

3.

# DIE GEOTHERMISCHEN GRADIENTEN DES ALFÖLD.

VON  
DR. JOSEF V. SUMEGHY

1929. V. 20.

A dolgozat tartalmáért és nyelvezetéért a szerző,  
a szerkesztésért MAROS IMRE és FERENCZI ISTVÁN felelős.

## VORWORT.

Der Titel deckt nicht vollständig den Inhalt meines Aufsatzes, da in demselben nicht von den geothermischen Gradienten des ganzen Alföld (= Grosse Ungarische Tiefebene), sondern bloss von jenen der nicht besetzten Teile desselben die Rede sein kann.

Es fehlen daraus die auf die geothermischen Gradienten der nördlichen Bucht, des östlichen Saumes und der kroatisch-slavonischen Teile des Alföld, sowie auf das Banat und die Bácska bezughabenden Angaben, ein Umstand, der auch schon deshalb bedauerlich ist, da gerade die Bácska, besonders aber das Banat jene Teile des Alföld sind, wo der Untergrund durch die meisten Tiefbohrungen aufgeschlossen wurde.

### I.

## DIE BERECHNUNG DER TIEFENSTUFE.

Die geothermischen Gradienten des Alföld berechnete ich aus der Wassertemperatur der gebohrten Brunnen. Es gibt keine zweite geologische Einheit auf Erden, wo die tieferen Schichten durch so zahlreiche Tiefbohrungen so dicht, beinahe Meter für Meter aufgeschlossen wären, wie am Alföld. Dieser Umstand prädestiniert es gleichsam für das Studium seiner geothermischen Gradienten. Die Zahl der artesischen Tiefbohrungen beläuft sich am Alföld bereits auf mehrere tausende und mehrere davon sind nahezu oder sogar über 1000 m tief.

Trotzdem finden wir erst in neueren Zeiten vereinzelte Angaben bezüglich der geothermischen Tiefenstufen des Alföld u. zw. im Zusammenhange mit der Beschreibung einiger artesischer Brunnen (1). Der Grund hiervon liegt nicht allein darin, dass wir uns mit dem Alföld — von geologischem Gesichtspunkt — erst seit der Verstümmelung unseres Landes zu befassen beginnen, sondern auch in der weiten Verbreitung der alten Auffassung, wonach die aus der Temperatur des herausfliessenden Wassers gewonnenen Tiefenstufen unsicher wären.

Trotzdem gebrauchte ich zur Feststellung der Alfölder geothermischen Gradienten das überfließende Wasser der artesischen und gebohrten Brunnen, da die Richtigkeit dieser Methode durch meine älteren und neueren Untersuchungen in vollem Masse gerechtfertigt wurde.

Im Zeitraum zwischen dem 5. Juli und dem 15. September 1928 bereiste ich das Alföld, um Daten zu sammeln und diese Jahreszeit war auch schon deshalb die entsprechendste, weil nahezu während der ganzen Zeit meiner Untersuchungen am Alföld die gleiche Temperatur von 25–30° C herrschte, so, dass die Temperatur des ausfließenden Wassers der artesischen Brunnen keinen erheblicheren Schwankungen unterworfen war.

Soweit es die Umstände zuließen, teilte ich das Alföld — möglichst gleichmässig — auf 227 Beobachtungsstationen auf, um eine dichte und gleichmässige Verteilung der gewonnenen geothermischen Gradienten zu sichern. Bei der Lösung meiner Aufgabe verwertete ich insgesamt 540 artesischen, respektive gebohrte Brunnen, bei deren Auswahl mich die Absicht leitete, den Bau des Alföld von oben bis zu den bisher bekannten grössten Tiefen hinab möglichst in Stufen von 10–20 m kennen zu lernen, respektive die Wässer des Untergrundes für meine Messungen aus Intervallen von 10–20 m an die Oberfläche heraufzubekommen.

Wer sich jemals von irgend einem — gleichgültig welchem — Gesichtspunkt mit den artesischen Brunnen des Alföld befasste, weiss es sehr wohl, dass die schwierigste Aufgabe gerade im Auswählen artesischer Brunnen mit verlässlichen Angaben der Tiefe besteht.

Die hydrologische Abteilung der Kgl. Ung. Geologischen Anstalt sammelt zwar schon seit 1890 und systematischer seit 1903 (2) die auf die artesischen Brunnen des Alföld bezüglichen geologischen Daten und seit dem Erscheinen des Erlasses No. 1200 vom Jahre 1914 des Kgl. Ung. Ackerbauministers über die Ergänzung des Artikels No. XXIII 1885 erhalten wir sogar häufig, nahezu über jeden amtlich angemeldeten artesischen Brunnen statistische Angaben bezüglich der Tiefe und vereinzelt auch über die Temperatur des Wassers, doch sind die von amtswegen eingelieferten Daten in sehr vielen Fällen unzuverlässig. Dieser Übelstand ist der Hauptgrund dafür, dass die aus der Temperatur des ausfließenden Wassers berechneten geothermischen Gradienten des Alföld als unsicher betrachtet werden, da ja die genaue Tiefe der zu diesem Zweck herangezogenen Brunnen, respektive der das Wasser liefernden Schichten meist kaum zu ermitteln ist. Tatsächlich sind die der Geologischen Anstalt ex offo eingelieferten Angaben über die artesischen Brunnen des Alföld nicht dazu geeignet, um bei der Feststellung der geothermischen Gradienten als Ausgangspunkt verwertet zu werden.

Die Direktion der Kgl. Ung. Staatsbahnen und die Ingenieurämter der einzelnen Sektionen führen aber — jede für sich — genaue und verlässliche Ausweise über die an ihren Linien hergestellten artesischen und gebohrten Brunnen, diese habe ich in erster Reihe, jene der Städte und Gemeinden aber nur in zweiter Linie in Betracht gezogen.

Bei der Bestimmung der geothermischen Gradienten ist bekanntlich die Kenntnis der genauen Tiefe der zu untersuchenden Tiefbohrung ein elementares Erfordernis. Deshalb habe ich die Tiefe aller jener zur Untersuchung herangezogenen artesischen Brunnen, bei denen mir diese nicht genau bekannt war, oder nach der Temperatur des ausfliessenden Wassers beurteilt, zweifelhaft erschien, selbst gemessen. Dies geschah vermittels der zum Hinablassen des Tiefenthermometers dienenden Schnur. Meine behufs Feststellung der geothermischen Gradienten gesammelten Tiefen- und sonstigen Angaben können demnach als zuverlässig betrachtet werden.

Zur Beobachtung habe ich, soweit dies möglich war, nur solche Tiefbohrungen ausgewählt, die ihr Wasser aus einer einzigen u. zw. der tiefsten Schichte erhalten, von den durch mehrere Schichten gespeisten Brunnen aber nur jene, bei denen ich die genaue Tiefe der angezapften Schichten erfahren konnte und von beiden Kategorien nur jene, aus denen das aufsteigende artesische Wasser seit einer langen Reihe von Jahren frei herausfliesst. Eine Ausnahme bildeten selbstredend die negativen Brunnen, deren Wasser ich aber vor der Messung mindestens eine Stunde hindurch pumpen liess.

Die aus der Temperatur des herausfliessenden Wassers berechneten geothermischen Gradienten sind nach einzelnen Forschern auch dann unverlässlich, wenn die Tiefe des Ursprunges bekannt ist, weil — ihrer Ansicht nach — die Temperatur des Wassers nicht mit der wirklichen Temperatur der Schichte übereinstimmt, aus der es herkommt, da das Wasser während seines Aufsteigens im Rohr abgekühlt wird, wodurch der so gewonnene geothermische Gradient grösser ausfällt, als er in Wirklichkeit ist (3). In dieser Weise können sich Abweichungen von 8—10 m zwischen den aus der Wassertemperatur berechneten und den wirklichen Gradienten der artesischen Brunnen des Alföld ergeben.

Zur Klärung dieses Problems habe ich an mehreren Stellen des Alföld, an verschiedenen artesischen Brunnen, deren Tiefe im vorhinein genau festgestellt wurde, mit dem bekannten NEGRETTI & ZAMBRA'schen Tiefenthermometer Messungen vorgenommen, um zu erfahren, in welchem Masse sich das Wasser während seines Aufsteigens im Rohr abkühlt? Die Resultate meiner diesbezüglichen Untersuchungen führe ich in der nachstehenden Tabelle I. vor:

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe d. wasserführenden Schichte	Tiefe d. unmittelb. Messung.	Unmittelb. gemessene Temperatur	Temperatur d. ausfließend. Wassers
		m	m	m	C°	C°
Hatvan	Eisenbahnstation	238·3	198—235	200	23·6	23
"	"	238·3	198—235	230	23·7	23
Tiszafüred	Marktplatz	66	66	65	14·3	14
Püspökladány	Bürgerschule	482	476—482	480	27·9	26·5
Debrecen	Städtisches Wasserwerk	135·7	134·4—135·7	135	16·8	16·5
Hosszúpályi	Grosse Gasse	254	221—241	225	19·4	19
Derecske	Szöke-Brunnen	259	258—259	225	25·9	24·5
Körösladány	Rudolf-Gasse	420	416—420	415	30·8	29·8
Békés	Aszfalos-Gasse	733·8	728—733·8	730	41	38·5
Mezőberény	Kalvin-Platz	470	467—470	465	31·6	29·5
Mezőhegyes	Hauptplatz	473	451—471	450	36·7	35·5
Szeged	Tisza Lajos-Ring	953	944—949	949	53	49·3
" Alsótanya	Kirche	206	202—206	205	20·1	19·8
Székesfehérvár	Blaufärberei	250·5	194·4	194	18·3	16·5
Bátaszék	Teresianum	112	110—112	110	19·4	19·2
Gara	Eisenbahnstation	65·4	58·6—65·4	60	13·7	14

Die Bodentemperatur des 950 m tiefen artesischen Brunnens von Szeged wurde nach der Beendigung der Bohrung im September 1927 vom technischen Rat KARL BUÓCZ, dem Schöpfer dieses Brunnens und vom Assistenten an der Universität Dr. STEFAN MIHÁLTZ mittels eines gewöhnlichen Maximal-Thermometers gemessen, das in ein Gasrohr eingeklemmt wurde, doch konnte sich auch in das so gewonnene Resultat kein grösserer Fehler einschleichen.

Die obigen Messungsergebnisse zeigen deutlich, dass das Wasser der untersuchten artesischen Brunnen während seines Aufstiegens im Rohr auch beim tiefsten, dem 950 m tiefen Brunnen von Szeged bloss eine Temperaturabnahme von 3·7°C erleidet.

Die weniger als 100 m tiefen untersuchten Brunnen sind negativ, sie geben das Wasser nicht herauf, werden bloss nach Bedarf gepumpt und zeigen z. T. eben deshalb den verhältnismässig grössten Unterschied zwi-

schen den Temperaturen des am Boden des Brunnens befindlichen und des herausgepumpten Wassers.

Das Wasser des 950 m tiefen artesischen Brunnens von Szeged gelangt in ungefähr 20–22 Minuten vom Boden an die Oberfläche herauf, jenes der 400–500 m tiefen artesischen Brunnen in 10–20 Minuten und diese Tatsache spricht gleichfalls dafür, dass die Abkühlung des aufsteigenden artesischen Wassers im Rohre kein beträchtlicheres Mass erreichen kann.

Das Rohr übernimmt übrigens die im allgemeinen höhere und ziemlich beständige Temperatur des lange Jahre hindurch heraufsteigenden Wassers und wird überdies auch von aussen durch die in den sandigen Schichten des Untergrundes zirkulierenden, nicht angezapften Wässer nicht unerheblich erwärmt, wonach also die Annahme nicht zu Recht bestehen kann, dass das Wasser der artesischen Brunnen während seines Aufsteigens im Rohr eine so beträchtliche Abkühlung erleiden würde, dass hierdurch zwischen den aus der Temperatur des Wassers berechneten und den tatsächlichen geothermischen Gradienten erheblichere Unterschiede zustande kommen könnten. Zur Ausschaltung dieser Unterschiede genügen Korrekturen von höchstens 2–3 m bei den tieferen Brunnen, bei den meisten ist aber der Fehler noch geringer.

Die bei der Bestimmung der geothermischen Gradienten in Betracht kommenden Daten der jährlichen Durchschnittstemperatur habe ich aus dem Werk RONA's übernommen (4) u. zw. die folgenden:

Bácsalmás 10·6, Budapest 9·6, Debrecen 9·2, Eger 9·3, Jászberény 9·8, Kecskemét 9·7, Nyék 9·7, Némethely 9·8, Nyíregyháza 9·2, Pilisjénő 9·9, Pusztaszentotnya 9·9, Szálka 9·6, Szeged 9·6, Túrkeve 9·6, Vásárosnamény 9·1°C jährliche Durchschnittstemperatur.

Obzwar jener Teil des Alföld, dessen geothermische Gradienten ich bestimmte, abgesehen von einigen nördlicher gelegenen, in die 9<sup>0</sup>-Zone fallenden Beobachtungsstationen (Eger, Nyíregyháza, Vásárosnamény) nahezu in seiner ganzen Ausdehnung in die sich der Richtung der Parallelkreise anpassende 10<sup>0</sup>-ige Isothermenzone Ungarns fällt, habe ich dennoch — die grösste erreichbare Verlässlichkeit anstrebend — die oben angeführten Angaben als Basis meiner Berechnungen verwertet, trotzdem der Einheitlichkeit halber vielleicht eher der Gebrauch der 10<sup>0</sup>-igen Durchschnittstemperatur angezeigt gewesen wäre.

Die neutrale Zone habe ich überall mit 20 m angenommen, da diese Tiefe nach den bisherigen Erfahrungen — von ganz unwesentlichen

Schwankungen abgesehen — als für das ganze Alföld gültig angesehen werden kann.

Nach alldem habe ich die geothermischen Gradienten des tieferen Untergrundes nach der bekannten Formel berechnet, indem ich die 20 m-ige neutrale Zone von der Tiefe der Bohrungen subtrahierte und das Resultat durch die Differenz der Wassertemperatur und der jährlichen Durchschnittstemperatur dividierte.

## II.

### AUFZÄHLUNG DER UNTERSUCHTEN TIEFBOHRUNGEN.

Bei der Auswahl der in der nachfolgenden Tabelle II angeführten untersuchten Tiefbohrungen verursachte nur das Gebiet zwischen der Donau und der Tisza, ferner das Nyírség grössere Schwierigkeiten. Zwischen der Donau und der Tisza sind nämlich innerhalb eines durch die Gemeinden Gyömrő — Cegléd — Nagykőrös — Alpár — Kiskunfélegyháza — Szank — Kiskunhalas — Bácsalmás — Baja — Kalocsa — Solt — Dömsöd begrenzten, grösseren Gebietes, sowie auf dem von einer über die Gemeinden Hajdúnánás — Balmazújváros — Hajdúszoboszló — Derecske — Monostorpályi in N—S-licher Richtung verlaufenden Linie östlich gelegenen Teile des Alföld bis Nagyecsed am östlichen Rande des Nyírséger Plateaus gegenwärtig — meines Wissens — aufsteigendes Wasser liefernde Brunnen nicht vorhanden.

Von den zur Speisung des städtischen Wasserwerkes von Nyíregyháza in einer Entfernung von 12 km gegen Norden, bei der Ortschaft Kotaj hergestellten, tief gebohrten Brunnen gab einer das Wasser angeblich bis auf 60 cm über die Oberfläche herauf, doch wurde sein Charakter nach kurzer Zeit negativ. Die 13 gebohrten Brunnen des städtischen Wasserwerkes von Debrecen sollen ursprünglich ebenfalls positiv gewesen sein, jedoch nur einige Jahre hindurch.

In diesen Gebieten konnte ich demnach für meine Berechnungen nur die Wassertemperaturen negativer Brunnen verwerten, doch habe ich — wie bereits erwähnt — das Wasser der negativen Brunnen vor der Untersuchung wenigstens eine Stunde hindurch pumpen lassen, um das Abkühlen des Wassers zu vermeiden.

In unserer Tabelle wurden ausser den geothermischen Gradienten auch die zur Bestimmung derselben erforderlichen Angaben aufgenommen, ferner die positiven und negativen Brunnen durch + und — unterschieden und schliesslich die grössere Gasmengen liefernden Bohrungen mit dem Buchstaben „g“ bezeichnet.



Bei der Berechnung der geothermischen Gradienten lieferten nur die durch mehrere wasserführende Schichten gespeisten Brunnen weniger verlässliche Resultate. Aus der Temperatur des Wassers dieser Brunnen lässt sich der Gradient für die grösste oder eine sonstige Tiefe nur annähernd berechnen, die in die Tabelle aufgenommenen Gradienten dieser Brunnen können demnach nur als approximative Werte im Betracht kommen. Andererseits konnte ich auch diese Kategorie der Brunnen nicht gänzlich vernachlässigen. Wo mir keine anderen zur Verfügung standen, musste ich diese heranziehen und sie lieferten zur allgemeinen Charakterisierung der geothermischen Tiefenstufen des Alföld immerhin wertvolle Daten.

### Die untersuchten artesischen u. gebohrten Brunnen.

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grössere Gas mengen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
Gyömrő	Ref. Kirchenplatz	105	103—105	16·8	9·6	12	+	
Nagykátá	Eisenbahnstation	279·4	276—279	23·3	9·7	18	+	
Jászberény	Hotel Lehel	245	240—245	21·5	9·8	19	+	
"	Marktplatz	251	248—251	21·5	9·8	19	+	
"	Szabadság-Platz	231	230—231	25·3	9·8	13?	+	
"	Fecske-Dampfmühle	236	232—236	21·5	9·8	18	+	
"	Vallus-Dampfmühle	224	222—224	21	9·8	18	+	
"	Vallus-Dampfmühle	224	100—110	19	9·8	9		
"	Erzbischöfl. Töchter Schule	252	247—252	21·8	9·8	19	+	
"	I. Bezirk	257	254—257	22·8	9·8	18	+	
Hatvan	Eisenbahnstation	238·3	198—235	23·4	9·5	12	+	
"	Eisenbahnstation	60	60	15·2	9·5	5	-	
Vámosgyörk	Eisenbahnstation	153·2	150—153·2	18·8	9·5	14	+	
Jászkisér	Marktplatz	201	198—201	18·8	9·8	19	+	
Szolnok	Alter Marktplatz	432	428—432	29·2	9·6	20	+	
"	Kossuth-Platz	282	280—282	22·8	9·6	20	+	
"	Städtisches Bad	956	872—887·8	53	9·6	19	+	g
Újszász	Eisenbahnstation	290·5	142—155 u. 290·5	24·4	9·6	18?	+	
Szajol	Eisenbahnstation	498·4	496·4—498	26·8	9·6	27	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grossere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+—	g
Tápiógyörgye	Kossuth-Platz	380	372—380	32	9·8	15	+	g
Törökszentmiklós	Pánthy-Platz	415	410—415	25·5	9·6	24	+	
„	Kossuth-Gasse	415	410—415	25·5	9·6	24	+	
„	Jókai-Gasse	416·2	412—416·2	25·5	9·6	24	+	
„	Eisenbahnstation	93·90	93·9	15	9·6	14	+	
Kisújszállás	Marktplatz	311·3	278 u. 305	25·5	9·6	17?	+	
„	Eisenbahnstation	182·9	179·5—182·9	20·8	9·6	14	+	g
Heves	Millenium-Platz	333	328—333	23·2	9·5	22	+	g
Kunhegyes	Bürgerschule	325·5	324—325·5	22	9·5	24	+	
„	Marktplatz	468	327 u. 468	22	9·5	26?	+	
Kápolna	Tabakamt	242·6	231·6—242·6	20·2	9·4	19	+	
„	Dampfmühle	240	235—240	20	9·4	19	+	
Tiszafüred	Marktplatz	66	65—66	14	9·4	9	—	
„	Fehérló-Wirtshaus	85	83—85	15·1	9·4	11	—	
„	Wochenmarktplatz	48	48	12·7	9·4	8	—	
„	Bika-Gasthof	65	65	14	9·4	9	—	
„	Museum-Gasse	47	47	12·5	9·4	8	—	
Kunmadaras	Eisenbahnstation	95·87	83—93	15·2	9·6	11	—	
Karcag	Landwirtsch. Schule	315	240	21·5	9·6	19	+	g
„	Eisenbahnstation	101·9	100—101·9	16·5	9·6	11	—	
„	Hauptplatz	400·5	250—256 340—370 390—400	25·2	9·6	23?	+	g
Püspökladány	Marktplatz	210	188·7—200	20·8	9·4	16	+	
„	Ref. Kirchenplatz	220	170 u. 199·6	20·2	9·4	16?	+	g
„	Andrássy-Gasse	200	198—200	21·7	9·4	14	+	
„	Bem—Andrássy-Gasse	205	203—205	22·3	9·4	14	+	
„	Szent István-Gasse	200	200	21·5	9·4	14	+	
„	Dembinszky-Gasse	207	204—207	22·5	9·4	14	+	
„	Eisenbahnstation	150·4	150·4	21	9·4	11	+	g
„	„	277·4	275—277	24·5	9·4	16	+	g

Ort der Bohrung	Grasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gas mengen
		m	m	°C	°C	m	+	g
Püspökladány	„	209'5	205—209	21'5	9'4	16	+	g
Debrecen	„	230	130 u. 193	19'2	9'2	16?	—	
„	„	110	103'2	17.4	9'2	8	—	
„	„	255	251—255	22'5	9'2	17	—	
„	Städtisches Wasserwerk	135'7	134'4—135'7	16'5	9'2	15	—	
„	„	136	135'9—136	16'5	9'2	15	—	
„	„	138'1	138'1—134	16'6	9'2	15	—	
„	„	130'6	127'8—130	16'3	9'2	15	—	
Eisenb. Linie Debrecen—Hajdúhadház	Bahnwächterhaus No.116	79	79	15	9'2	11	—	
Eisenb. Linie Debrecen—Püspökladány	Bahnwächterhaus No.107	96'8	96'8	17'9	9'2	9	—	
Bocskay-kert	Eisenbahnstation	68	68	15	9'2	9	—	
Balmazújváros	„	86'1	86	17'5	9'2	7	—	
„	„	67'5	67	15'9	9'2	7	—	
Nagyhortobágy	Bahnwächterhaus No. 10	160'2	160	19'2	9'2	14	+	
„	Eisenbahnstation	40	40	13'5	9'2	5	—	
Óhát-Pusztakocs	„	40	40	13'5	9'2	5	—	
„	„	70	70	14'9	9'2	8	—	g
Szentmargita-pusztá	„	106	93—105	16'7	9'2	9	—	
Folyás	„	108'6	90—108	15'9	9'2	10	—	
Tiszapolgár	„	97'9	91—97'9	16'1	9'2	10	—	
„	Hauptplatz	84	83—84	15'5	9'2	10	—	
Tiszadada	Eisenbahnstation	71'5	68—71'5	14'5	9'2	9	—	
„	Marktplatz	70	68—70	14'5	9'2	9	—	
Tiszalök	Bezirksgericht	67	67	14'3	9'2	9	—	
„	Gemeindehaus	100	90—100	16'5	9'2	9	—	
Büdszentmihály	Eisenbahnstation	97'5	95—97	17'6	9'2	9	—	
„	Ferenc József-Platz	89	88—89	16'2	9'2	9	—	
„	Dobogó-Platz	103	101—103	14'8	9'2	14	—	
„	Bocskay-Gasse	113	110—113	16'8	9'2	12	—	
„	Kinizsi-Gasse	105	102—105	14'8	9'2	14	—	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jährestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+—	g
Hajdúnánás	Bocskay-Strasse	181	179—181	19·5	9·2	15	+	
"	Dorogi-Strasse	201	200—201	20	9·2	16	+	
"	Bocskay-Strasse	47	47	13·5	9·2	6	—	
"	Kossuth-Gasse	247	242—247	23·2	9·2	16	+	
Hajdúhadház	Rákóczi-u. Földy-Gasse	45	45	13	9·2	6	—	
"	Hauptplatz	46	46	13·2	9·2	6	—	
Nyíregyháza	Luther-Kirchenplatz	91	37 u. 86	14·3	9·2	10?	—	
"	Eisenbahnstation	108	86 u. 108	15·1	9·2	13?	—	
"	"	115·3	89 u. 109	16·5	9·2	10?	—	
"	"	112·9	65·2—76·6 83·3—91·8	18	9·2	7?	—	
Rakamaz	Marktplatz	89	87—89	15·3	9·2	10	—	
Királytelek	Bahnwächterhaus No. 52	91·2	90—91	16·4	9·2	10	—	
Szerencs	Eisenbahnstation	134·5	130—134·5	16·8	9·1	14	+	
"	Zuckerfabrik	102	98—102	18	9·1	9	+	
Taktaszada	Disznós-tanya	82	80—82	15	9·1	10	+	
"	Jajhalom-puszta	240	237—240	21·6	9·1	18	+	
"	Harangod-puszta	182	179—182	20·2	9·1	14	+	
Prügy	Nagyseger-tanya	80	80	16	9·1	9	+	
Taktaharkány	Rónaháti tanya	150	143—150	19	9·1	12	+	
Vámospércs	Gendarmeriekaserne	85·6	83	13·6		14	—	
"	Nagy-Gasse		83	13·6		14	—	
Kemecse	"	69·2	68—69	14·3	9·2	9	—	
"	Röm. kath. Kirche	45	44—45	13·5	9·2	6	—	
"	vor der Ref. Schule	42	42	13·5	9·2	5	—	
Kisvárdá	Eisenbahnstation	76·1	74—76	14	9·1	11	—	
Ápagy	Hauptgasse	75	70—73	13·8	9·2	11	—	
Nyírbátor	Marktplatz	84	71	13·8	9·2	11	—	
"	Árpád-Gasse	73	71—73	13·4	9·2	11	—	
"	Szentvér-Gasse	90	87—90	13·2	9·2	16	—	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
Mátészalka	Eisenbahnstation	149·8	70'1—76'8 112'7—120'6	17·4	9'1	8?	—	
"	Stadthaus-Platz	83	82—83	16'8	9'1	8	—	
"	Komitatshaus-Platz	80	80	16'8	9'1	7	—	
Csenger	Zentrale	72	72	14'2	9'2	10	—	
Fehérgyarmat	Marktplatz	45	45	13'5	9'1	5	—	
Gacsáj	Eisenbahnstation	43	41'5—43	13	9'1	5	—	
Nagyecsed	Kirchen-Platz	81	78—80	16'8	9'1	7	+	
Nyíradony	Röm. kath. Kirchenplatz	70	65—70	13	9'2	11	—	
"	Griech. kath. Kirchenplatz	58	58	12'5	9'2	11	—	
Nyírábrány	Röm. kath. Kirchenplatz	46	46	13'2	9'2	6	—	
"	Eisenbahnstation	33'2	29'7—32'2	13	9'2	3	—	
Hosszúpályi	Nagy-Gasse	254	221—241	19	9'2	20	+	g
"	NO-Ausgang d. Ortschaft	130	130 u. 63	15	9'2	13?	+	
Monostorpályi	Ref. Kirchenplatz	160	57—58	14'8	9'2	7	—	
"	Eisenbahnstation	42'6	42—42'6	13	9'2	5	—	
Nagyléta	bei der Sass-Mühle	120	118—120	15'2	9'2	16	—	
Derecske	Marktplatz	200	170—200	20'2	9'3	13	+	
"	Kabai-Strasse	172	170—172	22	9'3	11	+	
"	Eisenbahnstation	176	172—176	22'5	9'3	11	+	
"	Málé-Zeile	170	165—170	18'5	9'3	15	+	
"	Szöke-Brunnen	259	258—259	25	9'3	15	+	g
Pocsaj	Neben d. Kindergarten	386	372,342,325 302, 245, 380—386	28'5	9'3	18?	+	g
"	Dampfmühle	334'3	294—326	25'6	9'3	16	+	g
"	Árpád-Gasse	158	112—117	16'2	9'3	16?	+	
Eszlár	Árpád-Platz	305'7	120—130	16'4	9'3	14	+	g
"	Hauptgasse	380	119—134 375—380	22	9'3	20?	+	g
Nádudvar	Artesisches Bad	260	258—260	22'8	9'3	17	+	g
"	Dampfmühle	78	78	15'2	9'3	9	—	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grossere Gasmengen
		m	m	°C	°C	m	+—	g
Nádudvar	Virág-Gasse	222	218—222	20·8	9·3	17	+	g
Kaba	Eisenbahnstation	56	56	12·5	9·3	10	—	
"	"	117	106—107	15·6	9·3	14	—	
Sáp	"	208·4	206—208	20·4	9·3	16	+	g
"	Nagy-Gasse	172	171—172	21·8	9·3	12	+	g
"	Neue Reihe	218	212—218	22	9·3	15	+	g
Berettyóújfalu	Kossuth Lajos-Platz	280·6	273—279	26·8	9·3	14	+	g
"	Major-Gasse	285·5	233—236 280—258	23·4	9·3	16?	+	g
"	Petőfi-Gasse	254·4	252—254·4	29·6	9·3	11	+	
"	Wesselényi-Gasse	255	252—255	28·5	9·3	12	+	
"	Rákóczi-Brunnen	275	233—235 272—275	21	9·3	17	+	
"	Kaserne	293·9	289—293	28	9·3	14	+	g
"	Nyiry-Dampfmühle	302	298—302	29·3	9·3	14	+	g
"	Eisenbahnstation	338	287·7—299·8 338	30	9·3	15?	+	g
"	Besitz d. dr. FRÁTER	294	288—294	28	9·3	14	+	g
Nagyrabé	Zentrale	312	297—303 253—257	26·3	9·3	14	+	g
Biharnagybajom	Marktplatz	178	178	20·6	9·4	14	+	
"	Gyarmat-Gasse	193	193	23·2	9·4	12	+	
"	Széchenyi-Platz	340	330—340	26·8	9·4	17	+	g
Füzesgyarmat	Kossuth-Platz	272	217—227 263—270	22·5	9·5	16?	+	
"	Dampfmühle	227	224—227	25·2	9·5	13	+	g
Szeghalom	Marktplatz	298·8	291—298 278—280	28	9·5	14	+	
"	Baross-Gasse	327	323—327	24·3	9·5	17?	+	g
Körösladány	Rudolf-Gasse	420	416—420	29·8	9·6	19	+	g
Déaványa	Marktplatz	330	304—308	24·7	9·6	18	+	
"	Hajós-Gasse	342	302—308	25·8	9·6	17	+	g

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grössere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+	g
Véztő	Marktplatz	301	120—122 294—301	21·7	9·6	18	+	
Kötegyán	Eisenbahnstation	205·1	190—205	19·5	9·8	18	+	
"	Baross-Platz	341·8	338—341	25·2	9·8	20	+	g
Sarkad	vor d. ref. Kirche	340	336—340	30·7	9·8	15	+	g
"	Besitz d. J. KÉPIRÓ	347	334—347	25·8	9·8	20	+	
"	Szalontai-Gasse	348	330—348	24·4	9·8	20	+	
Gyula	Kossuth-Platz	244·7	241—244	20·2	9·9	21	+	
"	Erste Dampf-mühle	215	210—215	18·8	9·9	21	+	
"	Palló-Gasse	100	92	15·5	9·9	13	+	
"	Deutsche Kirche	270	263—270	21·5	9·9	22	+	
"	Komitatshaus-Platz	304	295—302	21·8	9·9	22	+	
"	Eisenbahnstation	295	290—295	21·2	9·9	22	+	
"	Allgem. Krankenhaus	245	240—245	20·2	9·9	21	+	
Békéscsaba	Kossuth-Platz	299	297—299	23·5	9·9	20	+	
"	Kaserne	324·2	320—324	24	9·9	21	+	
"	Eisenbahnstation	458	450—458	27·3	9·9	24	+	g
"	Bürgerschule	260	260	22·2	9·9	19	+	
"	Bánát-Gasse	420·4	418—420	25	9·9	25	+	g
"	Erzsébethely	425·8	420—425	28	9·9	22	+	g
"	Zrínyi-Gasse	382·6	320 u. 380	24	9·9	24	+	
"	Selyem-Gasse	161·8	160—161·8	18	9·9	17	+	
"	Alter Marktplatz	146	110 u. 144	17	9·9	14·7	+	
"	Rosenthal-Mühle	321	318—321	24	9·9	20	+	
"	Landwirtsch. Repet. Schule	56	55—56	15·2	9·9	7	+	
"	Nordzeile	201	197—201	19·5	9·9	18	+	
"	Gróf Tisza I.-Gasse	327	322—327	24·2	9·9	21	+	
"	Földvári-Gasse	336	322—330	23	9·9	23	+	
"	Strandbad	303·4	301—303	23	9·9	21	+	g
Kétegyháza	Eisenbahnstation	358·9	350—358·9	24·7	9·9	22	+	
Lökösháza	"	216·4	214—216·4	21·5	9·9	17	+	g

