

PETROLEUMZONEN IN DER EBENE

VON
V. ISCU

I. — Die Petroleumzone Teleajenu-Boldești-Hârsa mit ihrer Verlängerung nach Iordăcheanu in E.

II. — Die Zone Bucov-Chițorani nach Urlați mit ihrer Verlängerung nach Buda-Nedelea-Ghirdoveni.

Die Ölsammlungen hängen mit der Genesis des Öles nicht zusammen. Wir wissen das Öl in gewissen Schichten und bestimmten Regionen aufsuchen, wenn wir an den animalischen Ursprung, in andern Schichten und andern Regionen aber, wenn wir an den vegetabilischen oder mineralischen Ursprung glauben.

Das Auffinden des Öles hängt auch nicht von dem Alter der Schichten ab, da man bis jetzt das Öl fast in allen geologischen Perioden gefunden hat.

Das Öl befindet sich in porösen Schichten, Hohlräumen und Klüften; jedenfalls aber hängt seine Lage mit der Tektonik zusammen; d. h. das Öl sammelt sich als leichteres Produkt in den oberen Regionen der porösen Schichten, das Wasser aber in den untern Regionen derselben an. Die Antiklinalen und zwar diejenigen mit höchster Lage, die Gewölbe, haben die reichsten Ölsammlungen.

Bei der Bestimmung der Antiklinalaxe oder des Antiklinalkammes muss man das allgemeine und nicht das lokale Streichen im Auge haben, sonst kommt man zu ganz falschen Resultaten.

Auf Grund dieser Prinzipien wurde die Ölzone Teleajenu-Hârsa-Iordăcheanu bestimmt.

Der Antiklinalkamm im Teleajenu-Tale hat Niveaupunkte,

welche denen von Crângu-Bot neben Ploești, d. h. denen in der Ebene gleichen. So haben die Niveaupunkte in Boldești zwischen dem 9-ten und 10-ten km. 203—203—201 m., während im Crângu-Bot 5 km. westlich von Ploești die Niveaupunkte 205 m. Niveaudifferenz haben.

Die Antiklinalaxe hat auf einer Länge von 10 km. vom Teleajenu-Tale bis Vârful-Corbului, eine schnurgerade Richtung von Westen nach Osten. Die Ausbisse sind nach je 2 km. ausgezeichnet zu beobachten.

Das Profil No. 1 ist, was sehr selten vorkommt ausgezeichnet im Teleajenu-Tale zu sehen. Die Neigung der Schenkel nach N und S beträgt nur 5—10°, und in einem Abstand von 500—600 m. von der Axe beträgt dieselbe 15° bis 20°.

Profil No. 2 und 2^{bis} zeigt eine Fallrichtung N 21° W oder 339° mit einem Fallwinkel von 30°—12° und eine südliche Richtung, S 21° N oder 201° mit 5° Neigung.

Das Profil No. 3 zeigt die Fallrichtung nach N mit 4—12° Neigung und nach S (210°) mit 12—30° Neigung.

Profil No. 4, 1 km. westlich von Berg Jugă-Urs zeigt eine Fallrichtung S 3° E (177°) mit 7° Neigung und N 9° W (351°) mit 19° Neigung.

Das Profil No. 6, in Piscu subțire zeigt eine Fallrichtung S mit 5—6° Neigung.

Im allgemeinen haben die Schichten hier in der Nähe der Antiklinalaxe eine Neigung von 5°—6° und nur bei 1 km. von der Axe steigt die Neigung bis 30°.

Die Richtung der Petroleumzone oder des Antiklinalkammes sieht man auf der nebenliegenden Karte von Boldești und Hârșa. Beobachtet man die Fallrichtungen der Schichten in der Figur AA, BB, so kann man sich überzeugen, dass die Antiklinalaxe von Teleajenu-Tale nach Osten gegen den Berg Seciu allmählich steigt, gegen Hârșa dagegen fällt, d. h. die Schichten bilden auf dieser Entfernung ein längliches Gewölbe, welches für Ölsammlungen sehr geeignet ist. In verschiedenen Schichten hat man Ölgase angetroffen, besonders findet man bei Hârșa Sandsteine mit Ölspurenen. Die Antiklinale ist ruhig und gut geschlossen, was beweist, dass das darin befindliche Öl nicht entweichen konnte.

Das geologische Alter. Die Schichten gehören hier der

levantinischen und pontischen Stufe an. In einem Schacht sind *Vivipara* und *Unio* gefunden worden, ähnliche Versteinerungen wie in Băicoi.

Diese Antiklinale ist in Verbindung zu bringen mit jener von Țintea-Băicoi-Moreni oder als Verlängerung derselben zu betrachten.

Die zweite südliche Petroleumzone Urlați-Nedelea-Ghirdoveni.

Die Petroleumzone fängt bei Urlați an und verlängert sich nach Westen über die Ebene nördlich von Ploești bis Nedelea und Ghirdoveni. Die Zone, welche von Chițorani bis Ghirdoveni nicht näher untersucht werden kann, lässt sich jedoch von Chițorani bis Urlați ausgezeichnet studieren.

In Chițorani und Valea Orlei. Profil No. 14, 12, 13 fallen die Schichten in 3 Richtungen ein und zwar von 300° , 263° und 215° mit den Neigungen von 15° , 15° und 14° .

Profil durch das Lărgatal No. 4, 7, 8 zeigt die Fallrichtungen von 347° mit Winkeln von 39° , 155° und 25° .

Profil durch den Berg Nicovani mari No. 5, 6, 8, zeigt die Fallrichtungen von 340° mit Winkeln von 39° und 140° , mit 25° .

Profil durch Poeana-Tal No. 15, 16, 17, zeigt die Fallrichtungen von 360° mit Winkeln von 2° und 18° mit 5° .

Profil in Urlați bei der Kirche V. Pietrei No. 22 und 23 zeigt die Fallrichtungen von 320° mit 23° und 140° mit 6° .

Die grössten Neigungen trifft man zwischen Chițorani und Urlați, während sich die kleinsten gerade in Chițorani und Urlați befinden. Man kann daraus schliessen, dass man es auch hier mit einer Kuppe oder einem Gewölbe zu tun hat.

Im Berg Chițorani findet man Ausbisse von Sand, welche ganz schwarz sind. Verreibt man solche Sande in der Hand, so wird dieselbe ölig und man verspürt auch Ölgeruch.

Verbindet man den Punkt von Chițorani mit demjenigen von Ghirdoveni und zieht man die Antiklinalaxe parallel zu der oberen bestimmten Antiklinalaxe von Băicoi-Țintea und Moreni, so erhält man eine Petroleumzone, deren Antiklinalaxe viel nördlicher von Aricești liegt und durch Nedelea geht, so dass die Bohrung von Aricești in eine Synklinale zu liegen kommt und somit starke Wasserschichten, aber in keinem Falle Öl anfahren wird, wie ich schon am Anfang der Bohrung in der Re-

vue „Petroleum Român“ ganz ausdrücklich betont habe, da man früher noch keine tektonischen Studien über diese Gegend gekannt hat.

Die Zukunft der rumänischen Petroleumindustrie und der Ölsammlung liegt in der Ebene, nicht in den hohen Bergen, obgleich man auch hier total falscher infolge Studien, falsch angelegter und schlecht angebrachter Bohrungen bis jetzt zu keinem günstigen Resultat gelangt ist.

DIE SCHLAMMVULCANE VON BERCA-BECIU UND DIE FRAGEERÖRTERUNG DER BEDEUTUNG DERSELBEN FÜR DIE ÖLZONE

VON
W. TEISSEYRE

I.

DIE LOKALGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER GEGEND VON BERCA (1)

Der geologische Bau der Gegend von Berca, ihre Schlammvulkane und ihr Fossilienreichtum sind im Allgemeinen bereits aus den Publikationen von COQUAND, COBALCESCU, TH. FUCHS, MRAZEC, G. ȘTEFĂNESCU, S. ȘTEFĂNESCU und von mir bekannt (2).

Nach der Vermutung von COBALCESCU liegt Berca auf zwei Antiklinalen der Psilodon- und der Unionen-Schichten (dacische und

(1) Die Beschreibung der lehrreichen stratigraphischen Verhältnisse der Gegend von Berca würde den Rahmen dieses Aufsatzes bedeutend überschreiten. Es wird demnächst ein stratigraphisches Studium erscheinen, in welchem auch die Gegend von Berca Berücksichtigung findet.

(2) COQUAND: Sur les gites de pétrole de la Valachie et de la Moldavie etc. Bull. Soc. géol. de France 1866—1867. 2 Serie, Tom. XXIV.

COBALCESCU: Studii geologice și paleontologice etc. Memoriile geol. ale Școlii militare din Iași, București 1883.

GR. ȘTEFĂNESCU: Cours élémentar de Geologie, București 1890.

TH. FUCHS: Geol. Studien in den jüngeren Tertiärbildungen Rumäniens. Neues Jahrb. für Mineral., Geol. und Paleont. Bd. 1897, p. 111 ff.

S. ȘTEFĂNESCU: Etudes sur les terrains tert. de Roumanie. Contributions à l'étude stratigr., Lille 1897, p. 133.

TEISSEYRE: Geol. Studien im Distrikte Buzeu. Verhandlungen geolog. Reichsanstalt, 1897, p. 162.

MRAZEC, TEISSEYRE, ATANASIU. „Considerațiuni geol.“, in der Publication „Lucrările Comisiunii pentru studiul regiunilor petrolifere“, București 1904, p. 75 (Profile der Ölzone Berca-Beciu).

levantinische Stufe) (1). Später wurde in dieser Gegend (Joseni-Berca-Pleşcoi) nur eine breite (circa 7 km.) nordnordöstlich orientierte (23 h. bis 23 h. 5ⁿ) Antiklinale konstatiert, an deren Aufbau pontische Congerien-Schichten und dacische Psilodon-Schichten Anteil nehmen. Die beiden angrenzenden flache und weit ausgedehnten Synclinalen, jene von Joseni im Westen und jene von Pleşcoi im Osten, sind aus levantinischem Unionen-System, zumeist in der Facies der s. g. Schichten von Căndeşti (=System non fossilifere bei COBALCESCU l. c. p. 27) aufgebaut.

Die Medianzone der Antiklinale von Berca wird im Ganzen in einer Breite von 2—3 km. durch pontische Congerien-Schichten beherrscht. Allein innerhalb dieser pontischen Zone erscheinen auch maeutische Schichten, wenn auch nur ausschliesslich in den tiefsten in diese Zone einschneidenden Erosionsfurchen und zwar, wie folgt:

1. Im Buzăuflusse liegt der Scheidepunkt zwischen Gebieten entgegengesetzter Fallrichtung (Antiklinalaxe) dicht an der Mündung des Baches Murătoarea Bercei.

Es treten hier die Schichten mit *Unio subatavus* Teis., „s. g. Unionen-Schichten von Berca“, welche der maeutischen Stufe angehören, und welche hier, wie die mitvorkommende *Vivipara Neumayri* Brus. lehrt, bereits den Übergang zu Congerien-Schichten herstellen, auf.

Etwa 200 m. weiter im Westen liegt am Buzăufluss der Bohrschacht Marie.

2. In der Schicht Murătoarea Bercei, über welche die Anticlinalaxe von Berca nordwärts läuft, erscheinen maeutische Oolite mit *Congeria Bobociensis* Teis. Diese Schichten bilden eine regelmässig gewölbte Antiklinale. Es ist die Medianzone der Anticlinale von Berca.

3. Weiter nordwärts wird durch die Sattelaxe der mittlere Teil von Val. Dalmei gekreuzt, wo bereits Schichten mit *Dosinia exoleta* Lin. erscheinen und wo sich Ölspuren zeigen.

Von diesen drei in der Streichrichtung der Schichten aufeinanderfolgenden in die maeutische Stufe einschneidenden Tal-furchen ist es jene von Valea Dalmei, welche am weitesten nach Norden gelegen ist, und durch welche auch tiefere Partien der maeutischen Stufe entblösst werden, d. h. ausser jenen Partien,

(1) COBALCESCU: l. c. Profil Fig. 4 p. 25.

welche bereits in den beiden anderen Taleinschnitten (Murătoarea Bercei und Buzău) zu Tage treten. (1)

Trotzdem sind aber die Aufschlüsse über die Dosinien-Schichten in Valea Dâlmei in einem etwas höheren hypsometrischen Niveau (180—200 m.) gelegen, als jene am Bache Murătoarea Bercei (160—180 m.) und am Buzău (145—149 m.) (2).

Es hängt dies zweifellos damit zusammen, dass südsüdwestliche, resp. südsüdöstliche Neigungsrichtungen der Schichten bei Berca stets für Orte bezeichnend sind, welche der Antiklinalaxe zunächst benachbart sind. Danach ist die Antiklinalaxe je nach ihrem Streichen sanft südlich (10 h. 10° bis 11 h.) geneigt. Erst in weiterer Entfernung von der Mediangend der Antiklinale geht das Schichtengefälle langsam in ein fast westliches, respective aber in ein östliches über.

Die südliche Neigung der Antiklinalaxe scheint auch im Bereiche der noch weiter im Norden, am oberen Ursprung von Val. Dâlmei, gelegenen alten Ölgrube von Berca sich geltend zu machen. Jenseits der Ölgrube, weiter nach Norden hin, am oberen Păcelele-Tale, scheint die Medianzone unserer Antiklinale nirgends mehr bis auf die Dosinien-Schichten erodiert zu sein, trotzdem die Wassereintrisse des oberen Păcelele in einem nur wenig höheren hypsometrischen Niveau liegen (223—230 m.), als die Aufschlüsse dieser Schichten in Val. Dâlmei (180—200 m.).

Beim Vergleiche der drei vorgenannten, in die Dosinien-Schichten einschneidenden Talfurchen (Val. Dâlmei, Murătoarea Bercei und Buzău) fällt es ferner auf, dass hier die der Antiklinalaxe benachbarten Punkte, an welchen die Schichten südsüdöstlich oder südsüdwestlich einfallen, durch relativ sanfte Neigungen (25—42°) derselben ausgezeichnet sind. Erst weiter seitwärts vergrößert sich der Fallwinkel stufenweise, und zwar am Westflügel der Antiklinale innerhalb der oberen Dosinien-Schichten bis auf 50—60° (Val. Dâlmei unterhalb des Berges Muchea Dâlmei, resp. aber Murătoarea Bercei), hingegen noch weiter im Westen innerhalb der Valenciennesien-Schichten bis auf 70° (unterhalb des Klosters von Berca am Sărăţelul-Josefi-Bach).

