	0,17	0,48	—
<i>Al</i> .....	0,006	—	0,06	—
<b>Anionen.</b>				
<i>H CO<sub>3</sub></i> .....	53,38	51,96	55,40	78,09
<i>SO<sub>4</sub></i> .....	19,25	20,58	19,83	16,81
<i>Cl</i> .....	18,99	21,78	13,23	5,08
<i>J</i> .....	0,001	—	—	—
<i>Fl</i> .....	0,006	—	—	—
<i>SiO<sub>3</sub></i> .....	7,18	5,66	4,5	—
<i>P O<sub>4</sub></i> .....	—	—	0,56	—
<i>S<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> .....	—	—	6,48	—

Damit der Unterschied in der Zusammensetzung dieser unzweifelhaft verwandten Quellen deutlicher hervortrete, sind die Resultate der Umrechnung der Analysen in Fig. 8 graphisch dargestellt, wobei nur die Hauptelemente berücksichtigt wurden.

Wenn wir das oben angeführte Ziffermaterial betrachten, so können wir nicht umhin zu bemerken, daß die Quellen III und IV, deren Temperatur 25° beträgt, schwächer mineralisiert sind, als die Quellen I und II, deren Temperatur bedeutend höher ist.

Es drängt sich natürlich die Voraussetzung auf, daß die Quellen III und IV auf ihrem Wege kaltes, süßes Wasser antreffen und an die Oberfläche mit verringerter Mineralisation gelangen. Die Quelle IV ist beinahe zweimal stärker mineralisiert, als die Quelle III, während ihre Temperaturen gleich sind.

Die Quellen I und II unterscheiden sich von einander nur sehr unbedeutend, sowohl nach dem Grade der Mineralisation, als auch nach der Zusammensetzung ihres festen Rückstandes, während in der



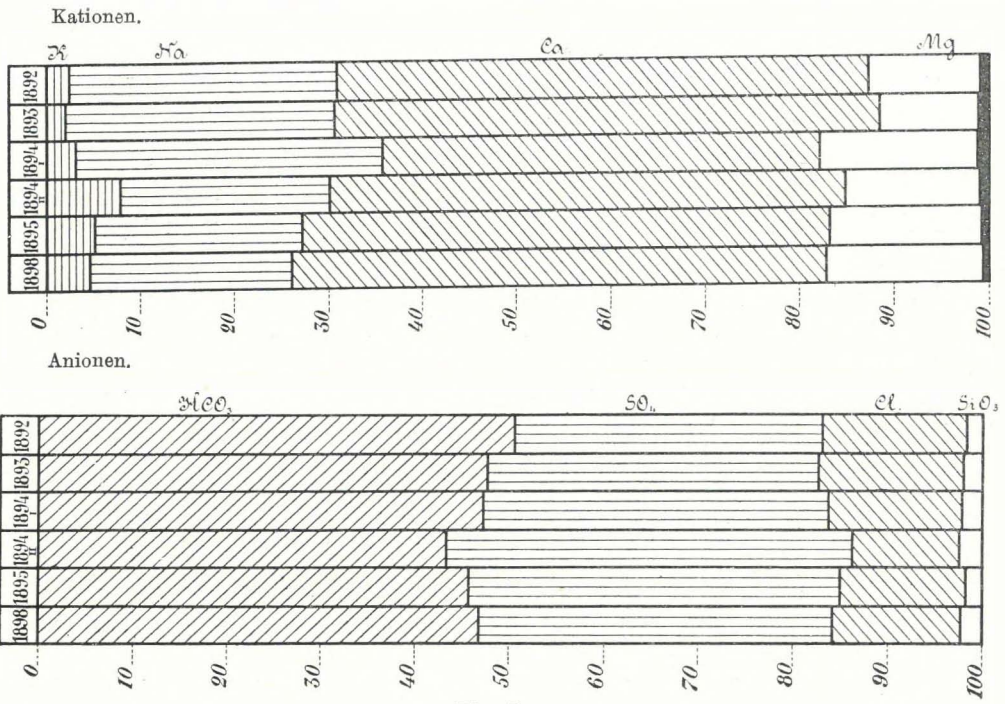


Fig. 7.