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grossere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+	g
Békés	Asztalos István-Str.	733·8	728—733	38·5	9·9	25	+	g
„	Marktplatz	582	580·8—582	35·2	9·9	22	+	
Mezőberény	Kalvin-Platz	470	464—470	29·5	9·8	22	+	g
„	Deutsche Kirche	469	463—469	30·7	9·8	21	+	g
Gyoma	Marktplatz	237	216—236	23·3	9·6	15	+	
„	Rákóczi—Arany-Gasse	227	223—227	25·1	9·6	13	+	
„	Horthy M.-Gasse	337	307 u. 337	26·7	9·6	18?	+	g
„	Deák Ferenc-Gasse	307	301—307	25·6	9·6	18	+	
Mezőtúr	Eisenbahnstation	221	219—221	21·5	9·6	16?	+	
„	Stadthausplatz	441·8	434·9—438·4	28·9	9·6	21	+	g
„	Szabadság-Platz	397	392—397	27·5	9·6	20	+	
Túrkeve	Eördögh-Platz	318	312—318	23·5	9·6	21	+	
„	Volksgarten	236·5	233—236·5	20·4	9·6	20	+	
„	Gajzágó-Gasse	360	310—360	22	9·6	25	+	
„	Nyomás-Gasse	356	353—356	24·5	9·6	22	+	
Szarvas	Innerer Marktplatz	290·7	261—272	23·2	9·6	17	+	
„	Mühle d. Landw.	280	273—280	23·6	9·6	18	+	
„	Kossuth-Gasse	442	436—442	35·5	9·6	16	+	g
Kondoros	Hauptgasse	285	280—285	23·5	9·8	19	+	
Csorvás	Marktplatz	387	382—387	32·5	9·9	16	+	g
Orosháza	Táncsics M.-Gasse	466	460—466	37	9·9	16	+	g
„	Kossuth-Platz	233	230—233	25	9·9	13	+	
„	Thököly-Gasse	251	220—251	27	9·9	17	+	
„	Zeiler-Mühle	270·3	267	27·5	9·9	14	+	g
„	Lehel-Gasse	470	466—468	37	9·9	16	+	g
„	Ziegelfabrik	140	130—140	19	9·9	12	+	
„	Komlósi-Gasse	313	310—313	28	9·9	16	+	
„	Kelet-Gasse	436	430—436	37	9·9	15	+	g
„	Diana-Bad	470	465—470	37·5	9·9	16	+	g
„	Eisenbahnstation	349·3	320	28·5	9·9	16	+	g



Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenngen
		m	m	°C	°C	m	+—	g
Tótkomlós	Marktplatz	285	15 280—285	24	9·9	18?	+	g
"	Volkschule	320	320—310	27·8	9·9	16	+	g
"	Dampfmühle	57	57	15·3	9·9	6	—	
Mezőhegyes	Gestütstallung	507	419—492 384—395	31	10·2	18	+	g
"	Zuckerfabrik	409	387—392	31	10·2	17	+	g
"	Artes. Zentralbrunnen	473	451—471	35·5	10·2	19	+	g
Csanádapáca	Dampfmühle I	453	447—453	35	9·9	17	+	g
"	" II	458	447—458	35	9·9	17	+	g
Ref.-Kovácsháza	Hauptgasse	525·8	517—525·8	37·5	10	18	+	g
Nagyszénás	Meierhof	227	217	20·6	9·9	19	+	
Nagymajláth	Hauptplatz	450	430—450	28·2	10	22	+	g
Pitvaros	"	366	360—364	28	10	19	+	g
Makó	Szent Anna-Platz	199·5	190—199	19·5	10·2	18	+	
"	Kálvin-Gasse	196	190—196	19·3	10·2	18	+	
"	Gemeindeweide	247	240—247	22·3	10·2	18	+	
"	Dessewffy-Platz	260	250—260	23·2	10·2	18	+	
"	Jókai-Gasse	296	285—296	24·1	10·2	19	+	
"	Zrinyi-Gasse	205·3	197—205·3	18·7	10·2	20	+	
"	Eötvös—Vásárhelyi-Gasse	207	201—207	20·2	10·2	18	+	
"	Juszt Gyula-Gasse	234	230—234	22	10·2	19	+	
"	Eisenbahnstation Újváros	178·8	176—178·8	18·3	10·2	19	+	
"	" "	142	142	17·8	10·2	16	+	
Földeák	Eisenbahnstation	197·8	192—197	18·7	10·2	19	+	
"	Marktplatz	215	212—215	20·7	10·2	19	+	
Vásárhelykutas	Eisenbahnstation	190·1	186—190	20·9	9·9	16	+	
Hódmezővásárhely	"	237·2	232—237	22	10	17	+	
"	Nagy András-Brunnen	252·6	252·6	20·5	10	22?	+	
"	Kossuth-Platz I	197·8	196·1—197·8	19·9	10	17	+	
"	Szent István-Gasse	227	223—227	21·3	10	16	+	

Ort der Bohrung	Grasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserföhr. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geol. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmingen
		m	m	°C	°C	m	+	
Hódmezövásárhely	Andrássy—Kaszap-Grasse	201	201	20·7	10	16	+	
"	Klauzál—Bajza-Grasse	285	220—230	21	10	18	+	
"	Klauzál—Északi-Grasse	250	220—230	21	10	18	+	
"	Klauzál—Bárd-Grasse	216	210—216	20·7	10	18	+	
"	Schule am Tatársánc	272	270—272	22·4	10	20	+	
"	Schule am Külsözörhát	226	225—226	21·2	10	19	+	
"	Kovács Ziegelfabrik	238	231—238	21·5	10	19	+	
"	Schule von Hatrongyos	193	192—193	20·2	10	17	+	
"	Gehöft No. 750	220	218—220	20	10	20	+	
"	Eigent. d. Kovács S.	240	220—240	21	10	18	+	
"	Zrinyi-Grasse	93	90—93	16·1	10	10	+	
Algyő	Eisenbahnstation	241·2	237—241	22·3	10·2	18	+	g
Szeged	Tisza Lajos-Ring	953	944—949	49·3	10·2	23	+	g
"	Wasserleit. Anlage I	230	225—230	21	10·2	19	+	
"	" " VI	346	338—346	26·1	10·2	20	+	g
"	" " VIII	125	115—123	17·3	10·2	13	—	
"	" " VII	396	388—396	26·6	10·2	23	+	
"	Wirtschaftsbahn	242	238—242	22·3	10·2	20	+	
"	Pionierkaserne	232	227—232	22·6	10·2	17	+	
"	Pálffy—Paprika-Grasse	242	238—242	22·2	10·2	18	+	
"	Kacsá—Tompá-Grasse	199	196—199	21·2	10·2	16	+	
"	Délibáb u. Nyíl-Grasse	240	236—240	22·2	10·2	18	+	
"	Schlachtbank	225	219—225	22·3	10·2	17	+	
"	Gólya—Rákóczi-Grasse	202	198—202	20·7	10·2	17	+	
"	Gólya-Grasse No. 2	194·5	190—194·5	20·2	10·2	17	+	
"	Petőfi-Grasse	220	215—220	20·4	10·2	19	+	
"	Kecskés-Siedlung	305·8	302—305·8	23·9	10·2	22	+	
"	Veresács—Hajnal-Grasse	207	202—207	20·9	10·2	17	+	
"	Szika Zündholzfabrik	201	180	18·9	10·2	19	+	
"	Mars-Platz	236	230—236	20·5	10·2	18	+	
"	Francia-Grasse	244	240—244	22·1	10·2	18	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+	g
Szeged	Asyl	252	246—252	21·3	10·2	20	+	
„	Reinlichkeitsanlage	278	270—278	21·8	10·2	21	+	
„	Csongrádi sugár-Strasse	252	247—252	22	10·2	19	+	
„	Debreczeni-Gasse	236	231—236	21·5	10·2	18	+	
„	Csaba—Molnár-Gasse	245	240—245	22·2	10·2	18	+	
„	Redoute von Újszeged	243	238—243	21·9	10·2	18	+	
„	Temesvári-Ring	205	180—185	18·4	10·2	20	+	
„	Eisenbahnstation Rókus	217·3	216·7—217·2	21·2	10·2	18	+	
„	Ottovay—Winkler Siedlung	177	175—177	19·1	10·2	17	+	
„	Hanf-fabrik	217	212—217	21·2	10·2	18	+	
Szeged-Alsótanya	R. kath. Kirchenplatz	206	202—206	19·8	10·2	19	+	
„	„	206	142	18	10·2	15	+	
Szeged-Szatymaz	Eisenbahnstation	218·4	212—218	20·8	10·2	18	+	
„	Spiritusfabrik	214	210—214	20·8	10·2	18	+	
Szeged-Szentmihályt.	Lábdy-Mühle	189	187—189	19·2	10·2	18	+	
„	Lesezirkel	178	178	19	10·2	18	+	
Szeged-Nagyszéksós	Eisenbahnstation	115	112—115	17·3	10·2	13	+	
Szeged-Felsőtanya	Eigent. Vetró Sándor	207	201—207	20·4	10·2	17	+	
Kistelek	Eisenbahnstation	208·1	198—208	19·3	10·2	19	+	
„	Kirchenplatz	185	180—185	18·9	10·2	19	+	
„	Eigent. Alföldi S.	142	142	17·3	10·2	14	+	
„	Majláth-Brunnen	148	148	17·3	10·2	14	+	
„	Bürgerschule	180	180	18·2	10·2	19	+	
Mindszent	Pallavicini-Platz	206	200—206	19·5	10	19	+	
„	Neue Siedlung	265	230—260	19·9	10	21	+	
„	Kossuth Lajos-Gasse	227	220—227	19·6	10	20	+	
„	Neue Siedlung	225	220—225	19·3	10	21	+	
„	Horváth Gyula-Gasse	270	150—160?	16·5	10	20?	+	
„	Eigent. Baksai & Comp.	200	180	18·9	10	18	+	
„	Dampf-mühle	140	140?	16·4	10	19?	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
Mindszent	Szent István-Gasse	210	210	18·9	10	19	+	
"	Neusiedl. am Meierhof	220	220	19·3	10	20	+	
Szentcs	Kossuth-Platz	313·8	318·8	23·1	9·9	22	+	
"	Lakos-Brunnen	272	265—272	22·7	9·9	19	+	
"	Tóth-Dampfmühle	267	261—267	22·2	9·9	20	+	
"	Villogó-Platz	273·8	268—273	22·3	9·9	20	+	
"	Klauzál-Gasse	281·6	273—281	22·5	9·9	20	+	
"	Széchenyi-Garten	244·5	241—244	22·5	9·9	17	+	
"	Lakos—Darú-Gasse	272	268—272	23·9	9·9	17	+	
"	Klauzál—Jövendő-Gasse	281·6	251—258	23·2	9·9	17	+	
"	Stammer J.-Gasse	280·7	250—255	22·6	9·9	17	+	
"	Horváth Gy.-Gasse	252·6	250—252	22·4	9·9	18	+	
"	Holzniederlage Zsoldos	232	226—232	22·1	9·9	17	+	
"	Marktplatz	269·3	261—269	22·5	9·9	19	+	
"	Allg. Krankenhaus	283·3	274—283	22·9	9·9	19	+	
Kunszentmárton	Eisenbahnstation	224	219—224	25·2	9·8	13	+	g
"	Marktplatz	203	198—203	21·3	9·8	15	+	
Pusztakengyel	Eisenbahnstation	288·1	280—288	24	9·6	18	+	
Nagymágocs	Herrschaftliche Zentrale	293	283—293	23·3	9·9	19	+	g
Csongrád	Christliche Mühle	233	227—233	20·6	9·8	19	+	
"	Síp-Gasse	249	221—249	20·3	9·8	19	+	
"	Dob-Gasse	312·6	306—312	24·5	9·8	18	+	g
"	Eigent. Gyovay István	248	241—248	21·3	9·8	19	+	
"	Eigent. Bartók István	240	235—240	20·8	9·8	19	+	
"	Eigent. Fekete János	235	230—235	20·6	9·8	19	+	
"	Zentrale Volksschule	243	238—243	21·2	9·8	19	+	
Dereckgyháza	Eigent. Horváth János	485	365 u. 485	30·4	9·9	18	+	g
"	Bagi-Siedlung	110	110	16·2	9·9	14	+	
Cegléd	Eisenbahnstation	183·5	175—183	21	9·7	13	+	
"	"	158	152—158	18·8	9·7	14	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grössere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
Cegléd	Vörösmarty-Platz	133	130—132	19·1	9·7	11	+	
"	Städtischer Garten	142	140—142	19·3	9·7	12	+	
"	Szőlő—Holló-Gasse	159	154—159	18·7	9·7	15	+	
"	Kindergarten d. IX Bez.	119	119	19·3	9·7	10	+	
"	Kindergarten d. II Bez.	165	160—165	20·5	9·7	13	+	
"	Arsenal	160	158—160	19·2	9·7	14	+	
"	Kossuth-Platz I	133	127—132	17·8	9·7	13	+	
"	" II	135	134—135	18	9·7	13	+	
Nagykörös	Ceglédi-Platz	568	562—568	34·9	9·7	21	+	g
Kecskemét	Gyenes-Platz	253	190	17·2	9·7	22	-	
"	Csányi-Gasse	91	85—91	14·3	9·7	15	-	
Újkécske	Kirchenplatz	191	189—191	21	9·7	14	+	
"	Arany J.-Gasse	200	192—200	21·1	9·7	15	+	
"	Tabak-Gasse	219	210—219	21·2	9·7	16	+	
Ókécske	Dampfmühle	203·7	198—203	21·4	9·7	15	+	
"	Eigent. Kiss Benjamin	184	180—184	20·4	9·7	15	+	
"	Szőlő-sor	282	242 u. 282	24·2	9·7	18?	+	g
Tiszavárkony	Eisenbahnstation	187·9	185—187	22·5	9·7	13	+	g
Kiskunfélegyháza	"	239·8	232—239	19·5	9·8	22	+	
"	Hauptgasse	287	231—237	19·2	9·8	23	+	
"	Egyház-Platz	251	247—251	20·5	9·8	22	+	
"	Holló-Gasse	300	240—250	20	9·8	21	+	
"	Fürdő—Kossuth-Gasse	271	270—271	21	9·8	22	+	
"	Csongrádi-Gasse	202	200—202	20	9·8	17	+	
Tájó	Eisenbahnstation	148·3	50—60	15·6	10	5	-	
Harkapuszta	"	145	50—60	15·7	10	5	-	
Kiskunhalas	"	122·5	87—88	15·5	10	13	-	
"	"		122·50					
"	" II	194·3	88, 121, 143	17	10	13?	-	
Pirtó	"	136·5	70—80	16	10	10	-	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gas mengen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
Soltvadkert-Tázlár	Eisenbahnstation	111·5	109—111 50—52 87—89	13·2	9·9	12?	—	
"	Evang. Kirche	138	30—40 60—62	13·5	9·9	8?	—	
Kiskőrös	Eisenbahnstation	115	110—115	16	9·9	15	—	
Kalocsa	Weizenmarktplatz	117	105?	14·7	10·2	18?	+	
"	"	216	216?	19·1	10·2	19?	+	
"	Szent János-Platz	108	103	14·5	10·2	19	+	
"	Arbeiterverein	200?	200?	18·8	10·2	20?	+	
"	Kigyós-Brunnen	144·5	110—116	16·6	10·2	14	+	
"	Fűzér—Béres-Gasse	200?	200?	18·2	10·2	22?	+	
"	Immkerverein	500?	500?	31·7	10·2	22?	+	g
"	Erzbischöfl. Resid.	184	170	18	10·2	20	—	
Fülöpszállás	Eisenbahnstation	70	70 u. 36?	14	9·7	11?	—	
Szabadszállás	Gemeindehaus	54	54	14·6	9·7	7	—	
"	Hauptplatz	64	64	15·5	9·7	8	—	
"	Dampf mühle	54·4	54	14·2	9·7	7	—	
Kunszentmiklós	Eisenbahnstation	156·5	135 u. 156	19·1	9·7	13?	+	
"	Marktplatz	203	196—203	21·2	9·7	15	—	
"	Eigent. Kvassay	80	80	17·2	9·7	8	—	
"	Ref. Kirchenplatz	51	51	16	9·7	5	—	
"	Kovács házi-Meierhof	240	220	21·7	9·7	16	—	
Dunaföldvár	Erzsébet-Platz	156·7	133—135 139—144 u. 156	19·5	10	13?	+	
"	Teleky-Platz	171	99—103 115—131 u. 171	18·5	10	15?	+	
"	Piramis-Dampf mühle	112	108—112	17	10	12	+	
"	Piramis-Dampf mühle	274	131—140 274	21	10	17?	+	
Adony—Pusztaszabolcs	Eisenbahnstation	193	190—193	20·3	9·7	16	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gas mengen
		m	m	°C	°C	m	+—	
Adony—Pusztaszabolcs	„	114	102	16·7	9·7	11	+	
„	Eigent. Dr. Hirsch	267·3	260—267·3	22·9	9·7	18	+	
Paks	Elektrizitätsanlage	112	110—112	17	10·2	13	+	
„	Jüdische Schule	90	70	16·5	10·2	8	+	
Ercsi	Eisenbahnstation	440	372—377	26	9·5	21	+	g
„	Zuckerfabrik	181·4	125—130 u. 162—171	17	9·5	16?	+	
„	Kiskert	76·80	74	15·3	9·5	9	—	
„	Kossuth-Gasse	97	90	16·2	9·5	10	—	
„	Spiritusfabrik	167	160	19	9·5	14	—	
Gödöllő	Eisenbahnstation	101·6	97—101	15·3	9·6	13	—	
Bicske	Bürgerschule	216	200—216	16·7	9·2	22	—	
Alcsút	Erzherzogl. Park	136·4	126—136	15·5	9·2	17	+	
„	„ „	154·8	129—154	17·4	9·2	14	+	
Székesfehérvár	Árpád-Bad	150	132—150	15·5	9·5	18	+	
„	„ „	121	102·5—104	14·6	9·5	16	+	
„	Blaufärberei	250·5	194·4	16·5	9·5	24	—	
„	Städtisches Wasserwerk	40	8—40	13	9·5	?	—	
Seregélyes	Gemeindehaus	166·2	132	17·2	9·2	12	+	
Tolna—Tamási	Eisenbahnstation	68	68	14·6	9·5	9	—	
Sárosd	Eisenbahnstation	108·8	102—108	16·9	9·2	10	+	
„	Schloss	70	70	14·7	9·2	9	—	
Sárbogárd	Eisenbahnstation	49	45—49	14	9·5	5	+	
„	Eisenbahnstation	103·1	94—103	16·5	9·5	10	—	
Sárkeresztur	Schloss	64	64	15·2	9·2	6	—	
Sárszentmiklós	Eisenbahnstation	56·2	53	13·8	9·2	7	—	
Tolnanémedi	„	177·6	170—177	24	9·2	10	+	
Keszőhidegkút—Gyöng	„	150·5	145—150	17·5	9·2	15	+	
Újdombóvár	„ I	100	100	17·2	9·5	10	+	
„	„ II	114	108—112·5	18	9·5	10	+	
„	Milchhalle	123	123	18·2	9·5	11	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+ -	g
„	Elektrizitätsanlage	100.5	98—100.5	17.1	9.5	10	+	
„	Kloster	157	151—157	19.3	9.5	13	+	
„	Szent László-Platz	247	240—247?	22	9.5	17?	—	
Ódombóvár	Eisenbahnstation	112	111—112 176	18.3	9.5	10?	+	
Bátaszék	„	81.6	80—81.6	18.3	10	7	+	
„	Flórián-Platz	91	91	17.5	10	9	+	
„	Bezerédy-Gasse	81.6	81—81.6	17	10	8	+	
„	Schloss Theresianum	112	110—112	19	10	10	+	
„	Rosenberg-Mühle	120	115—120	19.4	10	10	+	
„	Eigent. Majer Lajos	85	80—85	17.6	10	7	+	
Majsa-Miklósvár	Ógyánt-Meierhof	163	160—163	22	9.8	11	+	
„	Majsa-Meierhof	170	170	22.3	9.8	11	+	
Szekszárd	Eisenbahnstation	232.2	230—232	27	10	12	+	
„	Städtischer Brunnen	215.3	215	28	10	10		
Bonyhád	Kohn Olfabrik	128	128	17.8	9.8	10	+	
Baja	Präparandie	257	250—257	25.6	10.2	14	+	
„	Szent István-Platz	500.6	251—256.5	20.5	10.2	22	+	
„	Kölcsey-Gasse	350.9	346—350	26.6	10.2	19	+	
„	Spital	65.4	58.6—65.4	14.2	10.2	9	—	
Gara	Eisenbahnstation	83.6	80—83	15.3	10.2	11	—	
Vaskút	„	82	80—82	15.2	10.2	11	—	
Bácsalmás	„	211	176—180	18	10.2	20	+	
Pécs	„	161.3	158—161.3	17.6	10.2	19	—	
Belecska	Meierhof	175	170—175	18.5	9.2	16	+	
Mánfa	Sikonda-Wald	44	44	15	10	4		
„	„	318.2	318.2	35	10	11	+	
„	„	419.9	419.9	38.8	10	10		
Mohács	Eisenbahnstation	161.3	24.5 u. 104.7	17.6	10.2	10?	+	
Szigetvár	„	97	92—97	17	10	10	—	
Dömsöd	Kossuth-Platz	287.5	280—287	26.2	9.5	16	+	



Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Großere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+	g
Apostag	Marktplatz	120	113—120	15·7	9·7	15	—	
Dunavecse	Fehéregyháza-puszta	237	230	22·2	9·7	16	+	
Harta	Dunatetőfelen-puszta	172	170—172	23	9·7	11	+	
Isaszeg	Eisenbahnstation	74·1	74·1	15	9·6	10	—	
„	„	41·6	41·6	13·5	9·6	5	—	
Tóalmás	Schule	129	120—124	15·6	9·6	16	—	
Tura	Offizierswohnung	70	65	14·2	9·6	10	+	
Mosdós	Mosdósi-Meierhof	232	228—232	18·5	9·4	22	+	
Lábod	Hauptplatz	506	215—216 u. 506	26·5	9·4	?	+	
Hajdúszoboszló	Bad	1090·9	1090·9	73	9·3	16	+	
„	Eisenbahnstation	69·7	69—	19	9·3	5	+	
Aba-Sárkeresztúr	„	67·3	65—67·3	15·8	9·2	6	—	
Döbrököz	„	172·1	170—172·1	18·4	9·2	16	+	
Abony	Sashalom-puszta	316	310—316	28	9·6	16	+	
„	Paládics-puszta	290	280—290	25	9·6	18	+	
Vásárosnamény	Zentrale	85	85	19	9·6	7	—	
Nagyatád	Gemeinde-Bad	403	403	32	9·5	17	+	g
„	Seidenfabrik	216	216	21	9·5	17	+	
Kaposvár	Wasserleitungsanlage I	118	116—118	18	9·4	10	+	
„	Wasserleitungsanlage II	296	290—296?	22·6	9·4	20?	+	
„	Wasserleitungsanlage II	450	445—450?	28·4	9·4	22?	+	
„	Bierbrauerei	246	244—246	22	9·4	17	+	
„	Zuckerfabrik	222·5	220—222·5	21·5	9·4	16	+	
„	Strandbad	108	68—77 u. 92—101	19·5	9·4	6?	+	
Ószentiván	Magaresevits-tanya	170	167—170	18·7	10·2	17	+	
Kübekháza	Árpád-Gasse	149	144—149	18	10·2	15	+	
Kiskundorozsma	Kossuth-Gasse	134·4	132·5—134	18	10·2	14	+	
„	Bad	150	145—150	18·4	10·2	15	+	
Tápé	Hauptgasse II	208	200—208	17·9	10·2	23	+	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfließ. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Größere Gasmengen
		m	m	°C	°C	m	+	—
Sövényháza	Dóczi=Meierhof	250	246—250	19·3	10·2	24	+	
Kiszombor	Tompa=Hof	178	174—178	18·2	10·2	19	+	g
„	Ladányi=Meierhof	165	165	18	10·2	18	+	
„	Szegedi=Gasse	310	300—310	23·7	10·2	20	+	
Deszk	Belső=Meierhof	173	170—173	18·3	10·2	18	+	
„	Hauptplatz	145	145	20·3	10·2	12	+	
Fábiánsebestyén	Meierhof II	312	274 u. 312	24·3	9·9	19?	+	g
„	„ III	324	293 u. 324	25·7	9·9	20?	+	g
„	„	220	215—220	20·1	9·9	19	+	
Szegvár	Bihari=Dampfmühle	158	153—158	17·2	9·9	18	+	
„	Kontra=tanya	230	227—230	20·5	9·9	20	+	
„	Nedelkovics=tanya	252	250—252	20·6	9·9	21	+	
Királyhegyes	Hauptplatz	99·7	97—99·5	19·2	10·2	8	+	
Magyarcsanád	Hauptplatz	117·2	117	18·4	10·2	14	+	g
Apátfalva	Egressy=Siedlung	86	86	16·8	10·2	10	+	
Csanádpalota	Marktplatz	280	280	23	10	19	—	g
Kövegy	Gy. Varga J.=Meierhof	137·5	137	17·3	10	16	+	
Ambrózfalva	Hauptplatz	431	425—431	28	10	22	+	g
Battonya	„	348	336—337	23·7	10·2	23	+	g
Magyarbánhegyes	„	280	150	21·2	9·9	11	+	
Almáskamarás	Neue Mühle	103	67	14·3	9·9	10	+	g
Mezőkövesd	Biró=Brünnen	103	103	16	9·4	12	—	
Mezőkeresztes	Hauptgasse	114·5	110	16·2	9·4	13	—	
Eszeny	Ev. ref. Kirche	67·7	67·6	15·3	9	7	—	
Porószló	Kirchenplatz	56	56	14	9·4	8	—	
Tarnaméra	Vincze=Meierhof	311·8	311·8—298 180—174 u. 150—145	24·3	9·7	7	+	
Tarnaörs		276	270—276	24·5	9·7	17	+	
Hernádnémeti	Újsiska=Meierhof	207·8	202—207	22·2	9·1	13	+	
Tiszaigar	Zentrale	75	75	14	9·4	12	—	

Ort der Bohrung	Gasse, Platz etc.	Tiefe	Tiefe der wasserführ. Schichte	Temperatur d. ausfliess. Wassers	Durchschnittl. Jahrestemp.	Geoth. Gradient	Posit. o. negat. Brunnen	Grössere Gasmenigen
		m	m	°C	°C	m	+ -	%
Jászdózsza	Marktplatz	221	218—220	18·3	9·8	23	+	
Mesterszállás	Hercog-Grund	275	270—275	24·5	9·7	16	+	
Tizsakürt	Hauptgasse	380	370—380	28·7	9·7	19	+	
Rétszilás		45·8	45·8	14	9·2	5	—	
Sárszentlőrinc	Hauptgasse	310	300—310	30·2	9·2	13	+	
Farmos	Kaas-Meierhof	224	220—224	21·5	9·8	17	+	
Báránd	Gemeindehaus	150	148—150	18·3	9·4	14	+	
"	Hauptgasse	173	172—173	20·2	9·4	14	+	
"	Dampfmühle	93	93	17·5	9·4	9	+	
Sárrétudvari	Strázsa-Gasse	135	133—135	18·3	9·4	12	+	
"	Ref. Kirchenplatz	203	198—203	22·5	9·4	13	+	
Földes	Hauptplatz	160	158—160	20·7	9·4	12	+	
"	Veres-Brunnen	130	128—130	15·5	9·4	17	+	
Hajdúszovát	Marktplatz	92	92	17·3	9·2	8	+	
"	Kossuth-Gasse	86	86	16·5	9·2	9	+	
Tetétlen	Marktplatz	91	91	16·5	9·4	9	+	
"	Grosse Gasse	157	150—157	20	9·4	12	+	
Újfehértó	Station der Staatsbahnen	53	53	14·5	9·2	6	—	
Békéssámson	Marktplatz	162·5	158—160	20·5	10	12	+	
Endrőd	Hauptplatz	238	232—238	21·5	9·6	18	+	
Pusztaföldvár	Marktplatz	146	142	22·7	9·9	9	+	
Csány	Eigent. Gebauer	185	180—185	20	9·6	15	+	
Gyöngyöshalász	Eigent. Zrubka	156	150—156	19·5	9·6	13	+	
Fegyvernek	Marktplatz	401	396—401	24·5	9·6	25	+	
Békésszentandrás	Hauptplatz	255·5	250—255	21·7	10	18	+	
Gindlicsalád	Zentrale	47	47	14·2	9·5	5	—	
Kiskunmajsa	Kirchengasse	306	?	17·5	10	?	+	
"	Tabán-Gasse	297	?	17·5	10	?	+	
"	Alte Post-Gasse	313	?	19·3	10	?	+	
"	Ferenc József-Gasse	294	?	17·3	10	?	+	

## III.

## DIE URSACHEN DER VERSCHIEDENHEIT DER GEOTHERMISCHEN GRADIENTEN AM ALFÖLD.

Wenn wir die in der Tabelle mitgeteilten Gradienten überblicken, fällt uns aus dem Gewirr der Zahlen vor allem die grosse Veränderlichkeit, respektive Unbeständigkeit der Gradienten in die Augen. Doch sehen wir schon auf den ersten Blick, dass wir es im allgemeinen mit recht niedrigen, zumeist zwischen 10—20 m gelegenen Gradienten zutun haben. Sehr auffällig sind auch die besonders geringen Werte von 4—5 m, während die allmählich bis 26—27 m anwachsenden grössten geothermischen Gradienten des Alföld bereits viel seltener anzutreffen sind.

Die grosse Verschiedenheit, Unbeständigkeit und auffällige Niedrigkeit, kurz: die Abnormität der Gradienten des Alföld ist also aus der Tabelle auf den ersten Blick ersichtlich. Andererseits ergibt sich aus dem Gesamtbilde keinerlei Gesetzmässigkeit, die auch nur annähernd der bekannten Norm des geothermischen Gradienten entsprechen würde, denn der geothermische Gradient, d. h. der Tiefenunterschied, dem unterhalb der neutralen Zone eine Zunahme der Temperatur um je 1°C entspricht, erreicht in den untersuchten Teilen des Alföld weder im allgemeinen, noch an vereinzelt Stellen, nirgends den Wert von 33 m.

Der durchschnittliche Wert von 33 m des geothermischen Gradienten wurde bekanntlich auf Grund der an verschiedenen Stellen der Erde, in Tiefbohrungen durchgeführten verlässlichen Messungen festgestellt und in der Literatur sind die aus älteren Tiefbohrungen, wie z. B. jenen von Schladebach (5), Sudenburg (6), Paruschowitz (7), Cuchow (8) und Sperenberg gewonnenen geothermischen Gradienten als bekannteste Werte am meisten verbreitet.

Die von 4 m als niedrigstem bis 27 m als höchstem reichenden Werte der untersuchten Gradienten des Alföld bleiben nicht nur weit hinter dem als normal angenommenen Wert von 33 m zurück, sondern repräsentieren eine dermassen niedrige Stufe, wie sie bisher von keinem zweiten, der geologischen Einheit des Alföld angemessenen Gebiet bekannt wurde.

Diese Feststellung gilt nicht nur für die niedrigsten und dabei ziemlich häufigen, 4—5 m-igen Werte der geothermischen Gradienten des Alföld, denen ähnliche bisher nur in Braunkohlen- und Schwefelbergwerken (Osseg in Böhmen und Sicilien), doch bloss auf kleinen Gebieten, innerhalb der einzelnen Gruben angetroffen wurden, sondern auch dann, wenn

wir die häufigeren und allgemeineren Werte von 10–20 m in Betracht ziehen.