(1) Vergl. die stratigraphischen Angaben aus dieser Gegend in meiner demnächst zu veröffentlichenden Publication „Über die maeotische, pontische und dacische Stufe“ u. s. w. im Annuarul Institut. geolog. Bukarest.

(2) Karte 1 : 10000.

Blos am Ostflügel der Antiklinale von Berca wurden von mir Fallwinkel von höchstens 45° innerhalb der Valenciennesien- und Psilodon-Schichten beobachtet, allerdings stets bei südöstlicher Neigungsrichtung derselben.

Am Westflügel der Antiklinale von Berca verläuft die äussere geographische Grenze der medianen Congerien-Zone längs des Ostfusses der Hügelkette des Mt. Gálmea, welche die Wasserscheide zwischen den beiden nördlichen Zuflüssen der Buzău, dem Păcele- und dem Sărățelul-Joseni-Bache darstellt. Dabei sind es typische Valenciennesien-Bildungen mit *Valenciennesia Reussi* Neum., *Cardium planum* Desh., *C. carinatum* Desh. u. s. w. *Dreissensia rostriformis* Desh. u. s. w., welche unmittelbar unter die unteren Psilodon-Schichten mit beinahe westlichem Gefälle hinabtauchen.

Die Breite der dacischen Zone des westlichen Antiklinalflügels beträgt circa 1 km. Es entfällt diese Gesteinszone im Norden des Buzău auf Mt. Gálmea, hingegen im Süden dieses Flusses auf die Bergspitze Liliacu.

Bei einer constant west 20—30°-nördlichen Schichtenneigung beträgt der Fallwinkel innerhalb der westlichen Psilodon-Zone zumeist nur 35°, um aber stellenweise, zum Teil zufolge localer Störungen, bis auf 62° anzusteigen. Überhaupt ist der Fallwinkel innerhalb der westlichen Psilodon-Zone merklich geringer, als am äusseren Westrande der medianen Congerien-Zone. Es stellt die westliche Psilodon-Zone bereits den Übergang zu der westlich an unsere Antiklinale anstossenden Synklinale von Joseni dar.

Die östliche dacische Zone (Mt. Balaur) scheint der westlichen an Breite gleichzukommen, indessen, wie später gezeigt werden wird, zum Teil faciel anders entwickelt zu sein, als die westliche.

II

DIE SCHLAMMVULKANE

Die überaus breite Scheitelregion der Antiklinale von Berca ist durch die in Rumänien berühmten Schlammvulkane bezeichnet. Die beiden einander nächstbenachbarten Schlammvulkangebiete von Berca, Fierbătura-de-jos und Fierbătura-de-sus, sind

etwa 5 km von den weiter im Norden gelegenen Salsen von Păcele („Păcele mari“) entfernt, auf welche circa 2 km. weiter nordwärts noch die Salsen von Policiori („Păcelele mici“) folgen. Ausserdem gehören auch verschiedene, wiederum circa 2 km. weiter im Norden befindliche Schlammvulkane von Beciu der noch weithin nach dieser Richtung fortstreichenden Antiklinale von Berca an (1).

Die gerade Linie, längs welcher die Schlammvulkane von Berca, Păcele und Policiori angeordnet sind, ist nach hora 22 bis hora 23 (N 12° E bis N 30° E) orientiert und entspricht genau den Strichen der Bercaer Antiklinalaxe.

Der äussere Habitus der Schlammvulkane dieser Gegend ist bereits öfters geschildert worden (2). Es mögen die nachstehenden Daten zum Vergleich mit fremdländischen Salsengebieten und zur Beurteilung der momentanen Entwicklungsphase der Schlammvulkane in Rumänien dienlich sein.

In Beciu existieren einige einzelne, in grösseren Abständen (einige hundert Meter) längs der Antiklinalaxe von Berca angeordneten Salsen, welche z. T. in Vertiefungen von tellerförmiger Gestalt gelegen sind.

Zum Unterschiede von Beciu gibt es in Berca, in Păcele und in Policiori keine isolierten Eruptionsschlote. Jede dieser drei Ortschaften besitzt vielmehr ein grosses Schlammvulkanfeld. Die einzelnen Krater, zwar bald mit, bald aber ohne Schlammkegel, ferner bald in trichterförmigen Vertiefungen, bald auf ebenem Boden gelegen, gruppieren sich zu einem grossen Schlammvulkanfelde. Es sind dies offenbar Salse mit einem stark verzweigten Systeme von Eruptionsspalten.

Das mit grauem Salsenschlamm bedeckte Areal ist im Bereiche der activen Kratere ganz steril und hebt sich um so greller aus den umgebenden Wiesen und Feldern ab, als die breiten, aus den Kratern sich ergiessenden Schlammströme bei trockenem Wetter mit einer dicken Salzkruste bedeckt sind.

1) Das Slănik-Tal wird bei Niculescu und Merei im Norden von Beceni durch die Antiklinale von Berca gekreuzt. Beceni selbst liegt auf dem östlichen Flügel der Antiklinale von Berca.

(2) Zu vergleichen ist namentlich COBALCESCU l. c. 73 — 82; TH. FUCHS, l. c. p. 144 — 150.

Die bizarren, schneeweissen Eruptionskegel ragen einige Centimeter bis einige Meter hoch über die das Salsenterrain umhüllende Schlammdecke empor; sie sind bald spitzkegelförmig, bald aber äusserst flach. Die Kratere stellen im ersten Falle senkrechte kaminartige, mit Schlammwasser zumeist nicht ganz gefüllte Schloten dar. Im zweiten Falle aber sind es kleine Tümpel und Teiche, deren trübes, salziges Wasser an verschiedenen Stellen, wo entzündbare Gasblasen in kurzen Intervallen entweichen, sich in brodelnder Bewegung befindet.

Die frischen, noch feuchten Schlammströme haben kaum eine Breite von circa 3—10 m. und eine Dicke von circa 1 cm.—1 dm. oder etwas mehr. Auch durch ihre bleigraue Farbe sind dieselben von der älteren Schlammdecke leicht unterscheidbar, welche trübgelbliche Färbung zeigt und spärlich mit Salzpflanzen bewachsen ist (1).

Kraterlose rundliche Hügel, welche hie und da auf dem Salsenterritorium erscheinen, sind zum Teil auf erloschene Eruptionsschloten zurückzuführen, zum Teil aber vielleicht als Denudationsreste der früheren Schlammdecke zu deuten. Die bei schwächerem Gasandrang entstehenden, in trichterförmigen Bodenvertiefungen gelegenen Kratere gruppieren sich mitunter zu 3 bis 5 innerhalb eines verzweigten grösseren Trichters (Fierbătura de jos), in analoger Weise, wie es verzweigte Karstrichter gibt.

Manche Kegel sind 1 m. breit und ebenso hoch, ihr kaminartiger Schlot aber kaum 1 m. breit und mit Schlammwasser bis etwa $\frac{1}{2}$ Meter unterhalb seines Oberrandes gefüllt. (Păcelele mari).

An Ausdehnung nimmt unter den Schlammvulkanen das Salsenterrain von Berca (Fierbătura-de-jos und Fierbătura-de-sus) den ersten Rang ein. Seine grösste Breite beträgt in ost westlicher Richtung circa 700 m, während seine den Schichtenstrichen entsprechende Längsaxe (23 h 5') beinahe doppelt so gross ist. Das Schlammvulkangebiet von Păcelele, genannt „Păcelele mari“ oder „Fierbătura dela Păcelele“ nimmt ein

(1) *Atriplex Halimus L.* und *Salicornia herbacea L.* nach BEC (teste TH. FUCHS l. c. p. 147 Fussnote 1), — ferner *Obione portulacoides* (Chenopodiaceae) und *Nitraria Schoberi* (Zygophylaeae) nach. gef. Angabe des Herrn Prof. VLĂDESCU.

fest kreisrundes Areal ein, dessen Durchmesser auf circa 400 Meter zu schätzen ist. Ähnlich sind auch die Umrisse des Schlammvulkanes von Policiori.

DIE LOKALEN BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN SALSSEN UND DEN TERRASSEN

In orographischer Beziehung spielen unsere Schlammvulkane keine selbständige Rolle, abgesehen natürlich von der auf nur wenige Meter sich belaufenden relativen Höhe der grösseren flachen Schlammkegel.

Statt dessen ist eine gewissermassen gesetzmässige Abhängigkeit der Salsen vom Bodenrelief zu konstatieren. Sie gelangt merkwürdiger Weise darin zum Ausdruck, dass sich die Salsen, nicht irgendwo auf der Höhe der bedeutenderen Berge, oder aber in der Tiefe der dazwischenliegenden Täler sich zu befinden, vielmehr stets an ein gewisses mittleres hypsometrisches Niveau zwischen den Berghöhen und den Talniederungen gebunden sind.—Es entfallen in Beciu die einzelnen, isolierten Krater auf die Abhänge einer weitläufigen Talfurche. Auch sind die Salsen von Berca, Păcele und Policiori auf Terrassen gelegen, welche die dortigen Taleinschnitte umsäumen und welche zum Teil infolge Erosion in ihren Umrisen bereits verschwommen erscheinen. In die Täler des Buzeu-Flusses und Păcele-Baches steigen die Salsen nie hinab.

Das Studium der Terrassen des Karpatenbogens gehört zwar der Hauptsache noch der Zukunft an, doch ist dasselbe als mit Erfolg in Angriff genommen zu betrachten (DE MARTONNE, MRAZEC, ROMER u. A.). Einige kurze Bemerkungen über die Terrassen in der Gegend Berca-Policiori mögen hier am Platze sein.

Das Buzău Tal wird bei Berca von einigen verschiedenen Terrassen begleitet, welche mit anderen Talsystemen dieses Gebirges direkt vergleichbar sind und welche namentlich auf der Nordseite des Flusses deutlich entwickelt sind.

Die am Nordufer des Flusses gelegenen Dörfer Pleșcoi, Berca und Rătești sind auf einer alluvialen Niederterrasse gelegen, welche sich kaum 5 bis 10 m. über das Niveau des Buzeuflusses (149 m.) erhebt. Die zunächst höhere Terrasse wird durch die

hypsometrische Lage des Klosters von Berca (204 m.) und durch das auf das nämliche Niveau entfallende untere Schlammvulkan-Gebiet von Berca (Fierbătura-de-jos) bezeichnet. Die oberste Terrasse befindet sich in einer absoluten Höhe von 260 bis 280 m. Es gehören ihr der Hügel (264 m.) im Norden des Klosters von Berca sowie die Anhöhe „Fierbătura-de-sus“ oder oberes Schlammvulkanfeld von Berca (284 m.) und ausserdem die Salsa von Policiori (circa 330 m.) an. Ostwärts, gegen Pleşcoi hin, wird diese Terrasse undeutlich und verliert sich schliesslich gänzlich.

Die Sedimente der drei in Rede stehenden Terrassen sind fast die gleichen. Der lössähnliche Lehm der unteren Terrasse ist bei Pleşcoi und Berca 2–8 m., seltener aber bis 20 m. (Răteşti) mächtig. Nur selten bleibt die diesen Lehm gewöhnlich unterlagernde Flussschotterlage (2–3 m.) ganz aus. Stellenweise ist der Lehm durch dünne Flussschotterlagen von etwa 0,5 Meter Mächtigkeit abgeteilt, dabei aber von poröser Struktur und mit ganz steilen Wandböschungen abbrechend, so dass mitunter blos die mehr sandige Beschaffenheit dieses sichtlich fluviatilen Lehmes den Unterschied gegenüber dem typischen Löss ausmacht.

An der etwa 20 m. hohen Flusssteilwand von Urlători nächst Pleşcoi (mittlere Terrasse) lagern abwechselnd mächtige Lagen (5–8 m.) von sandigem Flussschotter mit ebensolchen Banken von grobsandigem Lehm, welchem zum Unterschiede von dem vorgenannten lössähnlichen Lehm die poröse Struktur mangelt.

Auf der Höhe von Fierbătura-de-jos, in einem den Ost- und Westrand dieses Schlammvulkanes umsäumenden Bacheinrisse, wurde in den Abhängen der Congerien-Schichten eine Wechsellagerung von Flussschotter und Lehm (Banken 4–5 m. dick) ohne Poren, jedoch mit steiler Wandböschung beobachtet (mittlere Terrasse). Der Schotter (1–2 m.) und der darüber lagernde lössähnliche Lehm der mittleren Terrasse ist namentlich auch an der Mündung des von Westen her die Fierbătura-de-jos umsäumenden Bacheinrisses (Pârăul Murătoarei), als Abhang der Dosinien-Schichten, entblösst.

Die Schotter der Terrassen sind bekanntlich aus Geschieben von dichtem Kalk, von mesozoischem Habitus, von Quarzit, weissem Quarz, ferner von Hornstein des oligocänen Flysches

(Menilitschiefer-Gruppe) und von Gneiss, sowie aus verschiedenen anderen kristallinen Gesteinen zusammengesetzt. Die Herkunft dieser Geschiebe ist selbstverständlich durch die Annahme zu erklären, dass die diluvialen und alluvialen Schotter aus der Umlagerung der pliocänen Schotter (Schichten von Căndești) hervorgingen, zumal der Buzeufluss selbst bis zu seinem Ursprunge hinauf, bekanntlich dem Flyschgebiete der Karpaten angehört.

Das mit Schotter bestreute Gebiet der obersten Terrasse des Buzeu-Tales findet seine Nordgrenze erst in der nördlichen Umgebung der Fierbătura de sus. Diese Grenze ist 2—3 km. vom Buzeufluss entfernt sowie demselben parallel. Dieselbe ist quer über Berghöhen zu verfolgen, denen man ihr ursprünglich terrassenartiges Gepräge zumeist nicht mehr anmerkt.

Dank dem jetzigen, arg von Erosion hergenommenen Zustande der oberen Terrasse ist der Lehm dieser Terrasse von dem gewöhnlichen nicht terrassierten Gehängelehme (Berglehm) nicht trennbar.