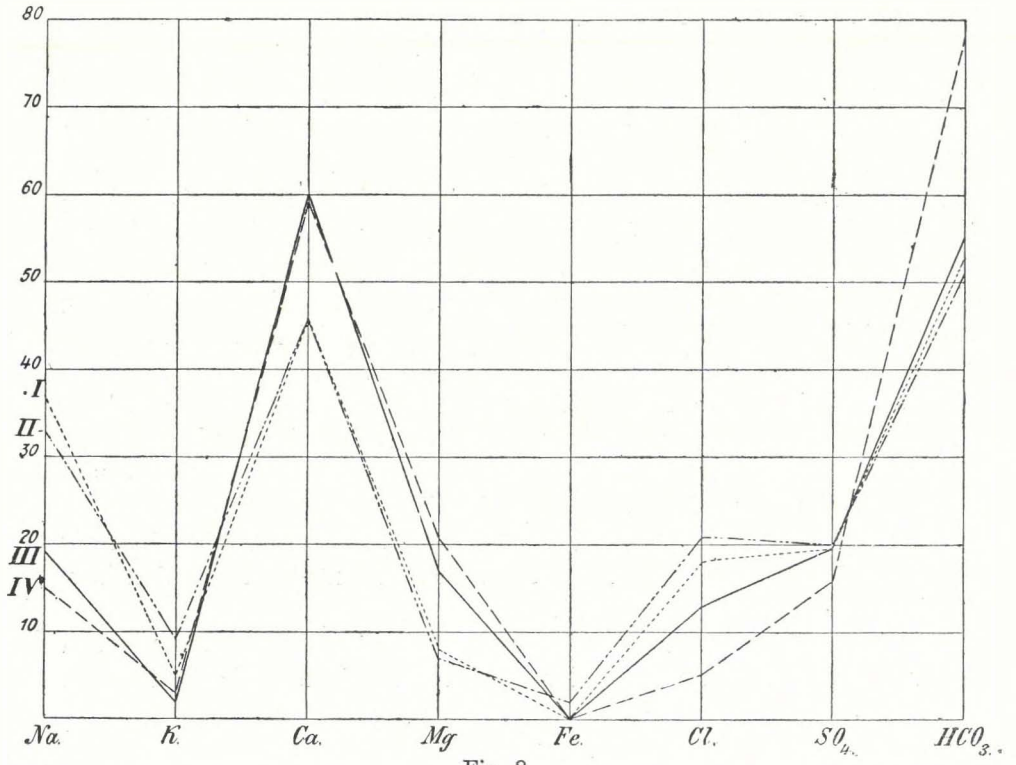


Fig. 8.

Zusammensetzung des festen Rückstandes der Quellen III und IV wesentliche Unterschiede existieren.

Wenn man die Quellen III und IV als Derivate von I und II betrachtet, so wird das Ausscheiden großer Mengen von Kalium und Natrium aus ihrem Bestande und der Ersatz derselben durch Calcium und Magnesium ganz unverständlich. Ganz ebenso läßt sich die bedeutende Zunahme von Kohlensäure in der Quelle IV und die starke Verminderung von Chlor bei unbedeutender Abnahme an  $SO_2$  nicht erklären.

Zum Schluß des Kapitels über die chemische Zusammensetzung der Mineralquellen müssen wir auf die Schlüsse hinweisen, zu denen das zahlreiche in der Literatur verstreute Ziffermaterial führt. Vor allem muß man bemerken, daß das auf Mineralquellen bezügliche Material lange nicht immer vergleichbar ist, und einen wirklichen und beständigen Wert besitzen nur Angaben, die in einer solchen Form gegeben sind, wie es die Chemiker des Laboratoriums von FRESenius oder Prof. LUDWIG tun, welche den Leser mit dem Gang der Analyse bekannt machen und die die von ihnen genommenen und erhaltenen Gewichtsmengen angeben.

