

DER GEGENWÄRTIGE STAND DER ERDGASFRAGE
DES TRANS-TISZA-GEBIETES.

Von Dr. Eligius Róbert Schmidt.*

(Mit einer Karten-Beilage auf Taf. No. IV.
und der Fig.-Gruppe No. 10. Pag. 114.)

Durch die weltweit bemerkbaren Selbstversorgungsbestrebungen und durch die erfolgreichen Ölschurfbohrungen von Lispe und Bükkszék hat das ungarische Kohlenwasserstoffproblem neue Aktualität gewonnen. In seinen Belehrungen ist ein nicht minder wertvoller und interessanter Teil dieses Problems die sogenannte Alföld oder richtiger „Transztiszaer Erdgasfrage“, wenn sie auch zur Zeit volkswirtschaftlich von geringerer Bedeutung ist.

In den Folgenden möchte ich mich zuerst mit den ganz allgemeinen geologischen Beziehungen, dann mit den einzelnen wichtigeren Detailfragen des letzterwähnten Fragekomplexes kurz befassen, um an Hand der Mitzuteilenden — in erster Reihe meinen von diesem Arbeitsgebiete ferner stehenden Fachgenossen — ein zusammenfassendes und leicht überschaubares Bild von dem heutigen Stand der Transztiszaer Erdgasfrage geben zu können.

Wie bekannt, können die Aufgaben der Kohlenwasserstoffforschung in drei Problemkreise eingeteilt werden und zwar in die: des Muttergesteins, der Migration und in die der Akkumulation der Kohlenwasserstoffe.

Der Ausgangstoff der Kohlenwasserstoffe (Erdgas, Erdöl, Erdwachs usw.) ist die Leichen-Masse der einst im Salz- bzw. Meerwasser lebenden Organismen, hauptsächlich Mikroorganismen. Das Salzwasser ist ein sehr geeigneter Lebensraum des tierischen und des niedrigen Pflanzenlebens, in welchem sich deshalb diese beiden ausserordentlich reich entwickeln können.

Diese organischen Wesen bilden nach ihrem Ableben unter speziellen Bedingungen der Sapropel oder Faulschlamm. Ein Teil des Sapropels wird nach bakterieller Umwandlung durch die gleichzeitig sedimentierten pelitischen, zumeist tonigen Ablagerungen adsorbiert. Während der Adsorption werden Wasserstoff und wasserstoffreiche Radikale abgespaltet, die die freie organische Substanz bis zu Parafinölen hydrieren können.

Wenn wir nun untersuchen, welche diejenigen speziellen Umstände sind, die die nötige grössere Anhäufung des Sapropels ermöglichen, dann können wir — in Anbetracht der Ergebnisse der neuesten Forschungen, die sich hauptsächlich an den Namen deutschen, russischen und englischen Fachmänner, wie *Krejci-Graf*, *Archangelski*, knüpfen — zusammenfassend folgendes sagen:

* Vorgetragen in der Fachsitzung der Ungarischen Geologischen Gesellschaft am 6. März 1940.

Dort, wo sich im Meerwasser noch Sand ablagert, wird der grösste Teil der organischen Stoffteilchen weitergerissen und nur in stillen Buchten, Fjorden usw., wo das Wasser sich nicht mehr bewegt, fällt die Masse der organischen Stoffteilchen, zusammen mit den feinsten, suspendierten Mineralienteilchen der tonigen Lösung aus.

Aber dort und in der Tiefe, wo die Wasserbewegung schon gänzlich aufhört, mischt sich auch keine Luft mehr zum Wasser und so entsteht Sauerstoffnot, am letzten Grade sogar völliger Sauerstoffmangel.

In dem ungelüfteten Wasser hört nicht nur das Verfaulen, sondern auch das tierische Leben auf. In solchem Wasser ist also der angehäuften organische Stoff der Fäulnis und der Vernichtung durch Verzehrung durch schlammfressenden Tieren nicht mehr ausgesetzt. In dem Wasser ohne Sauerstoff leben nur sog. anaerobe Bakterien, welche die organische Abfälle umwandeln, während gasartige Stoffe (H_2S , NH_3 , CH_4) und Wasser frei werden.

Ein Teil des gasartigen Stoffes ist weiteren chemischen Umänderungen und Abbildungen angesetzt, derart, dass auf diesen, vom Gesichtspunkte der Entstehung der Kohlenwasserstoffe ausserordentlich wichtigen Stellen des Meeres, unmittelbar über dem Sapropel sich langsam eine, mit H_2S gesättigte Zone ausbildet, die auf den Organismen vergiftend wirkt, siehe also ausschliesst. Über dieser Zone folgt, hoch und eventuell, eine mit mehr-weniger Luft durchgelüftete Sauerstoffzone.