Die Terrassen des Buzău setzen sich, wie selbstverständlich auch in bedeutendere Seitentäler fort (Slănic-, Păcele-, Sărățelul-Joseni-Tal). Dabei ist namentlich die Verbreitung der Schotter an Orten zu beobachten, in welchen der terrassierte Charakter des Bodenreliefs nicht mehr erkennbar ist.

Die Sedimente aller drei Terrassen sind, so weit sie zu unterscheiden sind, horizontal.

Es mag aus der hypsometrischen Verteilung der Salsen und der Terrassen die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Beginn der Salsenbildung mit den früheren Talböden und zwar mit der Entwicklungsphase der mittleren und der oberen Terrasse zeitlich zusammenhängt.

Wahrscheinlich ist es, dass später durch die Erosion der Täler hie und da Schlammvulkane zu Grunde gingen, welche auf diesen früheren Talböden, jedoch ausserhalb der horizontalen Umrisse der heutigen Terrassen, existierten. Vielleicht ist anfangs das hypsometrische Niveau solcher Schlammvulkane gleichzeitig mit jenem des Talbodens stufenweise erniedrigt worden, bis vielleicht schliesslich die Sedimente der im Entstehen begriffenen Alluvialdecke selbst dem Salsenphänomene als Hindernis entgegentraten.

DIE VERBREITUNGSVERHÄLTNISSE DES SALSSENSCHLAMMES

Die Verhältnisse des Salsenschlammes stimmen tatsächlich weder mit den Grenzen der einzelnen aktiven Schlammvulkane überein, noch mit dem Vorkommen von Salzen überhaupt. An der Peripherie einzelner Salsenfelder gibt es einerseits mit Salsenschlamm bedeckte Strecken, welche der aktiven Krater gänzlich entbehren; andererseits soll aber das Areal der Salsen teilweise, angeblich noch vor etwa 100 Jahren, bewaldet gewesen sein, was auch durch stellenweise im Salsenterrain dicht nebeneinander steckenden Baumwurzeln erhärtet wird (Schlammvulkane von Berca).

An dem im Norden von Culmea Dâlmei (368 m.) auf der Ostseite des Păcelele-Baches aufragenden Hügel 399 m., welcher seiner Lage nach der Medianzone der Antiklinale von Berca angehört, und in dem Abstand der Schlammvulkane von Berca und jener von Păcelele fällt, wurden von mir anstehende Valenciennesien-Schichten beobachtet. Neben diesen Ausscheidungen sind jene bekannten faserigen Calcitplatten zahlreich zerstreut, was für die Salzenterrains unserer Gegend als charakteristisch gelten muss. Da die Entfernung von den beiden benachbarten Schlammvulkanen (Berca und Păcelele) 1—3 km. beträgt, können diese scharfkantigen Calcitplatten nur als Überreste einer erloschenen Salse gedeutet werden.

Infolge seines ursprünglichen Gasgehaltes nimmt der Salsenschlamm nach dem Austrocknen eine poröse Beschaffenheit an und ist ausserdem an dem Mangel der Schichtenbildung sowie an den noch gleich zu besprechenden regellos eingebetteten scharfkantigen Trümmern verschiedener Gesteine leicht erkennbar. In den Wassereintrissen an der Ostseite der Fierbătura-de-jos erschliesst sich die Salsenschlammdecke in einer Mächtigkeit von 10—20 m.

Nach FUCHS ist es wahrscheinlich, dass der „ganze Hügel der Vulkane“ aus Salsenschlamm aufgebaut sei (1).

Demgegenüber muss betont werden, dass die Oberfläche der Salsenfelder durchaus nicht überall gleichmässig mit dieser Schlammdecke überzogen ist. Vielmehr gibt es viele Stellen, wo ansiehende steil aufgerichtete Schichtenköpfe quer über das Salsenterrain zwischen aktiven Kratern hindurch zu verfolgen sind.

(1) TH FUCHS l. c. p. 146.

So z. B. konnten an der Oberfläche des Westrandes der Fierbătura-de-sus, zwei nebeneinander laufende Schichtenköpfe eines schwärzlichen blättrigen tonigen Schiefers beobachtet werden. Diese beiden Schieferplatten sind unter einem Winkel von 20–30° nach Südwesten geneigt.

Über die Fierbătura-de-jos streicht nahe an ihrem Ostrande, eine über 0.5 m. dicke Bank von mürbem Sandstein in N 30° E (22 h.) Richtung fort. Dieselbe fällt unter circa 80° nach W 30° N ein. Gleich daneben wurde bei einer anderen auf der kahlen Salsenoberfläche ausscheidenden Sandsteinschicht eine 45-gradige Neigung nach Nordwesten beobachtet.

An verschiedenen Stellen, wo am kahlen Salsenterrain eine grössere Anhäufung von Trümmern des mürben Sandsteines vorkommt, konnte festgestellt werden, dass *grössere* (2–5 dm.) lose liegende Sandsteinblöcke geradlinig und zwar gemäss dem lokalen Schichtenstreichen (zumeist 23 h. 5°) angeordnet sind. Diese Blöcke entsprechen verwitterten Schichtenköpfen von Sandstein, welcher mit grauem Mergel abwechselt. Dieser Mergel ist hier in überaus mächtigen Complexen in dem anliegenden Gebirge eingebettet. Einerseits liefert der Mergel den grössten Teil des Materiales des Salsenschlammes, andererseits aber ist diese Felsart mit einer Verwitterungskruste ausgestattet, welche vom eigentlichen Salsenschlamm nicht leicht zu unterscheiden ist.

Jedenfalls sind es nur die parasitischen Kegel und die Unebenheiten sowie die Abhänge des Salsenterrains, welche aus Salsenschlamm aufgebaut, respektive mit dieser Bildung überzogen sind. Der übrige Teil der Oberfläche des Salsenterrains von Berca gehört dem anliegenden Gebirge an. Dabei ist die oberflächliche Verwitterungskruste der anliegenden Schichten gewöhnlich nur dort vom Salsenschlamm unterscheidbar, wo das zu Tage tretende Gebirge aus wechsellagernden Schichten von Mergel und Sandstein besteht.

Ähnlich sind die Verhältnisse in Păcele und in Policiori, wenn auch hier, soweit ich mich erinnere, die Decke des Salsenschlammes kaum irgendwo in deutlicher Weise das anliegende Grundgebirge durchschimmern lässt.

Die zumeist einige Meter tiefen, schmalen Erosionsfurchen, welche von Schlammwässern der grösseren Krateren herrühren, und welche radial nach allen Richtungen aus dem Umriss des

Salsenterrains heraustreten (Pâclele-mari), lassen gewöhnlich blos ungeschichtete Schlammassen zu Tage treten. Diese Schlammassen führen zahlreiche Calcitplatten sowie Trümmer verschiedener anderer Gesteine mit sich. Dicht ausserhalb der Ostgrenze der Fierbătura-de-jos kam in einem solchen Wassereintrisse auch pontischer Mergel und zwar mit zahlreichen kleinen, dicht gerippten Cardien zum Vorschein. Aus dem Mergel brechen an dieser Stelle eine Schwefelwasserstoff- und einige Salzquellen hervor. Überlagert wird der Mergel von den Diluvien der mittleren Buzeu-Terrasse, von unten nach oben, wie folgt:

1. Lössähnlicher Lehm, ohne erkennbare Schichtung mit steiler Wandböschung, jedoch ohne eine Spur von poröser Struktur, mit Bruchstücken tertiärer Cardien, 4—5 m. mächtig.

2. Flussschotter, 2—5 m.

3. Derselbe Lehm, wie früher, 5—6 m. mächtig.

Auch in Policiori gehört das anstehende Grundgebirge des Salsenterrains nicht den „Unionen-Sanden und Unionen-Kalken“ (1), sondern den pontischen Congerien-Schichten an. Kaum einige hundert Meter ausserhalb der Grenze des kahlen Salsen-Gebietes von Policiori sind am Fusse des nördlich von demselben sich erhebenden Berges Mergel mit eingelagerten, feinen Sanden blossgelegt. Diese Schichten führen:

Stylodacna Sturi Cob. sp.

Stylodacna Rumana Font. sp.

Melanopsis sp.

Unio sp. u. s. w.

Es fallen diese zweifellos pontischen Schichten unter 20—40° nach Ost-südosten ein und streichen zweifellos unter dem Schlammterrain südwestsüdwärts fort.

DAS NACHSITZEN DES SALSENTERRAINS.

Seiner Zeit (1896) wurde von mir am Salsenplateau von Policiori die Beobachtung gemacht, dass längs der peripherischen Grenze des kahlen Schlammgebietes ein etwa 10—15 m. hoher Steilrand verläuft. Dieser Steilrand fällt vom

(1) TH. FUCHS, l. c., p. 149 (Citat aus COBALCESCU). Zu vergleichen COBALCESCU, l. c., p. 23 ff., sowie Profil Fig. 4. auf p. 25. — „Unionen Schichten“ von COBALCESCU = levantinische Stufe.

Salsenterrain nicht nur schroff ab, sondern es ist an seinem Fusse auch eine ungefähr ebenso tiefe Terrainfurchung weithin zu verfolgen. Auf der Nord- und Westseite der Salse ist dieser einseitige Wall scharf ausgeprägt, doch auch auf der Ostseite ist er stellenweise angedeutet. Analoge halbkreisförmige und durch radiale Wassereintrisse vielfach unterbrochene Steilränder sind in minder typischer Ausbildung auch für andere Salsen unserer Gegend bezeichnend (Fierbătura-de-sus und -de-jos). Es dürften diese Steilränder nicht durch Denudation, sondern vorzugsweise durch Nachsitzen des gesamten Salsenterrains zu erklären sein.

Im Untergrunde dürften die zu einzelnen Kratern führenden Spalten sich zu grösseren Schloten vereinigen, welche zeitweise ein allgemeines Nachsitzen des Salsenterrains vermitteln. Ein isolierter, mitten in einer tellerförmigen Vertiefung gelegener Eruptionsschlot in Beciu dürfte eine analoge Bedeutung haben.

DER UNTERGRUND DER SALSSEN UND DIE FÜR DIESELBEN CHARAKTERISTISCHEN LOSE LIEGENDEN GESTEINE.

Öfters wurde von Autoren der krummschaligen Limonitkruste gedacht, welche sich aus den aus den Kratern hervorbrechenden Schlammwässern sich absetzt. Bekannt sind auch die bizarren, auf der Oberfläche der Salsen zerstreuten, talerförmigen Schwelkieslinsen, welche auf je einigen Centimeter hohen, durch dieselben vor Abspülung geschützten Säulchen von trockenem Salsenschlamm aufruhend.

Allein für die Geologie des Salsenterrains sind vor Allem jene Gesteinstrümmel wichtig, welche zum Teil am Salsenterrain lose herumliegen, zum Teil aber in Schlammabsätzen nach Art ungeschichteter, regelloser Haufen begraben sind. Diese Gesteinstrümmel sind, wie bereits aus Voranstehendem erhellt, häufig auf auswitternde Schichtenköpfe zurückzuführen.

Auf der Fierbătura-de-sus wurden lose Stücke eines feinkörnigen Sandsteins gesammelt, welcher mit Öl imprägniert ist. In diesem Falle ist es allerdings kaum zu entscheiden, ob es Auswürfe oder Verwitterungstrümmel von anliegenden Schichten sind.

Häufig kommen auch Blöcke eines anderen, mehr grobkörnigen Sandsteins vor, welcher nussgrosse Quarzstücke einschliesst

und ein conglomeratisches Gepräge zeigt. Die Trümmer dieser beiden, für das Salsenterrain charakteristischen Sandsteinarten pflegen 1—5 dm. gross zu sein. Dieselben enthalten gewöhnlich keine Fossilien.

Einem in den Salsen von Policiori gefundenen, an den Kanten abgerundeten, fast 1 m. grossen Sandsteinblock wurden aber folgende Fossilien entnommen:

Stylodacna semisulcata Rouss. sp.

Dreissensia simplex Barb. —

Cardium nobile Sabba var. —

Am Ostrande der Fierbatura-de-jos wurden lose liegende Stücke eines papierdünnen, spaltbaren tonigen Schiefers beobachtet, welcher namentlich an gewisse Einschaltungen der Menilitschieferschichten der Karpaten erinnert, welcher aber stellenweise auch Salse in Form dünner, mit Mergel alternierender anstehender Schichten auscheidet. Im Neogen der Subkarpaten pflegen solche Schiefer namentlich in der unteren Salzformation sporadisch zu erscheinen; doch könnte in dem gegebenen Falle kaum irgend eine Schlussfolgerung darauf basiert werden.

Sporadisch nehmen an der Trümmerbestreuung der Salsen Stücke (1—4 dm.) von lignitisiertem, mit Kalkspatadern ausgestatteten Holz Anteil. Allein es muss auch bezüglich dieser Reste dahingestellt bleiben, ob dieselben dem im Bereiche der Salsen anstehenden Pliocän oder aber geologisch älteren Schichten entstammen.

Eine besondere Kategorie lose liegender Gesteine, welche auf den Salzen häufig erscheinen, repräsentieren ferner kristalline Gesteine verschiedener Art, sowie mesozoische Kalke und Hornsteine der karpatischen Menilitschichten. Ihrer Form nach stellen dieselben bald Geschiebe, bald aber an den Kanten abgerundete Trümmer dar. Da diese Blöcke aus dem Flussschotter der Terrassen entstammen, auf welchen die Salze gelegen sind, haben sie für die Geologie der Salsen keine weitere Bedeutung.

DIE AUSWÜRFPRODUCTE DER SALSSEN.

Unter den die Salsen regelrecht begleitenden Trümmergesteinen, welche als Auswürfsproducte der Salsen zu betrachten sind, oder wenigstens mutmässlich als solche betrachtet zu werden pflegen, sind die bekannten charakteristischen, 1 cm. bis 1 dm. dicken.

Doppelplatten von faserigem Calcit zu erwähnen, welche namentlich von TH. FUCHS beschrieben wurden (1).

Merkwürdiger Weise pflegen diese stets scharfkantigen Platten vor allem in unmittelbarer Nähe der am Salsenterrain auswitternden Sandsteinschichtenköpfe zahlreicher zerstreut zu sein als an anderen Orten. Dabei sind aber allerdings diese Sandsteinbänke von ganz anderen krummen und nicht faserigen, sondern körnigen Calcitadern nach allen Richtungen hin durchsetzt.