Natürlich können derartige wissenschaftliche Analysen nicht zu oft ausgeführt werden, aber man dürfte annehmen, daß Kurorte, besonders solche, die von einer bedeutenden Anzahl von Kranken besucht werden, die Ausführung solcher Analysen alle drei Jahre einmal obligatorisch vornehmen müßten, und Kurorte, die sich einer geringeren Aufmerksamkeit von Seiten des Publikums erfreuen, müßten solche Analysen nicht seltener als einmal in fünf Jahren ausführen. Es versteht sich von selbst, daß jede mehr oder weniger bedeutende Remonte der Kaptage, bei der das gewöhnliche Regime der Quelle gestört wird, von einer genauen Analyse begleitet sein muß. Es wäre sehr richtig für solche periodischen Analysen gleiche Termine anzusetzen.

Die chemische Natur der Quellen muß jedoch der Gegenstand beständiger Beobachtung werden; zu diesem Zwecke würde es genügen alle zwei Monate Bestimmungen des festen Rückstandes und eines oder zweier leicht und genau bestimmbarer Bestandteile vorzunehmen, wie z. B. Calcium, Magnesium, Chlor oder Schwefelsäure. Es wäre wünschenswert auch diese Bestimmungen an bestimmten Terminen vorzunehmen.

Wenn die Kontrolluntersuchungen auf eine starke Veränderung der Zusammensetzung hinweisen, so müssen sie natürlich wiederholt werden.

## Schluss.

Als Motto für diese Abhandlung habe ich die Worte eines Gelehrten gesetzt, der sich bei der Analyse der Fragen von der Genesis der Mineralwasser von der Notwendigkeit überzeuete, allgemeine Erörterungen beiseite zu lassen.

Der vorliegenden Abhandlung kann man den Vorwurf der Benutzung von allgemeinen Erörterungen nicht machen. Es sind in ihr im Gegenteil nur Tatsachen gesammelt, und wird eine kritische Beurteilung derselben gegeben, die in Bezug auf alle berührten Fragen zu einem Schlusse führt, nämlich zu dem, daß das Bestreben, sich auf die Höhe der allgemeinen Erörterungen zu stellen, auf die bis jetzt unüberwindliche Schwierigkeit stößt: den Mangel von genauem, faktischen Material.

Die Elemente der Mineralquellen, Effluktion, Debit, Temperatur und chemische Zusammensetzung müssen der Gegenstand systematischer und möglichst genauer Untersuchung werden und das ist der einzige Weg zur Erkenntnis der Natur dieser Elemente und der Prozesse, die im Innern der Erde vorgehen.

Die Mineralquellen sind von tiefem wissenschaftlichem Interesse für den Geologen und den Geographen, für den Ingenieur bilden sie den Gegenstand einer nicht selten schwierigen technischen Arbeit, aber das größte lebendige praktische Interesse bringt ihnen vor allem der Arzt entgegen, und daher gestatte ich mir der Aufmerksamkeit der Ärzte und ihrer Obhut die in dieser Abhandlung in betreff der Mineralquellen behandelten Fragen zu übergeben.

Aber lange nicht überall kann man das in dieser Abhandlung vorgeschlagene Programm leicht und mit der nötigen wissenschaftlichen Genauigkeit verwirklichen.

Ich kann mir keinen anderen Ort vorstellen außer Budapest, wo neben den interessantesten Mineralquellen auch die nötigen wissenschaftlichen Autoritäten beisammen wären. In Ungarn, diesem klassischen Lande der Mineralquellen, formten sich bei KARL THAN Ideen, die noch nicht überall die gehörige Würdigung erhalten haben und in Ungarn, in seiner prachtvollen Hauptstadt, wird auch, davon bin ich überzeugt, eine detaillierte, wissenschaftliche Erforschung ihrer Quellen organisiert werden, die das tiefste wissenschaftliche Interesse darbieten.