Die feine pelitische (tonige usw.) Sedimente spielen ausser der Mitablagerung noch eine weitere wichtige Rolle bei der Bildung der Kohlenwasserstoffe. Dieses Material gibt einerseits wegen seiner Dichte die in sich aufgenommenen organischen Stoffe so eng um, dass es diese vor der verfaulenden Wirkung des Sauerstoffes selbst zu schützen fähig ist. Andererseits kann das pelitische Material gerade wegen seiner, aus der Feinkörnigkeit folgender verhältnismässig grosser Oberfläche auch sehr viel Bitumen an sich binden.

Ausserdem spielt bei der Entstehung der Kohlenwasserstoffe — wie es bekannt ist — der Salzgehalt des Meerwassers auch eine wichtige Rolle. Diese Rolle ist zweifach: unter speziellen Bedingungen, also in geringerer Masse von anhäufendem, in grösserer Masse von konservierendem Charakter. Infolge der Abschnürung und der intensiven Verdampfung des Wassers der Kara-Bugaz-Bucht in dem Kasp-See ist der Salzgehalt des Wassers auch heute noch so hoch, dass er aus den, während der Meeres flut hinein gerissenen Organismen Wasser zu entziehen, vermag, so dass diese zugrunde gehen. Zur Konservierung der Leichen trägt dann der Salzgehalt des Meerwassers stark bei.

Nach dem kurzgefassten Anfrischen der auf den paleographischen, biologischen und geochemischen Umstände der Erdöl-,

bzw. Kohlenwasserstoffentstehung bezüglichem allgemeinen Kenntnisse wollen wir nun sehen, welche diejenigen Gesteine sind, die als Muttergesteine des Öls und überhaupt der Kohlenwasserstoffe in Betracht kommen können?

Wie erwähnt sind es die im Meerwasser abgelagerten sehr feinkörnigen, also pelitischen Gesteine, in erster Reihe an schwarzen Eisen-Schwefelverbindungen (Markasit, Pyrit, Pyrhotin) reichen Kalkstein- und Tonarten: Tone, Tonschiefer, Mergel usw., die keine Spuren der einstigen, den Meeresgrund bewohnenden, schlammfressenden Tiere zeigen. Laut den diesbezüglichen, wenigen Beobachtungen enthält dieser Gesteinstyp tatsächlich überall mehr- weniger gebundenes Bitumen, oft auch freies Öl.

Die Gesteine, welche in petrographischer Hinsicht den vorerwähnten übrigens völlig entsprechen, doch zur Zeit ihrer Entstehung als unmittelbarer Lebensraum der den Meeresgrund bewohnenden, schlammfressenden Fauna galten, können — aus den schon angezeigten Gründen — nicht als die Muttergesteine der Kohlenwasserstoffe angesehen werden. Die Typen des Muttergesteins enthalten deshalb nur die Reste der von fern in sie hineingeschwemmten und in der einst hoch über ihnen gelegenen sog. Sauerstoffzone lebenden, schwimmende oder schwebende Lebensart führenden Organismen. So fand man in einigen, strukturlosen Ölschiefern teilweise auch sehr gut erhaltene Tierleichen, Horn- und Chitinteilchen. Nicht selten kommen in den Muttergesteintypen Fischreste (Skelette, Schnuppen) vor, am häufigsten sind aber die Reste der eine schwebende Lebensart führenden Foraminiferen, Radiolarien, Silikatalgen usw. anzutreffen.

Ausserst charakteristisch für den Typ des Muttergesteins ist weiter — nach *Krejci-Graf* — der Metallgehalt, namentlich das Vorhandensein von Vanadium, Molybdän und Nickel.

Die bedeutende Ölvorkommen folgen fast überall den äusseren Rand der orogenen Zonen — also der Kettengebirge — in schmalen, eventuell sich wiederholenden, mehreren, parallelen Streifen.

So können wir z. B. wenn wir die zu uns näher liegenden betrachten, sehen, dass diese wirklich überall an den äusseren Füßen der Alpen, Karpaten usw. Platz nehmen, von dem bayerischen Tegernsee angefangen, durch das Ölvorkommen des äusseren Wiener-Beckens, Galiziens, Bukowinens, Rumäniens, Bakus, Iraks, entlang des ganzen asiatischen Kontinents, bis zu der hinterindischen Inselwelt. Dieser Umstand deutet auf einen Zusammenhang zwischen der Entstehung der Kettengebirge — der sog. Orogenese — und der Kohlenwasserstoffen hin. Wir müssen also annehmen, dass die Verhältnisse, die während der Gebirgsbildung an diesen Stellen der Orogene, in den sog. Vortiefe-Zonen herrschten, zur Entwicklung geschlossener Buchten ausserordentlich günstig waren.