Allerdings darf man nicht ausser Acht lassen, dass die auf den geothermischen Gradient der Erde bezüglichen bisherigen Beobachtungen sich zumeist nur auf einzelne Tiefbohrungen oder höchstens auf engere Gebiete beschränken, — solche sind z. B. auch aus Dakota bekannt (10) — und dass ähnliche ausgedehnte Gebiete, wie das Alfvld in dieser Hinsicht überhaupt noch nicht durchforscht wurden. Trotz ihrer lokalen Bedeutung genügen aber die sehr zahlreichen Messungsdaten, die uns seit langer Zeit von sehr vielen und verschiedenen Stellen der Erde zur Verfügung stehen, vollauf, um die übrigens schon längst bekannte Tatsache zu beweisen, dass sich der geothermische Gradient nicht nur stellenweise, sondern auch nach den verschiedenen Gebieten ändern kann, respektive, dass die Zunahme der Wärme gegen die Tiefe in unregelmässiger Weise erfolgt (11).

Diese Tatsache und die Abnormität der aus unseren Untersuchungen gewonnenen Werte der Alfvlder geothermischen Gradienten vor Augen haltend, müssen auch wir jene im allgemeinen gleichfalls längst bekannten Ursachen in Erwägung ziehen, denen die Verschiedenheit und die Regelmässigkeit der Alfvlder geothermischen Gradienten zugeschrieben werden kann.

Mann pflegt die Verschiedenheit der geothermischen Gradienten im allgemeinen auf die folgenden Ursachen zurück zu führen: auf die abweichende Wärmeleitungsfähigkeit der verschiedenen Gesteine, auf die Einwirkung der gelegentlich der Verkohlung und anderer chemischer Prozesse entstehenden Wärme, auf die Nähe magmatischer Herde, auf die Anwesenheit heisser, respektive kalter Quellen, auf die Nachbarschaft grösserer Wasserbecken, auf tektonische Bewegungen, auf das Vorhandensein von Gasen und radioaktiven Materien und schliesslich auf die Vorgänge der Umkristallisation.

Die meisten der angeführten Faktoren vermögen auch einzeln, jeder für sich die Verteilung der Tiefenstufen des Untergrundes, d. h. die sog. Geoisothermen zu beeinflussen und beim Zusammenwirken mehrerer Ursachen muss man naturgemäss mit verwickelteren Resultaten rechnen.

Es gibt Forscher, die die abweichenden Werte der an verschiedenen Orten bestimmten geothermischen Gradienten in ihrer Unregelmässigkeit und Abnormität als für die betreffenden Gebiete gültig und charakteristisch akzeptieren und einfach nur die Ursachen der Abweichungen zu erklären suchen (12).

Demgegenüber versuchten andere die verschiedenen Tiefenstufen von geologischen und geographischen Gesichtspunkten in entsprechende Gruppen einzuteilen, ein Vorgehen, das sich nach einzelnen Autoren auch physika-

lisch und mathematisch begründen lässt (13). In dieser Weise gibt sich dann in der Zusammenstellung der in die entsprechenden Gruppen eingeteilten, regelwidrigen Werte eine gewisse Regelmässigkeit und Ordnung zu erkennen und man kann folgende Kategorien unterscheiden:

1. Annähernd ebene Gebiete, wo chemisch nicht verwandelte, ältere Eruptiva vorhanden sind;
- 2 Ebene Gebiete mit chemisch noch unveränderten Gesteinen, wo in der Nachbarschaft grössere Wassermassen anzutreffen sind;
3. Aus jüngeren Eruptivgesteinen bestehende Gebiete;
4. Gebiete mit Bergen und Tälern;
5. Gebiete aus Gesteinen mit besonders guter oder besonders schlechter Wärmeleitungsfähigkeit;
6. Gebiete Wärme produzierender Gebilde: Kohlen-, Erz- und Ölbergwerke etc.
7. Mit Ventillation versehene Bergwerke und die abgekühlten Gesteine ihrer Umgebung.

Diese Einteilung der für die einzelnen Gruppen bezeichnenden Gebiete beruht jedoch nicht auf von je einem charakteristischen, einheitlichen Gebiet verschafften Angaben, sondern diese wurden zwar mit charakteristischen Beispielen, aber sonst in ziemlich willkürlicher Weise von den verschiedensten Teilen der Erde zusammengetragen.

Die in die erste Gruppe der Einteilung gehörigen Gradienten würden — nach den zitierten Forschern — die normalen Werte liefern. Hier ergeben die durchschnittlichen Werte der Messungen für 1°C Tiefenstufen von 32—34 m und die — in dieser Gruppe am seltensten auftretenden — Unregelmässigkeiten wären fast ausschliesslich auf die verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine zurückzuführen.

In die übrigen Gruppen der Einteilung gehören die Tiefenstufen mit abnormalen Werten u. zw. können die Gradienten in der zweiten Gruppe Werte von 40—130 m, in der dritten von 29—65, in der vierten von 11—24 m, in der fünften von 20—28 m, in der sechsten von 13—30 m und in der siebenten von 30—55 m an den angeführten Beobachtungspunkten erreichen, wobei zu bemerken ist, dass auch die innerhalb der einzelnen Gruppen angegebenen Werte nur im grossen und ganzen anzunehmen sind.

Ich habe mich hier mit dieser geistreichen Einteilung KÖNIGSBERGER'S deshalb eingehender befasst, weil wir uns in ganz ähnlicher Weise, wie es dort mit den vorhin besprochenen, durch die verschiedenen Gradienten gekennzeichneten Gebieten geschah, auch mit dem Alföld als

geologisch selbständigem Gebiet unter Berücksichtigung seiner vielen und aussergewöhnlichen Eigenheiten, vom Gesichtspunkt seiner geothermischen Gradienten befassen müssen.

Schon der einzige Umstand, dass — wie aus den in unserer tabellarischen Übersicht angeführten Werten auf den ersten Blick ersichtlich — im ganzen erforschten Gebiet des Alföld, also auch dort, wo sein ursprünglich unebenes, gesunkenes Gelände durch Anhäufungen terrestrischer Herkunft zu einer Ebene ausgeglichen wurde, erheblich niedrigere geothermische Gradienten, als der normale beobachtet wurden, genügt vollauf, um die Notwendigkeit der oben erwähnten Untersuchungen zu beweisen.

Wenn wir nun aber das durch niedrige geothermische Gradienten gekennzeichnete Alföld in eine der Gruppen der vorhin skizzierten KONIGSBERGER'schen Einteilung unterbringen wollen, müssen wir uns davon überzeugen, dass jedwelche derartige Parallelisierung gekünstelt wäre. Wir gelangen zur Einsicht, dass unser Alföld selbständig ist und ein Gebiet darstellt, das mit keiner anderen — wenn auch ähnlich aufgebauten — geologischen Einheit verglichen werden kann und bei dem jede Phase seiner erdgeschichtlichen Entwicklung mit allen Umständen und Faktoren seiner Ausgestaltung einzeln, für sich geprüft und in Rechnung gestellt werden muss. Bezüglich des Alföld darf man sich in keinerlei Hinsicht, also auch die geothermische Tiefenstufe betreffend keinesfalls zu weitgreifenden Vergleichen verleiten lassen, da dieses Gebiet einen ganz eigentümlichen, speziellen und alleinstehenden Lebenslauf mit speziellen Lebenserscheinungen aufzuweisen hat.

Das Alföld ist nämlich sowohl seine Entstehung wie auch seinen Bau betreffend, ein einheitlicher Teil der Gruppe des Grossen Ungarischen Beckens, u. zw. ein längs Bruchlinien losgelöster, unregelmässig ausgestalteter Teil, der wahrscheinlich aus im Umkreis zweier innerer Kerngebirgsrücken tiefer gesunkenen, randlichen Schollen besteht und durch die Wässer der während und nach seiner Senkung ausgebildeten Fluss-Systeme bis zum heutigen Niveau aufgeschüttet wurde. An seiner Stelle stand ein Teil jenes uralten Gebirgsrumpfes, das von PRINZ als die Meseta der Tisia bezeichnet wurde (14) und das sich aus den verfallenen Ruinen des karbonischen Gebirgssystems zusammengesetzt hatte. Dieses Gebirge ist — nachdem es nach mehreren geringfügigeren epirogenetischen Hebungen und Senkungen, im Miozän den Stammgürtel der Karpaten emporgestaut hatte — zusammengebrochen und begann nun, von prächtiger vulkanischer Tätigkeit begleitet, zu sinken, wodurch die Gruppe des Grossen Ungarischen Beckens und innerhalb derselben das Alföld zustande kam, ein Vorgang, der auch heute noch nicht zum Stillstand gekommen ist.

Wenn wir die Ursachen zu ergründen suchen, auf die sich die auffallend niedrigen Werte der geothermischen Gradienten zurückführen lassen, müssen wir in erster Linie die Entstehungsverhältnisse des Alföld in Betracht ziehen. Wir müssen uns vor allen anderen mitwirkenden Faktoren die physikalische Tatsache stets vor Augen halten, dass sich das Alföld noch nicht im Zustand der Ruhe befindet und dass durch die Wirkung der mit seinen tektonischen Bewegungen verbundenen Vorgänge auch die Ausgestaltung der geothermischen Gradienten beeinflusst wird.

Wenn wir die einzelnen Tiefbohrungen der angeführten Ortschaften des Alföld betrachten, muss es uns auffallen, dass auch zwischen den aus nahezu gleichen oder sogar identischen Tiefen ein und derselben Ortschaft gewonnenen geothermischen Gradienten Unterschiede zu beobachten sind. In Jászberény hat z. B. eine 252 m tiefe Bohrung einen Gradienten von 18 m, eine andere, 257 m tiefe einen solchen von 19 m. In Püspökladány ist der Gradient einer 209 m tiefen Bohrung 16 m, jener einer anderen, 207 m tiefen 14 m. In Büdzentmihály ist er bei 103 m 14 m, bei 110 m 12 m. In Derecske findet man bei 176 m 11 m, bei 170 m 15 m, in Berettyóújfalu bei 225 m 13 m, bei 252 m 12 m, in Sarkad ergab ein, 347 m tiefer artesischer Brunnen 15 m, ein zweiter, in der Nähe gebohrter, ebenfalls 347 m tiefer Brunnen 20 m als Gradienten; in Békéscsaba ist der Gradient eines 418 m tiefen Brunnens 25 m, jener eines 420 m tiefen aber 22 m u. s. w.

Aber auch in einer und derselben Tiefbohrung kann der geothermische Gradient in verschiedenen Tiefen verschieden sein. Im 224 m tiefen artesischen Brunnen der Jászberényer Vallus-Dampfmühle ist der aus der Temperatur des aus einer Tiefe von 222—224 m aufsteigenden Wassers berechnete Gradient 18 m, während das gleiche Verfahren aus dem Wasser der Zone zwischen 100—110 m einen Wert von 9 m ergibt. Der in Szeged-Alsótanya gebohrte, 206 m tiefe Brunnen ergab aus 202—206 m einen Gradienten von 19 m, aus 142 m einen solchen von 15 m u. s. w.

In Anbetracht unserer verlässlichen Messungen wäre es jedenfalls unbegründet, wenn jemand annehmen wollte, dass die hier angeführten, sowie auch die in unsere Tabelle I aufgenommenen übrigen Werte, die das Schwanken des geothermischen Gradienten in so auffälliger Weise bekunden, alle nur dadurch zustande gekommen wären, dass die Berechnungen ohne die genaue Kenntniss der Tiefe der wasserspendenden Schichten durchgeführt worden wären.

Wenn wir nun nicht allein die auf engere Gebiete oder einzelne Tiefbohrungen des Alföld beschränkten Änderungen des geothermischen Gradienten, sondern auch die verschiedenen, von einander entfernt gele-



genen Teile des Alföld zum Vergleich heranziehen, so können wir jedenfalls feststellen, dass am Alföld nirgends eine noch so kleine Stelle bekannt ist, wo der geothermische Gradient den als normal angenommenen Wert auch nur annähernd erreichen würde, sondern, dass dieser Wert sehr verschieden, überall gering und in jeder Tiefe anders ist.

Auf einem so ausgedehnten Gebiet, wie der durchforschte Teil des Alföld, wo die geothermischen Gradienten sowohl im allgemeinen, als auch einzeln betrachtet mit so auffallend niedrigen Werten vertreten sind, denen ähnliche bisher noch nirgends bekannt wurden, kann die aussergewöhnliche Niedrigkeit und die grosse Veränderlichkeit dieser Werte zwar vielleicht z. T. auf die nachfolgend angeführten Ursachen zurückgeführt werden, den weitaus grössten Einfluss auf ihre Ausgestaltung hatten und haben aber auch gegenwärtig bestimmt jene Vorgänge, die mit der Entstehung des Alföld verbunden sind.

Die möglichen Ursachen der niedrigen und abwechslungsreichen geothermischen Gradienten des Alföld sind die folgenden. :

### a) Die verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine.

Die tiefsten im Untergrund des Alföld bisher bekannten Schichten bestehen hauptsächlich aus den grösstenteils tonigen und sandigen Ablagerungen von Flüssen, kleineren Seen und Sümpfen. Einheitlichere und beständigere Schichtenserien sind nur dort anzutreffen, wo zwischen den grossen Rücken des Alföld die gegenseitige Entfernung der Randschollen eine grössere ist und folglich ausgedehntere Becken zustandekommen konnten; sonst sind überall die mit- und übereinander häufig abwechselnden, bezeichnenden Ablagerungen der tief gegen das Innere des sinkenden Alföld vorgestreckten Schuttkegel und Schutthalden anzutreffen.

Das qualitative Verhältnis der sandigen und tonigen Ablagerungen ist an den verschiedenen Teilen des Alföld verschieden, da in den zwischen den tiefer gesunkenen Randschollen gelegenen Becken die tonigen, im Bereich der Schutthalden und Schuttkegel die sandigen Ablagerungen vorherrschen. Da nun zwischen der Wärmeleitungsfähigkeit der sandigen und tonigen Ablagerungen ein Unterschied angenommen werden kann, lassen sich die Schwankungen der geothermischen Gradienten — z. T. wenigstens — auf diesen Unterschied, respektive auf die je nach der Gegend verschiedenen häufige Abwechslung der sandigen und tonigen Ablagerungen zurückführen.

Die Wärmeleitungsfähigkeit des feuchten Tones ist 0'00250, jene des Sandes im gleichen Zustand 0'00105. Im trockenen Zustande sind aber die Werte wieder ganz verschieden: beim Ton 0'00350, beim Sand 0'00820 (15).

Diese Gesteine können schon bei geringer Ausdehnung und Mächtigkeit die Zahlenwerte der geothermischen Gradienten beeinflussen, wo aber das eine oder das andere in grösserer Menge auftritt, wird naturgemäss auch ihr Einfluss in der entsprechenden Richtung vergrössert, abgesehen von dem Umstand, dass die Wärmeleitungsfähigkeit sogar bei Gesteinen von vollkommen identischer mineralogischer Zusammensetzung je nach der Korngrösse verschieden sein kann.

Schon aus den uns bisher zur Verfügung stehenden Bohrprofilen des Alföld kann festgestellt werden, dass der vom Berettyó und vom Székelysöröd nordnordöstlich gelegene Teil desselben an tonigen Ablagerungen viel reicher ist, als die südlich von diesen Flüssen gelegene, aus Schutthalden und Kegeln aufgebaute Gegend und es ist wahrscheinlich, dass auch der auffallend grosse Unterschied der geothermischen Gradienten dieser auch petrographisch verschiedenen Gegenden — z. T. wenigstens — auf das Vorherrschen der tonigen, respektive sandigen Sedimente zurückzuführen ist.

Der oben erwähnte, tonige Abschnitt des Alföld ergab die folgenden Werte des geothermischen Gradienten: Szolnok (280 m tiefer artesischer Brunnen) 20 m; Szajol (496 m) 27 m; Törökszentmiklós (410 m) 24 m; Jászócsa (218 m) 23 m, Kunhegyes (324 m) 24 m, Kunmadaras (83 m) 11 m, Mezőtúr (439 m) 21 m und (392 m) 20 m, Túrkeve (312 m) 21 m, Kaba (56 m) 10 m und (106 m) 14 m, Fegyvernek (396 m) 25 m, Debrecen (134 m) 15 m u. s. w.

Demgegenüber lieferte der südöstliche, sandige Teil des Alföld die folgenden Gradienten: Sárrétudvari (133 m) 12 m, Szarvas (346 m) 16 m, Berettyóújfalu (289 m) 16 m und (252 m) 12 m, Biharnagybajom (143 m) 12 m, Körösladány (416 m) 19 m, Sáp (212 m) 15 m, Békéscsaba (197 m) 18 m, Sarkad (336 m) 15 m, Békéssámson (158 m) 12 m, Kunszentmárton (219 m) 12 m, Magyarábányes (150 m) 11 m u. s. w.

## b) Die Wirkung tektonischer Ursachen.

Die Faktoren, die in den oben erwähnten, durch verschiedene Sedimente charakterisierten Gebieten des Alföld die Abweichungen der geothermischen Gradienten verursachen, bringen in horizontalen Schichten andere Werte zustande, wie in schiefen. Diese Regel ist im allgemeinen selbstredend für das ganze durchforschte Gebiet gültig.

Der grösste Teil der das Alföld aufbauenden Sedimente zeigt mehr oder minder geneigte Schichten, gleichgültig, ob Brüche oder Falten als für die Tektonik des Alföld bezeichnend angenommen werden. Die Lage der Schichten beeinflusst aber in hohem Masse die Wärmeleitungsfähigkeit derselben. Die Wärmeleitungsfähigkeit ist nämlich bei horizontalen und geneigten Schichten verschieden.

Nach den Messungen von JAMETTAZ an den Gotthard-Gneisen ist für die Wärmeleitungsfähigkeit der horizontalen Schichten die Gleichung  $A_1 : A_2 = 1 : 1.50$ , für die senkrecht zu diesen stehenden Schichten aber die Gleichung  $K_1 : K_2 = 1 : 1.25$  gültig (16).

Diese Verhältniszahlen beziehen sich aber nur auf trockene Gesteine, der feuchte Zustand ergibt für dieselben Gesteine in denselben Lagen abweichende Resultate (17).

Selbstredend habe ich hier die Resultate der Berechnungen von JAMETTAZ und KONIGSBERGER nur vergleichsweise angeführt, denn abgesehen davon, dass es bedenklich wäre, wenn man sich auf die Resultate Anderer berufen wollte, ohne selbst ähnliche Messungen durchgeführt zu haben, besitzen die sandigen und tonigen Ablagerungen des Alföld jedenfalls eine andere Wärmeleitungsfähigkeit, wie die Gesteine der oben angeführten Beispiele.

In der Reihe der die Änderungen der Wärmeleitungsfähigkeit und somit auch der geothermischen Gradienten hervorruhenden, tektonischen Ursachen kann auch die von einem ungarischen Forscher angenommene, gefaltete Struktur des Alföld erwähnt werden (18). Diese Annahme akzeptierend, müsste man in erster Linie die Antiklinalen und Synklinalen beachten, denn diese Faltungsformen müssten, wenn sie tatsächlich vorhanden wären, die geothermischen Gradienten des Alföld jedenfalls erheblich beeinflussen.

VAN OSTRAND gelangte nämlich nach zahlreichen Messungen zu dem Resultat, dass die geothermischen Gradienten in den Antiklinalen und in der Nähe derselben niedriger sind, als in den Synklinalen (19).

CH. WASHBURNE schreibt die in den Antiklinalen gefundenen, niedrigen geothermischen Gradienten den heraufbrechenden, abnormal warmen Wässern zu (20). Dem gegenüber führt W. THOM die niedrigen Gradienten des von WASHBURNE untersuchten Gebietes auf tektonische Bewegungen zurück (21).

Wollten wir auch annehmen, dass die Struktur des Alföld nicht brüchig, sondern — wie ein neuerer Forscher behauptet — gefaltet sei, genügen die wenigen und noch nicht hinlänglich bewiesenen Daten, die die

angebliche Faltung des Alföld bekunden sollten, noch keineswegs, um Schlüsse bezüglich der geothermischen Gradienten zuzulassen.

Wie dem auch sei, lassen sich die in den vorausgesetzten Antiklinalen nachweisbaren, niedrigen Gradienten auch auf Grund der durch die verschiedene Lage ihrer Schichten bedingten, verschiedenen Wärmeleitfähigkeit erklären.

Aber auch wenn wir an unserem ursprünglichen Standpunkt festhalten, wonach das Alföld als ein längs Bruchlinien im Umkreis von Kerngebirgsrücken linsenförmig gesunkenes Gebiet anzusehen ist, werden die geothermischen Gradienten durch die hierbei entstandenen tektonischen Dislokationen in demselben Sinne beeinflusst, wie bei der Annahme der Faltung.

Die sich hervorhebenden Kerngebirgsrücken, die tieferen Teile des Beckens, d. h. die Unebenheiten des Alföld, sowie die verschiedenen Lagerungsverhältnisse der diese Unebenheiten überlagernden und sich ihren Formen anschmiegenden Schichten sind alle, einzeln für sich genommen Faktoren, die bei den Änderungen der geothermischen Gradienten als Ursachen mitwirken können.

### c) Die Wirkung der durch die Zersetzung organischer Substanzen produzierten Wärme.

Beträchtliche Schwankungen der Temperatur können auch durch die bei der Zersetzung der in den tieferen Schichten des Alföld vorhandenen organischen Substanzen verursacht werden. Aus den Profilen sehr zahlreicher Tiefbohrungen des Alföld sind Torflagen und Lignitschmitze von verschiedener Ausdehnung und Mächtigkeit bekannt geworden. In den nordwestlichen und nordöstlichen Teilen des Alföld, besonders aber im Untergrund des von den Körös-Flüssen nördlich gelegenen Teiles bildet der Lignit zwischen den tonigeren pannonischen und levantinischen Sedimenten stellenweise auch ausgedehntere Flöze, namentlich z. B. bei Balmazújváros, Hajdúszoboszló, Nyírbátor und Kecskemét, doch ist er auch im Untergrund der südöstlichen, durch Schutthalden und Schuttkegel gekennzeichneten Teile des Alföld sehr häufig, obzwar er hier keine ausgedehnteren Lagen mehr bildet.

Die Zersetzung dieser organischen Stoffe verursacht eine ihrer Quantität und Qualität entsprechende Zunahme der Temperatur, so, dass der geothermische Gradient in den darübergelagerten Schichten erheblich niedriger ist, als in den darunterliegenden. Leider ist es mir nicht gelungen, diese temperaturerhöhende Wirkung in unseren artesischen Tiefbohrungen quantitativ zu messen oder zu berechnen, doch sei es hier beispielsweise

erwähnt, dass in der Tiefbohrung von Paruschowitz der geothermische Gradient oberhalb der kohlenführenden Schichte mit 25 m, unterhalb derselben aber mit 35 m festgestellt wurde. Im Braunkohlenbergwerk von Ossig ist der Gradient oberhalb der Kohlenflöze 5 m, oberhalb der englischen Anthrazitflöze aber schon 27—29 m, also nahezu normal.

#### d) Die Wirkung der Gasvorkommen.

Im Gegensatz zu der wärmesteigernden Wirkung der Lignite wirken die Gasvorkommnisse — trotz der gelegentlich ihrer Bewegung entstehenden Reibung — infolge ihrer Dilatation abkühlend auf ihre Umgebung.

Das Vorkommen von Gasen im Untergrund des Alföld kann als allgemein bezeichnet werden. In fast allen tieferen, 300—400 m erreichenden Bohrungen konnte das Vorhandensein von Gasen, besonders von Erdgas in grösseren oder geringeren Mengen nachgewiesen werden. Sie steigen gewöhnlich in Begleitung des artesischen Wassers herauf und ihre Menge kann stellenweise als ansehnlich bezeichnet werden.

Aus den artesischen Bohrungen von Püspökladány, Karcag, Nádudvar, Berettyóújfalu, Eszlár, Békéscsaba, Orosháza, Tótkomlós, Mezöhegyes, Csanádapáca, Református-Kovácsháza, Pitvaros, Nagymajláth, Derekegyháza, Fábiansbestyén, Ambrózfalva, Békéssámson, Csorvás, Kunágota, Nagy-rábé, Lábod etc. steigt das Erdgas schon seit alten Zeiten empor.

Da diese Gase z. T. aus grösseren Tiefen abzuleiten sind, z. T. aber auch in einzelnen, ihre Entstehung ermöglichenden, viele organische Stoffe enthaltenden Schichten geringerer, bereits durch die bisherigen Bohrungen erreichter Tiefen sich ansammeln können, vermögen sie — zwischen den lockeren, nicht sehr ausgedehnten Schichten des Untergrundes komplizierte Wege durchlaufend und überall hingeliegend — in den geothermischen Gradienten beträchtliche Änderungen hervorzurufen.

Das Mass ihrer auf die Temperatur ihrer Umgebung ausgeübten Wirkung lässt sich aber — eben weil ihre Anwesenheit im Untergrund des Alföld ganz allgemein ist, — kaum feststellen. An den Stellen aber, wo sie in grösseren Mengen konstatiert werden können, stehen sie mit dem Bruchsystem des Alföld in Verbindung und hier kann das Mass ihrer Wirkung auf die Temperatur ihrer Umgebung deshalb nicht festgestellt werden, weil hier der Einfluss der Tiefenwässer vorherrscht, in deren Begleitung sie an die Oberfläche gelangen. Jene Stellen, wo die Gasvorkommen nicht mit nachweisbaren Bruchlinien zusammenhängen, wie z. B. Karcag, Békéscsaba, Derekegyháza, Fábiansbestyén, Lábod u. s. w., zeigen grosse Gradienten und es ist möglich, dass die Gase an der Erhöhung derselben ebenfalls beteiligt sind.

### e) Wirkung der Luft.

Ein sehr wichtiger Faktor bei der Ausgestaltung der geothermischen Gradienten des Alföld ist die Luft als sehr schlechter Wärmeleiter. Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die oberflächlichen Schichten des Untergrundes am Alföld bis zu geringen Tiefen auf die Schwankungen der Lufttemperatur reagieren und wir verlegten die Grenze, bis wohin sich der Einfluss der Luft im allgemeinen bemerkbar macht, in eine Tiefe von 20 m. In Ermangelung entsprechender Messungen lässt es sich aber sehr schwer feststellen, wie gross eigentlich die Tiefe ist, in der die Schwankungen der Lufttemperatur keine beträchtlicheren Schwankungen in der Temperatur des Untergrundes mehr verursachen können.

Durch die Rohre der gebohrten Brunnen, besonders der erschöpften sog. „Tröpfelbrunnen“ gelangt die Luft auch in grössere Tiefen des Untergrundes hinab. Die in den durch die losen Sedimente der vom Rande der hereinragenden Schutthalden und Schuttkegeln herabsickernden Wässern enthaltene Luft steigt, wenn sie zu den Enden der Rohre gelangt, wie der Luftstrom der Ventilatoren aufwärts. Durch diese Zirkulation der Luft kann aber die Temperatur des Untergrundes und somit auch der geothermische Gradient in hohem Masse beeinflusst werden.

Die Wirkung der durch das Mutterrohr der Tropfbrunnen eindringenden, die Wärme schlecht leitenden Luft ist am Beispiel der nachstehend angeführten, erschöpften artesischen Brunnen des Alföld deutlich zu erkennen:

Das Wasser des im Jahre 1880 am Marktplatz von Hódmezővásárhely mit einem Durchmesser von 212 mm begonnenen, 197·84 m tiefen Brunnens hatte nach den in 1880 durchgeführten Messungen eine Temperatur von 19 C<sup>0</sup>, im Jahre 1928 aber, als der ursprüngliche Wasserertrag bereits um 80 % abgenommen hatte, wurde einer Temperatur von 17.5 C<sup>0</sup> gemessen.

Die Temperatur des im Jahre 1889 mit einem Durchmesser von 390 mm begonnenen, 217·22 m tiefen Brunnens der Eisenbahnstation Szeged-Rókus war im Jahre 1889 21·25 C<sup>0</sup>, im Sommer 1928 aber 20·8 C<sup>0</sup>.

Das Wasser des in 1890 am Kossuth-Platz von Szarvas mit einem Durchmesser von 350 mm begonnenen artesischen Brunnens hatte in 1890 24 C<sup>0</sup>, in 1928 aber 23 C<sup>0</sup>.

Weitere Daten:

Hódmezővásárhely, Nagy András-Stiftung, Anfangsdurchmesser 390 mm, Tiefe 252·59 m, im Bohrungsjahr (1883) 20 C<sup>0</sup>, in 1928 bloss 19·8 C<sup>0</sup>.

Kisújszállás, Eisenbahnstation, Durchmesser 150 mm, Tiefe 182·94 m, im Bohrungsjahr (1897) 21·5 C<sup>0</sup>, in 1928 20·8 C<sup>0</sup>.

Gyula, Első Gyulai Gőzmalom, Tiefe 300 m, im Bohrungsjahr (1902) 25 C<sup>0</sup>, in 1928 23·5 C<sup>0</sup>.

Békéscsaba, Treffpunkt der Bánát- und Bocskay-Gassen, Tiefe 420·40 m, im Bohrungsjahr (1912) 28 C<sup>0</sup>, in 1928 25 C<sup>0</sup>.

Kunszentmárton, Eisenbahnstation, Durchmesser 105 mm, Tiefe 224 m, im Bohrungsjahr (1907) 25·3 C<sup>0</sup>, in 1928 25 C<sup>0</sup>.

Es könnten aus der Reihe der uns zur Verfügung stehenden, auf Tropfbrunnen des Alföld bezüglichen Daten noch recht zahlreiche Beispiele zur Dokumentierung der Tatsache angeführt werden, dass die Temperatur der tieferen Schichten durch die in das für die verringerte Wassermenge zu weit gewordene Rohr eindringende Luft abgekühlt wird und somit höhere geothermische Gradienten ergibt. Die in der Temperatur der erschöpften und der vor längerer Zeit gebohrten Brunnen eingetretenen Änderungen können zwar ausser der Luft auch noch durch andere Faktoren verursacht worden sein, jedenfalls ist es aber auffällig, dass solche Temperaturabnahmen am häufigsten bei Tropfbrunnen anzutreffen sind.

#### f) Die Wirkungen der Radium-Emanationen.

In manchen der am Rande des Alföld heraufbrechenden Thermen, in erster Linie in jenen von Budapest wurden Radium-Emanationen nachgewiesen. Aus dem inneren des Alföld sind solche nicht bekannt, doch wenn man auch ihr Vorhandensein annehmen wollte, könnte ihnen von unserem Gesichtspunkt doch keine Bedeutung zugeschrieben werden. Die Wärme-Produktion der radioaktiven Emanationen wurde zwar zur Erklärung der Änderungen des geothermischen Gradienten herangezogen, nach den im Jahre 1905 in Joachimstal durchgeführten Untersuchungen von MACHE und MEYER haben aber die Radium-Emanationen keinen Einfluss auf die Grösse des geothermischen Gradienten (24).

#### g) Andere, weniger in Betracht kommende Wirkungen.

Bei der Erforschung der die Ausgestaltung der geothermischen Gradienten des Alföld beeinflussenden Faktoren könnte man auch an die Wirkung postvulkanischer Gase und Dämpfe denken, da das Alföld durch einen jungen vulkanischen Kranz umgeben ist. Weiters könnte man an die Wärme produzierende, respektive konsumierende Reaktion der Umkristallisationsvorgänge, an die Wirkung der durch die in den Gesteinen vor sich gehenden Oxydationsvorgänge erwärmten Luft, sowie schliesslich auch an

die Wirkung der aus dem Druck der Schichten resultierenden Wärme denken. Alle diese Faktoren sind aber für unsere speziellen Verhältnisse recht problematisch und können neben den die Verschiedenheit der geothermischen Gradienten des Alföld verursachenden exakteren Momenten kaum in Betracht kommen.

### *h) Die Rolle der Tiefenwässer.*

Von den die Ausgestaltung der geothermischen Gradienten des Alföld beeinflussenden Faktoren will ich die Rolle des Wassers absichtlich zuletzt besprechen.

Ich tue dies nicht allein deshalb, weil wir — wie bereits ausgeführt wurde — die geothermischen Gradienten des Alföld aus der Temperatur des überfließenden Wassers der artesischen und gebohrten Brunnen, nicht aber aus der Lufttemperatur trockener Bohrungen berechnet haben, sondern besonders deshalb, weil eigentlich die Wirkung der Tiefenwässer auf die Temperatur des Untergrundes den wichtigsten, bei Weitem vorherrschenden Umbildungsfaktor darstellt, der für die geothermischen Gradienten des Alföld ausschlaggebend ist, respektive die Erklärung für die Ursachen ihrer Abnormität liefert.