Im Salsenschlamm wimmelt es von faserigen Calcitplatten, sowohl in Berca und Păcelele, als auch in Policiori. In Beciu aber gibt es unter Anderem auch Salsen, welche der Bestreuung mit diesen sonst charakteristischen Calcitplatten ganz entbehren.

Bei weitem die grösste Wichtigkeit scheinen die Trümmer gewisser, neulich von mir beobachteter Gesteine zu beanspruchen, welche ihrer Herkunft nach nachweisbar sarmatisch sind, und welche als Auswürfproducte der Salsen aufgefasst werden müssen. Es sind dies Blöcke von Mactra-Sandstein und -Kalkstein, sowie solche von Bryozoën-Kalk mit *Modiola volhynica* Eichw. Die Grösse dieser stets überaus harten und zumeist scharfkantigen Trümmer schwankt zwischen 0.5 bis 5 m. Ihre Kanten sind nur selten etwas abgerundet oder abgestossen, oft aber so scharf, dass bereits aus diesem Grunde an einen Transport zu Wasser nicht zu denken ist, zumal bereits durch Verwitterung die Kanten dieser Felsart abgestumpft wurden.

Die Blöcke mit zahllosen Mactren sind namentlich für die Schlammvulkane von Berca und Păcelele charakteristisch. Dieselben liegen hie und da, gewöhnlich einzeln; auf den Abhängen der Salsen-Anhöhe, im Taleinschnitt von Murătoarea Bercei, ferner im Tale des Păcelele-Baches und in Val. Dâlmei lose herum. Von diesen Fundorten sind Murătoarea Bercei und Val. Dâlmei zugleich durch Zutagetreten der maeotischen „Unionenschichten von Berca“ ausgezeichnet.

Solange die in diesen Blöcken steckenden Mactra-Formen (wahrscheinlich *M. Podolica* Eichw. var. — *M. ponderosa* Eichw.) irrthümlich als Unionen galten (2), ein Versehen, welches dem

(1) TH. FUCHS, l. c., p. 149 oben.

(2) *Unio Heberti* Cob.

schlechten Erhaltungszustande der Fossilien zuzuschreiben ist, lag es nahe, die Blöcke als ausgewitterte Trümmer von maeotischen „Unionen-Schichten von Berca“ zu betrachten.

Tatsache ist es, dass auf der Anticlinale von Berca nirgends die sarmatische Stufe zum Ausbruch gelangt, dass vielmehr in Berca Dosinien-Schichten das älteste zu Tage tretende Gestein repräsentieren. Die Mactra-Gesteine sind weder in den Dosinien-Schichten eingebettet, noch auch sonst anstehend zu beobachten. Meilenweit ringsherum in der Umgebung der Salsen fehlen also anstehende sarmatische Gesteine gänzlich. Nur wenn man von den tatsächlichen Dimensionen dieser Felstrümmer und von ihrer wahren Gestalt absehen wollte, könnte es auf den ersten Blick als zulässig erscheinen, dieselben als ehemalige Bestandteile der Terrassenschotter aufzufassen. Da die Salsen sich innerhalb der Verbreitungsgrenzen der Terrassenschotter befinden, werden tatsächlich die Mactrablöcke von verschiedenen aus den Schottern ausgewaschenen Blöcken begleitet. Allein die aus den Schottern stammenden Blöcke sind regelmässig an merklich geringeren Dimensionen und vor allem an ihrer gerundeten Gestalt leicht zu erkennen.

Ausserdem sind mit Bezug auf die Frage nach der Herkunft der Mactrablöcke auch die localen Verbreitungsverhältnisse der Mactra-Blöcke zu Rate zu ziehen. In dem tiefen, im Westen von der Salsen von Berca gelegenen, nordsüdlich verlaufenden Păcelele-Tal kommen Mactra-Blöcke nur dort vor, wo sich das Tal den Salsen unmittelbar nähert, d. h. dicht im Süden der Mündung von Val. Dâlmei im Păcelele-Tal. — Val. Dâlmei ist eine Seitenschlucht, welche von Osten kommend, direct den Nordfuss der Schlammvulkanhöhe von Berca berührt. Auch in diesem Tälchen ist das Vorkommen lose liegender Mactra-Blöcke an die Berührungsstelle des Taleinschnittes mit dem Salsenterrain gebunden. Oberhalb der Mündung von Val. Dâlmei, d. h. nördlich von derselben, wurde von mir im Păcelele-Tal kein einziger Mactra-Block mehr vorgefunden, zwar ebenso wenig im Bereiche des gleichnamigen Dorfes, wie auch weiter talaufwärts, gegen Norden hin bis zum Meierhof „Casa Păcleanu“. Auf dieser ganzen circa 3 km. langen Strecke längs des Păcelele-Tales (Mündung von Val. Dâlmei-Casa Păcleanu) scheinen die grossen Mactrablöcke überhaupt ganz auszubleiben.

Wenn man aber von dem Meierhof weiter nordwärts, längs

des Păcelele-Tales vorwärtsschreitet, stellen sich in diesem Tale lose liegende Mactra-Sandsteinrümmer von neuem ein. Auch diese Fundstelle der Mactrablöcke entfällt direct auf den Berührungspunkt eines Taleinschnittes (Păcelele-Tal) mit einem Salsenterrain (Schlammvulkane von Păcelele). Die Salse von Păcelele liegen dicht im Osten des gleichnamigen Tales.

Nicht nur im Tale selbst, sondern auch auf der Terrasse, auf welcher diese Salse (Păcelele-mari) sich befinden, sind Mactra-Blöcke häufig, obwohl in den, in die Terrasse einschneidenden tiefen Wassereinrissen von anstehenden Gesteinen nicht einmal die Dosinien-Schichten zum Vorschein kommen.

In einem in südlicher Richtung an der Salsen-Terrasse von Păcelele herablaufenden Wassereinrisse wurden nicht bloss verschiedene grosse Mactrablöcke, sondern ausserdem ein fast 3 m. grosser Block von sarmatischem Bryozöen-Kalk mit *Modiola volhynica* Eichw. beobachtet. Der ganze Südostrand des kahlen Salsenterrains von Păcelele ist in einer Breite von einigen hundert Metern mit Trümmern verschiedener Gesteine besät. Es kommen hier ausser Geschieben des Terrassenschotters verschiedene 0,5—2 m. grosse Sandstein-Blöcke mit *Mactra* und solche ohne Fossilien vor.

Manche Mactra-Sandsteine sind bituminös. Es wurde dies sowohl auf der Salse von Păcelele, als auch nahe am Ostrand der Salse Fierbătura-de-jos in Berca constatirt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN ÜBER DIE VERBREITUNG DER MACTRA-BLÖCKE UND DIE ENTWICKELUNG DER SALSSEN.

I. Im Allgemeinen steigen die Mactra-Blöcke in den den Salsen benachbarten Talern nicht weiter, als bis auf eine Distanz von etwa 1 km. talabwärts hinab. In weiterer Entfernung von den Salsen scheinen diese Blöcke überhaupt ganz ausgeblieben zu sein. Dabei sind diese Blöcke an jene Talböschungen gebunden, welche von den Talern unmittelbar zu den Anhöhen der Salsen hinaufführen.

II. Bei weitem die grössten Blöcke sarmatischer Gesteine (3—5 m.) wurden dicht neben den Salsen vorgefunden (Ost-
abhäng von Val. Dălmei bei Berca und am Südrande von Păcelele-mari). Kleinere Blöcke (0,5—2 m.) sind sowohl am kahlen

Salzenterrain selbst, wie auch in entlegeneren Talfurchen zerstreut.

III. Im anstehenden Schotter der Buzău-Terrassen kommen bei Berca Mactra-Blöcke nur ganz sporadisch vor. Obwohl die Mactrablöcke der Terrassenschotter petrographisch mit den Mactra-führenden Auswürflingen der Salsen von Berca und Păcelele gewöhnlich identisch sind, fällt es im Vergleiche mit den Auswürflingen auf, dass die Blöcke der Schotter stets abgerundet sind (faustgrosse Mactrablöcke im Terrassenschotter bei Urlători nächst Pleșcoi).

Es ist selbstverständlich kaum zu entscheiden, ob die im Terrassenschotter sporadisch vorkommenden Mactra-Gesteine auf ursprüngliche Auswürflinge der Salsen zurückzuführen sind oder ob sie aus dem anstehenden Gebirge der weiteren Umgebung stammen.

Statt dessen genügen die abweichenden, dimensional, sowie Gestaltungs- und Verbreitungsverhältnisse der Mactrablöcke des Terrassenschotter, um die Eventualität vollkommen auszuschliessen, dass die den Salsen eigentümliche Bestreuung mit riesigen Mactra-Trümmern ursprünglich dem Terrassenschotter entlehnt sein könne. Es können diese Mactra-Trümmer nur von der zeitweise explosiven Tätigkeit der Salsen herrühren, wie eine solche von anderen Ländern bekannt ist (ABICH, GOMBEL, SJÖGREN Ü. A.).

IV. Im Verhältniss zu den italienischen und kaukasischen Schlammvulkanen jener Klasse, für welche das Hervorstossen von Gesteinsfragmenten bezeichnend ist, sind die an den Salsen von Berca-Păcelele-Policiori-Beciu jetzt angehäuften Schlammmassen, wie aus den voranstehenden Daten erhellt, recht spärlich. Es scheint aber, dass die gegenwärtige Ruheperiode der rumänischen Schlammvulkane seit undenklicher Zeit fort dauert. Gewaltige Eruptionen von Schlammvulkanen pflegen bekanntlich von riesigen Feuersäulen der entzündbaren Gase begleitet zu werden. Ungeheure Schlammströme, sowie grosse Gesteintrümmer werden herausgeschleudert. In unserer Gegend gemahnen blos die Mactra-Auswürflinge und ihre bedeutenden Dimensionen an eine frühere Phase energischer Tätigkeit der Salsen. Der heutige Zustand der Schlammvulkane, namentlich jener der Fierbătura-de-jos, deren Krater — anstatt auf Schlammkegeln — in trichterförmigen Einsenkungen des Bodens sich be-

finden, deutet von selbst auf eine grosse Abschwächung der eruptiven Tätigkeit hin.

V. Die bemerkenswerten localen Beziehungen, welche zwischen dem Salsenphaenome und den Flussterrassen in der Gegend von Berca-Policiori bestehen, sind sichtlich geeignet, auf die Frage nach dem geologischen Alter der Salsen einiges Licht zu werfen. Hoffentlich wird man in Zukunft, sobald das Terrassenstudium es gestattet, auf diese Frage noch zurückkommen.

DIE FRAGE ÜBER DIE BEZIEHUNGEN DER SCHLAMMVULKANE ZU DEN ÖLLAGERSTÄTTEN.

Unsere Untersuchungen über die Ölzone von Berca-Beciu sind in den Berichten der Petroleumkommission inbegriffen und bereits neulich publiziert worden (Berca, Policiori, Beciu). (1)

Eine Reihe von Schlammvulkanen ist in dieser Gegend meilenweit geradlinig längs der Medianzone einer breiten (circa 7 km.) Antiklinale angeordnet. Die Lage der Schlammvulkane von Berca, Păcele, Policiori, Beciu auf pontischen Schichten und über den maeotischen Sattelkern muss als eine Tatsache betont werden. Seiner Zeit war der maeotisch-pontische Sattelkern unbekannt und die Salsen von Berca wurden zuerst von COBALCESCU auf die levantinischen Schichten des Ostflügels der Antiklinale von Berca versetzt (COBALCESCU, l. c. p. 25).

Die zahlreichen, im Gebiete der Antiklinale von Berca-Beciu ober tags erscheinenden Ölspuren sind an die pontischen und maeotischen Schichten des Sattelkernes gebunden (Val. Murătoarea, Val. Dâlmei, Val. Păcele bei Berca, Policiori, Beciu).

Die alte Ölgrube von Berca umfasst mehrere Handschächte und einige Bohrlöcher im oberen Dâlmei-Tale und liegt auf pontischen Schichten, zwar je nach ihrer Längserstreckung im Fortstreichen des maeotischen Sattelkernes von Val. Murătoarea Bercei, welcher auch im Bazeu-Bette und im mittleren Dâlmei-

(1) Lucrările Comisiunii Însărcinate cu Studiul regiunilor petrolifere. București, 1904, s. 75 (Profile).

Arbeiten der mit dem Studium der Petroleumregionen betrauten Kommission. Bucarest, 1904. Geologischer Teil von ATANASIU, MRAZEC, TEISSEYRE, s. 45 ff.

Travaux de la Commission de pétrole. Bucarest, 1905.

Tal entblösst ist. Dabei gehört diese Grube noch dem Gebiete der westlichen Fallrichtung an, ebenso wie die im Jahre 1897 am nördlichen Ufer des Buzeuflusses in Berca angelegten zwei Versuchbohrungen.

Der östliche Sattelflügel hebt unmittelbar im Osten der alten Grube im oberen Dälmei-Tal an. Die beiden, aus dacischen Schichten aufgebauten Sattelflügel sind öfeler und durch Braunkohlenvorkommnisse in den Schichten mit *Prosodacna Berti* Cob. sp. und *Vivipara bifarcinata* Bielz ausgezeichnet (1).

Es fragt sich ob die regelmässige Wölbung des in den vorhandenen Talfurchen entblössten Sattelkernes mit dem Bau des tieferen Untergrundes nach Art einer Durchspiessungsantiklinale correspondirt (MRAZEC) (2).

Die Art und Weise des Vorkommens von Salzspuren in der Gegend von Berca-Policiori-Joseni wurde bereits in unserer Salzarbeit besprochen (3).

Die in den Schächten der Ölgrube von Berca zusitzenden Wasser sind salzig und ausserdem nicht selten schwefelwasserstoffhaltig. Schwefelwasserstoffquellen sind in maeotischen und in pontischen Schichten dieser Gegend keine Seltenheit. Der Dälmei-Bach selbst ist schwach salzig. Salzausblühungen beobachtet man fast überall an Ausbissen der pontischen, dacischen und sogar der levantinischen Schichten (Berca-Joseni). Salzquellen sprudeln aus maeotischen Schichten im Tale Murătoarea Bercei, auch aus anderen Wassereintrissen hervor.