Auf tafeligen, kratogenartigen Gebieten — und ein solches

ist die ungarische Beckengruppe eigentlich doch auch — sind hauptsächlich nur fleckenartige Kohlenwasserstoffvorkommen bekannt.

In unserem Lande ist es noch nicht völlig geklärt, welche jene Gebilde sind, die als Muttergesteine unserer Kohlenwasserstoffe in Betracht kommen können. Zuletzt befasste sich L. v. Lóczy mit dieser Frage. Nach seiner Auffassung können die von den Saumgebirgen des Alföld und von dem Mittelgebirge bekannten, folgenden Gebilde in Betracht gezogen werden: die aus dem Budaer Gebirge und von der Umgebung von Eger bekannten Fischschiefern von unteroligozänem Alter, der Kiszeller Ton, die Foraminiferen-führenden Mergel von oligozänem und eozänem Alter, die unterkretazeischen Requinien-führenden schwarzen, bitumenspurigen Kalkstein des Bakony-Gebirges und die blättrigen Kalksteine von triassischem Alter des Balaton-Hochlandes und des Pécs-er Gebirges. H. Böckh vermutete, meines Wissens auch in der Kisgyőrer Schiefergrube entsprechenden Karbon-Gesteinen einen Muttergesteinstyp.

Alle diese Gesteine können dort und insofern als die möglichen Muttergesteine unserer Kohlenwasserstoffe beachtet werden, wo und inwiefern sie den, ausser den zweifellos bestehenden petrographischen Charaktern auch den obenbesprochenen paleobiologischen Kriterien entsprechen.

Vom Gesichtspunkte des Alföld-er Erdgases können aber von diesen vorläufig und teilweise nur das unter dem Namen Kiszeller Ton bekannte Gebilde von mittel oligozänem Alter und die, am Boden der Hajduszoboszlóer II. Tiefbohrung erbohrten, grauen und schwarzen Kalksteine und schieferige Tone von unsicherem Alter in Betracht kommen, welche tatsächliche Bitumenspuren zeigen.

Das Alter der letzteren hat, wie bekannt, St. Ferenczi als triassisches, K. Papp aber als kretazeisches bezeichnet. Im Untergrund des Alföld fehlt der Jura, grösstenteils die Kreide und wahrscheinlich auch das Eozän. Die Rolle der paläozoischen Schichtenreihe, welche die Tiefbohrungen in dem Untergrunde des Alföld bisher noch nicht erreichten, ist problematisch. Ferner ist es noch nicht geklärt, welche Rolle die in den jüngeren tertiären Schichten oft vorkommenden lignitführenden Schichten vom Gesichtspunkte der Entstehung des Alföld-er Erdgases spielen. Es ist zweifellos, dass während des Verkohlungsprozesses CH_4 aus ihnen entstehen kann und auch entstand. Es kann festgestellt werden, dass nicht nur in den brackischen Schichten des Kasp-meeres, sondern auch in den Süsswasser- und Kontinental-Gebilden des tieferen Untergrundes des Alföld mit den Erdgasen zusammen vorkommende Wasser bedeutend koehsalz-, jod- und bromhaltig ist, also auf marine Herkunft hinweist. Abgesehen von den in der obersten Schichtenreihe vorkommende, stark stiekstoffhaltigen Gasen, scheint es doch wahrscheinlich zu sein, dass die Hauptmasse der Erdgasen doch mari-

nen, Gebilden entstammt, aus welche das Gas zusammen mit dem Salzwasser in die vorerwähnten höheren Glieder migrierte.

Die Kohlenstoffe bleiben namentlich selten und auch dann nur in untergeordnetem Masse an den Stellen ihrer Entstehung, in ihrem Muttergestein. Wegen ihrer, von der Umgebung abweichender geringeren Dichte und zufolge der gebirgsbildenden Kräfte beginnen sie bald zu wandern, um durch die für sie gangbaren Wege den möglichst höchstliegenden Ort zu erreichen. In der Erdrinde pflegen diese Stellen die sog. Brachyantiklinalen und, im Falle genügend mächtiger toniger Hangende (Sperrschichten), die sandigeren Glieder höher gebiebenen Schollen zu sein. Die Bedingung eines tonigen Hangenden verhindert namentlich die Wanderung der Kohlenwasserstoffe bis zur Oberfläche, wo sie vernichtet werden.

Die Erkennung der Erdgashaltigkeit der Schichten der grossen ungarischen Tiefebene (Alföld) hängt mit der Bohrung der artesischen Brunnen eng zusammen, deren Beginn besonders aber deren sachgemässe Behandlung mit dem Namen des genialen ungarischen Bergmannes, Wilhelm von Zsigmondy zusammenhängt. In 1879. wurde an der Bahnstation von Püspökladány der erste bedeutendere gasführende artesische Brunnen erbohrt und mit den in immer grösserer Anzahl erbohrten artesischen Brunnen entdeckte man immer mehr und mehr gasführende Gebiete.