Dies sind jene gewissen Tiefenwässer, bei deren Emporsteigen uns die hydrostatischen Gesetze im Stich lassen und deren grösster Teil von LÖCZY sen. als problematische oder pneumatische Wässer bezeichnet wurde (26). Nach der Ansicht WESZELSKY's werden sie nicht durch einfachen hydrostatischen Druck heraufbefördert, sondern aus den verwitterten und hochgradig hydratisierten, mit Wasser gesättigten Gesteinen als nicht juvenile Wässer durch den gewaltigen Druck hervorgepresst, dem diese Gesteine ausgesetzt werden, wenn sie der allmählichen Senkung des Alföld zufolge in tiefere Regionen der Erdkruste hinabsinken (25). Wenn man von den die Verschiedenheit der geothermischen Gradienten des Alföld verursachenden Faktoren die Rolle des Wassers einfach fortlassen und nur die Folgen der oben besprochenen Ursachen in die Rechnung stellen könnte, würden sich für das Alföld von den tatsächlichen gänzlich abweichende Geoisothermen ergeben. In diesem Falle würde man höchst wahrscheinlich — von geringeren Abweichungen abgesehen — der Norm näher stehende Werte der geothermischen Gradienten erhalten, die wahrscheinlich in erster Linie durch stratigraphische Ursachen und dann durch die verschiedene Wärmeleitfähigkeit der Gesteine determiniert würden.

Das Alföld, als der in einzelnen Teilen am tiefsten gesunkene Abschnitt des Grossen Ungarischen Beckens wurde durch lockere Sedimente



aufgeschüttet und die ursprünglich höher, an der Oberfläche gelegenen und vorwiegend unter Wasser abgelagerten, stark hydratisierten Gesteine sind — ihrer Porosität entsprechend — in ihrer gegenwärtigen Lage von sehr warmem Wasser durchtränkt. Überall am Alföld sind in allen Tiefen warme Wässer anzutreffen, deren Temperatur in keinem Verhältnis zu der Tiefe steht, die als ihr Ursprungsort angenommen werden kann.

Diese warmen Wässer, die — abgesehen davon, welchen Ursprunges sie sind und woher sie kommen — in grösseren oder geringeren Mengen überall im Untergrund des Alföld gegenwärtig sind, zirkulieren im verwickelten Labyrinth der losen Schichten, wobei sie die Wirkung aller übrigen Faktoren, die bei der Ausgestaltung der geothermischen Gradienten des Alföld in Betracht kommen können, abstumpfen, auf ein Minimum reduzieren, ja stellenweise sogar gänzlich aufheben.

Dies ist um so mehr der Fall, da die übrigen Faktoren, namentlich die verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit der verschiedenen Gesteine, die tektonischen Verhältnisse, die bei der Zersetzung organischer Substanzen entstehende Wärme, die Anwesenheit von Gasen, der Einfluss der Luft und der Radium-Emanationen z. T. eine steigernde, z. T. eine vermindernde Wirkung auf die Ausgestaltung der Gradienten ausüben, so, dass sie sich an sehr vielen Stellen und in manchen Situationen gegenseitig neutralisieren können. Gerade aus diesem Grund war es berechtigt, wenn wir vorhin behaupteten, dass man, wenn man die Rolle des Wassers aus der Reihe der bei der Ausgestaltung der Gradienten des Alföld mitwirkenden Faktoren ausschalten könnte, auch hier den normalen näher stehende Werte mit geringeren Schwankungen erhalten würde. In Wirklichkeit ist aber die Wirkung der überall im Untergrunde des Alföld vorhandenen, gewaltigen Tiefenwassermengen eine dermassen dominierende, dass neben ihr alle übrigen Einflüsse auf ein Minimum zusammenschrumpfen.

Der ausgleichende Einfluss der Tiefenwässer des Alföld ist auch an solchen Stellen ausschlaggebend, wo nebenbei auch irgend einer der sonstigen, bei der Ausgestaltung der Gradienten in Betracht kommenden Faktoren in erhöhtem Masse mitwirken kann, wie z. B. die Luft in den näher zur Oberfläche gelegenen Schichten, — denn auch hier ist überall das Wasser als ein Medium vorhanden, dessen Wärmeleitungsfähigkeit jene der Luft mindestens hundertfach übertrifft.

Die ausgleichende Wirkung der Tiefenwässer kann sich zwar auch in den tieferen Schichten des Alföld im Verhältnis zu ihrer Menge, Zusam-

menetzung, Temperatur und zur Geschwindigkeit ihrer Bewegung mit verschiedener Intensität geltend machen, jedenfalls ist sie aber allen übrigen in Betracht kommenden Faktoren weitaus überlegen. Ihre dominierende Wirkung wurde auch dadurch vervielfacht, dass der Gleichgewichtszustand ihrer Bewegung durch die zu tausenden gebohrten Brunnen von der artesischen Spannung befreit, also erheblich gestört wurde, wodurch jedenfalls auch die Aktionsfähigkeit des Wassers vergrößert wurde.

#### IV. DIE GEOTHERMISCHEN TIEFENZONEN DES ALFÖLD.

Aus der Tatsache, dass die ausgleichende Wirkung der im Untergrund des Alföld zirkulierenden Tiefenwässer den Einfluss aller übrigen in Betracht kommenden Faktoren paralyisiert, geht es von selbst hervor, dass wir, wenn wir die Ausgestaltung der geothermischen Gradienten des Alföld besprechen, in erster Linie und zumeist fast ausschliesslich die Rolle des Wassers in die Rechnung stellen müssen.

Die Richtigkeit dieser Konklusion zeigt und rechtfertigt am schönsten die Verteilung der geothermischen Gradienten nach der Tiefe. Wenn wir nämlich die Tiefbohrungen, aus denen die Gradienten des Alföld abgeleitet wurden, nach ihrer Tiefe, von der geringsten bis zur grössten tabellarisch ordnen, gelangen wir zum Resultat, dass sich der Untergrund des Alföld in mehrere geothermische Tiefenzonen mit von einander abweichenden Temperaturen einteilen lässt, wobei jeder Zone ein bezeichnender Gradient zukommt.

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Tiszafüred	48	8	Fehérgyarmat	45	5
„	47	8	Gacsáj	41	5
Nagyhortobágy	40	5	Nyirábrány	46	6
Óhat-Pusztakócs	40	5	„	29	3
Hajdúnánás	47	6	Monostorpályi	42	5
Hajdúhadház	45	6	Sárbogárd	45	5
„	46	6	Mánfa	44	4
Kemecse	45	6	Kunszentmiklós	51	5
„	42	5	Rétszilás	48	5

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Hatvan	60	4	Nagyecsed	78	7
Törökszentmiklós	93	14	Nyiradony	65	11
Tiszafüred	65	9	"	58	11
"	83	11	Monostorpályi	57	7
"	65	9	Nádudvar	78	9
Kunmadaras	83	11	Kaba	56	10
Bahnwächterhaus Nr. 11.	79	11	Gyula	92	13
" " 107.	96	9	Békéscsaba	55	7
Bocskai-Garten	68	9	Tótkomlós	57	6
Balmazújváros	86	7	Kecskemét	85	15
"	67	7	Hódmezővásárhely	90	10
Óhat-Pusztakócs	70	8	Pirtó	70	10
Folyás	90	10	Tájó	50	5
Szentmargitapuszta	93	9	Harkapuszta	50	5
Tiszapolgár	91	10	Szabadszállás	54	7
"	83	10	"	64	8
Tiszadada	68	9	"	54	7
"	68	9	Kunszentmiklós	80	8
Tiszalök	67	9	"	51	5
"	90	9	Paks	70	8
Büdszentmihály	95	9	Ercsi	74	9
"	88	9	"	90	10
Rakamaz	87	10	Gödöllő	97	13
Királytelek	90	10	Tolna—Tamási	68	9
Szerencs	98	9	Sárosd	70	9
Taktaszada	80	10	Sárbogárd	94	10
Prügy	80	9	Sárkeresztúr	64	6
Vámospércs	83	14	Sárszentmiklós	53	7
Kemecse	68	9	Újdombovár	98	10
Kisvárdá	74	11	"	100	10
Apagy	70	11	Bátaszék	80	7
Nyírbátor	71	11	"	91	9
"	71	11	"	81	8
"	87	16	"	80	7
Mátészalka	82	8	Baja	58	9
"	80	7	Gara	80	11
Csenger	72	10	Vaskút	80	11

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Szigetvár	92	10	Szeged-Nagyszéksós	112	13
Isaszeg	74	10	Kistelek	142	14
Tura	65	10	„	148	14
Hajdúszoboszló	69	5	Derekegyháza	110	14
Aba-Sárkeresztur	65	6	Cegléd	130	11
Vásárosnamény	85	7	„	140	12
Királyhegyes	97	8	„	119	10
Apátfalva	86	10	„	127	13
Almáskamarás	67	10	„	134	13
Eszeny	67	7	Kiskőrös	110	15
Poroszló	56	8	Kalocsa	103	19
Tiszaigar	75	12	Dunaföldvár	108	12
Báránd	93	9	Adony-Pusztaszabolcs	102	11
Hajdúszovát	92	8	Paks	110	13
„	86	9	Alcsút	126	17
Tetőtlen	91	9	„	129	14
Újfehértó	53	6	Székesfehérvár	132	18
Gyömrő	103	12	„	102	16
Jászberény	100	9	Seregélyes	132	12
Vámosgyörk	150	14	Sárosd	102	10
Karcag	100	11	Keszőhidegkút-Gyönk	145	15
Püspökladány	150	11	Újdombóvár	108	10
Debrecen	103	8	„	123	11
„	135	15	Ódombóvár	111	10
„	138	15	Bátaszék	110	10
„	127	15	„	115	10
Büdszentmihály	101	14	Bonyhád	128	10
„	110	12	Apostag	113	15
Szerencs	130	14	Tóalmás	120	16
Taktaharkány	143	12	Majsamiklósvár	116	10
Nagyléta	118	16	Kübekháza	144	15
Esztár	120	14	Kiskundorozsma	132	14
Kaba	106	14	„	145	15
Orosháza	130	12	Deszk	145	12
Makó	142	16	Magyarcsanak	117	14
Szeged	115	13	Kövegy	137	16
Szeged-Alsótanya	142	15	Magyarbánhegyes	150	11

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Mezőkövesd	103	12	Szeged	190	17
Mezőkeresztes	110	13	„	180	19
Báránd	148	14	„	175	17
Sárrétudvari	133	12	Szentmihálytelek	187	18
Földes	128	17	„	178	19
Tetétlen	150	12	Kistelek	198	19
Pusztaföldvár	142	9	„	180	19
Gyöngyöshalász	150	13	„	180	19
Hatvan	198	19	Kunszentmárton	198	15
Kisújszállás	179	14	Cegléd	175	13
Püspökladány	188	16	„	152	14
„	198	14	„	154	15
„	200	14	„	160	13
„	150	11	„	158	14
Hajdúnánás	179	15	Kecskemét	190	22
„	200	16	Újkécske	186	14
Taktaszada	179	14	„	192	15
Derecske	170	13	Ókéske	198	15
„	170	11	„	180	15
„	172	11	Tiszavárkony	185	13
„	165	15	Kalocsa	170	20
Sáp	171	12	Kunszentmiklós	196	15
Biharnagybajom	178	14	Adony-Pusztaszabolcs	190	16
„	193	12	Ercsi	160	14
Kötegyán	190	18	Bicske	200	22
Békéscsaba	160	17	Székesfehérvár	194	24
„	197	18	Tolnanémedi	170	10
Makó	190	18	Újdombovár	151	13
„	190	18	Majsamiklósvár	160	11
„	197	20	„	170	11
„	176	19	Bácsalmás	176	20
Földeák	192	19	Pécs	158	19
Vásárhelykutas	186	16	Harta	170	11
Hódmezővásárhely	196	17	Döbröcköz	170	16
„	192	17	Ószeniván	167	17
Szeged	196	16	Kiszombor	174	19
„	198	17	„	165	18

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Deszk	170	18	Földeák	212	19
Szegvár	153	18	Hódmezővásárhely	232	17
Báránd	172	14	"	223	16
Sárrétudvari	198	13	"	201	16
"	158	12	"	220	18
Békéssámson	158	12	"	210	18
Csány	180	15	"	225	19
Jászberény	240	19	"	231	19
"	248	19	"	218	20
"	232	18	"	220	18
"	222	18	Algyő	223	18
"	247	19	Szeged	225	19
Karcag	240	19	"	238	20
Püspökladány	203	14	"	227	17
"	204	14	"	238	18
"	205	16	"	236	18
Hajdúnánás	242	16	"	219	17
Taktaszada	237	18	"	215	19
Hoszúpályi	221	20	"	202	17
Nádudvar	218	17	"	230	18
Sáp	206	16	"	240	18
"	212	15	"	246	20
Füzesgyarmat	224	13	"	247	19
Gyula	241	21	"	231	18
"	210	21	"	240	18
"	240	21	"	238	18
Lökösháza	214	17	"	216	18
Gyoma	216	15	"	212	18
"	223	13	Szeged-Alsótanya	202	19
Túrkeve	233	20	Szeged-Szatymaz	212	18
Orosháza	230	13	"	210	18
"	220	17	Szeged-Felsőanya	202	17
Nagyszénás	217	19	Mindszent	230	21
Makó	240	18	"	220	20
"	250	18	"	220	21
"	201	18	"	220	20
"	231	19	Szentés	241	17

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Szentes	250	17	Derecske	258	15
"	250	18	Pocsaj	294	16
"	226	17	Nádudvar	258	17
Kunszentmárton	219	13	Berettyóújfalu	273	14
Csongrád	227	19	"	252	11
"	221	19	"	252	12
"	241	19	"	289	14
"	235	19	"	298	14
"	230	19	"	288	14
"	238	19	Szeghalom	291	14
Újkécske	210	16	Gyula	263	22
Kiskunfélegyháza	232	22	"	290	22
"	231	23	Békéscsaba	297	20
"	247	22	"	260	19
"	240	21	Szarvas	261	17
Szekszárd	230	12	"	273	18
"	215	10	Kondoros	280	19
Baja	250	14	Orosháza	267	14
Dunavecse	230	16	Makó	285	19
Mosdós	228	22	Hódmezővásárhely	270	20
Nagyatád	216	17	Szeged	270	21
Kaposvár	244	17	Szentes	265	19
"	220	16	"	261	20
Sövényháza	246	24	"	268	20
Fábiánsebestyén	215	19	"	273	20
Szegvár	227	20	"	268	17
"	250	21	"	251	17
Hernádnémeti	202	13	"	261	19
Jászdózsza	218	23	"	274	19
Farmos	220	17	Pusztakengyel	280	18
Endrőd	232	18	Nagymágocs	283	19
Békésszentandrás	250	18	Kiskunfélegyháza	270	22
Nagykátá	276	18	Dunaföldvár	274	17
Jászberény	254	18	Adony-Pusztaszabolcs	260	18
Szolnok	280	20	Baja	251	22
Püspökladány	275	16	Dömsöd	280	16
Debrecen	251	17	Abony	280	18
			Csanádpalota	280	19

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Tarnaórs	270	17	Pitvaros	360	18
Mesterszállás	270	16	Szeged	388	23
Heves	328	22	Ercsi	372	21
Kunhegyes	324	24	Tiszakürt	370	19
Biharnagybajom	330	17	Fegyvernek	396	25
Déványa	304	17	Szolnok	428	20
"	302	17	Törökszentmiklós	410	24
Kötegyán	338	20	"	410	24
Sarkad	336	15	"	412	24
"	334	20	Kőrösladány	416	19
"	330	20	Békéscsaba	450	24
Békéscsaba	320	21	"	418	25
"	318	20	"	420	22
"	322	21	Mezőtúr	434	21
"	322	23	Szarvas	436	16
"	301	21	Orosháza	466	16
Kétegyháza	350	22	"	430	15
Gyoma	301	18	Csanádapáca	447	17
Turkeve	312	21	"	447	17
"	310	25	Nagyajlath	430	22
Orosháza	310	16	Mánfa	419	10
"	320	16	Nagyatád	403	17
Tótkomlós	320	16	Ambrózfalva	425	22
Szeged	338	20	Szajol	496	27
"	302	22	Mezőberény	464	22
Szentes	313	22	"	463	21
Csongrád	306	18	Orosháza	460	16
Baja	346	19	"	466	16
Mánfa	318	11	"	465	16
Abony	310	16	Mezőhegyes	451	19
Kiszombor	300	20	Békés	580	22
Battonya	336	23	Reformátuskovács háza	517	18
Sárszentlőrinc	300	13	Nagykörös	562	21
Tápiógyörgye	372	15	Békés	728	25
Mezőtúr	392	20	Szolnok	872	19
Túrkeve	353	22	Szeged	944	23
Csorvás	382	16	Hajdúszoboszló	1090	16
Mezőhegyes	387	17			



Wie aus den Angaben der obigen Tabelle III erhellt, zeigen die geothermischen Gradienten des Alföld mit zunehmender Tiefe eine mit der Tiefe nicht überall proportionale, aber doch deutliche Zunahme. Diese Erhöhung ist jedoch nicht kontinuierlich, in gewissen Tiefen zeigen sich Lücken und diese genügen schon an und für sich, um die Abgrenzung der einzelnen geothermischen Tiefenzonen des Alföld zu ermöglichen. Die Gruppierung der Daten nach der Tiefe erscheint aber nicht allein auf Grund der sich in ihrer stufenweisen Erhöhung offenbarenden Differentiation berechtigt, sondern auch durch den Umstand, dass jede dieser Tiefenzonen für sich Gradienten von solcher Grösse und Verteilung aufweist, die eben nur für die betreffende Zone bezeichnend sein kann.

In die Tabelle wurden nur die Gradienten solcher Brunnen aufgenommen, die durch eine einzige Schicht gespeist werden, damit die eventuell weniger verlässlichen Bohrungsdaten bei der Feststellung der Tiefenzonen keine Fehler verursachen können.

Die geothermischen Tiefenzonen des Alföld sind die folgenden:

#### a) Erste geothermische Tiefenzone.

Die erste geothermische Tiefenzone des Alföld reicht von der neutralen Zone, respektive von der Lössdecke, oder, wo diese fehlt, von den den Beginn des Mitteldiluviums bezeichnenden, allgemeinen blauen Tondecke bis zu einer Tiefe von ungefähr 100 m hinab.

In dieser Zone sind zwischen 3 m als dem niedrigsten und 16 m als dem höchsten Gradienten alle Zwischenwerte anzutreffen. Die Erhöhung der Gradienten mit zunehmender Tiefe ist zwar auch in dieser Zone deutlich zu erkennen, andererseits zeigen sich aber gerade hier die grössten Schwankungen der Werte. Von 0—50 m sind Gradienten von 5—6 m, von 50—100 m solche von 9—10 m am häufigsten.

Die erste geothermische Tiefenzone des Alföld ist demnach durch die niedrigsten und veränderlichsten Werte des geothermischen Gradienten gekennzeichnet.

#### b) Zweite geothermische Tiefenzone.

Diese lässt sich auf Grund der geothermischen Gradienten zwischen den Tiefen von 100 und 200 m feststellen. Der niedrigste Gradient ist hier 8 m, der höchste 22 m. Diese Zone ist durch Gradienten gekennzeichnet, die höher sind als in der ersten und im allgemeinen 17, 18 und 19 m betragen, doch sind zwischen den beiden extremen Werten auch hier alle Zwischenwerte vertreten, die aber stets mit der Tiefe proportional zunehmen.

### c) Dritte geothermische Tiefenzone.

Diese ist durch geothermische Gradienten gekennzeichnet, die grösser sind, wie in den beiden vorherigen und die am wenigsten veränderlich sind. Sie liegt zwischen 200—400 m.

Es figurieren hier auf den engen Spielraum zwischen 18—23 m beschränkte Gradienten von beständigerem Charakter. Daneben kommen aber auch Werte zwischen 14—17 m ziemlich häufig vor, diese können aber, wie wir weiter unten sehen werden, als für die Zone nicht bezeichnende, nur an gewissen Stellen und unter gewissen Umständen auftretende, aussergewöhnliche Gradienten aufgefasst werden.

Diese Zone ist durch geothermische Gradienten um 20 m gekennzeichnet.

### d) Vierte geothermische Tiefenzone.

Diese reicht von 400 m bis zu den durch die Bohrungen des Alföld bisher erreichten und bekannt gewordenen grössten Tiefen hinab. Es sind in ihr — von den für diese Zone nicht charakteristischen niedrigen Werten abgesehen — im allgemeinen Gradienten zwischen 20—27 m vorherrschend und bezeichnend.

In den auf Grund der geprüften geothermischen Gradienten festgestellten vier geothermischen Tiefenzonen des Alföld erfolgt — wie wir sahen — die Zunahme der Gradienten gegen die Tiefe nicht regelmässig.

\* \* \*

Wenn wir innerhalb der vier Zonen die Verteilung der geothermischen Gradienten graphisch darstellen, zeigen — wie aus Fig. 1 ersichtlich — die Gradienten der beiden höheren Zonen eine von geringeren Abweichungen und Inflexionen unterbrochene, abwärts zunehmende Tendenz.

In der dritten geothermischen Tiefenzone schreitet jedoch die Zunahme der Gradienten, respektive der Temperatur gegen die Tiefe sehr langsam vorwärts, sie stockt sogar und macht eine Knickung, da in dieser Zone die Temperatur des Untergrundes nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig verteilt ist und gegen die Tiefe kaum zunimmt.

In der vierten Tiefenzone nehmen zwar im Verhältnis zur Tiefe auch die Gradienten zu, aber bloss bis zu einer gewissen Tiefe und nur an gewissen Stellen. In vorläufig noch nicht genau bestimmbar, ziemlich verschiedenen Tiefen gelangen die Werte der Gradienten auch innerhalb der vierten Zone zum Stillstand und zeigen in graphischer Darstellung eine Knickung, denn nicht die grössten Tiefen des Alföld lieferten die

höchsten Gradienten. Im Gegenteil besitzen die Wässer der tiefsten artesischen Brunnen des Alföld, wie z. B. jener von Hajdúszoboszló und Karcag im Verhältnis zur Tiefe ausserordentlich hohe Temperaturen, wodurch ihre geothermischen Gradienten sehr niedrig ausfallen. Der artesische Brun-

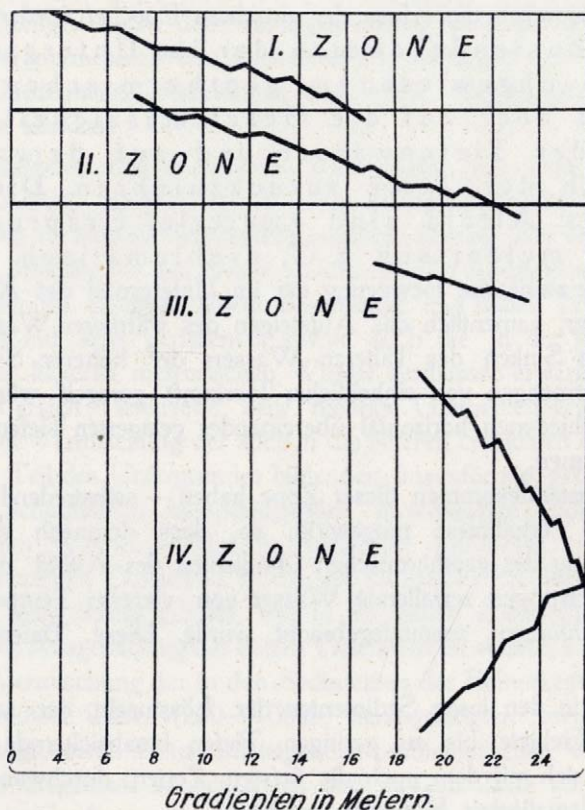


Fig. 1.

Graphische Darstellung der Gradienten innerhalb der Tiefenzonen.

nen Nr. 1 von Hajdúszoboszló liefert aus einer Tiefe von 1090 m 73°C gradiges, die gegenwärtig in der Arbeit befindliche Bohrung von Karcag aus einer Tiefe von 1170 m 75°C gradiges Wasser. Diese hohen Temperaturen stammen aus verhältnismässig so geringen Tiefen, dass sie samt den übrigen, bis zu den grössten Tiefen hinabreichenden Bohrungen deutliche Beweise dafür liefern, dass die geothermischen Gradienten innerhalb der vierten geothermischen Tiefenzone des Alföld nach der Tiefe zu beständig niedriger und niedriger werden.

Zu ähnlichen Resultaten, wie die Gliederung der geothermischen Tiefen-

zonen des Alföld gelangte auch ARCTOWSKI, der die Verteilung der geothermischen Gradienten besonders in den grösseren Tiefen, sowie deren einzelne Typen auf die in den einzelnen geologischen Epochen abgelagerten Schichten zurückführt. Nach ARCTOWSKI würden die geothermischen Gradienten eigentlich das Klima der einzelnen Epochen widerspiegeln (27).

Das Zustandekommen der im Untergrunde des Alföld nachgewiesenen geothermischen Tiefenzonen ist aber auf die Gesetzmässigkeit der Bewegung der Tiefenwässer und auf deren Verteilung nach der Tiefe zurückzuführen. Die Tiefenwässer des Alföld sind zweierlei Ursprunges: sie sind z. T. meteorisch, z. T. problematisch.

Falls die zweifache Bewegung der im Untergrund des Alföld zirkulierenden Wässer, namentlich das Aufsteigen des wärmeren Wassers der tieferen und das Sinken des kälteren Wassers der höheren Schichten nur durch Wassermengen von einheitlicher Herkunft geregelt würde, könnten die vier verschiedenen, horizontal übereinander gelagerten Tiefenzonen nicht zustande kommen.

Am Zustandekommen dieser Zone haben — selbstredend — auch die tektonischen Verhältnisse mitgewirkt, so, dass demnach die vierteilige Zonengliederung der geothermischen Gradienten des Alföld durch gleichfalls in vier Gruppen zerfallende Wässer von viererlei Temperaturen und Bewegungsrichtungen zustandegebracht wurde. Diese Tiefenwässer sind die folgenden:

1. Das in den losen Sedimenten der Lössinseln, der sandigen und Stranddünen-Gebiete bis zu geringen Tiefen hinabsickernde meteorische Wasser, dass sich mit dem auch die tiefsten Zonen durchwanderten Wasser von problematischer Herkunft vermischt.

2. Das am Scheitel der Schutthalden und Schuttkegel bis in grössere Tiefen hinabdringende meteorische Wasser, das sich mit dem auch die tiefsten Zonen durchwanderten Wasser von problematischer Herkunft vermischt.

3. Das aus grösseren Tiefen aufsteigende Tiefenwasser, dessen Ursprung als problematisch bezeichnet werden kann.

*ad 1.* Die Vermischung der zuerst erwähnten, in geringe Tiefen hinabsickernden Oberflächenwässer mit den aus grösseren Tiefen aufsteigenden Wässern bringt die erste geothermische Tiefenzone des Alföld zustande, deren untere Grenze etwa bei 100 m angenommen werden kann und innerhalb welcher geothermische Gradienten zwischen 3—16 m anzutreffen sind.

Die geothermischen Gradienten dieser Tiefenzone zeigen in allen

Teilen des Alföld die grössten Abweichungen. Der Grund hierfür liegt nicht nur darin, dass die Temperatur des Untergrundes in diesen Tiefen noch in hohem Masse durch die Luft beeinflusst werden kann, sondern auch darin, dass die aus grösseren Tiefen beitretenen wärmeren Wässer je nach ihrer Menge, nach den stratigraphischen Verhältnissen, nach dem Verhältnis der permeablen und impermeablen Schichten recht mannigfache lokale Verschiedenheiten verursachen und somit verschiedene Gradienten hervorbringen können.

Die geothermischen Gradienten dieser Zone sind nicht nur die niedrigsten des Alföld, sondern überhaupt so auffallend niedrig, wie sie kaum noch irgendwo in Europa angetroffen werden können und dieser Umstand zeigt deutlich, dass die aus den grössten Tiefen hierher aufdringenden problematischen Wässer mit ihrer dominierenden Menge und hohen Temperatur auch die unterwegs mit sich gerissenen, sowie auch die in der höchsten Zone zirkulierenden, kälteren meteorischen Wässer dermassen erwärmen, dass sich innerhalb der ersten Tiefenzone sehr niedrige Gradienten ergeben müssen.

*ad 2.* Die Vermischung der auch in die tieferen Schichten der am Alföld den grössten Teil des Untergrundes bildenden, linsenförmig gebauten Schuttkegel und Schutthalden hinabdringenden meteorischen Wässer mit den problematischen Wässern ergibt die zwischen 100—200 m annehmbare zweite geothermische Tiefenzone, in der die Werte der Gradienten zwar noch veränderlich, aber bereits grösser, wie in der ersten Zone sind.

*ad 3.* Die Ausgestaltung der dritten Tiefenzone ist ebenso, wie bei der zweiten, auf die Vermischung der in den Sedimenten der Schuttkegel und Schutthalden bis in diese Tiefen (200—400 m) herabgelangten meteorischen und der aus noch grösseren Tiefen aufsteigenden problematischen Wässer zurückzuführen. Im Gegensatz zu der ersten und zweiten Zone zeigen jedoch die geothermischen Gradienten der dritten geothermischen Tiefenzone kaum mehr Schwankungen. Der Grund hierfür liegt darin, dass in dieser Tiefe die sowohl in horizontaler, wie auch in vertikaler Richtung die grösste Ausdehnung erreichenden Wasserbehälter des Alföld vorhanden sind. Aus diesen Tiefen kann man am leichtesten artesisches Wasser erhalten, so, dass die meisten artesischen Brunnen des Alföld auch tatsächlich durch diese Schichten gespeist werden. Hier, in dieser Tiefe besitzen die Tiefenwässer, deren Temperatur die Gradienten dieser Zone ergibt, eine viel grössere und bestimmtere horizontale Beweglichkeit, wie in den höheren Zonen.

Die Ausgestaltung der vierten geothermischen Tiefenzone des Alföld ist auf dieselben Wässer von zweierlei Herkunft zurückzuführen, wie bei der zweiten und dritten Zone, der Umstand jedoch, dass — wie bereits erwähnt wurde — die mit zunehmender Tiefe erfolgende Zunahme der

Gradienten sehr gering ist und die aus den tiefsten Bohrungen berechneten Werte sogar erheblich niedriger sind, wie jene der weniger tiefen Bohrungen dieser Zone, zeigt deutlich, dass die abkühlende Wirkung der in den Schutthalden und Schuttkegeln hinabdringenden kälteren meteorischen Wasser in einer gewissen Tiefe, die in Ermanglung einer grösseren Anzahl tiefster Bohrungen nicht genau festgestellt werden kann, durch die problematischen Wasser sehr herabgesetzt und stellenweise vielleicht gänzlich aufgehoben wird.

\* \* \*

Aus obigen Feststellungen geht hervor, dass die an irgend einer Stelle des Alföld aus den Wassertemperaturen der verschiedenen Tiefen berechneten geothermischen Gradienten für die betreffende Stelle nicht bezeichnend sein können. Der Mittelwert ist keineswegs 20 m, wenn z. B. die aus dem Wasser der verschieden tiefen artesischen Brunnen einer Ortschaft berechneten Werte 15, 18, 22, 25 m ergeben, obzwar diese Kalkulation bisher allgemein üblich war. Es ist demnach am Alföld kein einziger Punkt anzutreffen, der einen sicheren, bestimmten geothermischen Gradienten ergeben würde, denn vom Gradienten des Alföld kann auf Grund der Temperaturen des aufsteigenden Wassers nur innerhalb der oben festgestellten vier Tiefenzonen die Rede sein. Selbstredend können sich die Grenzen dieser vier Zonen je nach den tektonischen und stratigraphischen Verhältnissen nach oben und unten verschieben, so, dass die bei den einzelnen Zonen angegebenen Grenzwerte nur eine annähernde Gültigkeit beanspruchen können.