Wichtige Angriffspunkte des bisherigen Bergbaues befinden sich nicht blos in Berca, sondern auch in Policiori und in Beciu.

Vom Standpunkte des Ölbergbaues aus entsteht in dieser Gegend vor allem die Frage, welche Bedeutung wohl die Schlammvulkane für diese Ölzone haben mögen, und zwar nicht blos als charakteristische Neben-

(1) In Palanca bei Berca, wo früher ein Versuchsstollen auf Braunkohle existierte, sind die kohleführenden Schichten im Bette des Buzäuflusses entblösst. Es sind dies obere Psilodon-Schichten mit *Prosodacna Berti* Cob. sp., *Stylodacna Zamphiri* Cob. sp., *Vivipara Herberti* Cob., *V. bifarcinata* Bielz, *V. Wolfi* Neum. In nördlicher Richtung sind diese Kohleschmitzen bis nach Joseni zu verfolgen.

(2) MRAZEC: Despre cuta cu sămbure de străpungere. Buletinul Societății de Științe, București, 1907.

(3) MRAZEC u. TEISSEYRE. Moniteur des intérêts pétroliers roumains 1902. Oesterreichische Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen 1903.

erscheinung, sondern offenbar auch als ein die Öllager beeinflussender Faktor. Allerdings dürfte dieses letztere Problem noch nicht bald als gelöst erscheinen. Die definitive Verwertung verschiedener, zumeist bereits vor Jahren angesammelter geologischer Localdaten, welche sich auf diese Ölzone beziehen, musste jener späteren Zeit vorbehalten werden, in welcher der Entwicklungszustand des Ölbergbaues bereits verschiedene Zweifel zu beseitigen gestatten wird, über welche zu diskutieren, angesichts der noch zu wenig zahlreichen, zu seichten und oft auch unzweckmässig plazierten Schürfungen, auch noch heute als aussichtslos bezeichnet werden muss.

Die zum Teil bedeutenden Fortschritte, welche der Ölbergbau im Gebiete der Ölzone Berca-Beciu neuerlich aufzuweisen hat (Policiori), lieferten, so weit mir bekannt, bis jetzt keine Beispiele gegenseitiger Beeinflussung von Salzen- und Bohrloch-Eruptionen, wie solche aus Baku bekannt sind (ANDRUSSOW, SJÖGREN u. A.).

Abgesehen von diesem Umstande, mag vor allem aus geologischen Daten über die Ölschürfungen in der Gegend Berca-Beciu, die Frage abgeleitet werden, ob die Schlammvulkane mit den bis jetzt in dieser Gegend erschlossenen Erdöllagerstätten, oder aber mit solchen von bedeutend grösseren Tiefen in Zusammenhang zu bringen sind.

Ausser durch Schürfungsprofile wird offenbar dieser letzteren Annahme auch durch die nicht selten bituminösen Mactra-Gesteine Raum gegeben, welche, wie soeben gezeigt, als Auswürflinge der Salsen gelten müssen. Die Bohrungen haben zur Zeit dieses zweifellos ölführende Mactra-Niveau noch nicht erreicht.

Die geringen Erdölquanten, welche namentlich für die Kratere der Fierbătura-de-jos, auch hie und da für solche von Beciu bezeichnend sind, sonst aber nirgends das Schlammwasser der Salsen unserer Gegend begleiten, stammen offenbar aus geringen Tiefen, seien sie nun aus pontischen Schichten, welche den oberflächlichen Untergrund der Salsen darstellen, oder aber aus dem darunter liegenden maeotischen Systeme. Diese beiden Formationen weisen, wie bereits erwähnt, in verschiedenen Talfurchen, welche die Schlammvulkane umranden, zahlreiche Ölsuren auf.

Mit dem Phänomen der Salsentätigkeit correspondiren also die Ölspuren der Schlammwasser der Salsen ursächlich nicht. Diese Ölspuren stammen aus relativ seichten und jungen Schichten. Die Schlammvulkane hängen aber offenbar mit sarmatischen und vielleicht auch mit noch älteren Schichten zusammen, welche zum Teil auch noch in größeren Teufen zu erschürfen sind.

DIE PETROLEUMLAGERSTÄTTEN VON BÄLTENI

VON

G. M. MURGOCL.

Diese Petroleumlagerstätten sind die westlichsten in Rumänien (Oltenia). Ihre geologischen Verhältnisse weichen von denen anderer Petroleumgegenden Rumäniens wesentlich ab. Nachdem schon vor 30 Jahren diese Lagerstätten erkannt, aber in ungenügender Weise ausgebeutet worden waren, haben in neuester Zeit ausführliche Untersuchungen und zwei dort angebrachte Bohrungen erwiesen, dass diese Lagerstätten sehr petroleumarm sind. Das Petroleum findet sich in den obersten Schichten des Dacien, über dem Horizont der *Vivipara bifarcinata* und der Lignitbänke. In demselben Horizont finden sich an andern Orten Rumäniens zahlreiche Petroleumlagerstätten, von denen manche sehr bedeutend sind, ganz im Gegensatz zu Bălteni; aber dort (Moreni, Gura Ocnitei, Băicoi-Țintea, etc) liegt das Petroleum entlang einer wichtigen Dislokation, einer grossen Überschiebungsfläche zwischen Salzformation und jüngeren Schichten. Hier lagern nämlich die Schichten fast horizontal, oder legen sich nur in schwache Falten, die in dieser



Fig. 1. Jintal bei Vlădueni.

= Lignit in *f*, *l* Schichten; bei Petreana levantinische Ablagerungen; *p* = ölhaltige Sande von Bălteni.

Region verschwinden (Fig. 1). Bemerkenswert ist, dass unter den Lignitbänken mächtige Tonschichten vorkommen, die noch zu Pontien gehören und an Fischresten und Kohlenwasserstoffen reich sind. Auch die Lignitschichten sind sehr fossilreich und

stark bituminös, so dass sich die Lignite oft selbst entzünden und dann jahrelang brennen. Hierbei verwandelt sich der Ton in einen harten ziegelroten Fels.

Früher habe ich geäußert, dass sich bei diesen Petroleumlagerstätten von Bălteni noch heute ein Prozess der natürlichen Destillation und Kondensation der in den Ligniten und in den unteren fossilführenden Schichten angehäuften Kohlenwasserstoffe vollzieht. Die neuen Hypothesen über die Entstehung des Petroleums lassen uns keinen Platz für diese Meinung; und da wir keine Analyse von diesem Petroleum von Bălteni besitzen, wissen wir auch nicht, ob in Wirklichkeit ein wesentlicher Unterschied zwischen der Zusammensetzung dieses Petroleums und dem der Walachei existiert. Jedenfalls sind diese Petroleumlagerstätten von Bălteni ein interessantes Beispiel für die Migration des Petroleums, weil, so weit wie wir die geologischen Verhältnisse sehen, wir keine direkte Verbindung mit den nächsten Petroleumschichten von Săcel-Bircei finden und auch keine deutliche Störung in dem Untergrund sichtbar ist.

DAS FACIES UND DIE TEKTONIK DES TERTIÄRES VON OLTENIA IN BEZUG AUF DIE PETROLEUMLAGERSTÄTTEN

VON

G. M. MURGOCL

Ausser dem interessanten Petroleumvorkommen von Bălteni (über welches ich schon einige Worte gesagt habe) besitzen wir in Ost- und Central-Oltenien noch die folgenden Petroleumerscheinungen (Siehe die geologischen Querschnitte):

1) Gasemanationen bei Ocnele Mari aus dem Kern einer Antiklinale von burdigaliene (oder oligocäne) gröberen und feineren Sandes. (Fig. 1). Petroleumspuren und Gase bei Ferbea (Gătejești), in ähnlichen Sedimenten und Verhältnissen wie bei Ocnele Mari. 3) Petroleum in den Sanden der sogenannten bunten Salzformation (Burdigalien) von Govora-Bad, in der Nähe einer wichtigen Verwerfung; das Petroleum wurde hier durch mehrere Handbrunnen extrahiert. 4) Gasemanationen und Ölsande bei Bunești-Stoenești etc., entlang einer Antiklinale mit mehreren unbedeutenden Verwerfungen; in derselben Lage Gasemanationen bei Buleta südlich von Govora. 5) Starke Gasemanationen mit Mineralwasser als kräftige Mineralquellen bei Calimănești-Muereasca, Olănești-Cheia, dann Cacova, etc., aus eocänen Conglomeraten mit konstanten südöstlichen Einfallen; Schlammvulkane bei Dobriceni in Mergeln der Salzformation (originär aus dem Paläogen wie die anderen Gasemanationen). 6) Gasemanationen, Ölsande und Ölsandsteine bei Măgura Slătioarei aus dem Oligocän. 7) Petroleumquellen und mächtige Gasemanationen bei Bircei, Săcel,



Fig. — 1. Die Ausbisse von Ferbea (Gătejești).
n = Die bunte Facies von Salzformation; g = Sand mit Schotter; x = Dazischer Tuf.

Glodeni, Voitești, etc. aus den mediterranen und sarmatischen Ablagerungen, welche wie ein Gewölbe die paläogenen Conglomerate bedecken. 8) Eine Reihe schwacher Schlammvulkane und Gasemanationen entlang der subkarpatischen Depression von Novaci bis Arcani, etc. Manche sind in mediterranen, andere in sarmatischen, sogar in pontischen Ablagerungen, (sandige Mergel), welche flache Antiklinalen und Synklinalen bilden.

Aus dieser kurzen Enumeration kann man schon sehen, dass die petrographische Beschaffenheit, die stratigraphischen Verhältnisse und die tektonischen Umstände, unter welchen die Öllagerstätten von Oltenien vorkommen, in vieler Hinsicht ganz verschieden von denen der Walachei sind.

Wie ich schon bewiesen habe, besitzen wir in Ost-Oltenien alle Formationen, beginnend mit den oberen Kreiden, dann oberem Eocän, Oligocän, Miocän und Pliocän bis Levantin. Fast alle Ablagerungen, ausser den oberen Salzformationen, sind sandig oder sandsteinartig. Manche Mergel kommen im oberen Eocän (S. Calimănești) und dann in sarmatisch-pontischen Ablagerungen von Central-Oltenien vor; die sind aber ohne Bedeutung. Die Tektonik der an das Olt-Tal anliegenden Gegend zeigt viele Antiklinalen, Synklinalen und Verwerfungen, (Fig. 2); sie wird aber allmählich

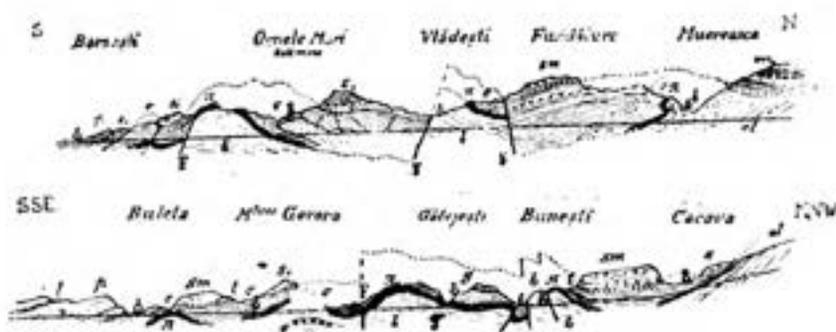


Fig. 2. — Querschnitt durch das Oenele Mari-Becken. Fig. 3. — Profil des Găvoara-Tales.
 ol = Oligocen; b = Burdigalien; π = dacischer Tuf; τ = Tortonien; l = Leithakalk; s₁ = untere sarmatische Stufe mit *Ervinia podolica*; s₂ = mittlere und s₃ = obere sarmatische Stufe; m = Meotische Schichte; p = pontische Stufe und Schichte mit *Vivipara bifurcata*; a = Aluvium; F = Falten.
 g. Gips; F. Sand und Sandstein mit *Cerithium plicatum*; f. Sand und Sandstein mit *Ervinia pusilla*; l. Ligitschichten.

einförmig, (Fig. 3), so dass in der Westregion schliesslich nur eine Synklinale und eine Antiklinale vorhanden sind. (Fig. 4). Westwärts fallen die Schichten unter schwachem Winkel gegen

Süden ab. In der Richtung der Antiklinale sind manche paläogene Kerne (Slătioara und Săcel), die diese Tektonik verursacht haben (Fig. 5). Bei Slătioara ist eine grosse Überschiebung der sarmatisch-mäotischen Ablagerungen über die Salzformationen wahrzunehmen. (Fig. 6, 7). Aber die paläogenen Kerne in West-Rumänien und überhaupt in Oltenien sind ganz verschieden als

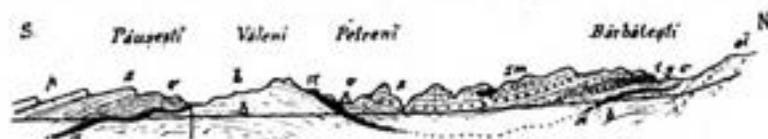


Fig. 4. — Profil des Oltenian-Tales.

a = Oligocen; *b* = Burdigalien mit *Cerithium plicatum*; *n* = dacischer Tuf; *s* = Salzformation (Tortonien), *sm* = Oberer sarmatisch; *m* = meotische Konglomerate und Kreise mit *Dosinia exoleta*; *p* = obere Pliocen und Schichten mit *Trilobites bifurcatus*.

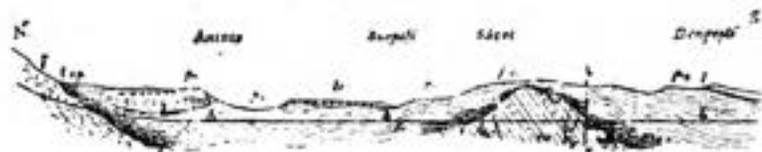


Fig. 5. — Querschnitt entlang der Blahnița.

g = Granit; *eo* = eocäne Konglomerate u. Sandsteine mit Salz (Na) u. Schwefel (H_2S) Quellen; *t* = Leithakalk; *s*₁ = untere u. *s*₂ = mittlere sarmatische Stufe; *p*₁ = *Palaenolena*-Schichten; *p*₂ = *Trilobites bifurcatus* Schichten; *le* = levantinischer oder quaternärer Schotter, *b* = Gasemanationen.

petrografische Bildung und tektonische Lage von jenen, die man in Buștenari und an anderen Stellen der Walachei beobachtet hat.