Es ist auffallend, dass die Mehrzahl der artesischen Brunnen der Tiefebene in einer Zone liegt, die im N-en am Rande der Ebene, fast an den Füßen der Bükk- und Eperjes-Tokajer-Gebirgen beginnt und im S-en sich fast bis zur Umgebung von Temesvár erstreckt. Diese Zone fasst auch die Gebiete derjenigen gasführenden Brunnen in sich, welche wir schon aus den Arbeiten von St. Pazár, des ehemaligen Leiters der ärarischen Bohrungen und des Univ. Professors K. v. Papp schon seit langen kennen. Pazár unterscheidet ein „Maroser“ und ein „Tisza-Berettyóer“ Gasrevier. Aber schon er hat erkannt, dass etwa in der Verbindungslinie der beiden Gebiete eine dritte gasführende Zone liegt, die er mit der damals noch als schwach bekannten Gasvorkommen von Szarvas, Orosháza und Békés charakterisiert hat.

Zu dem Pazár'sehen Tisza-Berettyó Gebiet gesellt sich in N dasjenige Revier, das durch die neueren artesischen Brunnen und durch die ärarischen Sehurfb Bohrungen aufgeschlossen wurde. Auf diesem Gebiet befinden sich ausser den Brunnen von Hortobágy, Kareag und Püspökladány die nennenswerteren gasführenden Brunnen von Kaba, Hajduszoboszló, Vervölgy, Balmazújváros, Debreen, Hajduböszörmény, Hajdunánás und Tiszaörs, sowie das Gasvorkommen von Tiszaalök, ausserdem jenseits der Tisza die Bitumen-vorkommen von Bogáes und Tard. Aber auch W-lich von dem Pazár'sehen Gebiet können wir über weitverbreitete Gasvorkommen berichten. Hierher gehören die Gasvorkommen von Magyarttés und

Ösöd, die gasführenden Brunnen von Kunszentmárton und die Tisza-Körös Au. Die letztere ist ausser der Sárrét und der Umgebung von Mezöhegyes und Orosháza eine der gasreichsten Gebieten des Trans-Tisza-Gebietes und umfasst bis zu dem Gasrevier von Szolnok, die gasführenden Brunnen der folgenden Gemeinden: Szélevény, Csépa, Tiszasas, Tizsakürt, Tiszainoka, Nagyrév, Tiszaföldvár und Rákóczifalva. In diesem Gebiet gehören auch die am rechten Tisza-Ufer liegenden gasführenden Brunnen von Ó- und Újkécske. Das so ergänzte gasführende Gebiet bildet eine maximal 80—100 km breite und 250 lange Zone, die nach ihrer ausgesprochen NS-lichen Richtung als eine Verlängerung der unter dem Namen Hernádtaler Dislokationsrichtung bekannten tektonischen Richtung erscheint.

Die Übereinstimmung der erwähnten Richtungen ist aber, wie ich es schon in einer früheren Abhandlung auseinandersetzte, kein Zufall, sondern eine natürliche Folge der während der Bildung der Karpathen stattgefundenen geomechanischen Vorgänge. Das ungarische „Zwischenmassiv“ wurde in dieser Richtung während der karpatischen Orogenese wiederholt solchen Einwirkungen ausgesetzt, die hier, zwangsläufig zur Bildung einer N—S gerichteten Deformation führen mussten. (Fig. 10. Pag. 114).

In der beiliegenden Skizzenserie sehen wir in grossen Zügen die Zusammenhänge zwischen den gebirgsbildenden Kräften, den gefalteten Gebirgsketten und der in den starren Schollen entstandenen Bruchlinien, und deren Richtungen. Fig. I. zeigt den Zustand in der mittleren und oberen Kreide, als die Tátra- und Fáttra-Gürtel, sowie die Siebenbürger Karpathen — unter Bildung von Querbrüchen im Zwischenmassiv — aufgefaltet wurden. Fig. II. stellt die in der Grenze des Oligozäns und Miozäns stattgefundenene Orogenese dar, als die Zone des Karpathensandsteines und die Dinariiden gefaltet wurden, während in der zwischenliegenden Masse sich N—S und O—W gerichtete Brüche bildeten. Wie wir sehen, war die Hernád-Bruchlinie und das in der Verlängerung derselben fallende erdgasführende Gebiet in beiden Phasen rupturalen Kraftwirkungen ausgesetzt. Die Querbrüche (Fig. III.) schneiden die vorerwähnte Richtung. Wie die erzführenden Dämpfe und Gase, oder die Solfataren und Mofetten, gebrauchte auch das Erdgas in erster Reihe diese Bruchflächen, besonders aber die Kreuzungslinien derselben als Verkehrswege.