Als meine Arbeit sich schon unter der Presse befand, machte ich während meines Aufenthaltes in Karlsbad die Bekanntschaft von Dr. JOSEF KNETT, welcher mich mit einem Teile seiner Arbeiten vertraut machte. Es tut mir äußerst leid, daß ich mit ihnen nicht früher bekannt war, in ihnen hätte ich ein reiches Material für die Prüfung meiner Ansichten gefunden, aber ich denke, daß dieser Unstand Dr. KNETT nur veranlassen wird seine wertvollen, seinem umfangreichen Archiv entnommenen Daten um so schneller zu veröffentlichen.

---

- VII. Bd. [1. FELIX J. Die Holzopale Ungarns, in palaeophytologischer Hinsicht (Mit 4 Tafeln) (1.—). — 2. KOCH A. Die alttertiären Echiniden Siebenbürgens. (Mit 4 Tafeln.) (2.40). — 3. GROLLER M. Topogr.-geolog. Skizze der Inselgruppe Pelagosa im Adriatisch. Meere. (Mit 3 Taf.) (—,80). — 4. POSEWITZ T. Die Zinninseln im Indischen Oceane: I. Geologie von Bangka. — Als Anhang: Das Diamantvorkommen in Borneo. (Mit 2 Taf.) (1.20). — 5. GESELL A. Die geol. Verh. d. Steinsalzbergbaugesbietes von Soovár, mit Rücksicht auf die Wiedereröffnung der ertränkten Steinsalzgrube. (Mit 4 Tafeln.) (1.70). — 6. STAUB M. Die aquitanische Flora des Zsilthales im Comitate Hunyad. (Mit 37 Tafeln) (5.60)] --- --- --- 12.70
- VIII. Bd. [1. HERBICH F. Paläont. Stud. über die Kalkklippen des siebenbürgischen Erzgebirges. (Mit 21 Tafeln.) (3.90) — 2. POSEWITZ T. Die Zinninseln im Indischen Oceane: II. Das Zinnerzvorkommen u. die Zinnengew. in Banka. (Mit 1 Tafel) (—,90) — 3. POČTA PHILIPP. Über einige Spongien aus dem Dogger des Fünfkirchner Gebirges. (Mit 2 Tafeln) (—,60) — 4. HALAVÁTS J. Paläont. Daten zur Kenntniss der Fauna der Südingar. Neogen-Ablagerungen. (II. Folge. Mit 2 Tafeln) (—,70) — 5. Dr. J. FELIX, Beitr. zur Kenntniss der fossilen Hölzer Ungarns. (Mit 2 Tafeln) (—,60) — 6. HALAVÁTS J. Der artesischen Brunnen von Szentes. (Mit 4 Tafeln) (1.—) — 7. KISFATIC M. Ueber Serpentine u. Serpentin-ähnliche Gesteine aus der Fruska-Gora (Syrmien) (—,24) — 8. HALAVÁTS J. Die zwei artesischen Brunnen von Hód-Mező-Vásárhely. (Mit 2 Tafeln) (—,70) — 9. JANKÓ J. Das Delta des Nil. (Mit 4 Tafeln) (2.80)] --- --- 11.44
- IX. Bd. [1. MARTINY S. Der Tiefbau am Dreifaltigkeits-Schacht in Vichnye. — BOTÁR J. Geologischer Bau des Alt-Antoni-Stollner Eduard-Hoffnungsschlages. — PELACHY F. Geologische Aufnahme des Kronprinz Ferdinand-Erbstollens (—,60) — 2. LÖRENTHEY E. Die pontische Stufe und deren Fauna bei Nagy-Mányok im Comitate Tolna. (Mit 1 Tafel) (—,60) — 3. MICZYŃSKY K. Über einige Pflanzenreste von Radács bei Eperjes, Com. Sáros (—,70) — 4. Dr. STAUB M. Elwas über die Pflanzen von Radács bei Eperjes (—,30) — 5. HALAVÁTS J. Die zwei artesischen Brunnen von Szeged. (Mit 2 Tafeln) (—,90) — 6. WEISS T. Der Bergbau in den siebenbürgischen Landestheilen (1.—) — 7. Dr. SCHAFARZIK F. Die Pyroxen-Andesite des Cserhát (Mit 3 Tafeln) (5.—)] --- --- --- 9.10