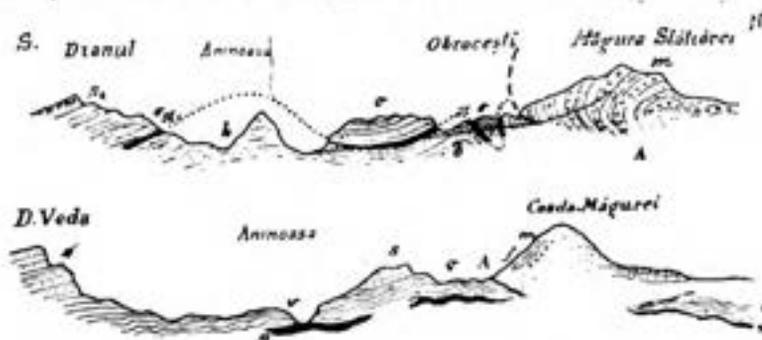


Fig. 6 u. 7. Querschnitt durch Măgurele Slătioarei, *A* = Überschiebungsfäche, *b* = Burdigalien; *n* = dacischer Tuf; *s* = Salzformation (Tortonien); *s* = sarmatische *m* = meotische; *t* = Schichten mit *Helix*.

In Oltenien haben wir nicht mehr die sogenannten Kliwa-Sandsteine und Menilitschiefer des Eocäns, sondern Conglomerate.

Generated at University of Oklahoma on 2022-04-09 16:24 GMT / https://hdl.handle.net/2027/2027/usur.30132021-17602
Public Domain in the United States; Google-digitized / http://www.hathitrust.org/access_unoia?id=30132021-17602

Sandsteine mit *Nummuliten* und sehr wenig Mergel. Ein Unterschied besteht auch im Neogen. Diese Ablagerungen sind gewöhnlich durch sandige Mergel oder Sandstein der untern Mediterranstufe repräsentiert. Die zweite Mediterranstufe hat daselbe Aussehen wie die sogenannte Schlierformation in der Ost-Walachei. Petroleumerscheinung tritt gewöhnlich nur dort auf, wo die Erosion so tief gekommen ist, dass sie bis zur unteren Mediterranstufe oder bis zum Paläogen reichen. Bei Govora macht sich eine Verwerfung sichtbar, womit wahrscheinlich das Vorkommen des Petroleums zusammenhängt (Fig. 3 und 8); auch

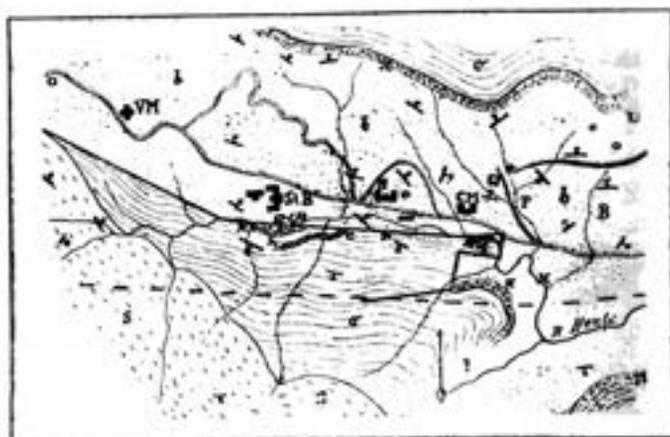


Fig. 8. = Geologische Skizze der Umgebung von Govora.

▲ = Bordigalien. a = Ausgewaschener Tuf, g = Salzaformation; e = Bituminöse Kreise der Tortonian?; s = Sarmatisches; ~~~~~ Falten von Govora. — Antiklinale von Ferbea; - - - - Sinklinale von Păușești; □ Ferbea; ⊙ Mineralquellen mit Kohlenwasserstoff Gasen. St. B. = Das Bad; H. = Hôtel Ștefănescu; V. M. = Villa Militară; C. M. = Villa Constanța-Marieta; P. = Prajile; B. = Bođuia.

bei Banești besteht eine Störung durch Verwerfung. In der zweiten Mediterranstufe oder in den obern Schichten, die sich sehr deutlich überall vorstellen, findet sich in Oltenien keine Spur von Petroleum, während wir in Buștenari, Cămpina und in der ganzen Gegend der Prahova, auch in der dacischen, sogar in levantinischen Formationen sehr reiche Petroleumlagerstätten finden.

Die erste Mediterranstufe soll Petroleum enthalten, obwohl die Bohrungen (von Păușești de Otăsău) bis zur ersten Mediterranstufe nur Gase zur Erscheinung brachte. Doch treten auch hier rasche (bei Govora, Ferbea, Ocnele Mari etc) kräftige Petroleumerscheinungen auf, auch Quellen mit wenig Petroleum,

so dass man zu dem Schluss gelangt, die paläogene Formation oder die erste Mediterranstufe müssen Petroleum enthalten.

Der Paläogen ist hier, wie ges gt, ziemlich verschieden von der Paläogenformation in Ost-Rumänien. Ausserdem hat man in der Moldau, in Ost-Rumänien und Galizien, wo man Paläogen und Neogen zusammen gefunden hat, fast überall eine ziemlich grosse Überschiebung nachgewiesen. Überall ist die paläogene Formation weit über die neogenen Ablagerungen gegen Süd-Osten oder Osten überschoben. In Oltenien liegen die neogenen Ablagerungen über den paläogenen, und es entsteht die Frage, ob der Mangel der Petroleum-Vorkommnisse in den obern Stufen des Neogens nicht eine Konsequenz des Mangels der Tektonik sei, und ich glaube, dass der Mangel an Petroleum in den höheren, neogenen Formationen mit der einfachen Tektonik dieser Region im engen Zusammenhang steht.

Man hat einmal in der unteren Mediterranstufe bei Govorabad in Sand und sandigem Mergel nach Petroleum gebohrt und ist in einer Tiefe von 55—72 m. auf Jodquellen, Jodwasser, gestossen, weshalb die Exploration unterbrochen wurde. Diese Bohrung ergibt noch heute jeden Tag einige Dekaliter Petroleum, das so leicht ist, dass man es direkt als Beleuchtungsmittel für Lampen benützen kann (1).

Man kann sehr gut beweisen, dass gerade in dieser Region sich auf einem Schenkel der Antiklinale eine ziemlich grosse Verwerfung zeigt (Fig. 3 u. 8) in einer Entfernung von 20 m. ergaben die ferneren Bohrungen Schwefel und Mineralwasser. Alle diese Bohrungen wurden nur im obern Teile der zweiten Mediterranstufe ausgeführt und ergaben wesentlich anderes Mineralwasser als die anderen Quellen. Später hat man bei Păușești de Otăsău eine einige hundert Meter (372 m.) tiefe Bohrung vorgenommen, hat aber nur Gase gefunden; diese Bohrung ging kaum bis zur ersten Mediterranstufe. Die zweite Mediterranstufe enthält also keine Spur von Petroleum, nur die erste und besonders ihre unterste Schicht. Man kann sagen, dass diese Petroleumerscheinungen nur in den Verwerfungen vorkommen, die bis in das Paläogen gehen. Noch wichtiger ist diese Erscheinung vom tektonischen Standpunkte aus. Wir haben in die-

(1) Bei Villa Ștefănescu, aus einer Grube 3 m. tief ist man auf leichtes Petroleum gestossen, und hat während einiger Tage einige Hl. Öl extrahiert.

ser Region keine Überschiebung, und wir sehen auch keine mächtigen Petroleumerscheinungen. Ich erwähne noch, dass das Salzmassif von Ocnele Mari in einer Synklinale der Salzformation (Fig. 2) und nicht auf der überkippten Antiklinale sich befindet, wie jene der Ost-Walachei. Ich wollte nur den Umstand besonders hervorheben, dass wir in Oltenien, wo sich ein sehr schwacher tektonischer Aufbau zeigt, auch sehr schwache Petroleumerscheinungen haben, obwohl manche paläogene Klippen vorhanden sind. Trotzdem das Muttergestein des Petroleums (Salzformation) in Oltenien mit denselben Facies und demselben Charakter vorkommt und genug Platz für Einlagerung des Petroleums in den sandigen und groben Ablagerungen des Miozäns und Pliocänes wäre, so finden sich doch nur schwache Petroleumlager, und die Petroleumausbisse zeigen sich gerade dort, wo wir kräftige Verwerfungen haben. Das zeigt, dass die Petroleumlagerstätten gewöhnlich nur an bestimmte tektonische Vorgänge und besonders — wie neue Studien in der Ost-Walachei gezeigt haben — an grosse Überschiebungen gebunden sind. Die in dieser Richtung durchzuführenden Studien werden wahrscheinlich bessere Resultate, als die bisherigen, ergeben.

POST SCRIPTUM.

In neuerer Zeit hat Herr Dr. POPESCU-VOITEȘTI von dem tektonischen Standpunkte ausgehend, schöne Betrachtungen über dieses Gebiet veröffentlicht (1). Die Tektonik des Neogens bleibt doch dieselbe, welche ich früher skizziert habe; für das Paläogen stellt er solche Faltungen vor, dass eine grosse Überfaltung der ganzen Ablagerungen nördlich von Călimănești-Muereasca-Olănești-Cheia, etc., über die Salzformation nicht zu vermeiden wäre. Ich selber habe in jener Zeit manche anormale Kontakte, und besonders die verwickelte Tektonik der Măgura Slătioarei wahrgenommen; doch damals, und noch jetzt, bin ich nicht ganz überzeugt von der Existenz solcher grossartiger Faltungen in Oltenien. Ich muss jedoch zugeben, dass durch diese Hypothese des POPESCU-VOITEȘTI die Erscheinungen der mächtigen Gasemanationen in den Mineralquellen von Olănești, etc., ihre Erklärung finden. Eine Hoffnung auch für jetzt noch unbekannt und wichtige Petroleumlagerstätten in diesem Teil Rumäniens strahlt mir aus dieser Hypothese ermutigend entgegen.

(1) I. Popescu-Voitești. Le nummulitique gétique.

LE PÉTROLE EN EGYPTE

PAR

A. LODIS.

En Egypte on trouve le pétrole sur la côte ouest de la mer Rouge, près de la bouche du golfe de Said, où l'on rencontre des petits points de pétrole.

Il y a des roches calcaires, des sables et des argiles de l'éocène inférieur, des roches cristallines et des roches métamorphiques. Certaines roches sont remplies de fossiles.

On y trouve du pétrole.

Voici la situation de cet endroit. L'existence du pétrole a été connue par les habitants de la localité depuis longtemps.

En 1867 c'est M. le prof. FRAZE qui a fait les premières études scientifiques sur le pétrole d'Egypte. Il a dit qu'il y a des roches cristallines qui ont assez de chaleur pour distiller le pétrole dans cette région.

Après 1867 le gouvernement égyptien a fait beaucoup de recherches au moyen de sondages pendant plusieurs années, et les personnes qui y sont allées ont dit avoir trouvé beaucoup de pétrole.

Le Khédivé d'Egypte refusant de soutenir les frais des recherches, les sondages ont cessé. Après 12 ans, d'autres explorateurs ont continué les sondages et l'année passée j'y suis allé aussi et j'ai trouvé de riches gisements de pétrole. Les géologues et chimiste qui ont fait des études sur le pétrole de cette région ne sont pas d'accord sur son origine. D'après les constatations faites, dont nous possédons des chiffres, nous avons déduit qu'il vaut la peine de faire des essais systématiques; nous en avons fait et les puits de pétrole donnent un bon rendement.

Toutefois, même avec ce bon rendement nous ne pouvons pas savoir combien il y a de pétrole, nous ne savons pas si ces couches contiennent une quantité riche ou non de pétrole.

Les recherches sur les qualités de cette huile ont été faites par M. le prof. ESCAL, et sont très intéressantes. Cette huile contient:

Essence 6, 22, 5. Lampant 78, 31, 22 et résidus 16, 47, 73.

Le poids spécifique du pétrole de Saïd est 0,951 et celui de Gensch 0,981.

M. Jocunsky montre que le pétrole de Gensch contient beaucoup de soufre.

Il y a des différences de constitution entre le pétrole des diverses régions de l'Égypte.

LE SONDAGE HYDRAULIQUE

PAR

I. TÂNĂSESCU et V. TACIT

I. THÉORIE DU MOUVEMENT DU COURANT D'EAU DANS LE SONDAGE HYDRAULIQUE.

Le principe du sondage à courant d'eau est ancien et résulte de la nécessité d'obtenir un nettoyage rapide et continu du trou de sonde.

Il a été énoncé pour la première fois par FAUVELLE et utilisé ensuite par divers inventeurs dans les dispositifs connus sous le nom de „Raky“, „Rapide“, „Trauzl“, „Vogt“, „Wolski“, etc. En Roumanie, ce système a été employé pour l'exploration des gisements pétrolifères d'une manière isolée, d'abord par le dispositif „Rapide“, „Vogt“, à Campina, Băicoi et Poiana de Verbilău, mais sans obtenir des résultats assez satisfaisants, et cela parce que, le sondage étant accordé pour un prix établi par mètre courant, les intérêts de celui qui exécutait le travail étaient diamétralement opposés à ceux de l'exploitant.

Ce n'est que plus tard, en 1904, par la participation des capitaux allemands, sous la direction générale de M. A. RAKY, que le sondage hydraulique commença à être employé sur une échelle plus grande. Presque toutes les sondes de Moreni, Slobozia-Vrajitoarea (Pițigaia) et Băicoi, appartenant à la société „Regatul Român“, sont forées par ce système et actuellement leur nombre dépasse 50. Le manque de confiance avec lequel a été considéré le système hydraulique dans l'exploitation des gisements pétrolifères, tant en Roumanie qu'ailleurs, par divers exploitants et techniciens qui travaillaient par le système dit „à sec“, les réclamations qu'ont élevées les exploitants de Roumanie contre le système hydraulique et qui tendaient à

sa prohibition, sous le prétexte qu'il inonde les gisements de pétrole et compromet les régions, nous imposent de donner une attention spéciale à cette question et à rechercher tous les faits qui, par leur nature, sont destinés à résoudre ce problème. Est-elle, oui ou non, bien fondée l'objection que, par le sondage à courant d'eau, les gisements pétrolifères sont inondés et peuvent être perforés sans qu'on puisse le constater, par conséquent ce système est-il, oui ou non, indiqué à l'exploration des gisements pétrolifères ?