Entlang dieser Kanäle, die also die Richtungen des geringsten Widerstandes darstellen, wanderten die Gasen nach oben und sättigten dem grösseren-geringere Strömungs- und Eintrittswiderstand entsprechend die durchörterten porösen Glieder, die zur Akkumulation geeigneten Schichten und Linsen.

Diesen Umstand hat übrigens schon J. v. Sümeghy vermutet.

Diese vielerwähnten tektonischen Elemente konnten aber

nicht nur in der vertikalen, sondern auch in der horizontalen Verbreitung des Gases eine wichtige Rolle gespielt haben. Dahin deutet wenigstens die auf Grund meiner im Auftrage der Direktion der kgl. ung. Geologischen Anstalt, und auf Kosten der Industrie- und Ackerbauministerien ausgeführten neuesten Aufnahmen verfertigte Kartenskizze. Auf dieser Karte ist neben der strengen und geradlinigen Abgrenzung der einzelnen Gasfelder das fast ausschliessliche Vorwalten der von anderen Stellen des ungarischen Beckenkomplexes schon wohl bekannten und oben ausgeführten tektonischen Richtungen auffallend.

Das bisher als mehr-weniger einheitlich angenommene Gasrevier des Trans-Tisza-Gebietes wird auf Grund meiner Aufnahmen durch eine NW—SO gerichtete und wesentlich gasfreie Zone in zwei Teilen und zwar in ein NO-liches und ein SW-liches Gasfeld geteilt.

Die obere Grenze des südwestlichen Feldes geht von Szolnok gegen die Ortschaft Gerendás, in streng gerader, SO-licher Richtung. Zwischen Medgyesbodzás und Medgyesháza wendet sie sich plötzlich nach S und verlässt die Trianoner Grenze Ungarns bei Battonya. Die südliche, besser gesagt südwestliche Grenze dieses Feldes geht von dem in den N-lichen Zipfel der Gemarkung von Csongrád befindlichen gasführenden Brunnen nach Nagymágoes und läuft nach einer ebenfalls S gerichteten plötzlichen Wendung neben Békéssámson und Magyarésanád über die Staatsgrenze.

Die Ausbreitung des N-lichen Gasfeldes nach O konnte ich bisher nur bis zu der Linie Tiszalök, Hajdunánás, Hajduböszörmény, Debrecen, Berettyóújfalu, Szabadkeresztur und Gyula verfolgen. Die Westgrenze desselben können wir aber schon als endgültige betrachten. Sie kann durch dem N-lichen Teil von Kunhegyes—Kisújszállás—Békéscsaba und von hier an in scharfem Winkel nach O, nach Gyula sich wendende Linie charakterisiert werden.

Aber auch dieses, NO-lich genannte Gasfeld ist nicht einheitlich. Es wird durch ein schmales, nach NO streichendes, aus der schon erwähnten gasfreien Zone ausgehendes gasfreies Revier in zwei weitere Einheiten: in ein N-liches und ein S-liches Feld geteilt. Die die letzterwähnten Einheiten zerschneidende Zone wird oben durch eine unter Dévaványa nach Szeghalom, von hier an dann deutlich nach NO streichende und schur gerade nach der Ortschaft Gáborján (Kom. Bihar) laufende Linie begrenzt. Die untere Grenze der eben erwähnten gasfreien Zone läuft mit der oberen parallel und kann über die Orte Mezőberény und Vésztő gezogen werden. (S. Erdgaskarte von Tiszántúl. Taf. IV. Pag. 116.)

Zur Erklärung der beiliegenden Karte muss ich noch erwähnen, dass sie auf Grund der Untersuchungen mehrerer Tausend artesischen Brunnen verfertigt wurde und die auf derselben aufgezeichneten gasfreien Zonen nicht aus Mangel an Beobachtungs-

stellen oder Möglichkeiten entsprungen sind. In diesen gasfreien Zonen liegen namentlich sozusagen die tiefsten artesischen Brunnen des Trans-Tisza-Gebietes. Hier sind 500—550 m tiefe oder auch noch tiefere Brunnen nicht selten. Da in diesen Abschnitten sich kein Gas befindet, welches fördernd auf den Wasserertrag der Brunnen wirken möchte, musste man immer tiefer und tiefer bohren, um leidliche Wassermengen zu bekommen. Aber auch aus den erwähnten grossen Tiefen konnte man nur verhältnissmässig wenig positives Wasser zutage bringen, im Gegensatz zu den erwähnten gasreichen Zonen, wo man mit bedeutend seichteren Brunnen stellenweise mehrere 100 l/min Wasser gewinnen konnte.