Wir können nicht nachdrücklich genug betonen, dass nach unserer Überzeugung am Alföld die aus der Temperatur des überfließenden Wassers gewonnenen geothermischen Gradienten viel verlässlicher sind, als die aus der Lufttemperatur trockener Bohrungen berechneten, sogenannten »verlässlichen« Gradienten.

Bei den letzteren lassen sich nämlich die durch die von der Oberfläche eindringende und in der Bohrung zirkulierende Luft verursachten Fehlerquellen nicht ausschalten. In erhöhtem Masse gilt dies für das Alföld, — wenn man nämlich hier die geothermischen Gradienten trockener Tiefbohrungen berechnen wollte, — denn die Wirkung des in den durchbohrten, dicht übereinander folgenden sandigen Sedimenten immer in grossen Mengen vorhandenen zirkulierenden Wassers ist viel grösser, wie jene der übrigen Faktoren anderer Gebiete. Die Temperatur des mehrere Jahre hindurch herausfließenden artesischen Wassers gibt die Temperatur des Ursprungsortes, respektive jener Zone, in der es sich längere Zeit hindurch aufhielt, viel verlässlicher wieder, wie die Luft der als »verlässlich« angesprochenen Tiefbohrungen die Temperatur der tieferen Schichten.

## V.

## DER ZUSAMMENHANG DER GEOTHERMISCHEN GRADIENTEN MIT DER STRUKTUR DES ALFÖLD.

## A) Der normale geothermische Gradient des Alföld.

Wie auch im vorhergehenden Abschnitt besprochen wurde, wird die Wirkung der die Verschiedenheit der geothermischen Gradienten des Alföld verursachenden Faktoren durch die Tiefenwässer neutralisiert, aufgehoben, woraus hervorgeht, dass die Verschiedenheit der Gradienten des Alföld durch die Tiefenwässer verursacht wird. Die Wässer zweierlei Ursprunges, die meteorischen kalten und die problematischen warmen Wässer verursachen in vom Verhältnis ihrer Mischung und somit von ihrer Temperatur, weiters vom Zeitraum ihres Aufenthaltes in den einzelnen Schichten abhängiger Weise die Verschiedenheit der geothermischen Gradienten. Die Gradienten verschiedener Grösse gliedern sodann durch einzelne bezeichnendere Werte von allgemeinerem Typ die Temperatur des Alföldes Untergrundes in geothermische Tiefenzonen. Neben den an der Ausgestaltung der geothermischen Tiefenzonen beteiligten, bezeichnenderen und allgemeineren Gradienten kommen aber in jeder Zone auch grössere und niedrigere, also aussergewöhnliche Gradienten vor.

Die an der Ausgestaltung der Tiefenzonen beteiligten geothermischen Gradienten konnten aber nur durch die meteorischen Grundwässer hervorgerufen werden. Wenn wir nämlich die Bewegungsrichtung der beiden im Untergrund des Alföld vorhandenen Wässer verschiedener Herkunft in Gedanken verfolgen, müssen wir einsehen, dass nur bei den meteorischen Wässern eine nach unten, auf den natürlichen Böschungen der Schutthalden und Schuttkegel gegen das Innere des Alföld gerichtete, kräftigere Bewegung denkbar ist. Die Richtung dieser Bewegung wird selbstredend durch die stratigraphischen Verhältnisse bestimmt, eine Tatsache, die sich bei der dritten geothermischen Tiefenzone am auffälligsten offenbart, wo dieser Vorgang in Schichten mit grösserer Mächtigkeit und horizontaler Ausdehnung stattfinden kann.

Aber auch in den anderen Tiefenzonen, wo in den häufig abwechselnden, linsenförmigen Schichten von geringerer Ausdehnung die für die dritte Tiefenzone bezeichnende, dezidierte horizontale Bewegung der Tiefenwässer nicht zustande kommen konnte, muss neben der von Rande des Beckens ausgehenden und gegen das Innere vorschreitenden Bewegung der auch im höheren Abschnitt der vierten Zone vorhandenen

meteorischen Wässer eine immerhin ausgesprochene und nicht unbeträchtliche horizontale Bewegung stattfinden.

Nur hierdurch lässt sich nämlich der Umstand erklären, dass die Temperatur des Alfölder Untergrundes in horizontaler Richtung gegliedert werden kann. Nur die horizontale Bewegung der meteorischen Wässer konnte Hand in Hand mit ihrem durch verschiedene Quantität und Temperatur gekennzeichneten Vorhandensein im Labyrinth des Untergrundes die einen einheitlicheren Charakter und bloss geringere Unterschiede aufweisen, häufigsten Gradienten, respektive Gradiententypen hervorbringen, die sich zu geothermischen Tiefenzonen zusammenfassen lassen. Nur unter diesen Umständen können für die erste geothermische Tiefenzone Gradienten von 5–10 m, für die zweite solche von 17–19 m, für die dritte 18–23 m und für den oberen Abschnitt der vierten Zone 20–24 m bezeichnend sein, welche letztere auch als die normalen geothermischen Gradienten des Alföld bezeichnet werden können, selbstredend nur in Sinne der obigen Ausführungen und nicht als ob sie mit dem für andere Gebiete normalen Gradienten von 33 m etwas zu tun hätten.

Die in horizontaler Richtung erfolgende Bewegung der tiefer hinabgelangten meteorischen Wässer kann die Hauptbewegungsrichtung genannt werden, wodurch naturgemäss auch die Erscheinung vorausgesetzt wird, dass die Bewegung der meteorischen Wässer innerhalb der zwischen die Grenzen der einzelnen Tiefenzonen eingeschlossenen Schichtenserien auch ausgesprochener und mit grösseren Mengen, wie in allen sonstigen Richtungen erfolgt.

## B) Die höheren und niedrigeren geothermischen Gradienten des Alföld.

Neben den normalen Gradienten des Alföld sind in jeder einzelnen Tiefenzone auch niedrigere und höhere Werte anzutreffen. In der ersten Zone sind z. B. neben den normalen Gradienten von 5–10 m auch niedrigere von 3–4 m und höhere zwischen 14–16 m vertreten und ähnliche Abweichungen von der Norm sind auch in den übrigen Zonen konstaterbar. Die Grösse derselben ist ihrer Tiefe nicht proportional, wenn man bei der Feststellung der Werte die normalen Gradienten als die häufigsten und allgemein gültigen für massgebend betrachtet.



Während die horizontale Bewegung der kälteren meteorischen Tiefenwässer innerhalb der einzelnen Tiefenzonen die einheitlichen, typischen, normalen Gradienten zustande bringen konnte, lassen sich die in derselben Zone mit den normalen zusammen vorkommenden, niedrigeren und höheren Gradienten nicht mehr auf die horizontale Bewegung der meteorischen Wässer zurückführen.

Wenn wir aber die Verhältnisse des Alfölder Untergrundes in Betracht ziehen, können wir auch für die Abweichungen eine entsprechende Erklärung finden. Aus den uns zur Verfügung stehenden Profilen der Tiefbohrungen kann nämlich unzweifelhaft festgestellt werden, dass im Untergrunde des Alföld die einander häufig abwechselnden Ton, Sand, tonigen Sand und sandigen Tonschichten sich linsenförmig auskeilen und dass einheitlichere und beständigere Schichten erst in Tiefen von etwa 200—400 m anzutreffen sind, die aber auch hier grösstenteils von den versunkenen Schuttkegeln und Schutthalden herstammen.

Die Tiefenwässer des Alföld können also unter den linsenförmig gelagerten Schichten überall losere, permeable Schichten finden, in denen sie — wenn auch umständlicher — von Schicht zu Schicht vordringen können, wonach also das Sinken der kälteren meteorischen und das Steigen der wärmeren problematischen Wässer innerhalb der einzelnen geothermischen Tiefenzonen und auch über deren Grenzen hinweg jedenfalls möglich ist. In dieser Weise konnten demnach neben der Hauptbewegungsrichtung der meteorischen Wässer auch Bewegungsrichtungen zweiter Ordnung im Untergrunde des Alföld zustande kommen.

So wie nun in den einzelnen geothermischen Tiefenzonen einerseits die normalen geothermischen Gradienten durch die in der horizontalen Hauptrichtung stattfindende Bewegung der meteorischen Wässer hervorgebracht werden, so werden andererseits in ganz ähnlicher Weise die abnormalen, niedrigeren oder höheren Gradienten durch die in Richtungen zweiter Ordnung erfolgenden Bewegungen der Tiefenwässer zustandegebracht. Die Richtungen zweiter Ordnung stehen senkrecht oder unter schiefer Winkel zu der Hauptrichtung, d. h. während die Bewegung in der Hauptrichtung — im grossen und ganzen — nach einer gegen das Innere des Beckens sanft geneigten, horizontalen Ebene erfolgt, wenden sich die Richtungen zweiter Ordnung senkrecht oder schief nach oben oder nach unten.

Man kann nach alledem annehmen, dass die nach Richtungen zweiter Ordnung stattfindenden Bewegungen der kalten meteorischen Wässer die höheren, jene der warmen problematischen Wässer aber die niedrigeren Werte der Gradienten verursachen. Während aber die hohen Gra-

dienten im Untergrund des Älföld nur bis in den oberen Abschnitt der vierten geothermischen Tiefenzone hinab anzutreffen sind, begegnet man den niedrigeren in allen Tiefen. Die Verbreitung der höheren Gradienten gegen die Tiefe ist beschränkt, jene der niedrigeren jedoch nicht. Wie nämlich bei der Besprechung der vierten geothermischen Tiefenzone hervorgehoben wurde, gelangen die dort figurierenden Gradienten in ihrem mit zunehmender Tiefe erfolgenden Zunehmen im Gegenteil zu den Gradienten der übrigen Tiefenzonen in einer vorläufig nicht genau bestimmbar Tiefe, beiläufig zwischen 600—800 m zum Stillstand. Demgegenüber ist die Verbreitung der niedrigeren Gradienten im Untergrunde des Älföld an gewissen Stellen unbeschränkt.

Der Grund dieser Tatsachen liegt darin, dass während einerseits die abkühlende Wirkung der kälteren meteorischen Wässer durch die warmen problematischen Wässer in den ungefähr zwischen 600—800 m gelegenen Schichten überwunden und aufgehoben wird, andererseits die erwärmende Wirkung der in grossen Mengen und mit verhältnismässig hohen Temperaturen aufwärts diffundierenden problematischen Wässer durch die meteorischen Wässer höchstens stellenweise geschwächt aber nirgends aufgehoben werden kann.

Obzwar die kalten meteorischen Tiefenwässer die Temperatur ihres Bereiches bis zu der ungefähr zwischen 600—800 m gelegenen neutralisierten Grenze abkühlen und im allgemeinen eine kältere Untergrundzone zustande bringen, ist die erwärmende Wirkung des warmen problematischen Wassers auch innerhalb der kalten Tiefenzone vorherrschend, da ja die geothermischen Gradienten des Älföld — auch wenn man nur die höchsten Werte in die Rechnung stellt, — noch immer dermassen niedrig sind, wie sie von ähnlichen Gebieten meines Wissens bisher noch nicht bekannt wurden.

Aus diesem Grunde weichen die durch die Bewegungen zweiter Ordnung der meteorischen Tiefenwässer verursachten, höheren geothermischen Gradienten bezüglich ihrer Grösse nirgends in dem Masse von den normalen Gradienten des Älföld ab, wie die niedrigen, sie stehen den normalen viel näher, wie die niedrigen, ja in manchen Tiefenzonen, wie z. B. in der dritten und vierten ist zwischen den Werten der zweierlei Gradienten sogar überhaupt kein Unterschied vorhanden. Auffallend hohe Gradienten sind im Untergrunde des Älföld nirgends zu finden, sondern nur auffallend niedrige.

Trotzdem sowohl die in der Hauptrichtung, wie auch die in den Richtungen zweiter Ordnung stattfindenden Bewegungen der Tiefenwässer den Untergrund des Älföld netzartig durchziehen können, mit dem Ergebnis,

dass die meteorischen Wässer, respektive der Untergrund des Alföld durch die problematischen Wässer erwärmt werden, sind dennoch in gewissen grösseren Abschnitten des Alföld nur normale oder nahezu normale, in anderen, auf engere Gebiete beschränkten Teilen des Untergrundes hingegen nur auffallend niedrige geothermische Gradienten anzutreffen.

Es muss demnach eine Art der Bewegungen zweiter Ordnung existieren, bei der nur die problematischen Wässer aufwärts dringen können und die ausgesprochen nach oben gerichtete Bewegung durch die von seitlichen Richtungen herantretenden meteorischen Wässer keine Störung erleiden kann.

Aus diesem Grunde sind am Alföld Gebiete vorhanden, wie z. B. der zwischen Hatvan—Szolnok—Kisújszállás—Hajdúszoboszló—Balmazújváros—Szerencs gelegene Teil, wo im Untergrund nur normale und höhere Gradienten anzutreffen sind und demgegenüber Richtungen, wo nur niedrige Gradienten auftreten. Die niedrigen Gradienten sind natürlich — gleichgültig, in welche Tiefenzone sie gehören — erheblich niedriger, wie die übrigen Werte derselben Zone.

Wenn wir zur Veranschaulichung der räumlichen Verteilung die weiter oben bekannt gegebenen geothermischen Gradienten des Alföld auf eine Karte übertragen, dann treten zwischen den stets grössere Gebiete beherrschenden höheren geothermischen Gradienten die niedrigen in höchst auffälliger Weise hervor und bezeichnen durch die Summe der Stellen, wo sie gemessen wurden — ganz ähnlich wie die aus Thermenserien konstruierten Therminenlinien — sehr deutlich gewisse Richtungen, respektive durch mehrere Linien umgrenzte Gebiete.

### C) Auf Grund der niedrigen geothermischen Gradienten bestimmbare Richtungen und Bruchlinien.

Die niedrigen geothermischen Gradienten der untersuchten Tiefbohrungen des Alföld liefern die folgenden Richtungslinien:

1. Eine ost—westliche Linie über die Ortschaften Seregélyes—Adony—Pusztaszabolcs—Dömsöd.
2. Eine nord—südliche Linie über die Ortschaften Dömsöd—Dunavecse—Harta—Paks—Baja.
3. Eine nordnordwest—südsüdöstliche Linie über die Ortschaften Seregélyes—Sárosd—Sárbogárd—Rétszilas—Gindlicsalád—Szekszárd—Bátaszék.

4. Eine nordost—südwestliche Linie über die Ortschaften Seregélyes—Sárkeresztur—Tolnanémedi—Keszőhidegkút—Majsamiklósvár—Döbrököz—Dombóvár.

5. Eine west—östliche Linie über die Ortschaften Kaposvár—Dombóvár—Bonyhád—Bátaszék—Baja.

6. Eine südwest—nordöstliche Linie über die Ortschaften Mánfa—Bonyhád—Szekszárd—Gindlicsalád—Paks—Harta.

7. Eine nordwest—südöstliche Linie über die Ortschaften Gyömrő—Cegléd—Ókéske—Kunszentmárton.

8. Eine nordnordost—südsüdwestliche Linie über die Ortschaften Hatvan—Tápiógyörgye—Tiszavárkony—Kunszentmárton.

9. Eine nordnordwest—südsüdöstliche Linie über die Ortschaften Szerencs—Taktaharkány—Tiszapolgár—Folyás—Szentmargitapuszta—Óhátpusztakocs—Nádudvar—Püspökladány—Sárrétudvari—Füzesgyarmat—Szegehalom.

10. Eine nordnordwest—südsüdöstliche Linie über die Ortschaften Hajdúnánás—Balmazújváros—Hajdúszoboszló—Berettyóújfalu.

11. Eine nordwest—südöstliche Linie über die Ortschaften Vásárosnamény—Mátészalka—Nagyecsed.

12. Eine ostnordost—westsüdwestliche Linie über die Ortschaften Pocsaj—Berettyóújfalu—Nagyrábé—Füzesgyarmat—Dévaványa—Gyoma—Szarvas—Kunszentmárton.

13. Als scheinbare Fortsetzung der vorigen eine weniger deutliche ostnordost—westsüdwestliche Linie über die Ortschaften Kunszentmárton—Csongrádi Nagymajor—Tájó—Kiskunhalas—Baja.

14. Eine nordnordost—südsüdwestliche Linie über die Ortschaften Orosháza—Békéssámson—Tótkomlós—Nagymajláth—Mezőhegyes—Magyarcsanak.

15. Eine westnordwest—ostsüdöstliche Linie über die Ortschaften Orosháza—Pusztaföldvár—Csanádapáca—Magyarbánhegyes—Reformátuskovácsháza—Lökösháza.

16. Eine nordost—südwestliche Linie über die Ortschaften Orosháza—Vásárhelykutas—Hódmezővásárhely.

Längs der in dieser Weise festgelegten Linien findet man im Gegensatz zu den durch höhere geothermische Gradienten gekennzeichneten Gebieten die nachstehenden Werte:

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Seregélyes	132	12	Újdombóvár	151	13
Adony—Pusztaszabolcs	190	16	„	240	17
„	102	11	Ódombóvár	111	10
„	160	18	Kaposvár	116	10
Dömsöd	280	16	„	224	17
Dunavecse	230	16	„	220	16
Harta	170	11	Bonyhád	228	10
Paks	110	13	Mánfa	—	—
„	70	8	Gyömrő	103	12
Baja	250	14	Cegléd	175	13
„	346	19	„	152	14
„	58	9	„	130	11
Sárosd	102	10	„	140	12
„	70	9	„	154	15
Sárbogárd	45	5	„	160	13
„	95	10	„	158	14
Rétszilas	45	5	„	127	13
Gindlicsalád	47	5	„	134	13
Szekszárd	230	12	Ókéscke	198	15
„	215	10	„	180	15
Bátaszék	80	7	Újkéscke	186	14
„	91	9	„	192	15
„	81	8	„	210	16
„	110	10	Kunszentmárton	219	13
„	115	10	„	198	15
„	80	7	Hatvan	198	12
Sárkeresztúr	64	6	„	60	5
„	65	6	Tápiógyörgye	372	15
Tolnanémedi	170	10	Tiszavárkony	185	13
Keszőhidegkút	145	11	Szerencs	134	14
Majsamiklósvár	160	11	„	98	9
„	170	11	Taktaszada	80	10
Döbrököz	170	16	„	237	18
Újdombóvár	100	10	„	179	14
„	108	10	Taktaharkány	143	12
„	123	11	Tiszapolgár	91	10
„	98	10	„	83	10

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Folyás	90	10	Dévaványa	304	18
Szentmargitapuszta	93	9	„	302	17
Óhat-Pusztakócs	40	5	Gyoma	216	15
„	70	8	„	223	13
Nádudvar	258	17	„	307	18
„	78	9	„	301	18
„	218	17	Szarvas	261	17
Püspökladány	188	16	„	273	18
„	198	14	„	436	16
„	203	14	Csongrádi nagymajor	240	17
„	200	14	Tájó	148	57
„	204	14	Harkapuszta	145	5
„	150	11	Kiskunhalas	122	14
„	275	16	„	194	13
„	205	16	Orosháza	460	16
Sárrétudvari	133	12	„	230	13
„	198	13	„	220	17
Füzesgyarmat	217	16	„	267	14
„	224	13	„	466	16
Szeghalom	291	14	„	130	12
„	278	17	„	310	16
Hajdúnánás	179	15	„	430	15
„	200	16	„	465	16
„	47	6	„	320	16
„	242	16	Békéssámson	162	12
Balmazújváros	86	7	Tótkomlós	320	16
„	67	7	„	57	6
Hajdúszoboszló	1090	16	Nagymajláth	430	19
„	69	5	Mezőhegyes	387	17
Berettyóújfalu	273	14	„	451	19
„	252	11	Királyhegyes	97	8
„	252	12	Magyarcsanád	117	14
„	289	14	Pusztaföldvár	146	9
„	298	14	Csanádapáca	447	17
„	288	14	„	447	17
Nádudvar	294	16	Magyarbánhegyes	150	11
Nagyrábé	253	14	Reformátuskovacsháza	517	18

Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m	Der Ort des Brunnens	Tiefe m	Geoth. Grad. m
Vásárhelykutas	184	17	Hódmezővásárhely	192	17
Hódmezővásárhely	232	17	„	218	20
„	196	17	„	220	18
„	223	16	„	90	10
„	201	16	Vásárosnamény	85	7
„	220	18	Mátészalka	82	8
„	220	18	„	80	7
„	210	18	Nagyecséd	78	7
„	270	20	Gencs	43	3
„	225	19	Nagykároly	51	4
„	231	19			

Längs der durch die angeführten geothermischen Gradienten bezeichneten Linien sind jene niedrigen Gradienten anzutreffen, die aus der Reihe der übrigen, in die entsprechende Tiefenzone fallenden Gradienten durch ihre Niedrigkeit in auffälliger Weise hervortreten und deren Werte am wenigsten mit ihrer Tiefe im Einklang stehen.

Von den durch die betreffenden Punkte an der Oberfläche markierten, starren, geraden Linien schneiden sich mehrere gegenseitig, wodurch die untersuchten Teile des Alföld in mehr minder grosse Felder aufgeteilt werden.

### D) Übergangsgebiete.

In den durch die Linien der niedrigen Gradienten umschlossenen Feldern findet man den durch höhere Gradienten gekennzeichneten Untergrund des Alföld. Zwischen den in diesem Sinne einander gegenüberstehenden Teilen des Alföld findet man — stellenweise — auch Übergangsgebiete, wo die durch niedrigere, respektive höhere Gradienten gekennzeichneten Gebiete des Alföld entweder mit kaum merklichem Übergang, jedoch in breitem Streifen, oder in auffälligerer Weise, jedoch in schmalerem Streifen mit einander verschmelzen.

Wo nämlich die Linien der niedrigen Gradienten nahe zueinander verlaufen, oder, wo sie das Gelände vielfach durchschneiden, findet man zwischen den Linien oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft entweder solche Tiefbohrungen vor, deren Gradienten gerade so, wie auf den Linien selbst, in allen Tiefenzonen niedrig sind — in welchen Fall man zwischen den beiden selbstredend keinen Unterschied machen kann — oder solche, bei

denen in einer oder der anderen Tiefenzone bereits höhere Gradienten auftreten können. Andererseits haben wir auch solche Linien niedriger Gradienten, die weiter von einander entfernt sind und einander nicht durchqueren. Längs dieser Linien finden wir in schmäleren Streifen Gradienten mittlerer Grösse und mitunter einzelne niedrigere Werte.

Solche Übergangsgebiete sind die folgenden :

a) Das auf die Gegend des Zusammentreffens der Linien niedriger Gradienten von Pocsaj—Kunszentmárton—Taktaharkány—Szeghalom und Hajdúnánás—Berettyóújfalú entfallende Übergangsgebiet, wo auf und zwischen den angegebenen Linien die folgenden Werte gefunden wurden :

Hajdúszovát, Bohrung 92 m tief, Gradient 8 m ; eine andere Bohrung 86 m tief, Gradient 9 m, Derecske (170 m) 11 m, (165 m) 15 m, (158 m) 15 m, (294 m) 16 m, Földes (160 m) 12 m, (130 m) 17 m, Tetétlen (91 m) 9 m, (150 m) 12 m, Sáp (206 m) 16 m, (171 m) 12 m, (212 m) 15 m, Mesterszállás (270 m) 16 m.

b) Das an der Linie Taktaharkány—Szeghalom, in der Gegend von Taktaharkány gelegene Übergangsgebiet mit den nachstehenden Bohrungen, respektive Gradienten :

Taktaszada (82 m) 10 m, (237 m) 18 m, (179 m) 14 m, Prügy (80 m) 9 m, Szerencs (130 m) 14 m, (98 m) 9 m, Hernádnémeti (202 m) 13 m.

c) Das längs, respektive zwischen den Linien Hatvan—Kunszentmárton und Gyömrő—Kunszentmárton gelegene Übergangsgebiet mit den folgenden Werten :

Gyöngyöshalász (150 m) 13 m, Vámosgyörk (150 m) 14 m, Csány (180 m) 15 m, Jászberény (240 m) 19 m, (248 m) 19 m, (230 m) 13 m, (232 m) 18 m, (222 m) 18 m, (247 m) 19 m, (257 m) 18 m, Pusztakengyel (280 m) 18 m, Nagykáta (279 m) 18 m, Abony (310 m) 16 m, (290 m) 18 m, Újszász (290 m) 18 m.

d) Das neben und zwischen den Linien Orosháza—Lökösháza, Orosháza—Magyarcsanak und Orosháza—Hódmezővásárhely gelegene Übergangsgebiet mit folgenden Werten :

Csorvás (382 m) 16 m, Csanádpalota (280 m) 19 m, Kövegy (137 m) 16 m, Apátfalva (86 m) 10 m, Makó (190 m) 18 m, (190 m) 18 m, (240 m) 18 m, (250 m) 18 m, (285 m) 19 m, (197 m) 20 m, (201 m) 18 m, (230 m) 19 m, (176 m) 19 m, (142 m) 16 m, Algyő (237 m) 18 m, Pítvaros (360 m) 19 m.

e) Das Übergangsgebiet neben der Linie Dömsöd—Baja, mit den Werten : Dunaföldvár (108 m) 12 m, Apostag (133 m) 15 m, Kunszentmiklós (196 m) 15 m.



f) Schliesslich das zwischen den auf der Ebene des Mezőség und des Komitates Tolna verlaufenden Linien niedriger Gradienten gelegene Übergangsgebiet: Belecska (170 m) 16 m, Sárszentlőrinc (300 m) 13 m u. s. w.

Von den auf Grund der geothermischen Gradienten unserer Tiefbohrungen nachweisbaren, oben angeführten Übergangsgebieten finden wir in jenem des Hajdúság die den niedrigen geothermischen Gradienten am nächsten stehenden Werte, desgleichen auch in den Komitaten Fehér und Tolna, wo der Übergang zwischen den Gebieten mit niedrigen und hohen Gradienten kaum merklich ist. Diesen gegenüber sind die zwischen und neben den Linien Hatvan—Kunszentmárton und Gyömrő—Kunszentmárton, sowie in dem Komitat Csanád gelegenen Teile des Alföld typische Übergangsgebiete, wo geothermische Gradienten mit niedrigen, mittleren und hohen Werten egal vorkommen.

Die Grenzen der Übergangsgebiete lassen sich wegen der geringen Anzahl der Tiefbohrungen nicht genauer festlegen, doch stimmen diese Gebiete alle darin überein, dass man umso höhere Werte des Gradienten findet, je weiter man sich von den Linien der niedrigen Gradienten entfernt.

Wir wollen nun in einigen Profilen die geothermischen Gradienten der durch niedrige Werte gekennzeichneten Linien, dann der durch höhere, respektive verschieden grosse Gradienten charakterisierten Gebiete mit Angabe der Tiefen vorführen, um zu zeigen, welches Mass die Unterschiede zwischen den Werten dieser verschiedenen Abschnitte des Alföld erreichen können.

Fig. 2.

Profile **a)–o)** aus den Linien niedriger Gradienten des Alföld.

Fig. 2/a)

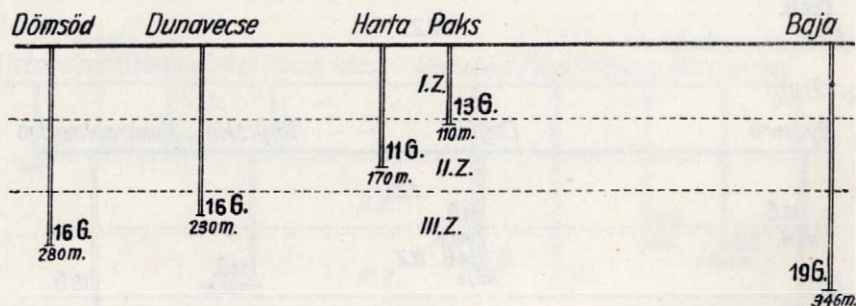


Fig. 2/b)

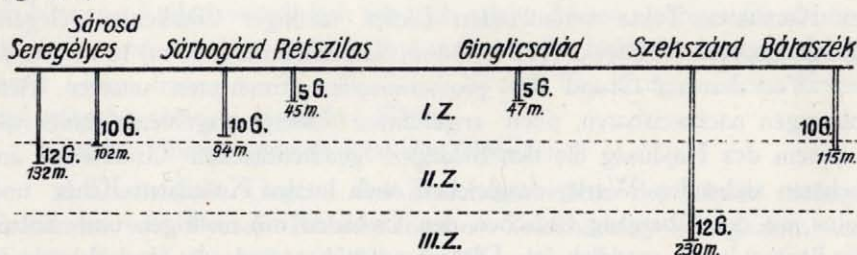


Fig. 2/c)

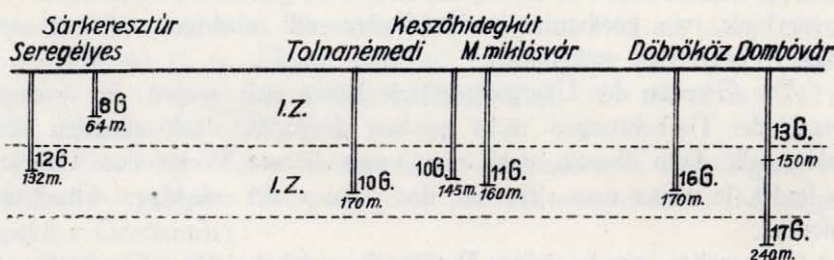


Fig. 2/d)

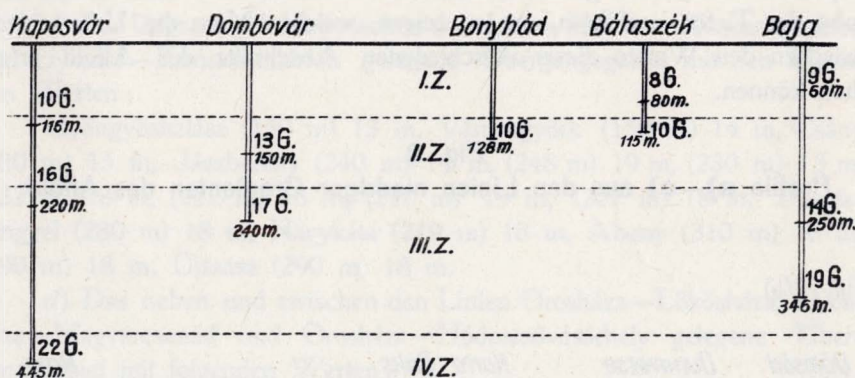


Fig. 2/e)

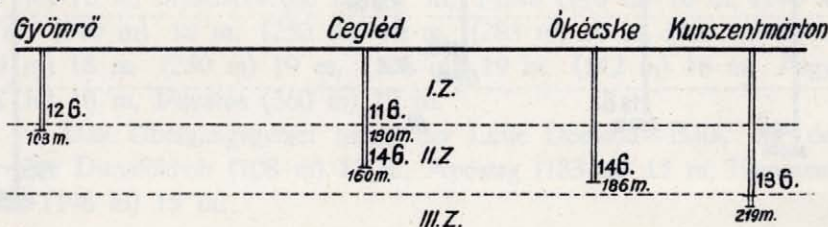


Fig. 2/f)

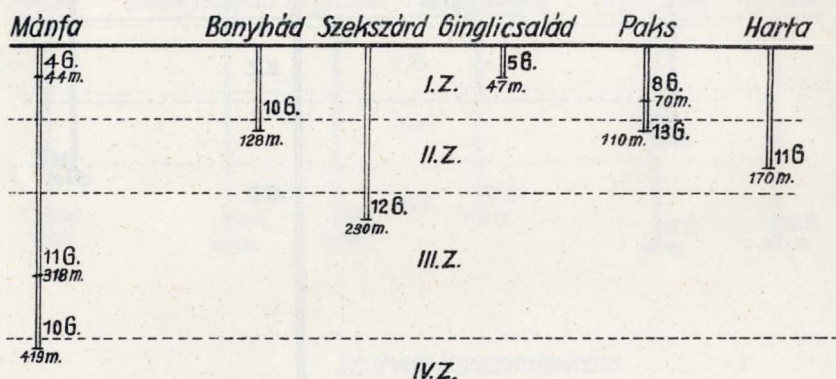


Fig. 2/g)