- X Bd. [1. PRIMIGS G. Die Torflager der siebenbürgischen Landestheile (—,50) — 2. HALAVÁTS J. Paläont. Daten z. Kennt. d. Fauna der Südingar. Neogen-Ablag. (III Folge), (Mit 1 Tafel) (—,60) — 3. INKEY B. Geolog.-agronom. Kartirung der Umgebung von Puszta-Szt.-Lőrincz. (Mit 1 Tafel) (1.20) — 4. LÖRENTHEY E. Die oberen pontischen Sedimente u. deren Fauna bei Szegzárd, N.-Mányok u. Árpád. (Mit 3 Tafeln) (2.—) — 5. FUCHS T. Tertiärfossilien aus den kohlenführenden Miocänablagerungen der Umgebung v. Krapina und Radoboj und über die Stellung der sogenannten «Aquitanischen Stufe» (—,40) — 6. KOCH A. Die Tertiärbildungen des Beckens der siebenbürgischen Landestheile. I. Theil. Paläogene Abtheilung. (Mit 4 Tafeln) (3.60)] --- --- --- 8.30
- XI. Bd. [1. BÖCKH J. Daten z. Kenntn. d. geolog. Verhältn. im oberen Abschnitte des Iza-Thales, m. besond. Berücksicht. d. dort. Petroleum führ. Ablager. (Mit 1 Tafel). (1.80) — 2. INKEY B. Bodenverhältnisse des Gutes Pallag der kgl. ung. landwirtschaftlichen Lehranstalt in Debreczen. (Mit einer Tafel.) (—,80) — 3. HALAVÁTS J. Die geolog. Verhältnisse d. Alföld (Tieflandes) zwischen Donau u. Theiss. (Mit 4 Tafeln) (2.20) — 4. GESELL A. Die geolog. Verhältn. d. Kremnitzer Bergbaugesbietes v. montangeolog. Standpunkte. (Mit 2 Tafeln.) (2.40) — 5. ROTH v. TELEGD L. Studien in Erdöl führenden Ablagerungen Ungarns. I. Die Umgebung v. Zsibó i. Com. Szilágy. (Mit 2 Tafeln.) (1.40) — 6. Dr. POSEWITZ T. Das Petroleumgebiet v. Körösmező. (Mit 1 Tafel.) (—,60) 7. TREITZ P. Bodenkarte der Umgebung v. Magyar-Óvár (Ungar. Altenburg) (Mit 3 Tafeln.) (2.—) — 8. INKEY B. Mezőhegyes u. Umgebung v. agron.-geologischem Gesichtspunkte. (Mit 1 Tafel) (1.40) --- --- --- 12.60
- XII. Bd. [1. BÖCKH J. Die geologischen Verhältnisse v. Sósmező u. Umgebung im Com. Háromszék, m. besond. Berücksichtigung d. dortigen Petroleum führenden Ablagerungen (Mit 1 Tafel.) (3.50) — 2. HORUSITZKY H. Die agrogeologischen Verhältnisse d. Gemarkungen d. Gemeinden Muzsla u. Béla. (Mit 2 Tafeln.) (1.70) — 3. ADDA K. Geologische Aufnahmen im Interesse v. Petroleum-Schürfungen im nördl. Teile d. Com. Zemplén in Ung. (Mit 1 Tafel.) (1.40) — 4. GESELL A. Die geolog. Verhältnisse d. Petroleumvorkommens in der Gegend v. Luh im Ungthale. (Mit 1 Tafel.) (—,60) — 5. HORUSITZKY H. Agro-geolog. Verh. d. III. Bez. d. Hauptstadt Budapest (Mit 1 Taf.) (1.25)] --- --- --- 8.45