Allgemein sind zur Speicherung alle poröse, sandige Glieder geeignet. Nimmt man aber auch den Aufbau des Untergrundes des Alföld in Betracht, so sind die folgenden geologischen Horizonte mit einem besseren Speichervermögen ausgezeichnet. Abgerechnet den unter dem Namen Kleinzeller Ton bekannten Schichtkomplex, wo in erster Linie in den Spalten und kleineren sandigen Linsen Kohlenwasserstoffe aufgespeichert waren, wie in Örszentmiklós und Bükkszék, enthalten die porösen Glieder der oberoligozänen (I. Debrecener Bohrung, Pestszenterzsébetter Bohrung), der mediterranen (Pestszenterzsébet, Debrecen II., im Helvetien Tard und Paráđ II.) und sarmatischen (Hajduszoboszló II: oolithischer Kalkstein, Sandstein; Tiszaberek: Sandstein, Dazituff) Schichten Kohlenwasserstoffen. Aber als noch vielbessere Gasspeicher haben sich die sandigen Schichten des Pliozäns, stellenweise sogar auch die Pleistozäns erwiesen. In den pannonischen Schichten führen besonders die sandigen und tuffigen Ablagerungen der oberen Unterstufe verhältnissmässig viel Gas (Karcag, Kaba, Hajduszoboszló, Debrecen). Im südlichen Teil Transdanubiens erwies sich dagegen — wie wir es aus S. Papp's Mitteilungen wissen — das untere Pannon als guter Ölspeicher. Die obere, sog. levantinische Stufe ist in dem N-lichen Teil des Alföld entweder überhaupt nicht oder nur in untergeordnetem Masse entwickelt. Ihre Anwesenheit konnte auf Grund von Fossilien, wenigstens bisher, nicht bewiesen werden, auch in den, schon öfters erwähnten ärarischen Tiefbohrungen nicht. In der Umgebung von Mezökövesd und Balmazújváros kommt unter dem Pleistozän in kaum etwas mehr, als 100—130 m Tiefe schon entschieden oberpannonische Fauna vor. In dem S-lichen Teil des Trans-Tisza-Gebietes dagegen, wo das Levantikum mit mächtigen Schichtkomplexen vertreten ist (in Békés beginnt das durch Fossilien bewiesene obere Pannon in 720 m Tiefe und in Szeged konnte man dasselbe in 953 m Tiefe noch erreichen), zeichnet sich eben dieser Komplex mit seinem Erdgasgehalt aus (Szeged, Mezöhegyes, Békésesaba usw.). Stellenweise führen die sandige Glieder des Pleistozäns auch nennenswerte Mengen Erdgas, wie z. B. auf der Hortobágy, wo man mit nur 100—150 m

tiefen Bohrungen einige hundert m³ Gas pro Tag aufschliessen konnte.

Aber in allen diesen Akkumulationshorizonten befinden sich die bisher aufgeschlossenen Gase nicht in freiem, sondern in gelöstem Zustand.

In den nachfolgenden Tabellen habe ich auf Grund einer früheren von mir erschienen Abhandlung die wichtigeren Daten einiger nennenswerten gasführenden Brunnen des Alföld zusammengestellt. (S. Tabelle Pag. 117.)

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, abgesehen von der Bohrung No. IV. von Nagyhortobágy in der Tiefe der wasserliefernden Schicht freies Gas in keiner der Bohrungen vorhanden. Aus dem in dem Mutterrohr aufsteigenden Wasser beginnt das Gas nur bedeutend höher zu entweichen. In den Schichten ist das Wasser an Gas ungesättigt, der Sättigungsgrad bewegt sich zwischen weiten Grenzen.

Dieser Umstand ist bei der Beurteilung der Erdgase des Trans-Tisza-Gebietes von entscheidender Wichtigkeit, weil er so wohl die bei der Forschung zu folgendenden Methoden, wie auch die Gewinnung des Gases natürlich beeinflussen muss.

Wie bekannt, stützten wir uns bei der Kohlenwasserstoff-forschung auf die von dem Amerikaner *S t e r r y H u n t* im Jahre 1861. aufgestellte Antiklinal-Theorie, die in Europa durch den weltbekannten Professor der Leoboner Bergakademie, *H o e f e r*, im Jahre 1876. und in Ungarn besonders durch *H. B ö e k h*, *F. B ö h m* und *F. v o n P á v a i - V a j n a* verbreitet wurde. Mit der Hilfe dieser Theorie wurde z. B. das shebenbürgische Erdgas aufgeschlossen. Das Wesen der Antiklinal-Theorie ist, dass in einem porösen Glied des gefalteten Schichtkomplexes das Salzwasser, Erdöl und Erdgas nach ihrem spezifischen Gewicht geordnet aufgespeichert werden. Also an dem Krustalen, höchsten Teil der Antiklinale befindet sich das leichteste Gas, in den Flügeln das Öl und in den Mulden, Synklinalen, also an der tiefsten Stelle das spezifisch schwerste Salzwasser. Auf dieser Theorie gründen sich alle die Erforschung des Erdgases bezweckende geologischen und geophysischen Methoden, mit deren Hilfe wir die Feststellung dieser Sstrukturelemente, namentlich der Braehyantiklinalen, Dome oder höher gebliebenen Schollen erstreben. In der bisher bekannten Schichtserie des Alföld kommt aber nur gelöstes, kein freies Gas vor. In diesem Zustand kann sich das Gas selbstständig nicht bewegen und kann nur mit dem Wasser gleichzeitig als verdünnte wässerige Lösung weitergefördert werden.