A priori, nous pouvons dire que là où l'on rencontre des couches d'une grande perméabilité il est possible que l'eau introduite dans la sonde — de quelque système qu'elle soit — pénètre dans une certaine zone en quantité limitée, variable selon les conditions de pression de la colonne d'eau, en repos ou en mouvement, d'après la perméabilité de la couche, d'après la nature de l'eau employée au sondage (eau propre ou boueuse) et selon la durée où la colonne d'eau reste en contact direct avec les parois de la couche perméable.

Avant d'entrer dans la discussion de ces conditions et dans l'examen des objections élevées contre le sondage à courant d'eau, nous proposons d'étudier ici le sondage hydraulique relativement à son emploi comme moyen d'exploration des formations géologiques jusqu'à diverses profondeurs et surtout des gisements de pétrole. Relevons que dans le système hydraulique on distingue deux variations, selon le sens du courant d'eau :

1) Le sondage hydraulique à circuit direct, où le courant d'eau, introduit par les tiges de sondage, sort au fond du trou de sonde par un ou deux orifices du trépan et retourne à la surface sous forme d'un courant ascendant par l'espace existant entre les tiges de sondage et les parois de la sonde ou les tuyaux qui revêtent le trou de sonde.

2) Le sondage hydraulique à circuit indirect, où le courant d'eau suit une route inverse, c'est-à-dire qu'il est descendant à l'extérieur des tiges de sondage et ascendant dans le canal des tiges de sondage par où il revient à la surface. Dans ce qui suit nous nous rapporterons, pour fixer les idées, à la première variation, telle qu'elle se rencontre dans les sondages dispositif „Raky“.

Tandis que dans les systèmes dits „à sec“, tels que les systèmes canadien, pennsylvanien, le rôle de l'eau introduite dans

la sonde est d'abord de maintenir en suspension le matériel creusé, formant une masse boueuse, qui puisse être nettoyée avec la cuiller d'extraction, en facilitant ainsi la marche en avant du trépan, — dans le système hydraulique l'eau propre ou boueuse, introduite dans la sonde avec une vitesse déterminée, nettoie le fond de la sonde et crée un courant ascendant qui sert de véhicule pour le matériel creusé, qu'il amène à la surface. Les vitesses du courant d'eau varient avec les sections qu'il parcourt, c'est-à-dire qu'elles sont inversement proportionnelles à celles-ci.

Désignons par :

s = section du courant descendant animé de la vitesse v_d et

S = la section du courant ascendant animé de la vitesse v_a .

Nous avons: $sv_d = Sv_a$ ou $\frac{v_d}{v_a} = \frac{S}{s}$

La vitesse que doit posséder le courant ascendant pour accomplir son but de servir de véhicule pour le matériel creusé, dépend de la nature pétrographique de la roche et de l'état de division de celle-ci, par conséquent du poids spécifique et du diamètre moyen du grain qui doit être entraîné à la surface.

La loi du mouvement des corps dans le courant ascendant d'eau, animé de la vitesse v_a , est déduite des considérations suivantes :

Soit: Q = poids du grain ou la force qui, en vertu de la gravitation, travaille sur le corps ;

g = accélération de la gravitation ;

$\frac{Q}{g} = m$, masse du grain ;

d = diamètre du grain, supposé de forme sphérique ;

p = poids spécifique du grain ;

s = section diamétrale et horizontale du grain ;

v_a = vitesse du courant ascendant ;

v = vitesse du grain dans le courant ascendant.

Les forces qui travaillent sur un grain qui se trouve dans le courant ascendant d'eau sont :

1. La pression du courant d'eau. Cette force travaille dans la direction du mouvement. La vitesse relative du corps dans le courant d'eau étant $v_a - v$, la pression est proportionnelle au carré de cette vitesse et à la section diamétrale du corps, c'est-à-dire à la section perpendiculaire à la direction du mouvement.

Elle peut être exprimée par $\alpha s (v_a - v)^2$, α étant un coefficient qui peut être déterminé par expérience.

Cette force exerce par conséquent une action de surface.

2. La deuxième force, qui travaille dans le sens contraire au mouvement, est le poids Q du corps ; c'est une force de masse.

3. La troisième force est la réaction que rencontre le corps de la part du liquide dans lequel il est plongé et sa direction est contraire à la force Q .

Cette résistance statique est égale, selon le principe d'Archimède, au poids du liquide déplacé par le corps, soit $\frac{Q}{\rho} \times \gamma$, γ étant le poids spécifique de l'eau.

Ou, en prenant le poids spécifique de l'eau égale à l'unité, $\gamma = 1$, nous avons pour la résistance statique l'expression $\frac{Q}{\rho}$.

On écrira l'équation différentielle du mouvement en égalant $m \frac{dv}{dt}$ à la somme algébrique des projections des forces dans la direction du mouvement, à savoir :

$$m \frac{dv}{dt} = \alpha s (v_a - v)^2 - Q + \frac{Q}{\rho} \quad \text{ou} \quad \frac{Q}{g} \frac{dv}{dt} = \alpha s (v_a - v)^2 - Q \left(1 - \frac{1}{\rho}\right)$$

$$1) \quad \frac{dv}{dt} = \alpha g \frac{s}{Q} (v_a - v)^2 - \frac{g}{\rho} (\rho - 1)$$

Dans l'hypothèse d'un grain sphérique d'un diamètre $d = 2r$, nous avons :

$$s = \pi r^2, \quad Q = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \quad \text{et} \quad \frac{s}{Q} = \frac{3}{4r\rho} = \frac{3}{2d\rho}$$

En remplaçant dans l'équation différentielle (1) nous avons :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{3\alpha g}{2d\rho} (v_a - v)^2 - \frac{g}{\rho} (\rho - 1)$$

qui peut être mise sous la forme :

$$2) \quad \frac{dv}{dt} = \frac{g(\rho - 1)}{\rho} \left[\frac{3\alpha}{2d(\rho - 1)} (v_a - v)^2 - 1 \right]$$

Pour abrégier posons : $\frac{3\alpha}{2d(\rho - 1)} = b^2$ et $b(v_a - v) = x$.

En différenciant nous avons : $-b \, dv = dx$ ou $dv = -\frac{dx}{b}$.

En substituant, l'équation (2) résolue par rapport à dt , elle devient :

$$3) dt = \frac{\rho}{bg(\rho-1)} \frac{dx}{1-x^2}, \text{ d'où } t = \frac{\rho}{bg(\rho-1)} \int \frac{dx}{1-x^2} + \text{Constante};$$

$$\text{or } \int \frac{dx}{1-x^2} = \frac{1}{2} L \frac{1+x}{1-x}, \text{ donc } t = \frac{\rho}{2bg(\rho-1)} L \frac{1+b(v_a-v)}{1-b(v_a-v)} + C \cdot t_e,$$

ou en mettant $\frac{\rho}{bg(\rho-1)} = \frac{1}{c}$ nous avons :

$$4) \quad t = \frac{1}{2c} L \frac{1+b(v_a-v)}{1-b(v_a-v)} + \text{Constante}.$$

Pour déterminer la constante, nous écrivons cette équation au commencement du mouvement quand $t=0, v=0$. Nous avons :

$$0 = \frac{1}{2c} L \frac{1+bv_a}{1-bv_a} + \text{Constante}; \text{ par conséquent:}$$

$$\text{Constante} = -\frac{1}{2c} L \frac{1+bv_a}{1-bv_a}$$

Donc :

$$5) \quad t = \frac{1}{2c} L \left[\frac{1+b(v_a-v)}{1-b(v_a-v)} \cdot \frac{1-bv_a}{1+bv_a} \right]$$

Telle est la relation qui donne le temps en fonction de la vitesse v ; quand $v_a=0$, le courant d'eau au repos, le corps commence à tomber, la vitesse v devient négative et la relation ci-dessus :

$$6) \quad t = \frac{1}{2c} L \frac{1+bv}{1-bv}.$$

Telle est la relation qui relie le temps t à la vitesse de chute d'un corps dans l'eau.

En revenant à la relation (5), exprimons la vitesse v en fonction de temps. Dans cette relation, en passant de la fonction logarithmique à la fonction exponentielle et en groupant les termes, nous obtenons :

$$7) \quad v = \frac{b^2 v_a^2 - 1}{b \left(\frac{e^{2ct} + 1}{e^{2ct} - 1} + bv_a \right)}$$

Dans cette expression, qui donne la vitesse du corps en fonction du temps, la fraction : $\frac{e^{2ct} + 1}{e^{2ct} - 1}$ tend vers l'unité d'autant plus rapidement que t augmente et que le diamètre du grain sera plus petit, car en vertu de la notation

$$c = \frac{bg(\rho-1)}{\rho} = \frac{g(\rho-1)}{\rho} \sqrt{\frac{3\alpha}{2d(\rho-1)}}$$

la valeur de c augmente quand d , diamètre du grain, diminue.

Ainsi donc, pour les particules de petits diamètres et après un intervalle de temps relativement court, la relation (7) devient:

$$v = \frac{b^2 v_a^2 - 1}{b(1 + b v_a)} \text{ ou}$$

$$8) \quad v = v_a - \frac{1}{b}$$

En remplaçant b par l'expression $\sqrt{\frac{3\alpha}{2d(\rho-1)}}$ nous avons:

$$9) \quad v = v_a - \sqrt{\frac{2d(\rho-1)}{3\alpha}}$$

C'est-à-dire : la vitesse n'est plus dépendante du temps, et le mouvement du grain dans le courant ascendant d'eau devient uniforme, après un intervalle de temps très court. Lorsque $v_a = 0$, le courant d'eau se trouve en repos, le corps commence à tomber et la vitesse de chute devenant négative est exprimée par $-\frac{1}{b}$ ou $-\sqrt{\frac{2d(\rho-1)}{3\alpha}}$, expression indépendante du temps, par conséquent le corps tombe dans l'eau en prenant, après un court intervalle de temps, un mouvement uniforme.

Si dans la formule générale (7), qui donne la vitesse v en fonction de t , nous mettons la condition que le corps reste en suspension dans le courant ascendant animé de la vitesse v_a , c'est-à-dire que la vitesse v du grain soit zéro, nous obtenons la relation qui détermine cette vitesse spéciale v_{a0} du courant ascendant pour maintenir en suspension un grain de petite dimension, de diamètre d et de poids spécifique ρ . En effet, dans la formule (7) pour que $v = 0$, il faut $b^2 v_{a0}^2 - 1 = 0$, d'où résulte:

$$10) \quad v_{a0} = \frac{1}{b} = \sqrt{\frac{2d(\rho-1)}{3\alpha}}$$

c'est-à-dire un courant ascendant d'eau, pour maintenir en suspension un grain, doit être animé d'une vitesse égale en valeur à la vitesse du mouvement uniforme vers laquelle tend le grain quand on le laisse tomber dans l'eau. En mettant, pour simplifier, dans la formule (10) $\sqrt{\frac{2}{3\alpha}} = k$, nous avons:

$$11) \quad v_{a0} = k \sqrt{d(\rho-1)},$$

où la valeur de coefficient k dépend seulement de la forme du

grain et d'après les expériences de Rittinger, pour les petites particules sphériques elle est : $k=5,11$ tandis que pour les petites particules d'une forme irrégulière elle est : $k=2,44$.

Dans ce qui suit, nous donnons en tableaux les vitesses que doit avoir le courant ascendant d'eau pour maintenir en suspension les particules de différentes roches ayant des dimensions et des poids spécifiques différents.

TABLEAU I

DES VITESSES v_{00} DU COURANT ASCENDANT D'EAU POUR MAINTENIR EN SUSPENSION UN GRAIN SPHÉRIQUE DE DIAMÈTRE d ET POIDS SPÉCIFIQUE p .

$$v_{00} = 5,11 \sqrt{d(p-1)}$$

No. courant	GENRE DU MATÉRIEL	Poids spéci- fique p	DIAMÈTRE d EN MILLIMÈTRES											
			10	8	6	4	3	2	1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21
			Vitesse du courant ascendant en mètres par seconde : v_{00}											
1	Quartz ou calcaire.	2,6	0,63	0,56	0,49	0,40	0,35	0,28	0,20	0,14	0,126	0,112	0,091	0,065
2	Sable ou grès	2,4	0,60	0,54	0,47	0,38	0,33	0,27	0,19	0,13	0,120	0,104	0,085	0,061
3	Marne ou gypse	2,26	0,57	0,51	0,44	0,36	0,31	0,25	0,18	0,127	0,115	0,099	0,079	0,057
4	Charbon	1,3	0,28	0,25	0,22	0,17	0,15	0,12	0,08	0,06	0,056	0,048	0,039	0,028

TABLEAU II

DES VITESSES v_{00} DU COURANT ASCENDANT D'EAU POUR MAINTENIR EN SUSPENSION UN GRAIN DE FORME IRRÉGULIÈRE DE DIAMÈTRE MOYEN d ET POIDS SPÉCIFIQUE p .

$$v_{00} = 2,44 \sqrt{d(p-1)}$$

No. courant	GENRE DU MATÉRIEL	Poids spéci- fique p	DIAMÈTRE d EN MILLIMÈTRES											
			10	8	6	4	3	2	1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21
			Vitesse du courant ascendant en mètres par seconde : v_{00}											
1	Quartz ou calcaire.	2,6	0,30	0,27	0,24	0,19	0,17	0,14	0,10	0,07	0,062	0,053	0,044	0,032
2	Sable ou grès	2,4	0,29	0,25	0,22	0,18	0,16	0,13	0,09	0,06	0,057	0,050	0,041	0,029
3	Marne ou gypse	2,26	0,27	0,24	0,20	0,17	0,15	0,12	0,08	0,06	0,054	0,047	0,038	0,027
4	Charbon.	1,3	0,13	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,026	0,023	0,018	0,013

Des considérations exposées plus haut, il résulte que les différentes particules qui se trouvent en suspension dans le courant ascendant auront un mouvement ascendant ou descendant selon que $v_a > v_{a_0}$ ou $v_a < v_{a_0}$.