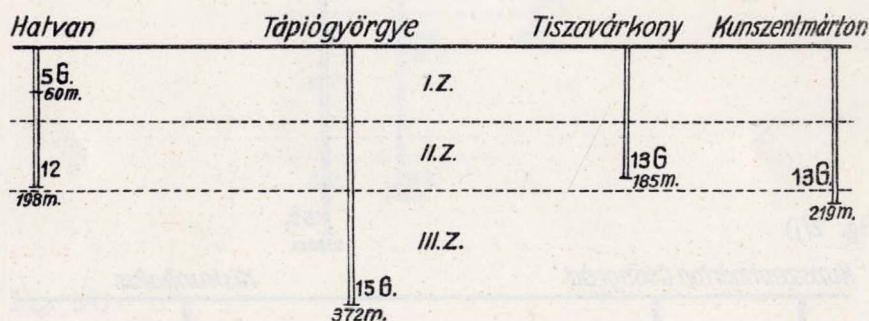


Fig. 2/h)

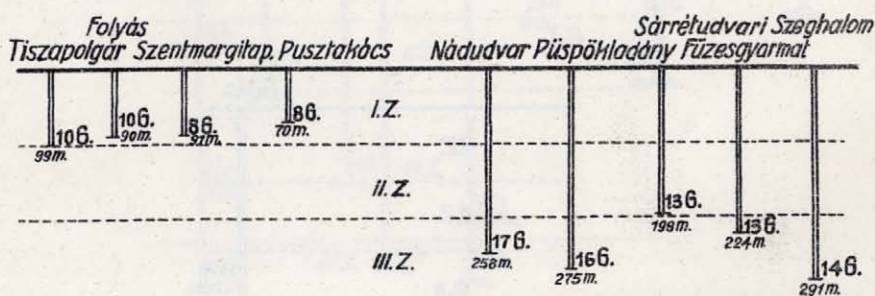


Fig. 2/i)

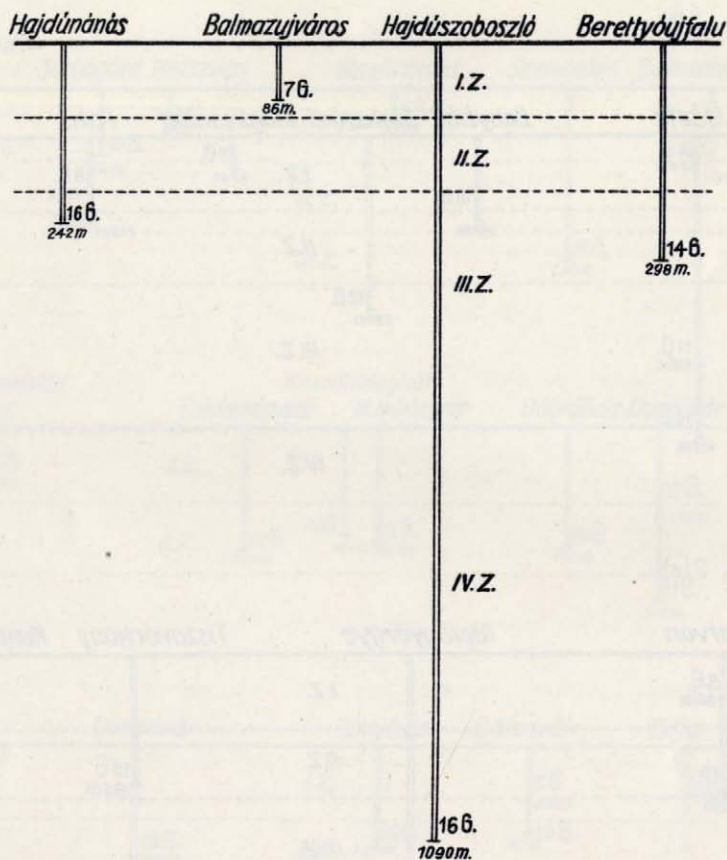


Fig. 2/j)

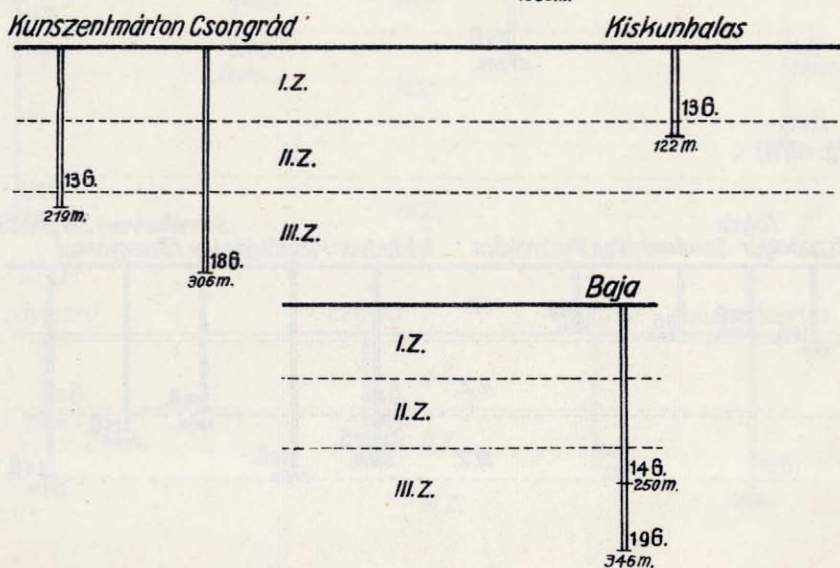
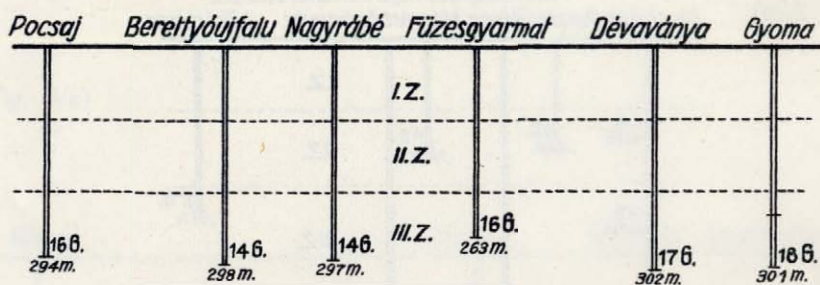


Fig. 2/k)



## Szarvas Kunszentmárton

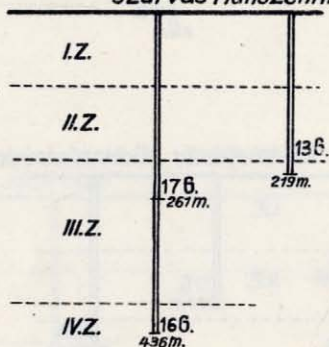


Fig. 2/l)

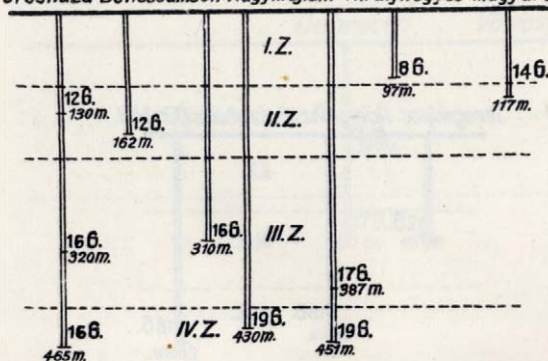
Tótkomlós Mezöhegyes  
Orosháza Békéssámsón Nagymajlath Hírályhegyes Magyarcsanak

Fig. 2/m)

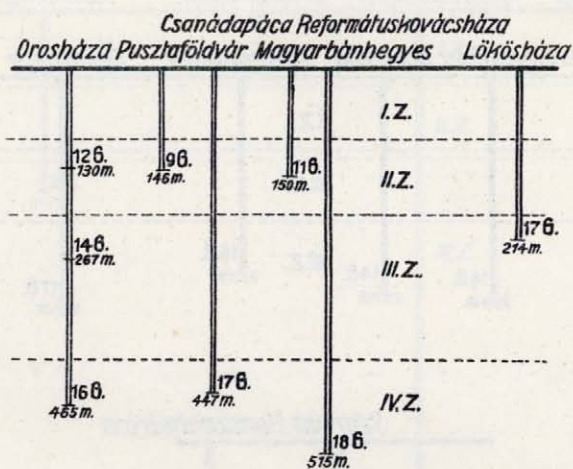


Fig. 2/n)

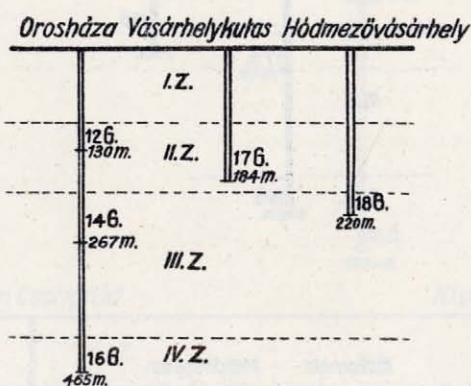


Fig. 2/o)

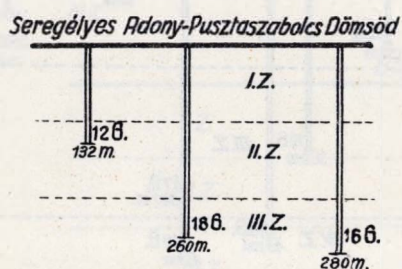


Fig. 3.

Profile **a)**–**d)** aus den Linien höherer Gradienten des Alföld.

Fig. 3/a)

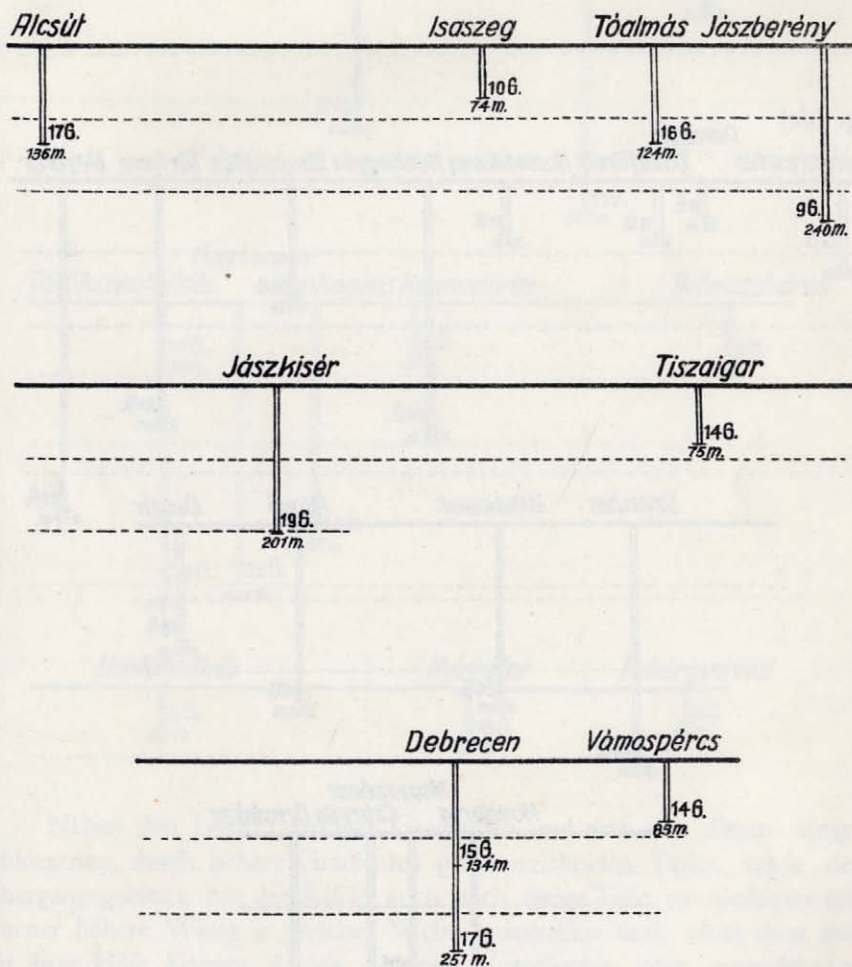


Fig. 3/b)

*Kápolna Heves Jászhsér Szajol Pusztakengyel Kunszentmárton*

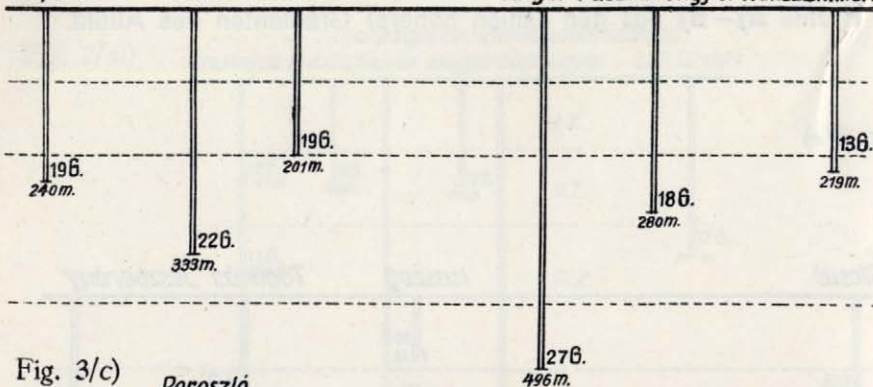
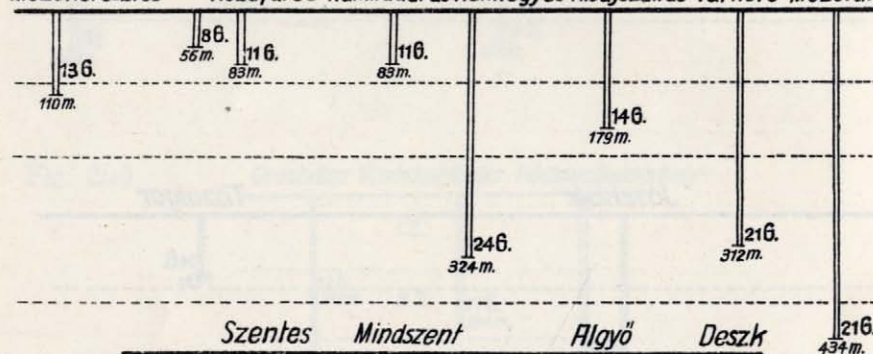
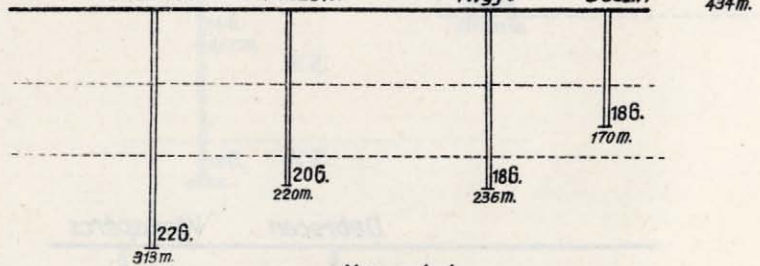


Fig. 3/c)

*Poroszló Mezőkeresztes Tiszafüred Kunmadaras Kunhegyes Kisujszállás Túrkeve Mezőtúr*



*Szentes Mindszent Algyő Deszk*



*Nagyszénás Kondoros Csorvás Orosháza*

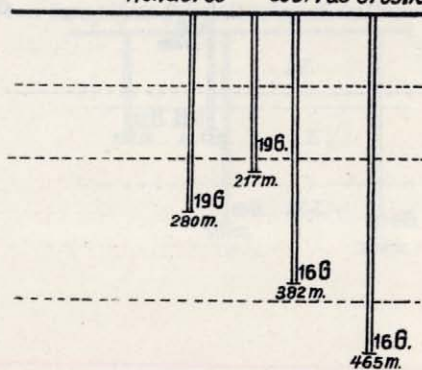
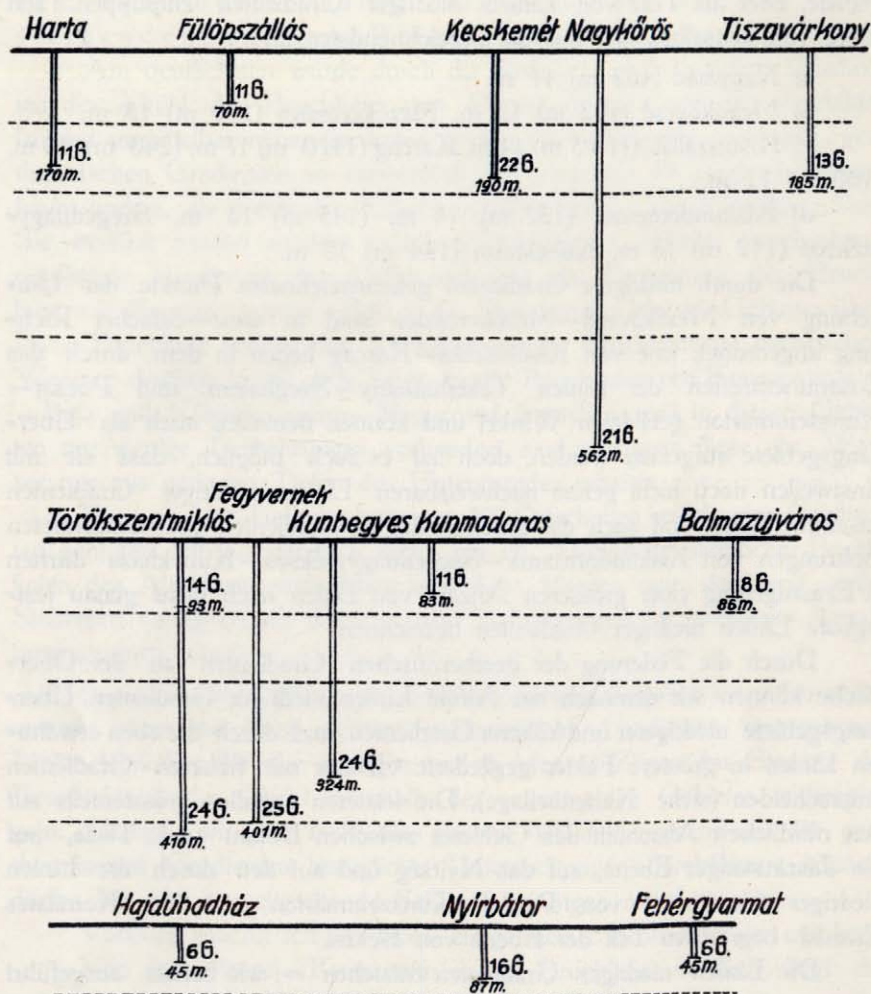




Fig. 3/d)



Neben den Linien niedriger Gradienten und den von diesen eingeschlossenen, durch höhere Gradienten gekennzeichneten Teilen, sowie den Übergangsgebieten hat das Alföld auch noch einige Teile, wo niedrigere und seltener höhere Werte in gleicher Weise anzutreffen sind, ohne dass man mit ihrer Hilfe längere Linien niedriger Gradienten oder ausgedehntere Übergangsgebiete genauer feststellen könnte. Der Grund hierfür liegt darin, dass hier nur enge Gebiete oder gar nur einige Punkte bekannt sind, doch werden sich diese — sobald die anstossenden Gebiete in dieser Hinsicht

bekannt werden — aller Wahrscheinlichkeit nach entweder als Übergangsgebiete, oder als Teile von Linien niedriger Gradienten entpuppen. Ich führe von denselben hier nur die bezeichnendsten an:

a) Nagyatád (403 m) 17 m.

b) Mezőkövesd (103 m) 12 m, Mezőkeresztes (110 m) 13 m.

c) Kisújszállás (179·5 m) 14 m, Karcag (1170 m) 17 m, (240 m) 19 m, (100 m) 11 m.

d) Kiskundorozsma (132 m) 14 m, (145 m) 15 m, Szegednagyszéksós (112 m) 13 m, Kübekháza (144 m) 15 m.

Die durch niedrigere Gradienten gekennzeichneten Punkte der Umgebung von Mezőkövesd—Mezőkeresztes sind in west—östlicher Richtung angeordnet, jene von Kisújszállás—Karcag liegen in dem durch das Zusammentreffen der Linien Taktaharkány—Szeghalom und Pocsaj—Kunszentmárton gebildeten Winkel und können demnach auch als Übergangsgebiete aufgefasst werden, doch ist es auch möglich, dass sie mit einstweilen noch nicht genau nachweisbaren Linien niedriger Gradienten zusammenfallen und auch die durch niedrigere Gradienten gekennzeichneten Bohrungen von Kiskundorozsma—Szegednagyszéksós—Kübekháza dürften in Ermangelung einer grösseren Anzahl von Daten noch nicht genau festlegbare Linien niedriger Gradienten bezeichnen.

Durch die Fixierung der geothermischen Gradienten an der Oberfläche können wir demnach am Alföld Linien niedriger Gradienten, Übergangsgebiete niedrigerer und höherer Gradienten und durch die oben erwähnten Linien in grössere Felder gegliederte Gebiete mit höheren Gradienten unterscheiden (siehe Kartenbeilage). Die letzteren entfallen grösstenteils auf den nördlichen Abschnitt des Gebietes zwischen Donau und Tisza, auf die Jászkunságer Ebene, auf das Nyírség und auf den durch die Linien niedriger Gradienten von Pocsaj—Kunszentmárton und des Komitates Csanád begrenzten Teil der Ebene von Békés.

Die Linien niedriger Gradienten entstehen — wie bereits ausgeführt wurde — durch die aufwärts gerichtete Bewegung der warmen problematischen Wässer u. zw. in der Weise, dass an diesen Linien die warmen Wässer im Untergrund freiere Wege nach oben finden, wobei sie unterwegs die Temperatur ihres Bereiches erhöhen.

Das ganze Bild der an der Oberfläche durch starre, gerade Linien angegebenen Bewegungsrichtungen des Wassers lässt sich kaum anders, als durch Bruchlinien erklären, wobei die zwischen ihnen eingeschlossenen grösseren Abschnitte des Alföld tafelförmige Schollen darstellen. Die Über-

gangsgebiete bezeichnen aber ihrerseits die Grenzen des horizontalen Umsichgreifens der aufsteigenden warmen Wässer im Untergrunde.

Am deutlichsten wurde durch die niedrigen geothermischen Gradienten des Alföld die Bruchlinie von Pocsaj—Kunszentmárton abgebildet. In und unmittelbar neben ihr treten gerade die auffälligsten niedrigen geothermischen Gradienten so massenhaft auf, dass sich ihr Zustandekommen kaum anders, als durch das Mitwirken tektonischer Ursachen erklären lässt. Sie verläuft parallel zu dem zwischen Ungvár und Hatvan annehmbaren nördlichen Randbruch des Alföld und geht als Fortsetzung der Bruchlinie von Kunszentmárton—Baja in das Streichen des Mecsek-Gebirges über. Diese Bruchlinie scheint den Rückgrat unseres Bruchsystems darzustellen. Weniger deutlich lassen sich hingegen die Bruchlinien von Kunszentmárton—Baja und Vásárosnamény—Nagyecsed feststellen, weil in diesen Gebieten nur wenige Tiefbohrungen vorhanden sind und auch diese ihr Wasser nur aus geringen Tiefen des Untergrundes erhalten.

Die aus 540 Tiefbohrungen von 227 Ortschaften berechneten Gradienten genügen selbstverständlich nicht, um die Auffindung sämtlicher Bruchlinien des Alföld zu ermöglichen und diese können nur dort mit voller Sicherheit nachgewiesen werden, wo Tiefbohrungen in grösserer Anzahl unternommen wurden.

Immerhin kann schon nach unseren bisherigen Angaben kaum bezweifelt werden, dass die durch niedrige geothermische Gradienten angegebenen Linien lebendige Brüche anzeigen und in grossen Zügen das System der Bruchtektonik des Alföld innerhalb des untersuchten Gebietes widerspiegeln. Solange wir aber nicht am ganzen Alföld wenigstens auf die geothermischen Gradienten bezügliche Untersuchungen durchführen können, dürfen wir uns in weitgreifende Schlussfolgerungen nicht einlassen.

Vorläufig möchte ich hier bloss einige meiner Beobachtungen anführen.

Von der Pocsaj—Kunszentmártoner Bruchlinie nördlich liegt der wasserarme, südlich der wasserreiche Teil des Alföld.

Der vorwiegend, stellenweise bis zu 80—90% aus Ton bestehenden Schichtenserie des nördlichen Jász-kunságer und z. T. auch des Hortobágyer Tafelstückes steht der aus den gröbereren Sedimenten der Schutthalden und Schuttkegel bestehende Komplex der südlichen Tafeln im Aufbau und in der Situation der Schichten als direktes Gegenteil gegenüber. Die Auffassung z. B., nach der von zwei durch dieselbe wasserführende Schichte gespeisten artesischen Brunnen der später gebohrte

den Wasserertrag des älteren herabsetzen kann, ist in erster Linie für den nördlichen wasserarmen Teil des Alföld gültig. Gute Beispiele hierfür liefern unter anderen die in Debrecen und in der Umgebung von Törökszentmiklós gebohrten Brunnen.

Auf den so erhaltenen Bruchlinien oder in deren unmittelbarer Nähe sind die an Erdgasreichsten Tiefbohrungen des Alföld anzutreffen. Einen Teil der zwischen Donau und Tisza gelegenen, sowie der transdanubischen Bruchlinien abgerechnet, sind aus allen auf die übrigen Bruchlinien entfallenden Tiefbohrungen Gaseruptionen bekannt geworden, von denen die ausgiebigsten sogar gerade auf den Linien selbst anzutreffen sind, namentlich:

Auf der Bruchlinie von Hajdúnánás—Berettyóújfalu die Bohrungen von Hajdúszoboszló und Berettyóújfalu, auf jener von Taktaharkány—Szeghalom die auch trockenes Gas liefernde Bohrung von Pusztakocs, ferner die Bohrungen von Nádudvar, Püspökladány, Biharnagybajom, auf der Bruchlinie von Pocsaj—Kunszentmárton die Bohrungen von Esztár, Berettyóújfalu, Nagyrábé, Szarvas, Csongrád, auf jener von Orosháza—Lökösháza die Bohrungen von Orosháza, Csorvás, Csanádapáca, Reformátuskovács-háza, Kunágota, Kevermes, auf der Bruchlinie von Orosháza—Magyarcsanak die Bohrungen von Tótkomlós, Békéssámson, Nagymajláth, Ambrózfalva, Pitvaros und Mezöhegyes. Alle diese Tiefbohrungen liefern z. T. schon seit längeren Zeiten grössere Gasmengen. Dies kann keineswegs als zufällig betrachtet werden, denn solche Zufälle sind in der Natur unmöglich.

Wenn wir an den Umstand denken, dass die Gase gelegentlich ihrer Dilatation die Temperatur ihres Bereiches erheblich abkühlen, müssten die Gasvorkommnisse und die niedrigen Gradienten einander gegenseitig ausschliessen, wenn die Bruchlinien nicht auch gleichzeitig die grössere Bewegungsfreiheit der warmen Tiefenwässer ermöglichten, die dann trotz der Gasvorkommnisse die niedrigen Gradienten hervorbringen. Würden die durch niedrige Gradienten gekennzeichneten Linien nicht zugleich Wunden der Erdkruste darstellen, aus denen die Tiefenwässer z. T. unter Mitwirkung der in grösseren Mengen vorhandenen Gase in viel rascherem Tempo, unter viel kürzerer Zeit an die Oberfläche gelangen können, wie die kälteren Wässer der durch höhere Gradienten gekennzeichneten Teile des Alföld, könnte von einem derartigen Unterschied der Gradienten kaum die Rede sein. Diese Unterschiede sind aber vorhanden!

Unsere Bruchlinien fallen mit den bisher nachgewiesenen seismotektonischen Bruchlinien

entweder zusammen, oder sie verlaufen zumindest in denselben Richtungen. Für beide Kategorien sind NW—SO und SW—NO die Hauptrichtungen, wobei das Alföld durch beide Systeme in ähnliche Felder aufgeteilt wird (28).

Unsere Bruchlinie von Dombóvár—Seregélyes ist in ihrem Abschnitt zwischen Dombóvár und Majsamiklósvár identisch mit der seismotektonischen Linie von Pincehely—Belecska, im Abschnitt zwischen Majsamiklósvár und Seregélyes parallel zur seismotektonischen Linie von Szil—Kaposvár.

Unsere Linie Mánfa—Harta ist mit der seismotektonischen Linie Pécs—Szekeşzárd identisch.

Unsere mit der Flussrichtung des Sárviz zusammenfallende Bruchlinie Seregélyes—Bátaszék ist in ihrem nördlicheren Teil mit der seismotektonischen Linie von Mór identisch, gegen S weicht sie aber von derselben in südsüdöstlicher Richtung ab.

Unsere Bruchlinie Gyömrő—Kunszentmárton fällt mit der seismotektonischen Linie Gomba—Cegléd—Ókéske—Szentés zusammen, respektive sie verläuft parallel zur seismotektonischen Linie Esztergom—Budapest—Kecskemét—Kiskunfélegyháza.

Unsere Bruchlinie Hatvan—Gyöngyöshalász verläuft parallel zur nahe gelegenen seismotektonischen Linie Gomba—Jákóhalma und fällt mit jener von Csány—Gyöngyös zusammen.

Unsere Bruchlinie Mezőkövesd—Mezőkeresztes ist parallel zur seismotektonischen Linie Eger—Miskolc.

Unsere Bruchlinie Hernádnémeti—Taktaharkány—Szerencs stimmt mit der seismotektonischen Linie Meggyaszó—Tálya—Tokaj überein.

Die Richtung unserer Bruchlinie Mátészalka—Nagyecsed ist identisch mit jener der seismotektonischen Linie Halom—Ádorján.

Unsere Bruchlinien Hajdúnánás—Berettyóújfalu, sowie jene von Taktaharkány—Szeghalom verlaufen parallel zu den seismotektonischen Linien Bükkzsér—Mezőkövesd, respektive Gomba—Szentés.

Unsere Bruchlinie Pocsaj—Kunszentmárton fällt mit den seismotektonischen Linien Nagykároly—Szentjób und Koly—Füzesgyarmat zusammen.

Unsere Bruchlinie Kunszentmárton—Baja fällt mit der seismotektonischen Linie Ókéske—Kiskunfélegyháza—Kiskunhalas zusammen und verläuft jener von Bátaszék—Pécs parallel.

Unsere Bruchlinie Orosháza—Lökösháza, sowie auch jene von Szeged—nagyszéksós—Makó zeigen einen mit der seismotektonischen Linie Varjas—Vinga identischen Verlauf.

Unsere Bruchlinie Kiskundorozsma—Kübekháza scheint die Fortsetzung der seismotektonischen Linie Budapest—Kiskunfélegyháza darzustellen.

Der Verlauf unserer Bruchlinie Orosháza—Magyarcsanak ist mit jenem der seismotektonischen Linien Arad—Temesvár—Vinga, respektive Varjas—Románköcse identisch.

Unsere Bruchlinie Orosháza—Hódmezővásárhely verläuft parallel zur seismotektonischen Linie Ókéske—Kiskunhalas (29).

Demgegenüber sind mit unserer Bruchlinie Dömsöd—Baja, sowie mit dem gegen SO schwenkenden grösseren Abschnitt unserer der obigen parallelen Linie Seregélyes—Bátaszék korrespondierende seismotektonische Linien am Alföld bisher noch nicht nachgewiesen worden.

Die auf Grund der niedrigen geothermischen Gradienten festgestellten Bruchlinien des Alföld spiegeln also dieselbe Tektonik wider, wie die Linien der seismischen Struktur. Auch durch unsere Bruchlinien wird — wie bereits erwähnt wurde — das Alföld in tafelförmige Schollen zerteilt, mit dem Unterschied, dass in der Mitte des Alföld, innerhalb der von den Ortschaften Nyiregyháza—Berettyóújfalu—Füzesgyarmat—Békéscsaba—Battonya—Zenta—Újvidék—Zombor—Baja—Kiskunhalas—Szentés—Kunszentmárton—Szolnok—Tiszafüred—Büdszentmihály umgrenzten, für aseismisch angenommenen Scholle die Linien der inneren Struktur nur stellenweise und minder deutlich durch die aus den umliegenden seismischen Gebieten ausgehenden Erdbebenwellen angedeutet werden, wogegen mehrere der auf Grund niedriger geothermischer Gradienten nachweisbaren Bruchlinien, wie z. B. jene von Pocsaj—Kunszentmárton, ferner jene des Hajdúság, des Komitates Békés und der Umgegend von Szeged sich als tektonische Linien auch innerhalb der Grenzen der aseismischen Scholle sehr deutlich zu erkennen geben.