Da hier Gas und Wasser nicht als selbstständige Phasen, sondern nur als Lösungen auftreten, wird die Anwendung der auf der Antiklinaltheorie fussenden Forschungsmethoden bei den wässerigen Alföldern Gasen sehr problematisch, es ist sogar fraglich, ob sie überhaupt im Betracht genommen werden können.

Nach der Beendigung der in dieser Richtung geplanten Untersuchungen möchte ich auf diese Frage nochmals zurückkehren.

Aus den oben Gesagten folgt, dass man in dem Alföld das Gas nur mit seinem Lösungsmittel, dem Wasser zusammen gewinnen kann.

Die Natur der gasführenden Brunnen weicht aber von jener der gewöhnlichen artesischen Brunnen stark ab.

Zu dem Anlaufen, bzw. zu der Betriebsfähigkeit eines artesischen Brunnens ist es nötig, dass der Schichtendruck zu der Überwindung der statischen, also der durch die in dem Rohr befindlichen Wassersäule verursachten und der dynamischen, durch die Bewegung hervorgerufene (Reibungs—Beschleunigungs—Wirbelströmungs) Widerstände genügend sei. Die in dem Rohr befindliche Wassersäule tritt also als bewegungshemmender Umstand auf.

Die bewegungshemmende Wirkung der in dem Rohr befindlichen Wassersäule wird aber durch das Auftreten von Gasblasen vermindert, die z. B. so in das Wasser geraten können, dass das mit Gas gesättigte Wasser der tieferen Regionen höher steigt und ein Teil des gelösten Gases hier wegen dem geringeren Druck sich ausscheidet. Das freie Gas wirkt also dichtevermindernd. Seine Wirkung wird umso mehr gesteigert, je weniger wir es dem Wasser voreilen lassen. Wegen seiner wesentlich geringeren Dichte strebt das Gas namentlich das Wasser zurücklassend hinauf in dem Rohr. Bei weitem Rohre kommt wegen den geringeren Bewegungswiderständen das Vorseilen des Gases besser zur Geltung, als in engeren Röhren, wo eben deshalb das Wasser viel mehr verdünnt wird. Dieser Umstand führt zu der Verminderung des statischen Widerstandes des Brunnens und so resultieren grössere Strömungsgeschwindigkeiten und höhere Wassererträge. Auf den eben Gesagten ist auch die eigenartige Verrohrung der gasführenden Brunnen begründet. Bei diesen pflegen wir, um höhere Gas- und Wassererträge zu erzielen, den Durchmesser des Futterrohres in seinem oberen Abschnitt, dort also, wo die Ausscheidung und Expansion des Gases am intensivsten wird, verengen.

Mit Betracht aber darauf, dass durch das Vermindern des Rohrdurchmessers zwar die statischen Widerstände herabgesetzt, die dynamischen aber erhöht werden, erhalten wir die optimale Erträge bei jener Durchmesser-Verminderung, bei welches die ans der Differenz der beiden Widerstandsänderungen erhaltliche Gesamt-widerstands-Verminderung am grössten sein wird.

Ich muss hier noch eine praktisch wichtige Eigenschaft der gasführenden Brunnen erwähnen. Während die Leistungskurve eines gewöhnlichen artesischen Brunnens in der Relation $Q = f(h)$ eine Gerade, oder, die dynamischen Widerstände auch in Betracht genommen, ein Zweig einer schwach parabolischen Kurve ist, stellt die Leistungskurve der gasführenden Brunnen eine Maximum besitzende (kulminierende) Kurve dar.

Daraus folgt es wieder, dass während wir die Leistung der gewöhnlichen artesischen Brunnen mit der stetigen Erhöhung der Widerstände z. B. durch die Erhöhung der Ausflussöffnung progressiv auf Null vermindern können, können wir dasselbe wenigstens beiden nur durch ihren Gasgehalt positiven Brunnen nicht ausführen. Jeder solcher Brunnen hat namentlich eine gewisse Mindestleistung, unter welcher er kein Gas und Wasser fördern kann. Vermindern wir die Leistung solcher Brunnen unter einen gewissen veränderlichen, dabei aber für den einzelnen Brunnen charakteristischen Ertrag, so stellt sich der freie Auslauf des Brunnens plötzlich ein und ist nur durch kostspieligen Verfahren: Pumpen, Kompressieren wieder in Gang zu setzen.