- XIII. Bd. [1. BÖCKH H. Geol. Verh. d. Umgeb. v. N-Maros (M. 9 Tafeln) (3.—) — 2. SCHLOSSER M. Parailurus anglicus u. Ursus Böckhi a. d. Ligniten v. Baróth-Köpecz (M. 3 Taf.) (1.40) — BÖCKH H. Orca Semseyi, neue Orca-Art v. Salgó-Tarján. (M. 1 Taf.) — (1.40) — 3. HORUSITZKY H. Hydrogr. u. agro-geolog. Verh. d. Umgeb. v. Komárom. (—50) — 4. ADDA K. Geolog. Aufnahmen im Interesse v. Petroleum-Schürfungen i. d. Comit. Zemplén u. Sáros. (Mit 1 Taf.) (1.40) — 5. HORUSITZKY H. Agrogeolog. Verh. d. Staatsgestüts-Prædiums v. Bábolna. (Mit 4 Taf.) (2.40) — 6. Dr. PÁLFY M. Die oberen Kreideschichten i. d. Umgeb. v. Alvincz. (Mit 9 Taf.) (3.60)] 13.70
- XIV. Bd. [1. Dr. GORJANOVIC-KRAMBERGER K. Palaeoichthyologische Beiträge (Mit 4 Taf.) (1.20) — 2. Dr. PAPP K. Heterodelphis leiodontus nova forma, aus d. miocenen Schichten d. Com. Sopron in Ungarn. (Mit 2 Taf.) (2.—). — 3. Dr. BÖCKH H. Die geolog. Verhältnisse des Vashegy, des Hradek u. d. Umgebung dieser (Com. Gömör.) (Mit 8 Taf.) (4.—) — 4. Br. NÓPCE F.: Zur Geologie der Gegend zwischen Gyulafehérvár, Déva, Ruszkabánya und der rumänischen Landesgrenze. (Mit 1 Karte) (4.—) — 5. GÜLL W., A. LIFFA u. E. TMRÓ: Über die agrogeologischen Verhältnisse des Ecsedi láp. (Mit 3 Taf.) (3.—)] 14.20
- XV. Bd. [1. Dr. PRINZ GY. Die Fauna d. älteren Jurabildungen im NO-lichen Bakony. (Mit 38 Taf.) (10.10). — 2. ROZLOZNIK P. Über die metamorphen und paläozöischen Gesteine des Nagybihar. (1.—). — 3. v. STAFF H. Beiträge zur Stratigraphie u. Tektonik des Gerecsegebirges. (Mit 1 Karte) (2.—) — 4. POSEWITZ TH. Petroleum und Asphalt in Ungarn. (Mit 1 Karte) (4.—)]. 17.10
- XVI. Bd. [1. LIFFA A. Bemerkungen zum stratigraph. Teil d. Arbeit Hans v. Staffs: «Beitr. z. Stratigr. u. Tekt. d. Gerecsegebirges». (1.—) — 2. KADIĆ O. Mesocetus hungaricus Kadić, eine neue Balaenopteridenart a. d. Miozän von Borbolya in Ungarn. (Mit 3 Taf.) (3.—) — 3. v. PAPP K. Die geolog. Verhältn. d. Umgb. von Miskolcz. (Mit 1 Karte) (2.—) — 4. ROZLOZNIK, P. u. K. Emszt. Beiträge z. genaueren petrogr. u. chemischen Kenntnis d. Banatites d. Komitates Krassó-Szőrény. (Mit 1 Taf.) (3.—) — 5. VADÁSZ, M. E. Die unterliassische Fauna von Alsórákos im Comit. Nagyküküllő. (Mit 6 Taf.) (3.—) — 6. v. BÖCKH J. Der Stand der Petroleumschürfungen in den Ländern der Ungarischen Heiligen Krone. (3.—)]. 15.—
- XVII. Bd. [1. TAEGER A. Die geologischen Verhältnisse des Vértesgebirges (Mit 11 Taf.) (6.50)]

*Die hier angeführten Arbeiten aus den «Mitteilungen» sind alle gleichzeitig auch in Separatabdrücken erschienen.*