Unter den bisher bekannten seismotektonischen Linien des Alföld gibt es demnach auch solche, deren Richtung, ja sogar deren Existenz kaum, oder nur in Spuren nachgewiesen werden konnte, da hierzu bloss auf schwache, räumlich beschränkte, lokale Erdbeben bezügliche Beobachtungen zur Verfügung standen, so dass sie — nach RETHLY — neben den bei der Ausgestaltung der Tektonik des Alföld die Hauptrolle spielenden Strukturlinien ersten Ranges bloss als Linien zweiter Ordnung in Betracht kommen konnten. Ein Teil dieser letzteren gab sich nun an der Hand unserer durch niedrige Gradienten gekennzeichneten Bruchlinien deutlicher zu erkennen, wonach sie nunmehr zu den Linien ersten Ranges vorrücken können.

Am schönsten zeigt sich dies im Falle der seismotektonischen Linien des Érmellék und der Ortschaften Szentés—Kiskunhalas. Diese beiden seismotektonischen Bruchlinien bezeichneten längs des Érmellék, sowie auch

im Abschnitt zwischen Szentes und Kiskunhalas stets die Hauptrichtungen häufiger Erdbeben, sie konnten jedoch am Érmellék bloss von Nagykároly bis Füzesgyarmat, respektive bloss südwestlich von Szentes gegen Kiskunhalas nachgewiesen, in dem diese beiden Richtungen verbindenden aсейsmischen Abschnitt zwischen Füzesgyarmat—Szentes aber nur vermutet werden. Unsere auf Grund der niedrigen Gradienten festgelegte Bruchlinie Pocsaj—Kunszentmárton—Baja fällt aber mit den obigen beiden seismischen Richtungslinien zusammen, wonach also auch der zwischen Füzesgyarmat—Szentes bisher bloss vermutete Teil jener gewaltigen, von der Ortschaft Túrterebes bis zum Mecsek-Gebirge verlaufenden Bruchlinie sich auf das deutlichste zu erkennen gibt, die einesteils den südlichen Randbruch der nordöstlichen Bucht des Alföld bezeichnet, andererseits die in der Mitte des Alföld gelegene — nach RÉTHLY aseismische — Scholle in eine nordöstliche und eine südwestliche Hälfte zerteilt.

Der im Umkreis von Békéscsaba—Sarkad—Füzesgyarmat—Kevermes bloss in Spuren nachweisbaren, jedoch bisher nicht genauer festlegbaren seismotektonischen Linie, oder wenigstens einem nahe verwandten Ebenbild derselben dürfte unsere in der Flussrichtung des Fehérkörös verlaufende Bruchlinie Taktaharkány—Szeghalom entsprechen und auch die bisher nicht kartierte Verbreitungsrichtung der als lokale Erscheinungen angesprochenen Erdbebenwellen von Baja wird nunmehr durch unsere Bruchlinie Kiskunhalas—Baja deutlich gezeigt.

Längs unserer Bruchlinien, respektive in deren wahrscheinlicher Fortsetzung, besonders aber an den Stellen, wo sie sich schneiden, ist eine sehr ansehnliche Anzahl der z. T. heilkräftigen, heissen und lauen Thermen des Alföld und des Grossen Ungarischen Beckens anzutreffen.

Längs unserer Bruchlinie Eszeny—Mátészalka—Nagyecsed, respektive in deren nördlicher und südlicher Verlängerung liegen der Reihe nach die Heil-, respektive Thermalquellen von Iványi, Szobránc, Ungvár, Óvári, Zálnok und Szilágynagyfalu.

In der nördlichen Verlängerung unserer Bruchlinie Taktaharkány—Szeghalom liegen die Thermen von Bekecs, Mád, Erdőbénye, Alsókéked und Velejte, in der südlichen jene von Menyháza, Alváca und Bohol.

In der nördlichen Verlängerung unserer Bruchlinie Hajdunánás—Berettyóújfalu liegen die Thermal-, resp. Heilquellen von Zemplén, Bés, Iványi, Szobránc, in der südlichen jene von Hajdúszoboszló, Félixfürdő, Püspökfürdő, Gyepes, Tenke und Biharfürdő.

Längs unserer Bruchlinie Gyömrő—Kunszentmárton finden wir die

Heil- und Thermalquellen von Jászkarajenő, respektive in deren Verlängerung jene von Budapest und Esztergom.

An oder unweit unserer Bruchlinie Seregélyes—Bátaszék liegen der Reihe nach die Heilquellen von Várpalota, Bodajk, Moha, Székesfehérvár, Alsóalap und Felsőalap.

In der Bruchlinie Harta—Mánfa liegt die Therme von Mánfa.

In der Verlängerung der Bruchlinie Dömsöd—Baja liegen die Heilthermen von Budapest.

An der Bruchlinie Kunszentmárton—Pocsaj, respektive in deren Verlängerung sind Konyár, Büdössár, Máriavölgy und Bikszád anzutreffen.

In unserer Bruchlinie Kiskundorozsma—Hódmezővásárhely finden wir die Thermen von Orosháza und die Heilquellen von Gyopáros..

In der Bruchlinie Kiskundorozsma—Kübekháza finden wir die Heilquelle von Dorozsma, respektive in deren Nähe die Therme von Szeged.

Die wahrscheinliche Fortsetzung mehrerer Bruchlinien betrifft die verschiedenen, das Alföld umschliessenden Gebirge an wichtigen Stellen, die zugleich bedeutenderen Linien des tektonischen Baues entsprechen. Besonders beachtenswert sind in dieser Hinsicht unsere dem Keleti Középhegység (Östliches Mittelgebirge) zustrebenden Bruchlinien. Zwischen die auf das Alföld blickenden Pfeiler des Keleti Középhegység ragen nämlich — in Keilform — neogene Ablagerungen hinein, wobei die dreieckigen Tafeln der einzelnen Pfeiler durch die Randbrüche des Alföld umschlossen werden. Von diesen Randbrüchen stellen nun aber mehrere die direkte Fortsetzung unserer Bruchlinien dar.

Die südliche Fortsetzung unserer Bruchlinie Mátészalka—Nagyecsed strebt der Mitte des zwischen den Kulissen der Meszes- und Réz-Gebirge gelegenen grossen Szilágyságer Tertiärbeckens zu, ihre weitere Fortsetzung gegen SO aber ist in den jenseits des Érmelléker grossen Randbruches gelegenen Beckenteilen unsicher. Seine nördliche Fortsetzung scheint an der Spitze des zwischen die Gebirge Tokaj-Hegyalja und Vihorlát hineinragenden, im Tertiär eingesunkenen Gebietes, an der Perm (?) — Trias-Scholle von Homonna ihren Abschluss zu finden.

Unsere Bruchlinie Hajdúnánás—Berettyóújfalu mündet gegen S in das gesunkene Gebiet des die Gebirge Kodru und Bihar von einander trennenden, grossen pannonischen Grabens von Belényes, respektive in die Linie des südwestlichen Randbruches des Bihar-Gebirges, in ihrer nördlichen Fortsetzung aber in die das Tokaj—Hegyalja-Gebirge vom Alföld abgrenzende Bruchlinie.



Die südliche Verlängerung unserer Bruchlinie Taktaharkány—Szeghalom kann als die direkte Fortsetzung der südlichen Grenze des Bihar-Gebirges, namentlich der gewaltigen Verwerfungslinie Fehérkörös—Talmács aufgefasst werden, während ihre nördliche Fortsetzung in eine der östlichen oder eventuell westlichen Randbrüche des Tokaj—Hegyalja-Gebirges mündet.

Die östliche Fortsetzung unserer Bruchlinie Orosháza—Lökösháza strebt gleichfalls der pliozänen Tafel des Fehérkörös-Flusses zu und kann hier als die Verlängerung des nördlichen Alföld-Randbruches des Hegyes-Drócsa-Gebirges angesehen werden.

Auch die nordwestliche Fortsetzung unserer Bruchlinie Hatvan—Kunszentmárton mündet in eine wichtige tektonische Linie, namentlich in den das Mátra-Gebirge vom Cserhát-Gebirge trennenden Zagyva-Graben.

Unsere Bruchlinie Gyömrő—Kunszentmárton scheint gegen NW die direkte Fortsetzung der Bruchlinie Budapest—Esztergom darzustellen. Dieser charakteristische Bruch wurde bereits von CHOLNOKY (30) und neuestens auch von HORUSITZKY im Zusammenhange mit dem artesischen Brunnen von Gyömrő erwähnt, wobei letzterer aus der auffallend hohen Temperatur dieses Brunnens gleichfalls zu dem Schlusse gelangt, dass sich durch die Ortschaft Gyömrő eine sehr junge Bruchlinie dahinzieht (31).

Die südwestliche Fortsetzung der Bruchlinie Harta—Mánfa mündet in den nordwestlichen, die südwestliche Fortsetzung unserer Bruchlinie Kunszentmárton—Baja aber in den südöstlichen Randbruch des Gebirges von Pécs, während unsere Bruchlinie Dombóvár—Bátaszék mit dem nordöstlichen Randbruch dieses Gebirges identisch zu sein scheint.

Aber auch unsere übrigen Bruchlinien sind sämtlich sehr wichtige tektonische Linien des Alföld.

Unsere Bruchlinien bilden Strahlenbündel, die aus einzelnen Zentren ausgehend fächerförmig verlaufen und das Alföld in tafelartige Schollen zertheilen. Derartige Zentren lassen sich beiläufig an den folgenden Stellen fixieren:

1. In die Gegend der Perm—Trias-Scholle von Homonna konvergieren die an der Ausgestaltung der nordöstlichen Bucht des Alföld beteiligten Bruchlinien: Nagyecsed—Vásárosnamény, Berettyóújfalu—Hajdúnánás, eventuell Szeghalom—Taktaharkány und höchstwahrscheinlich auch die Verlängerung der bereits ausserhalb unseres durchforschten Gebietes gelegenen Bruchlinie Huszt—Ungvár.

2. Aus der Gegend der Daziteruptionen des Csetrás-Gebirges als Zentrum gehen die nordwestlichen Verlängerungen unserer Bruchlinien

Hajdúnánás—Berettyóújfalu, Taktaharkány—Szeghalom und Orosháza—Lökösháza aus.

3. Aus der bei Orosháza gelegenen Spitze der pannonischen Tafelscholle von Vinga als Zentrum divergieren gegen Südwest, Süd und Südost strahlenförmig die Linien Orosháza—Lökösháza, Orosháza—Magyarcsanak und Orosháza—Hódmezővásárhely.

4. Aus der Gegend des Granitmassivs, respektive des kristallinen Schiefer-Grundgebirges der Papuk- und Garic-Gebirge divergieren fächerförmig die südwestlichen Verlängerungen unserer Bruchlinien Dombóvár—Seregélyes, Mánfa—Harta und Baja—Kunszentmárton—Pocsaj.

5. Aus der Triasscholle von Esztergom gehen in radialen Richtungen die nördlichen Verlängerungen unserer Bruchlinien Gyömrő—Kunszentmárton, Dunavecse—Baja und Seregélyes—Dombóvár aus.

6. Die Bruchlinien Dunavecse—Baja und Seregélyes—Bátaszék treffen sich in der Gegend der Vereinigung der Donau und Dráva.

Unsere von SW gegen NO verlaufenden Bruchlinien Hatvan—Gyöngyöspüspöki, Mezőkövesd—Mezőkeresztes, Hernádnémeti—Szerencs bezeichnen den nördlichen Randbruch des Alföld und ihre nordöstliche Fortsetzung würde nach PRINZ (32) am westlichen Saum des Tokaj—Hegyálja-Gebirges verlaufen, doch ist es, wenn auch noch nicht erwiesen, so doch wahrscheinlicher, dass sie sich in der nördlichen Bruchlinie der Nyiréger Tafel, über den Abschnitt Tokaj—Csap der Tisza bis Munkács erstreckt.

Einem Gebiet, dessen Bau mit dem System der aus den oben angegebenen Zentren radial ausgehenden Bruchlinien — wahrscheinlich — übereinstimmt, begegnen wir auch jenseits der Donau, denn auch dort werden die aus dem Bacher-Gebirge als dem einen Zentrum strahlenbündelförmig gegen NO verlaufenden longitudinalen orographischen Linien durch die vom Wiener Becken als zweitem Zentrum radial gegen W und SW verlaufenden transversalen Linien durchkreuzt. (Siehe die zitierten Arbeiten von CHOLNOKY und LÓCZY senior).

Diese Linien bezeichnen zwar im allgemeinen orographische Richtungen, doch ist es wahrscheinlich, dass auch das Bruchliniensystem dieses Gebietes mit diesen Linien übereinstimmend orientiert ist. Leider ist dieses Gebiet bezüglich seiner aus den geothermischen Gradienten rekonstruierbaren Tektonik noch nicht bearbeitet, so, dass einstweilen bloss angenommen werden kann, dass auch die transdanubischen orographischen Linien — ähnlich wie die Bruchlinien des Alföld — in voller Harmonie mit den das Sinken des Grossen Ungarischen Beckens überdauernden, inneren Zeugengebirgen entstanden und somit die beiden Gebiete in ihrer Tektonik vollkommen übereinstimmend und von einander abhängig sind und dass sie im

grossen und ganzen gleichartige Produkte der Auflösung des Massivs der Tisia darstellen.

Die auf Grund der niedrigen geoth. Gradienten nachgewiesene brüchige Tektonik des Alföld ist in vielen Beziehungen ähnlich, wenn auch nicht identisch, mit den z. T. auf Beobachtungen in der Natur, z. T. auf Experimenten beruhenden Erfahrungen jener ausländischen Autoren, von denen wir an dieser Stelle unter anderen A. LOSSEN (34), M. STAPFF (35), BITTNER (36), K. GILBERT (37), A. AMMON (38), A. ROTHPLETZ (39), W. KRAUS (40), E. FRAAS (41) nennen und deren Resultate durch E. SUESS zusammengefasst wurden (42).

SUESS lenkt die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dass das mittel-europäische varistische Gebirgssystem zwischen der Linie der Donau und dem Fenoskandinavischen Schild von einem auffälligen Bruchliniensystem durchzogen wird, das in seinem südlichen Teil gegen SW, im nördlichen gegen NNW verläuft (Linie der Donau, Rand des Bayrischen Waldes, Linie der Elbe). Dieses Bruchsystem ist unabhängig von der älteren Tektonik dieses Gebietes und erinnert an das System von Linien, das in den Torsionsexperimenten D'AUBRÉE'S zustande kam.

Ganz ähnlich scheint auch das von mir in der Tiefe des Alföld konstatierte System von Bruchlinien zu sein, da es in keiner Weise z. B. mit dem Hauptstreichen der Karpaten in Zusammenhang gebracht werden kann, es dürfte also etwas ähnliches sein, wie die Diaklasen von E. SUESS, bei deren Entstehung nicht die orogenen Kräfte, sondern bloss Spannungserscheinungen mitgewirkt haben.

Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, genauer festzustellen, in welchem Verhältnis das System der Strukturlinien des Alföld zu dem am Rande des Alföld erhalten gebliebenen starren Schollen steht, denen es seine Entstehung verdankt.

Die Bruchtektonik des Alföld steht im völligen Gegensatz zu den neueren Ausführungen PÁVAI VAJNA'S, nach dessen Ansicht nicht nur die jungtertiären Becken Mittel- und Südeuropas, sondern auch das Grosse Ungarische Becken und innerhalb desselben auch das Alföld durch die gebirgsbildenden Kräfte in ihrer ganzen Ausdehnung systematisch gefaltet wurden (43). PÁVAI VAJNA sieht in den Falten der ungarischen Becken die auch in die Becken sich fortpflanzenden Ausläufer der alpinen und karpatischen Falten und nach seiner Ansicht wären nicht nur die jungtertiären, sondern auch die geschichteten pleistozänen Sedimente des Alföld in miteinander und mit den alten Faltungen der umschliessenden Gebirge parallele Falten gelegt, so, dass von einer brüchigen Struktur des Alföld seiner Meinung nach keine Rede sein könnte (44). Durch unsere Ergebnisse wird

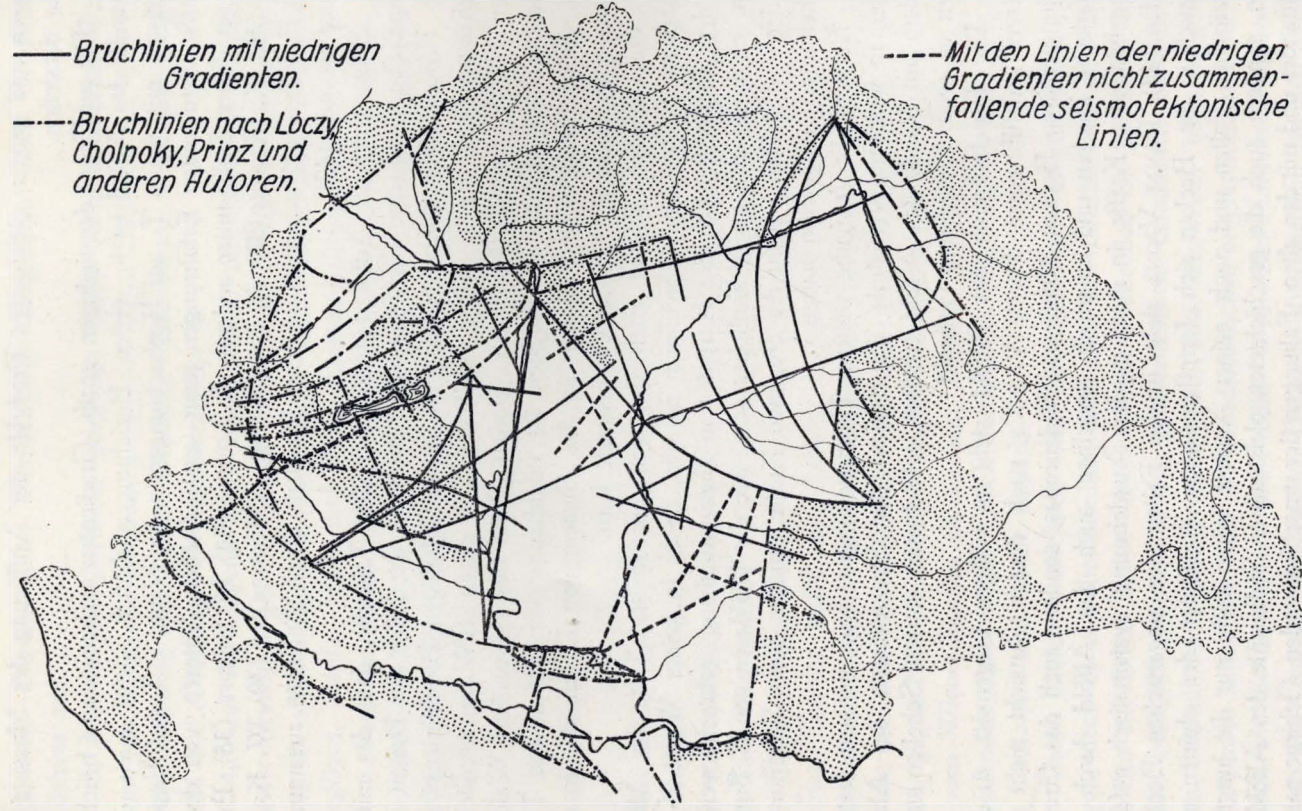


Fig. 4. Die Bruchliniensysteme im W-lächen Teil des Grossen Ungarischen Beckens auf Grund der Literatur.

nun diese Behauptung widerlegt und anderseits die ältere Anschauung Lóczy seniors und seiner Mitarbeiter vollauf gerechtfertigt, wonach unsere inneren Gebirge keine Ketten alpinen Charakters, sondern dem aus Mitteleuropa bekannten Typus der Schollengebirge zugehörig sind und dass die Ausgestaltung dieser Gebirge im engsten harmonischen Zusammenhang mit dem Zustandekommen des Grossen Ungarischen Beckens, respektive des Alföld steht (45).

Wenn wir die Bruchstruktur im Inneren des Alföld bisher hauptsächlich nur auf Grund der seismotektonischen Beobachtungen, oder der am Rande des Alföld konstatierten, von Sedimenten verdeckten, jedoch dem Anscheine nach einwärts gerichteten Bruchlinien voraussetzen konnten, geht aus unserem Bruchliniensystem nunmehr deutlich die Richtigkeit der bisher bloss im Wege von Schlussfolgerungen gewonnenen Annahme hervor, wonach Innerungarn durch eine Bruchtektonik gekennzeichnet ist und das Alföld ein durch junge Alluvien und Sedimente verdecktes Mosaik gesunkener Schollen darstellt.

Jenes „Orientalische Festland“ (46), oder mit anderen Worten jener Teil des Tisia-Massivs, der aus den eingesunkenen Ruinen der karbonischen Gebirgssysteme zusammengesetzt, bis zum Anfang des Neogens an der Stelle des Alföld emporragte und dessen übriggebliebene Schollen nun die Inseln unserer inneren Gebirge darstellen, hat — wie auch bereits durch Lóczy senior festgestellt wurde — niemals eine derartige Faltung erlitten, wie die Alpen oder Karpaten, sondern wurde durch aus einzelnen Zentren ausgehende, radiale Bündel longitudinaler und transversaler Brüche zergliedert, wobei wahrscheinlich am Ausgang des mediterranen Zeitalters und im sarmatischen Zeitalter zwischen den sich durchkreuzenden Brüchen ausgedehnte Tafeln in mehr minder grosse Tiefen versanken und dem Alföld Raum gaben.

Das Mass des Sinkens der einzelnen Tafelschollen, sowie die gegenseitige Lagerung derselben wird sich nur durch die immer häufiger werdenden, bis zu grösseren Tiefen hinabdringenden Bohrungen und durch weitere stratigraphische und tektonische Untersuchungen genauer bestimmen lassen.

Leider sind die geologischen Verhältnisse des Alföld noch immer bloss schematisch bekannt, immerhin spricht für das stufenweise erfolgte Sinken der durch die unsere Bruchlinie Pocsaj—Kunszentmárton durchquerenden Brüche in tafelförmige Schollen zerlegten Teile des Alföld auch der Umstand, dass die pannonische Fauna in Hajdúszoboszló aus einer Tiefe von 151 m, am Nagyhortobágy aus 410 m und in Szolnok aus

ungefähr 800 m zum Vorschein kam (48), wonach man die von der Linie Hajdúszoboszló—Hajdúnánás östlich gelegene Tafel des Nyírség als die am höchsten liegende Scholle betrachten, rechts und links von derselben, aber im Untergrunde des Alföld immer tiefer und tiefer gesunkene Tafelschollen annehmen kann.

Ganz ähnliche tektonische Verhältnisse sind aber auch in den von der Bácskaer Tafel gegen NO, respektive SW gelegenen Teilen des Alföld zu beobachten. Auch hier gelangten von der Bácskaer Tafel als dem am höchsten liegenden Rücken des Kerngebirges gegen NO, respektive SW die Tafelschollen durch Staffelbrüche in immer grössere Tiefen hinab. Das gestaffelte Sinken der einzelnen Schollen spiegelt sich am schönsten in den Tiefenangaben der von HALAVÁTS beschriebenen levantinischen Faunen von Zombor (49), Szabadka (50), Szeged (51), Hódmezővásárhely (52) und Szentés (53), respektive der Fauna von Újvidék (54) wider. Nach alledem können wir also in dem zwischen den Tafeln des Nyírség und des Bánát gelegenen Teil des Alföld gegen die Mitte zu immer tiefer und tiefer gesunkene Tafelschollen annehmen. Aber auch der mit dem südlichen Abbruch der Bácskaer Tafel parallele Abschnitt der Donau zwischen Vukovár—Titel, sowie weiter südlich auch der Abschnitt der Száva zwischen Sabác—Belgrad bedeuten den Saum einzelner, stufenweise gegen S versunkener Tafeln.

Das von den Bruchlinien Hatvan—Kunszentmárton und Kunszentmárton—Gyömrő umfasste Hügelland von Irsa, sowie auch die im Schnittpunkte der Bruchlinien Orosháza—Lökösháza und Orosháza—Magyarcsanak endigende pannonische Scholle von Vinga scheinen gleichfalls in das eigentliche Alföld Kap-artig hineinragende Tafelstücke darzustellen.

Der Verlauf der Bruchlinien Dömsöd—Seregélyes und Újdombovár—Bátaszék entspricht der Grenze des Mezőség—Tolnaer pannonischen Tafelgebietes gegen das Alföld, jener der Bruchlinien Seregélyes—Dombovár und Seregélyes—Bátaszék entspricht der westlichen Abbruchlinie des Alföld. Letztere liefert einesteils die auffällige Linie des Sárviz und verbindet anderseits die Granitstöcke der Gebirge von Velence und Mórág mit einander. Doch auch die Rhyolith-Eruption von Sárbogárd fällt in diese auffällige tektonische Linie, die bereits von GAAL in einer seiner Arbeiten als Bruchlinie erwähnt wird (55).

Die Bruchlinien der Mezőség—Tolnaer Tafelländer sind in südwestlicher Richtung zwischen die aseismischen Schollen des oberen Somogyer Komitates und des Gebirges von Pécs eingeklemmt und ihre Ausgestaltung scheint von diesen beiden Schollen abhängig gewesen zu sein.

Der östliche Abschnitt des Alföld — die Schutthalde der Körös-

Flüsse und den Schuttkegel des Maros-Flusses mit inbegriffen—scheint im Vergleich zu den von der Bruchlinie Pocsaj—Kunszentmárton nordwestlich gelegenen Teilen, aus z. T. auf der pannonischen Tafel von Vinga ruhenden und somit in höherer Lage erhaltenen Schollen zusammengesetzt zu sein.

Das System unserer Bruchlinien scheint darauf hinzuweisen, dass in den Tiefen des Alföld nicht ein, sondern zwei innere aseismische Kerngebirgsrücken vorhanden sein dürften, namentlich die Tafelschollen des Nyírség und der Bácska. Die bisher als einheitlich aufgefasste, grosse, aseismische Tiefenscholle des Alföld, die vom Nyírség beinahe bis zur Linie der Donau bei Újvidék nachgewiesen werden konnte, wurde nun durch unsere Bruchlinien zerlegt u. zw. in der Weise, dass die vorhin erwähnten beiden Tafelschollen die höchste Lage bewahren konnten. Die ursprünglich vielleicht tatsächlich einheitliche, aseismische Tiefenscholle erreicht gerade in diesen beiden Tafeln ihre grösste Breite, wobei sich ihr Tafelschollen-Charakter auf Grund unserer Bruchlinien sehr deutlich zu erkennen gibt, in der Gegend des Winkels der Kőrös-Flüsse wird sie aber schmaler, da die durch das hier dichte Netz der Bruchlinien zerstückelten kleineren Schollen zwischen den beiden Kerngebirgsrücken — z. T. wenigstens — nach innen kippend, in grössere Tiefen versanken.

Die grosse, in Ausgestaltung begriffene, beckenartige Senkung aber, die PRINZ (56) auf Grund seismotektonischer Überlegungen zwischen Budapest—Kecskemét—Baja—Székesfehérvár annimmt, gibt sich bis Kunszentmárton erweitert, in der durch die Bruchlinien Budapest—Kunszentmárton und Kunszentmárton—Baja begrenzten und gegen die Dunavecse—Bajaer Bruchlinie der Donau versunkenen Tafel plastisch zu erkennen. Diese grosse Tafel, sowie die grossen pannonischen Tafeln Mezőség—Tolna liefern die von der Donau benutzte Bruchlinie Budapest—Baja.

Am Abschnitt der Tisza zwischen Szolnok—Titel lässt sich auf Grund unserer Bruchlinien noch keine Bruchstruktur nachweisen. Nach der Ansicht CHOLNOKY's würden nämlich die einzelnen starrereren Richtungen dieses Flussabschnittes durch partielle Verwerfungen vorgeschrieben. Solche wären die Tisza-Abschnitte Szolnok—Szeged, Szeged—Mohol oder Óbecse—Titel, deren Gesamtheit den heutigen Lauf des Flusses zwischen Szolnok und Titel ergeben würde (57). Aus dem System unserer Bruchlinien könnte man vielleicht noch auf die Bruchstruktur der kürzeren Tisza-Abschnitte Tiszaug—Szentés oder Algyő—Szeged schliessen, obzwar es auch von dem zwischen die Bruchlinien Hódmezővásárhely—Orosháza

und Pocsaj—Kunszentmárton eingeschlossenen Tafelteil angenommen werden könnte, dass er zwischen Csongrád und Szeged in der Linie der Tisza abgebrochen ist. Solange aber die gegenseitige Lage der die Ausgestaltung des Laufes der Tisza möglicherweise verursachenden Tafeln nicht geklärt ist, wäre es jedenfalls gewagt, wenn man kategorisch behaupten wollte, die Tisza würde zwischen Szolnok und Titel von Bruchlinien vorgeschriebene Richtungen befolgen.

Die bisher von uns untersuchten 540 artesischen und tiefgebohrten Brunnen des Alföld können aber — so gleichmässig wir sie auch zu verteilen trachteten — über ein so ausgedehntes Gebiet selbstredend nur ein schematisches tektonisches Bild liefern, trotzdem sie die bezeichnendsten Richtungslinien deutlich angeben. Sicherlich haben sie bezüglich der Tektonik des Alföld auch neue Daten geliefert, alles in allem brachten sie aber eigentlich nur eine Ergänzung des von den RETHLY-schen seismotektonischen Linien abgeleiteten und bisher vom geologischen Gesichtspunkt nicht hinlänglich unterstützten tektonischen Systems des Alföld (58).

Wenn sich nun auch die auf die Mitte des Alföld entfallende Tiefenscholle, die bisher gewöhnlich als ein etwas höher gelegenes, einheitliches Massiv aufgefasst wurde, aseismisch verhält, wenn sie auch stabiler zu sein scheint, wie die drei in ihrem Umkreis zur Ausbildung gelangten seismischen Abschnitte des Alföld, namentlich die von Erdbeben häufiger heimgesuchten Gebiete des Érmellék—Nyírség, des Maros—Tisza—Donau—Winkels und die Kecskemét—Jászságer Gegend, so werden doch immerhin die bisher bloss angenommenen, jedoch seismologisch noch nicht nachgewiesenen tektonischen Linien, die auch die aseismische Tiefenscholle durchqueren, durch unsere Bruchlinien nunmehr deutlicher hervorgehoben, wodurch auch der zertrümmerte Zustand des Alfölders Tiefenmassivs erwiesen wird. Wenn wir also auch in der mittleren Gegend des Alföld das Vorhandensein eines von seismischem Gesichtspunkt stabileren Massivs annehmen müssen, kann dies keine einheitlich emporgehobene, sondern nur eine nach dem System unserer Bruchlinien zertrümmerte Masse sein.

Es ist nunmehr ganz zweifellos erweisen, dass die ältere, allgemeinere Auffassung richtig ist, nach der die am Rande des Grossen Ungarischen Beckens auftretenden wärmeren Tiefenwässer an Randbrüchen entlang aufsteigen und auch die wärmeren Wässer der artesischen und gebohrten Brunnen des Alföld an Bruchlinien gebunden sind. In den untersuchten Gebieten, also auch im Inneren des Alföld haben sich die problematischen Wässer — die viel-



leicht z. T. nach der Auffassung WESZELSZKY's und PAVAI VAJNA's (59, 60) als juvenil angesehen werden können — bei ihrem Aufsteigen die einfachsten und gangbarsten, also die durch unsere Bruchlinien vorgeschriebenen Wege ausgesucht, auf denen sie hauptsächlich unter Mitwirkung der absorbierten Gase am leichtesten bis an die Oberfläche heraufgelangen können.