Ans dem eben Ausgeführten haben wir die zwei auch praktisch wichtigsten Eigenschaften der gasführenden artesischen Brunnen kennengelernt. Die eine ist, dass wir durch zweckmässige Verrohrung bzw. Rohrverengung den Ertrag zwischen gewissen Grenzen erhöhen können, die zweite, dass diese Brunnen eben wegen ihrem Gasgehalt sehr empfindlich gegen Widerstandsänderungen z. B. Veränderung der Höhe der Ausflussöffnung sind.

Wenn wir von der Hortobágy kommen, verschwinden am Fusse der Nyírség plötzlich die gasführenden artesischen Brunnen, obwohl diese Linie weder stratigraphische, noch tektonische Grenze ist und auch nicht am Rand des unterirdischen Gasfeldes liegt, denn die ärarischen Tiefbohrungen haben bewiesen, dass das Gasfeld sich noch auch unter dem W-lichen Teil der Lössplateau aus der Nyírség erstreckt.

Diese anscheinende Gasarmut des Gebietes kann nur auf das höhere Terrain zurückgeführt werden. Beständigere und grössere Gasströmungen können namentlich nur in ständig liefernden, in erster Linie also positiven, oder aber in mit grösserer Leistung arbeitenden negativen artesischen Brunnen auftreten. Mangels solcher Brunnen ist natürlich eine bedeutendere Gasproduktion unmöglich.

Was das Gaslieferungsvermögen der gasführenden Brunnen des Alföld betrifft, da können wir die meisten Anhaltspunkte aus den Daten der Karcager, Hajduszoboszlóer und Debrecener ärarischen Tiefbohrungen entnehmen. Diese Brunnen liefern aus 500—1200 m Tiefe zumeist aus den oberpannonischen Schichten neben dem salzigen Thermalwasser täglich je 2000—3600 m³ Gas, dessen CH₄-Gehalt allgemein zwischen 85—95 % schwankt, stellenweise aber auch 100 % erreicht. Der Heizwert des reines Methans beträgt rund 9500. cal/m³. Der durchschnittliche Heizwert des aus diesen Brunnen gewonnen Gases wechselt — dem CH₄-Gehalt entsprechend — zwischen 8000—9000 Kal. und entspricht etwa dem Heizwert von $\frac{3}{4}$ 1 Benzin. Ein m³ Gas representiert also rund 2.5 effektive PS und durch die Ausnützung der vollen Ertäge dieser Brunnen konnte

man je ein 200—365 PS leistenden Gasmotor tag und nacht im Betrieb halten

Interessante, obwohl nur wissenschaftlich wertvolle Resultate können wir aus denjenigen Untersuchungen erwarten, die auf die Initiative des Herrn Direktors L. v. Lóczy in dem chemischen Laboratorium der kgl. ung. Geologischen Anstalt im Gange sind und die die Bestimmung der Spuren seltener Gasen, besonders der des Heliums in diesen Erdgasarten bezwecken.

Das Sammeln der Daten bezüglich der Lebensdauer der gasführenden Brunnen ist noch nicht abgeschlossen. An dieser Stelle möchte ich im Zusammenhange mit dieser Frage nur noch soviel erwähnen, dass ich im Alföld mehrere 30—40 Jahre alte Brunnen kenne, ja ist der erste gasführende artesische Brunnen auf der MÁV-Station in Püspökladány sogar nach 60 Jahre immer noch im Betrieb, obwohl er mittlerweile negativ wurde. Die Lebensdauer dieser Brunnen ist nicht nur eine Funktion des Wasserertrages, denn meine an zahlreichen Brunnen ausgeführten Messungen betreffs des Gasertrages weisen dachin, dass dieser mit der Zeit im stärkeren Masse fällt, als es die Wasserertragsverminderung fordern würde. Regelmässige Messungen könnten auch hier sehr wichtige Ergebnisse bringen!

Ich versuchte in den eben Ausgeführten die wichtigeren Gesichtspunkte zusammenzufassen und zu erklären, aus welchen wir bei der Beurteilung der Trans-tiszaer und überhaupt der Alfölder Erdgasfrage ausgehen müssen. Die letzten ein-zwei Jahrzehnten zeigen auch auf diesem Gebiet einen deutlichen Fortschritt, obwohl — wie wir sehen — noch viele Fragen einer Lösung harren. Nach Erkennung dieser gilt aber unsere Hoffnung vielleicht nicht mehr als eitel, dass die ungarischen Geologen und Fachleute der angewandten Geologie, sowie die ungarischen Bergleute und Techniker diese Probleme auch und zwar zum Wohle unseres Landes lösen werden.