### Publikationen der kgl. ungar. Geolog. Reichsanstalt.

- BÖCKH, JOHANN. Die kgl. ungar. Geologische Anstalt und deren Ausstellungs-Objekte. Zu der 1885 in Budapest abgehaltenen allgemeinen Ausstellung zusammengestellt. Budapest 1885 ..... (gratis)
- BÖCKH, JOHANN u. ALEX. GSELL. Die in Betrieb stehenden u. im Aufschlusse begriffenen Lagerstätten v. Edelmetallen, Erzen, Eisensteinen, Mineralkohlen, Steinsalz u. anderen Mineralien a. d. Territ. d. Länder d. ungar. Krone. (Mit 1 Karte). Budapest 1898 ..... vergriffen
- BÖCKH, JOH. u. TH. v. SZONTAGH. Die kgl. ungar. Geolog. Anstalt. Im Auftrage d. kgl. ungar. Ackerbaumin. I. v. DARÁNYI. Budapest 1900..... (gratis)
- HALAVÁTS, GY. Allgemeine u. paläontologische Literatur d. pontischen Stufe Ungarns. Budapest 1904 ..... 1.60
- v. HANTKEN, M. Die Kohlenflötze und der Kohlenbergbau in den Ländern der ungarischen Krone (M. 4 Karten, 1 Profiltaf.) Budapest 1878 ..... 6.—
- v. KALECSINSZKY, A. Über die untersuchten ungarischen Thone sowie über die bei der Thonindustrie verwendbaren sonstigen Mineralien. (Mit einer Karte) Budapest 1896 ..... —.24
- v. KALECSINSZKY, A. Die Mineralkohlen d. Länder d. ungar. Krone mit besonderer Rücksicht auf ihre Zusammensetzung u. praktische Wichtigkeit. (Mit 1 Karte). Budapest 1903 ..... 9.—
- v. KALECSINSZKY, A. Die untersuchten Tone d. Länder d. ungarischen Krone. (Mit 1 Karte) Budapest 1906 ..... 8.—

PETRIK, L. Ueber ungar. Porcellanerden, mit besonderer Berücksichtigung der Rhyolith-Kaoline. Budapest 1887	—40
PETRIK, L. Ueber die Verwendbarkeit der Rhyolithe für die Zwecke der keramischen Industrie. Budapest 1888	1.—
PETRIK L. Der Hollóházaer (Radványer) Rhyolith-Kaolin. Budapest 1889	—30
General-Register der Jahrgänge 1882—1891 des Jahresberichtes der kgl. ungar. Geolog. Anstalt	3.20
General-Register der Bände I—X der Mitteilungen aus dem Jahrb. der kgl. ungar. Geolog. Anstalt	1.—
Katalog der Bibliothek und allg. Kartensammlung der kgl. ungar. Geolog. Anstalt und I.—IV. Nachtrag	(gratis)
Verzeichnis der gesamten Publikationen der kgl. ungar. Geolog. Anstalt	(gratis)

## Geologisch kolorierte Karten.

(Preise in Kronenwährung.)

### A) ÜBERSICHTSKARTEN.

Das Széklerland	2.—
Karte d. Graner Braunkohlen-Geb.	2.—

### B) DETAILKARTEN.

a) Im Maßstab 1 : 144,000.

#### 1. Ohne erläuterndem Text.

Umgebung von Alsólendva (C. 10.), Budapest (G. 7.), Győr (E. 7.), Kaposvár-Bükkösd (E. 11.), Kapuvár (D. 7.), Nagykanizsa (D. 10.), Pécs-Szegzárd (F. 11.), Sopron (C. 7.), Szilágyosmlyó-Tasnád (M. 7.), Szombathely (C. 8.), Tata-Bioske (F. 7.), Tolna-Tamási (F. 10.) Veszprém-Pápa (E. 8.) vergriffen	
„ Dárda (F. 13.)	4.—
„ Karád-Igal (E. 10.)	4.—
„ Komárom (E. 6.) (der Teil jenseits der Donau)	4.—
„ Légrád (D. 11.)	4.—
„ Magyaróvár (D. 6.)	4.—
„ Mohács (F. 12.)	4.—
„ Nagyvázsony-Balatonfüred (E. 9.)	4.—
„ Pozsony (D. 5.) (der Teil jenseits der Donau)	4.—
„ Sárvár-Jánosháza (D. 8.)	4.—
„ Simontornya-Kálózd (F. 9.)	4.—
„ Sümeg-Egerszeg (D. 9.)	4.—
„ Székesfehérvár (F. 8.)	4.—
„ Szentgothárd-Körmend (C. 9.)	4.—
„ Szigetvár (E. 12.)	4.—