Die durch tektonische Kräfte hervorgebrachten und offen gehaltenen Wege der aufsteigenden Tiefenwässer müssen nach unserer Auffassung aus dem wahrscheinlich aus kristallinen Gesteinen bestehenden, tafelförmig zertrümmerten Massiv ausgehen, das den Boden des Alföld bildet. Sobald die Tiefenwässer — gleichgültig, ob wir sie problematisch oder juvenil nennen — durch die Brüche dieses Massivs aufsteigend, an den wahrscheinlich mehrere tausend Meter mächtigen, aus klastischen Gesteinen bestehenden Mantel gelangen, finden sie keine so freien Bahnen mehr, wie zwischen den wohlgegliederten tiefen Schollen. Immerhin wird aber der weitere Weg der Tiefenwässer auch in dem aus klastischen Gesteinen linsenförmig aufgebauten Mantel der Beckensedimente durch die Bruchlinien der tiefen Schollen vorgeschrieben. Die einzelnen permeablen und impermeablen Schichten, die das Becken ausfüllen, erreichen nirgends weder in horizontaler, noch in vertikaler Richtung solche Dimensionen, dass die aufsteigenden Tiefenwässer zu weiter ausholenden horizontalen, ausweichenden Bewegungen gezwungen würden. Die horizontale Ausdehnung der das Aufsteigen hemmenden Elemente ist aber gerade in der aus häufig abwechselnden sandigen und tonigen Gliedern bestehenden Schichtenserie unserer durch niedrige geothermischen Gradienten gekennzeichneten Gebiete viel geringer und folglich auch der Aufstieg der Tiefenwässer freier, wie z. B. auf den Tafeln des Hajdúság oder des Jászkunság, wo im Untergrund impermeable Tonschichten in grösserer Ausdehnung anzutreffen sind. In diesen Verhältnissen der Schichtenfolge liegt wahrscheinlich auch der Grund dafür, dass innerhalb des durch die Bruchlinien Hatvan—Kunszentmárton, Taktaharkány—Szeghalom und Pocsaj—Kunszentmárton umfassten grösseren Gebietes die Bruchlinien sich nicht in niedrigen Gradienten widerspiegeln und folglich auch mit unserer Methode nicht festgelegt werden können.

Die Bruchlinien der in die Tiefe versunkenen Schollen des Alföld bestimmen also auch in dem sie überlagernden, aus klastischem Material bestehenden

Mantel die Richtungen und Wege der aufsteigenden Tiefenwässer, wobei unsere „Übergangsgebiete“ die Grenzen bezeichnen, innerhalb deren sie während ihrer Aufwärtswanderung zwischen den sandigen und tonigen Schichten des linsenförmig gebauten Untergrundes nach rechts und links auszuweichen gezwungen sind. Unsere „Bruchlinien“ stellen also eigentlich die Projektion der tektonischen Linien der in die Tiefen des Alföld versunkenen Schollen durch die Vermittlung der Tiefenwässer an der Oberfläche dar. Jede Bruchstruktur, die wir in den Sedimenten des Alföld Beckens annehmen können, ist — ebenso wie auch am Rande des Beckens — nur mit unmittelbarer Abhängigkeit von den tief liegenden Schollen denkbar. Das gegenseitige Verhältnis der tiefen Schollen und der sie überlagernden Sedimente bestimmt das Relief und das Wassernetz, kurz die Morphologie des Alföld, die genauere Erforschung dieses Verhältnisses wird aber die Aufgabe der eigentlichen geologischen Untersuchungen bilden. Jedenfalls müssen auch die bisher noch nicht durchforschten Gebiete bezüglich ihrer geothermischen Gradienten untersucht werden.

---

## BENUTZTE LITERATUR.

1. SCHAFFER—PAPP: Általános geológia. — Budapest, 1919, p. 627—628.  
HORUSITZKY, H.: Über den DEICHSEL-schen artesischen Brunnen in Miskolc (Komitat Borsod). — Zeitschrift für Hydrologie, Bd. IV—VI, Budapest, p. 136.
2. SZONTAGH, T. v.: Vorläufiger Bericht über die artesischen Brunnen Ungarns. — Zeitschr. f. Hydrologie, Bd. I, Budapest, 1928, p. 62.
3. SCHAFFER—PAPP: Általános geológia. — Budapest, 1919.
4. RÓNA, Z.: Éghajlat. II Teil. Magyarország éghajlata. — Budapest, 1919, p. 369—389.
5. DUNKLER, E.: Über die Temperaturbeobachtungen im Bohrloch zu Schladebach. — Neues Jahrbuch für. Min. Geol. und. Pal., 1889, I.
6. LASAULX: Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Berlin, 1887.  
DUNKLER, E.: Über die Wärme im Innern der Erde und ihre möglichst fehlerfreie Ermittlung. — Stuttgart, 1897.
7. HENRICH: Über die Temperaturverhältnisse in dem Bohrloch Parusowitz V. — Zeitschr. für praktische Geologie, 1914.
8. MICHAEL, R. und QUITZOW, W.: Temperaturmessungen im Tiefbohrloch Czuchow II und: Die Temperaturmessungen im Tiefbohrloch Czuchow in Oberschlesien. — Jahrb. d. Kgl. Preuss. Geol. L. A., XXXI, 1910, I—II.
9. ROTH: Über die Temperaturbeobachtungen in dem Bohrloche von Sperenberg unweit Berlin. — Poggendorfs Annalen 1873, Bd. CCXXIV, p. 168—171.  
DUNKLER: Über die Benützung tiefer Bohrlöcher zur Ermittlung der Temperatur des Erdkörpers und die deshalb in dem Bohrloche I zu Sperenberg auf Steinsalz angeordneten Beobachtungen. — Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preussischen Staate, 1872.  
HENRICH: Über die Temperatur im Bohrloche zu Sperenberg und die daraus gezogenen Schlüsse. — Neues Jahrb. für Min. Geol. und Pal., 1876.  
HETTENROTH: Über das Gesetz der Temperaturzunahme nach der Tiefe unter zu Grundlegung der DUNKLER-schen Beobachtungen im Bohrloch Sperenberg. — Neues Jahrb. für Min. Geol. und Pal., 1877.
10. DARTON, N. H.: Geothermal Data from Deep Artesian Wells in the Dakotas. — The Americ. Journal of Science, IV S., vol. V, p. 161—168.
11. PRESTWICH, J.: On Underground Temperatures with Observations on the Conductivity of Rocks, on the Thermal Effects of Saturation and Imbibition, and on a special Source of Heat in Mountain Ranges. — Proceedings of the Royal Soc. of London, 1884—1885, XXXVIII, p. 56—112.
12. JACZEWSKI: Über die Beobachtung der Temperatur etc. — Meteorolog. Nachrichten St. Petersburg, 1902, No. 4, p. 140.

- HOFFMANN, F.: Beeinflussung der geothermischen Tiefenstufe. — Beitr. z. Geophys., V, 1903, p. 667—70, 1903; VI, p. 349—377.
13. KÖNIGSBERGER, J.: Comptes rendu du X. Congrès géologique international, Mexico, 1906 und:  
Normale und anormale Werte der geothermischen Tiefenstufe, deren Technik und Verwertung zur geologischen Prognose und neue Messungen in Mexico Borneo und Mitteleuropa. — Neues Jahrb. für Min., Beil. Bd. XXXI, 1919, p. 107—157.
14. PRINZ, Gy.: Magyarország földrajza, I Teil. Budapest, 1926.
15. HERSCHEL und LEBOBUR: vide PRESTWICH 11.
16. JANETTAZ, M.: De la propagation de la Chaleur dans les corps. — Bul. Soc. Géol. de France, 3 Ser., vol. III, p. 499—510, 1874 à 1875, Paris.
17. KOENIGSBERGER, J.: Über die Methoden zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit etc. auf die Geoisothermen. — Centralbl. für Min. Geol. u. Pal., 1907, No. 7, p. 200—203.
18. PÁVAI VAJNA, F.: Über die jüngsten tektonischen Bewegungen der Erdrinde. — Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), Bd. LV, Budapest, 1925, p. 63—85.
19. VAN OSTRAND, C. E.: Some evidence on the variation of temperature with geologic Structure in California and Wyoming oil districts. — Econ. Geol., 21, 1926, No. 2, p. 145—165.
20. WASHBURNE, CH. W.: Relation of earth temperatures to buried hills and anticlinal folds. — Econ. Geol. 21, 1926, No. 4, p. 397—99.
21. THOM jr., W. T.: Earth temperatures, buried hills and anticlinal folds. — Econ. Geol. 22, 1922, No. 1, p. 91—94.
22. SALOMON, W.: Grundzüge der Geologie. — Bd. I, p. 21, Stuttgart, 1924.
23. WESZELSZKY, Gy.: Die chemischen Verhältnisse der Budapester Mineralquellen. — Hidrológiai Közlöny (Zeitschr. f. Hydrologie), Bd. IV—VI, Budapest, 1928, p. 28.
24. SALOMON, W.: Grundzüge der Geologie. — Bd. I, p. 21, Stuttgart, 1924.
25. v. LÓCZY, L. sen.: Die artesischen Brunnen des grossen ungarischen Alföld. — Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), Bd. XLII, Budapest, 1912, p. 132—133.
26. WESZELSZKY, Gy.: Über die juvenilen Wässer. — Hidrológiai Közlöny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. IV—VI, Budapest, 1924—26, p. 72—83 und 147.
27. ARCTOWSKI, H.: Sur le degré géothermique dans quelques puits à pétrole en cours de forage à Biłkow. — Extr. de Kosmos, v. 46—50, 1922—25, p. 1—8.
28. RÉTHLY, A.: Adatok az Alföld szerkezetéhez. — Földrajzi Közlemények, Bd. XL, Budapest, 1912, p. 114—127.
29. RÉTHLY, A.: Magyarország földrendési térképe. — Matematikai és Természettudományi Értesítő, B. 1, XXXI, Budapest, 1913, p. 602—621.
30. v. CHOLNOKY, J.: A kecskeméti földrendés. — Földrajzi Közlemények, Bd. XXXIX, Budapest, 1911, p. 377.
31. HORUSITZKY, H.: Der artesische Brunnen von Gyömrő (Komitat Pest). — Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), Bd. LVI, Budapest, 1926, p. 80—83.
32. PRINZ, Gy.: Magyarország földrajza. — Budapest, 1926, p. 120—122.
33. DAUBRÉE: Études synthétiques de Géologie expérimentale. — Paris, 1871.
34. LOSSEN, K.: Über ein durch Zufall in einer Fensterscheibe entstand. Torsionsspaltenetz. — Jahrb. d. Geol. Landsanst., 1886, p. 336.
35. STAPFF, M.: Eine zerbrochene Fensterscheibe. — Glück auf, No. 26, vom 1 Apr. 1843.

36. BITTNER: Die geol. Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich. 1882.
37. GILBERT, G.: The Earthquake as a natural Phenomenon in: The S. Francisco Eg. and Fire of 18. April 1906. — Bull. U. S. Geol. Surv., 1907, No. 324.
38. AMMON, A.: Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Passau. — Abhandl. Zool. Ver., Regensburg, 1875, Bd. X.
39. ROTHPLETZ, A.: Die oberbayr. Überschiebung und die Tiefbohrungen bei Straubing. — Sitzungsbericht Akad., München, 1911.
40. KRANZ, W.: Die Keilberger Randspalte. — Geogr. Jahrb., 1911, Bd. XXIV und: Die Überschiebung bei Straubing. — Geogr. Jahrb., 1912, Bd. XXV.
41. FRAAS, B.: Die Tertiärbild. am Albrand in der Ulmer Gegend. — Jahresheft. Ver. Naturk. Württemberg, 1911, Bd. LXVII.
42. SUSS, E.: Über Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. — Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, Bd. VI, 1913, p. 13—60 und:  
" Antlitz der Erde. — Bd. III, p. 642.
43. PÁVAI VAJNA, F.: A magyar állami földgáz-petroleum kutatás eredményei. — Természettudományi Közlöny, Budapest, 1927, p. 201—208 und:  
" Über die jüngsten tektonischen Bewegungen der Erdrinde. — Földtani Közlöny, Bd. LV, Budapest, 1925, p. 282—297.
44. PÁVAI VAJNA, F.: A magyar állami földgáz-petroleum kutatás eredményei. — Természettudományi közlöny, Budapest, 1927, p. 36.
45. v. LÓCZY, L. SEN.: A Balaton környékének geomorfológiája. — Természettudományi Közlöny, CIX—CX, Budapest, 1913, p. 1—17.
46. MOJSISOVICS, E.: West-Bosnien und Türkisch-Croatien. — Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. Bd. XXX, p. 167—266.
47. v. LÓCZY, L. SEN.: A Balaton környékének geomorfológiája. — Természettudományi Közlöny, CIX—CX, Budapest, 1913, p. 5.
48. v. SÜMEGHY, J.: Pannonische Fauna aus dem Alföld. — Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen), Bd. LVII, Budapest, 1927, p. 128.
49. HALAVÁTS, Gy.: Die geologischen Verhältnisse des Alföld (Tieflandes) zwischen Donau und Theiss. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anst., Bd. XI, Budapest, 1897, p. 174—179.
50. HALAVÁTS, Gy.: Die geologischen Verhältnisse des Alföld (Tieflandes) zwischen Donau und Theiss. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anst., Bd. XI, Budapest, 1897, p. 179—186.
51. HALAVÁTS, Gy.: Die geologischen Verhältnisse des Alföld (Tieflandes) zwischen Donau und Theiss. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anst., Bd. XI, Budapest, 1897, p. 186—192.
52. HALAVÁTS, Gy.: Die zwei artesischen Brunnen von Hódmezővásárhely. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anst., Bd. VIII, Budapest, 1889.
53. HALAVÁTS, Gy.: Die artesischen Brunnen von Szentes. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anstalt, Bd. VIII, Budapest, 1888.
54. HALAVÁTS, Gy.: Die artesischen Brunnen von Szeged. — Mitteilungen a. d. Jahrbuche d. Kgl. Ung. Geol. Anstalt, Bd. IX, Budapest, 1891.
55. GAÁL, I.: Földgázok területeink geológiai szerkezete. — Budapest, 1923, p. 15.
56. PRINZ Gy.: Magyarország földrajza. — Budapest, 1926, p. 55.
57. v. CHOLNOKY, J.: A kecskeméti földrengés. — Földrajzi közlemények, Bd. XXXIX, Budapest, 1911, p. 377.

58. RÉTLY, A.: Magyarország földregési térképe. — Mathematikai és Természettudományi Értesítő, Bd. XXXI, Budapest, 1913 und:  
 „ Adatok az Alföld szerkezetéhez. — Földrajzi Közlemények, Bd. XL, H. 11, Budapest, 1912.
59. WESZELSZKY, J.: Über die juvenilen Wässer. — Hidrológiai Közlöny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. IV—VI, 1924—26, p. 147 und 72—83.
60. PÁVAI VAJNA, F.: Die Thermalwässer von Ungarn. — Hidrológiai Közlöny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. VII—VIII, Budapest, 1927—1928, p. 17—25 und 112—113.
61. DUNKER, E.: Über die Wärme im Innern der Erde. — Stuttgart, 1896.
62. LANE, A.: Geothermal gradient. — Mich. Geol. Surv. Ann. Rep. for 1901, p. 244—251, 1902.
63. „ Variation of geothermal gradient in Michigan. — Abstr. Sci., new ser., vol. 15, p. 88, 1902 und vol. 13, p. 528—329, 1903.
64. GILBERT, G.: Value and feasibility of a determination of subterranean temperature gradient by means of a deep boring. — Carnegie Inst. of Wash., Yearb. No. 3, 1904, p. 261—267, 1905.
65. GILBERT, G.: Plans for obtaining subterranean temperatures. — Carnegie Inst. of Wash., Yearb., No. 3, 1904, p. 120, 259—260, 1905.
66. LEPRINCE—RINGUET, P.: Mesures géothermiques effectuées dans le bassin du Pas de Calais. — C. R. Ac. Sc., vol. CXIV, 1907, p. 347—349.
67. IRMLER, A.: Vnitřní teplo zemské. — Hornnické a hutnické listy, Prag, 1905, Ig. VI., p. 54—56, 86—87, 103—106.
68. HÖFER, H.: Undergroundtemperatures, especially in coalmines. — Transact. Inst. Mining Eng., 27, 1903—1904, p. 351—367.
69. KRANZ, W.: Die Erdwärme als Energiequelle. — Petermans Geograph. Mitt., 1926, H. 7/a, p. 175.
70. LANE, A.: Geotherms of Lake Superior Copper Country. — Bull. Geol. Surv., 34, 1923, p. 703—720.
71. ARCTOVSZKI, H.: Geothermic researches made at Boryslaw. — The Geographical Journal (London), vol. LXVI, 5, 1925, p. 422—427.
72. ARCTOVSZKI, H.: Temperature gradient in petroleum wells of the Carpathians. — The geographical Journal (London), vol. LXIV, 1924, p. 422—423.
73. SCHMIDT, A.: Über die geothermische Tiefenstufe innerhalb Württembergs. — Jahresberichte u. Mitt. d. Oberrhein. Geolog. Vereins, 1922, Bd. XI, p. 30—31.
74. JOHNSTON, J. — ADAMS, L.: On the measurement of temperature in bore holes. — Econ. Geol., vol. 11, No. 8, p. 741—762, 1916.
75. SCHMIDT, A.: Über die Schwankungen der geothermischen Tiefenstufe innerhalb Württembergs. — Jahresberichte u. Mitteilungen d. Oberrhein. Geol. Vereins, p. 59—62.
76. METZOER, CH.: Über die Wärmeentwicklung in Kohlenflözen und ihren Einfluss auf die geothermische Tiefenstufe. — Braunkohlen u. Brikkett Industrie, 1919, p. 59—63; p. 69—71.
77. METZGER, CH.: Über die Bildung und Schichtung der Erdwärme. — Glückauf, 55, 1919, No. 18, p. 317—321, No. 19, p. 333—338, No. 20, p. 356—359.
78. v. HÖFER, H.: Die geothermischen Verhältnisse der Kohlenbecken Oesterreichs. — Wien — Berlin 1917.
79. TESCH, P.: Temperatuur-metingen in diepe boorgaten. — Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen over 1914, p. 29—35.

80. SCHARDT, H.: Die Temperaturverhältnisse im Simplontunnel und das geothermische Simplon-Profil. — Vierteljahrsh. d. Naturf. Ges. in Zürich, Jg. 1914, VI—VIII.
81. KOENIGSBERGER, J.: Über die Wärmeleitung der Gesteine und deren Einfluss auf die Temperatur in der Tiefe. — Geol. Rundsch., Bd. 4, 1913, H. 7, p. 409—413.
82. JOHNSTON, J.: Note on the temperature in the boring at Findlay, Ohio. — Am. Journ. Sci., 4th ser., vol. 36, p. 131—134, 1913.
83. JACZEWSKY, L.: Über die Beobachtung der Temperatur etc. — Meteorolog. Nachrichten, St. Petersburg, 1902, No 4, p. 141.
84. JACZEWSKY, L.: Materialien zur Geothermik. — Verhandl. d. K. Russ. Geogr. Gesellsch., 1912, Bd. XLVIII, p. 189—223.
85. v. WILLMANN, E.: Die Beeinflussung der normalen geothermischen Tiefenstufe durch fließendes Wasser. — Eclogae Geol. Helv., X, p. 801—803, 1909.
86. HÖFER, H.: Die Temperaturen in den Erdölgebieten. — Organ. d. Ver. d. Bohrtechn., No. 23, Jahrg. 18, 1911.
87. HOLLAND, T.: The cause of gravity variations in Northern India. — British Assoc. for the Advancement of Science, Report of the Eightieth Meeting, London, 1911, p. 607.
88. THIENE, H.: Temperatur und Zustand des Erdinnern. — Jena, 1907.
89. LEPRINCE — RINGUET: Mesures géothermiques entreprises dans le bassin du Pas de Calais de 1903 à 1906. — Ann. Soc. Géol. Nord., XXXVI, p. 67—82.
90. KRAUS, F.: Die Zunahme der Temperatur im Erdinnern. — Jahreshefte d. Ver. f. vat. Nat. in Württemberg, 1901, Bd. LVII, p. CXV—CXVII.
91. GILBERT, G.: Value and feasibility of a determination of subterranean temperature gradient by means of a deep boring. — Carnegie Inst. of Wash., Yearb. No. 3, 1904, p. 261—267, 1905.
92. GILBERT, G.: Plans for obtaining subterranean temperatures. — Carnegie Inst. of Wash., Yearb. No. 3., 1904, p. 120, p. 259—260, 1905.
93. GILBERT, G.: Proposed investigation of subterranean temperatures and gradients. — Carnegie Inst. Wash., Yearb. No. 1, 1902, p. 285—286, 1903.
94. KEILHACK, K.: Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. — Berlin, 1912.
95. SCHNEIDER, K.: Beiträge zur Theorie der heißen Quellen. — Geol. Rundschau, Bd. IV, Leipzig, 1913, p. 65—102.
96. COLLINS, W.: Temperature of water available for industrial use in the United States. — Water Supply Paper, 520.
97. THOMPSON, G.: Ground water for irrigation near Gage, Ellis County, Oklahoma. — Water Supply Paper, 500, 1912.
98. MEINZER, E.: The occurrence of Ground Water in the United States. — Water Supply Paper, 489, 1923.
99. DARTON, H.: Artesian Waters in the Vicinity of the Black Hills, South Dakota. — Water Supply Pap., 428, 1918.
100. DARTON, H.: Geology and underground waters of South Dakota. — Water Supply Pap., 227, 1909.
101. LEE, CH. H.: An intensive study of the water resources of a part of Owens Valley, California. — Water Supply Pap., 294, 1912.
102. KÖNIGSBERGER, J.: Bemerkungen zur geotherm. Tiefenstufe. — Zeitschr. d. Internat. Bohrtechniker Verb., Vol. 35, No. 4, 1921.

103. KOENIGSBERGER, J.: Bemerkung über geothermische Messungen in Bohrungen. — *Zeitschrift d. intern. Bohrtechniker Verbandes*, 35, No. 6, 1927, p. 4.
104. ARCTOWSKI, H.: Essais de détermination du degré géothermique dans le puits Ratoczyn 5 á Boryslaw. — *Kosmos*, 1921.
105. ARCTOWSKI, H.: Nowe pomiary gradientu geotermicznego w szybach naftowych Boryslawia, Krosna i Bitkowa. — *Kosmos*, 1924.
106. SANDOR, F.: Erdgas und artesisches Wasser in Preecz bei Dugoselo. — *Berichte d. Geol. Kommission d. Königr. Kroatien u. Slavonien*, Zagreb, 1914, p. 152—160.
107. WERSLUYS, J.: Beweging van watter in zand en klei. — *De Waterstaats—Ingenieur*, Java, 14 Jg., No. 2, 1926, p. 54—57.
108. DELECOURT, J.: La salure des eaux artésiennes de la basse et de la moyenne Belgique. Première note. — *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 47, p. 71—83, Liégeois, 1924.
109. PRIGOROVSKI, M.: Die artesischen Wasser der russischen Ebene. — *Isw. d. Geol. Kom.*, 1922, No. 1, p. 33—52.
110. DELACOURT, I.: Deuxième note. La salure dans le Limbourg et le Nord de la France. — *Annales de la Société Géologique de Belgique*, vol. 48.
111. TUTKOVSKI, P.: Die artesische Berieselung als mächtiges Mittel zum Kampf mit der Dürre in der Ukraine und die Bedingungen für deren praktische Verwirklichung. — *Journ. d. wirtsch. Wiss.*, 1923, Bd. II, Lief. 8—12, p. 252—256.
112. SALAMON, W.: Über die Wahrscheinlichkeit, dass sich im Nördlinger Ries artesische Thermalquellen durch Bohrungen erschliessen lassen. — *Jahrb. u. Mitt. d. Oberrhein. Geol. Ver.*, N. F., 14, 1925/26.
113. GREGORY: The flowing wells of Central-Australia. — *Journal of the R. Geogr. Soc.* 1911, XXXVIII, 380.
114. DIENERT, F.: Contribution à l'étude de la température des sources. — *Bull. de la Soc. Belge de Géol.*, 1904, Mémoires, p. 107—114.
115. LOHMANN, W.: Artesische Brunnen in Deutschland. — *Mineralwasserfabrikant*, 7, Lübeck, 1903, p. 81—82, 109—110.
116. PAZÁR, S.: Néhány újabb hazai mélyfúrásról. — *Magyar Mérnök és Építészegyl. Heti Ért.*, XXI., Budapest, 1902, p. 180.
117. FISCHER, A.: Preliminary report of the geology and underground waters of the Roswell artesian area, New Mexico. — *Wat. Supply Pap.*, 158, 1906.
118. HÄPKE, L.: Die Tiefbohrung und Temperaturmessung im Innern der Erde bei Oldau a. d. Aller. — *Abh. d. Nat. Ver. Bremen*, Bd. XVII, 1903, p. 425—434.
119. LECCO: Artesisches Wasser von Obrenovac. — *Ann. Géol. de la Péninsule Balcanique*, tome 2, p. 98, Belgrad, 1901.
120. RADOVANOVIC, S.: Die geothermische Tiefenstufe des Tertiärterrains von Mladenovac. — *Ann. Géol. de la Péninsule Balcanique*, T. 2, p. 18—20, Belgrad, 1901.
121. NIKITIN, S.: Die Boden- und artesischen Gewässer des russischen Flachlandes. — *St. Petersburg*, p. 71.
122. LAHACHE, J.: Étude hydrologique sur le Sahara français oriental. — Paris, 1900, Institut International de Bibliographie Scientifique.
123. STELLA A.: Sulla presunta influenza della pressione degli strati nella salienza delle acque artesiane. *R. Inst. Lombardo. Cl. Sc. Mat. Nat.*, Bd. XIX, Serie III, Fasc. XII. 1904.



124. HALAVÁTS, Gy.: Az Alföld Duna—Tisza közötti részének földtani viszonyai. — Mitteilungen a. d. Jahrb. d. Kgl. Ung. Geol. Anstalt, Bd. XI, Budapest, 1895.
125. „ A magyarországi artézi kutak története, terület szerinti elosztása, mélységök, vizök bőségének és hőfokának ismertetése. — Budapest, 1896.
126. „ A Duna—Tisza völgyének geológiája. — Magyar Orv. és Term. Vizsg. XXXI. Vándorgyűl. munk., Budapest, 1902.
127. v. LÓCZY, L. sen.: Az Alföld mélységeiről. — Magyar Figyelő, 1916, No. 7, Budapest, 1917.
128. „ Die artesischen Brunnen des grossen ungarischen Alföld. — Földtani Köz-  
löny (Geologische Mitteilungen), Bd. XLII, Budapest, 1912, p. 179—202.
129. v. CHOLNOKY, J.: Hydrographie des Balatonsees. — Result. d. wiss. Erforsch. d. Bala-  
tonsees, I B., II T., Budapest, 1918.
130. v. PÁLFY, M.: Die Probebohrungen in Ujvidék. — Földtani Köz-  
löny (Geologische Mitteilungen), Bd. XLII, p. 595—604, Budapest, 1912.
131. ADDA, K.: Der artesische Brunnen von Ujvidék. — Földtani Köz-  
löny (Geologische Mitteilungen), XXIX, p. 106—108, Budapest, 1899.
132. PAZÁR, S.: A magyar Alföld természetes gázgyárai. — Magyar Mérnök- és Építész-  
egylet Közl., Bd. XV, Budapest, 1906.
133. MELLINGER, V.: A m. kir. Államvasútak vonalain fúrt artézi kutakról. — Vasuti és  
Hajózási Hetilap, Budapest, 1903.
134. TRAUBERT, W.: Lehrbuch der kosmischen Physik. — Leipzig, 1911.
135. ARRHENIUS, S.: Lehrbuch d. kosmischen Physik. — Leipzig, 1913.
136. RUDSZKY, H.: Physik der Erde. — Leipzig, 1911.
137. HORUSITZKY, H.: Vom geothermischen Gradients des Untergrundes der Stadt Kiskun-  
félegyháza. — Hidrológiai Köz-  
löny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. VII—VIII,  
Budapest, 1927—28, p. 131—132.
138. KÖHN—SCHERF: Lehet-e a Budai-hegységben mélyfúrás útján hévvizeket feltárni és  
kitermelni? — Bányászati és Kohászati Lapok, Budapest, 1928, p. 1—15.
139. TREITZ, P.: Über die Bewegung der Binnengewässer in der Umgebung von Szeged.  
— Hidrológiai Köz-  
löny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. 5, Budapest, 1921,  
p. 63—65.
140. SCHAFARZIK, F: Geologische und graphische Darstellung der Mineralwasserquellen  
von Budapest. — Hidrológiai Köz-  
löny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. IV—VI,  
Budapest, 1924—26, p. 134—136.
141. „ Über die jodhaltige Therme von Hajdúszoboszló, Komitat Hajdú, Ungarn.  
— Hidrológiai Köz-  
löny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. IV—VI, Budapest,  
1924—26, p. 137—146.
142. WESZELSZKY, Gy.: Die Radioaktivität der Budapester Hungaria-Quelle. — Hidrológiai  
Köz-  
löny (Zeitschrift für Hydrologie), Bd. IV—VI, Budapest, 1924—1926,  
p. 133—134.
143. „ Über die geothermischen Gradienten. — Hidrológiai Köz-  
löny (Zeitschrift für  
Hydrologie), Bd. II, Budapest, 1922, p. 105.
144. GAÁL, I.: A kincstári alföldi mélyfúrások. — Természettudományi Köz-  
löny, Bd. 60,  
Budapest, 1928, p. 153—170.
145. CSEGEZY G.: Szeged artézi kútjai. — Sep. Abdr. a. d. „RIGLER-album“ Szeged, 1926.
146. RIGLER, G.: A Nagy Magyar Alföld artézi kútjai és szikós tavai. — Természettu-  
dományi Köz-  
löny, Bd. IV.

147. PRINZ, GY.: Európa természeti földrajza. — Budapest, 1923.
148. v. CHOLNOKY, J.: Az Alföld felszíne. — Földrajzi Közlemények, Budapest, 1910.
149. v. LÓCZY, L. sen.: A geographical, economic and social Survey of Hungary. — Budapest, 1919.
150. " Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. — Result. d. wiss. Erforsch. d. Balatonsees, Bd. I, T. I, Budapest, 1916.
151. KRUSCH, P.: Gerichts- und Verwaltungsgeologie. — Stuttgart, 1916.
-

## INHALT.

Vorwort . . . . .	275 (3)
I. Die Berechnung der Tiefenstufe. . . . .	275 (3)
II. Aufzählung der untersuchten Tiefbohrungen. . . . .	280 (8)
III. Die Ursachen der Verschiedenheit der geothermischen Gra-	
dienten am Alföld. . . . .	300 (28)
a) Die verschiedene Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine.	305 (33)
b) Die Wirkung tektonischer Ursachen. . . . .	306 (34)
c) Die Wirkung der bei der Zersetzung organischer Sub-	
stanzen entstehenden Wärme. . . . .	308 (36)
d) Die Wirkung der Gasvorkommnisse. . . . .	309 (37)
e) Die Wirkung der Luft. . . . .	310 (38)
f) Die Wirkung der Radium=Emanationen. . . . .	311 (39)
g) Andere, weniger in Betracht kommende Wirkungen	311 (39)
h) Die Rolle der Tiefenwässer. . . . .	312 (40)
IV. Die geothermischen Tiefenzonen des Alföld. . . . .	314 (42)
a) Die erste geothermische Tiefenzone. . . . .	321 (49)
b) Die zweite       "               "               " . . . . .	321 (49)
c) Die dritte       "               "               " . . . . .	322 (50)
d) Die vierte       "               "               " . . . . .	322 (50)
V. Der Zusammenhang der geothermischen Gradienten mit dem	
Bau des Alföld. . . . .	327 (55)
a) Der normale geothermische Gradient des Alföld. . . . .	327 (55)
b) Die höheren und niedrigeren Gradienten. . . . .	328 (56)
c) Die auf Grund der niedrigen Gradienten nachweis-	
baren Richtungen und Bruchlinien. . . . .	331 (59)
d) Übergangsgebiete. . . . .	335 (63)
Benutzte Literatur. . . . .	363 (91)

# TEKTONISCHE KARTENSKIZZE DES ALFÖLD

- Linien niedriger Gradienten
- ▨ Übergangsgebiete
- Seismotektonische Linien
- Aseismische Schollen
- Faltungslinien nach Pávai-Vajna u. a.
  - Antiklinale
  - - - Synklinale
  - · - · - Wahrsch. Achse d. Geophys.
  - Geophys. Maxima
  - Geophys. Minima
- Die untersuchten Tiefbohrungen
- Thermen, Heil- und Mineralquellen
- Nicht zum Alföld gehörige Gebiete

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 km