#### 2. Mit erläuterndem Text.

„ Fehértemplom (K. 15.) Erl. v. J. HALAVÁTS	4.60
„ Kismarton (C. 6.), (Karte vergriffen). Erl. v. L. ROTH v. TELEGD	1.80
„ Versecz (K. 14.) Erl. v. J. HALAVÁTS	5.30

b) Im Maßstab 1 : 75,000.

1. Ohne erläuterndem Text.

Umgebung von	Petrozsény (Z. 24, K. XXIX), Vulkanpaß (Z. 24. C. XXVIII)	vergriffen	
„	„	Gaura-Galgó (Z. 16, K. XXIX)	7.—
„	„	Hadađ-Zsibó (Z. 16, K. XXVIII)	6.—
„	„	Lippa (Z. 21, K. XXV)	6.—
„	„	Zilah (Z. 17, K. XXVIII)	6.—

2. Mit erläuterndem Text.

„	„	Abrudbánya (Z. 20, K. XXVIII) Erl. v. Dr. M. v. PÁLFY	5.—
„	„	Alparét (Z. 17, K. XXIX) Erl. v. Dr. A. KOCH	6.60
„	„	Bánffyhunyd (Z. 18, K. XXVIII) Erl. v. Dr. A. KOCH und Dr. K. HOFMANN	7.50
„	„	Bogdán (Z. 13, K. XXXI) Erl. v. Dr. T. POSEWITZ	7.80
„	„	Budapest-Szentendre (Z. 15, K. XX) Erl. v. Dr. F. SCHAFARZIK	10.40
„	„	Budapest-Tétény (Z. 16, K. XX) Erl. v. J. HALAVÁTS	9.—
„	„	Kismarton (Z. 14, K. XV) Erl. v. L. ROTH v. TELEGD	4.—
„	„	Kolosvár (Z. 18, K. XXIX) Erl. v. Dr. A. KOCH	6.60
„	„	Kőrösmezó (Z. 12, K. XXXI) Erl. v. Dr. T. POSEWITZ	7.80
„	„	Krassova—Teregova (Z. 25, K. XXVI) Erl. v. L. ROTH v. TELEGD	6.—
„	„	Magura (Z. 19, K. XXVIII.) Erl. v. Dr. M. v. PÁLFY	5.—
„	„	Máramarossziget (Z. 14, K. XXX) Erl. v. Dr. T. POSEWITZ	8.40
„	„	Nagybánya (Z. 15, K. XXIX) Erl. v. Dr. A. Koch u. A. Gesell	8.—
„	„	Nagykároly-Ákos (Z. 15, K. XXVII) Erl. v. Dr. T. SZONTAGH	7.—
„	„	Tasnád-Széplak (Z. 16, K. XXVII) „ „ „ „	8.—
„	„	Torda (Z. 19, K. XXIX) Erl. v. Dr. A. KOCH	7.70
„	„	Gyertyánliget (Kabolapolána) (Z. 13, K. XXX) Erl. v. T. POSEWITZ	5.—
„	„	Szászsebes (Z. 22, K. XXIX) Erl. v. J. HALAVÁTS	—

Agrogeologische Karten.

„	„	Magyarszölgyen—Párkány-Nána (Z. 14, K. XIX) Erl. v. H. HORUSITZKY	5.—
„	„	Szeged—Kistelek (Z. 20, K. XXII.) Erl. v. P. TREITZ	5.—