De même, on a vu que le mouvement dont le corps est animé—accélééré au premier moment—tend à devenir uniforme après un temps très court et la vitesse, qui est positive quand le corps se meut dans le même sens que le courant ascendant, est négative quand le corps tombe dans le courant ascendant.

Le corps sera amené d'autant plus vite à la surface que la différence $v_a - v_{a_0}$ sera plus grande.

La vitesse à laquelle sont entraînés les différentes particules de terrain dans le courant ascendant dépendant du diamètre moyen et du poids spécifique du matériel, il en résulte que tous les grains ne seront pas amenés avec la même vitesse à la surface; il se forme dans le courant ascendant une séparation des grains en plusieurs groupes, selon le diamètre moyen et selon le poids spécifique; pour une vitesse déterminée du courant, certaines des particules seront amenés à la surface avec des vitesses différentes, d'autres resteront en suspension, et, enfin, un troisième groupe, recevant au premier moment un mouvement ascendant, tombera, à cause de la grandeur du diamètre ou du poids spécifique, jusqu'à la base du trépan, sous les coups duquel et sous l'action de l'eau en mouvement ces particules seront réduites à un état de division plus avancé. Pour une analyse plus approfondie, appliquons les considérations ci-dessus à deux exemples.

1. Supposons que le trépan travaille à une profondeur supérieure à 300 mètres, à travers une succession de couches variées de nature détritique et dont les grains ont une forme à peu près sphérique; pour fixer les idées, supposons que nous ayons une succession de marne ou d'argile et de sable. Les marnes et les argiles, par leur nature, ont un grain fort petit, 0,1—0,3 mm., et les sables ont des particules de diamètre moyen jusqu'à 2 mm.

Le diamètre: D de la dernière colonne qui revêt le trou de la sonde: $D = 250$ mm.

Diamètre extérieur des tiges de sondage: $d_1 = 50$ mm.

et " intérieur " " " " " " $d_2 = 40$ mm.

La vitesse du courant ascendant d'eau: $v_a = 3,2$ m. par seconde

Dans de telles conditions, le débit d'écoulement par seconde sera $q = \frac{\pi}{4}(D^2 - d_1^2)v_a$.

En remplaçant les valeurs prises comme exemple, nous avons $q=9,4$ litres par seconde.

Le débit d'écoulement par minute sera $Q = 60q = 564$ litres par minute.

En ne tenant pas compte des petites pertes d'eau produites par l'absorption naturelle de la couche, la quantité d'eau ci-dessus doit être introduite par les tiges de sondage, dont le diamètre intérieur est de $d_2 = 40$ mm. La vitesse d'écoulement de l'eau par ce canal se déduit à $v_s = 7,5$ m. par seconde, vitesse du courant descendant. En examinant le tableau I des vitesses v_a du courant ascendant, nous trouvons qu'un pareil courant, animé de la vitesse 0,2 m. par seconde, amènera à la surface seulement des particules d'un diamètre $d < 1$ mm. en ce qui concerne le quartz, le calcaire, le sable, la marne ou le gypse et, en ce qui concerne le charbon ou le lignite, il pourra amener avec lui des grains jusqu'à un maximum de 4 mm. de diamètre. Ces grains seront amenés à la surface avec des vitesses variées et ceux qui ont un diamètre plus grand que la limite indiquée tomberont au fond.

Dans les tableaux III et IV nous donnons les vitesses v des diverses particules, ayant des diamètres et des poids spécifiques différents, dans l'hypothèse d'un courant ascendant animé de la vitesse $v_s = 0,2$ m. par seconde et $v_a = 0,3$ m. par seconde.

TABLEAU III

No. courant	GENRE DU MATÉRIEL	Poids spécifique	DIAMÈTRE DU GRAIN EN m. m								
			4	3	2	1	0,75	0,5	0,25	0,125	0,0625
			Vitesse v en mètres du grain dans le courant ascendant animé par la vitesse v_s de 0,2 par seconde								
1	Quartz ou calcaire . .	2,6	—	—	—	—	0,06	0,074	0,088	0,109	0,135
2	Sable ou grès	2,4	—	—	—	0,01	0,07	0,080	0,096	0,115	0,139
3	Marne ou gypse . . .	2,26	—	—	—	0,02	0,073	0,085	0,101	0,121	0,143
4	Charbon (lignite) . .	1,3	0,03	0,05	0,08	0,12	0,14	0,144	0,152	0,161	0,172

TABLEAU IV

No. courant	GENRE DU M A T É R I E L	Poids spécifique	DIAMÈTRE DU GRAIN EN μ/m											
			10	8	6	4	3	2	1	0,5	0,1	0,05		
			Vitesse v en mètres du grain dans le courant ascendant soulevé par la vitesse $v_{0,3}$ m. par seconde											
1	Quartz ou calcaire	2,6	—	—	—	—	—	0,02	0,10	0,16	0,174	0,188	0,200	0,235
2	Sable ou grès	2,4	—	—	—	—	—	0,03	0,11	0,17	0,180	0,196	0,215	0,239
3	Marne ou argile	2,26	—	—	—	—	—	0,05	0,12	0,173	0,185	0,201	0,221	0,243
4	Charbon (lignite)	1,3	0,02	0,05	0,08	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,244	0,252	0,261	0,272

Le temps nécessaire pour que les particules parcourent la distance de 300 mètres jusqu'à la surface peut être calculé facilement, parce que leur mouvement dans le courant ascendant devient au bout de peu de temps uniforme et, par suite, les vitesses des tableaux ci-dessus (III et IV) sont constantes.

Les tableaux qui suivent (V et VI) indiquent le temps nécessaire à un grain de sable ou de marne, d'un diamètre déterminé, pour parcourir une distance de 300 mètres dans l'hypothèse d'un courant ascendant animé de la vitesse $v_a = 0,2$ m. par seconde, ou une distance de 600 mètres, dans l'hypothèse d'un courant ascendant animé de la vitesse $v_a = 0,3$ m. par seconde.

Tableau V indique le temps nécessaire à un grain de sable, de marne argileuse, de divers diamètres, pour arriver à la surface, d'une profondeur de 300 mètres, dans un courant ascendant animé de la vitesse $v_a = 0,2$ m. par seconde. Un semblable courant entraîne avec lui les grains de sable et de marne ayant un diamètre maximum $d = 1$ mm.

Tableau VI indique les mêmes données que le tableau V, pour la profondeur de 600 mètres et dans l'hypothèse d'un courant ascendant d'une vitesse de $v_a = 0,3$ m. par seconde.

TABLEAU V

Diamètre <i>d</i> en m/m.	SABLE OU GRÈS			MARNE OU ARGILE			Vitesse <i>v</i> du grain d'argile. <i>v</i> =	
	Vitesse <i>v</i> du grain de sable. <i>v</i> =	Temps <i>t</i> nécessaire au grain pour parcourir la distance de 300 m. dans le courant as- cendant animé de la vitesse <i>v</i> ₀ = 0,2 m.						
		hr.	min.	sec.	hr.	min.		sec.
1 m/m	0,01 m.	8	2	—	4	1	—	0,02 m.
0,5 "	0,07 "	1	11	26	1	8	29	0,073 "
0,4 "	0,08 "	1	2	30	—	58	50	0,085 "
0,3 "	0,096 "	—	52	5	—	49	30	0,101 "
0,2 "	0,115 "	—	43	28	—	41	19	0,121 "
0,1 "	0,130 "	—	35	58	—	34	58	0,143 "

TABLEAU VI

Diamètre <i>d</i> en m/m	SABLE OU GRÈS			MARNE OU ARGILE			Vitesse <i>v</i> du grain d'argile. <i>v</i> =	
	Vitesse <i>v</i> du grain de sable. <i>v</i> =	Temps <i>t</i> nécessaire au grain pour parcourir la distance de 600 m. dans le courant as- cendant animé de la vi- tesse <i>v</i> ₀ = 0,3 m.						
		hr.	min.	sec.	hr.	min.		sec.
2 m/m	0,03 m.	5	33	20	3	20	—	0,05 m.
1 "	0,11 "	1	30	54	1	23	20	0,12 "
0,5 "	0,17 "	—	59	—	—	57	48	0,173 "
0,4 "	0,180 "	—	55	33	—	54	3	0,185 "
0,3 "	0,196 "	—	51	1	—	49	45	0,201 "
0,2 "	0,215 "	—	46	30	—	45	14	0,221 "
0,1 "	0,239 "	—	41	50	—	41	9	0,243 "

Les tableaux ci-dessus nous montrent que les formations détritiques, ayant un grain d'un diamètre inférieur à 0,5 mm., tels que les marnes, les argiles et les sables fins, arrivent à la sur-

face dans des temps qui diffèrent fort peu les uns des autres et cela parce que les poids spécifiques des roches ne sont pas trop différents. La différence entre le temps d'arrivée d'un grain de sable de 0,5 mm. de diamètre, d'une profondeur de 300 mètres, dans un courant ascendant d'une vitesse de 0,2 m. par seconde et un grain très fin de marne d'un diamètre de 0,1 mm., n'est que de 36 minutes, de sorte que pour passer d'une couche de sable dans une couche de marne aussi fine, jusqu'à ce qu'arrive à la surface les premières particules de marne, le trépan ne peut avancer en profondeur que sur la faible distance de 0,5 m. par exemple, si nous admettons que la vitesse de marche du trépan en profondeur est d'un mètre à l'heure.

Dans de telles conditions, le passage d'une couche à une autre, de nature pétrographique différente, ne pouvait être indiqué qu'avec une approximation de 0,5 m., ce qui est un résultat favorable par rapport à la grande vitesse d'avancement du trépan. Autrement se présente le résultat quand le passage a lieu d'une formation détritique, ayant un grain de grand diamètre, — comme, par exemple, le sable d'un millimètre de diamètre, — dans une formation argileuse.

Les terrains argileux et marneux, par leur nature détritique et sous l'action de l'eau en mouvement, étant réduits à un état de division fort avancé, les particules ayant un diamètre même inférieur à 0,1 mm., devront, dans ces conditions, être amenées à la surface, d'une profondeur de 300 m., en 35 minutes; tandis que les particules de sable de la couche immédiatement superposée, ayant un diamètre de 1 mm., seront amenées à peine en huit heures, temps pendant lequel le trépan peut beaucoup avancer en profondeur dans la couche d'argile, sans que des preuves de sable de la couche superposée soient arrivées à la surface.

Il en résulte une incertitude dans l'établissement des profondeurs d'où provient le matériel amené et, par suite, de l'épaisseur des différentes couches parcourues. Ce manque de certitude augmente avec la profondeur de la sonde et la vitesse d'avancement du sondage. En fait, on obtient ici aussi une approximation suffisante par l'augmentation de la vitesse du courant ascendant. Ainsi, dans le cas d'un courant ascendant animé de la vitesse $v_a = 0,3$ m. par seconde, les particules de sable d'un millimètre sont amenées en 1 heure 31 minutes, tandis

que les particules plus fines d'argile ou de marne ne le sont qu'en 41 minutes; la différence de temps comporte 50 min., temps pendant lequel le trépan, dans les conditions d'avancement exposées plus haut, n'avance que d'à peu près 80 centimètres et on pourra, à ceci près, indiquer le passage d'une couche à l'autre.

Nous avons tenu à établir ce fait pour démontrer que les chiffres que l'on donne dans différents profils de sondage, et qui prétendent à l'exactitude — inutile d'ailleurs — jusqu'au centimètre, n'ont aucune valeur réelle, surtout dans le cas où l'on travaille avec de l'eau boueuse, ayant en suspension de l'argile fine. L'examen des coups du trépan peut offrir, là aussi, comme dans le système canadien, un moyen d'obtenir une approximation plus grande dans l'établissement des profondeurs auxquelles on passe d'une couche à une autre, de nature pétrographique différente. En effet, à chaque coup du trépan, celui-ci rencontre une réaction de la part du terrain, réaction qui varie justement d'après la nature pétrographique du terrain et qui peut être observée par un maître sondeur expérimenté. Mais on demande pour cela une observation continue, ce qu'il n'est pas toujours facile d'obtenir.

II. OBJECTIONS SOULEVÉES CONTRE LE SYSTÈME HYDRAULIQUE

A différentes époques on a soulevé contre le système hydraulique des objections qui tendaient à le discréditer ou à le prohiber, et qu'on peut classer dans les trois catégories suivantes:

1. La pression sous laquelle le courant d'eau est introduit au fond de la sonde doit être assez forte pour surmonter le poids, de toute la colonne extérieure d'eau qui remplit le trou de sonde.

Comme corollaire de ces prémisses, on a formulé une deuxième objection:

2. Sous une pression aussi forte du courant d'eau, on peut traverser, sans l'observer, le gisement pétrolifère, puisque l'eau en y pénétrant refoule le pétrole.

3. Par le sondage hydraulique, les couches aquifères ne peuvent pas être observées; d'où il découle que l'opération de la fermeture des eaux — si nécessaire dans les sondages de pétrole — ne peut être faite au moment opportun et que, partant

il arrive facilement qu'on pénètre, sans que l'eau soit fermée, jusqu'à la couche pétrolifère.

La première objection, ainsi qu'elle est énoncée par les adversaires du système hydraulique, est erronée; c'est la négation d'un principe de physique.

Avant de le démontrer, examinons, en les comparant, les conditions de pression au fond du trou pour deux sondages de même profondeur, l'un canadien et l'autre hydraulique.

Dans deux sondages de même profondeur, 200 m. par exemple, l'un canadien et l'autre hydraulique, en conditions normales on a, à la base du trou de sonde, des conditions différentes de pression: dans le sondage canadien, une colonne d'eau de 70—80 mètres suffit pour transformer le matériel foré en une masse boueuse que l'on peut extraire avec la cuiller d'extraction.

La pression spécifique sur le fond du trou, c'est-à-dire la pression par cm.^2 comme unité de surface, dépendant uniquement de la hauteur de la colonne d'eau boueuse et du poids spécifique du mélange, on aura, au fond du trou, une pression moyenne de 8 kilogrammes par cm.^2 ou 8 atmosphères.

Dans le sondage hydraulique le trou de sonde, dans toute sa profondeur, est rempli d'eau, par suite la pression spécifique au fond du trou sera, en chiffre rond, de 20 atmosphères.

Mais il arrive souvent que le forage s'exécute dans des conditions anormales si, par exemple, on rencontre des gaz sous une grande tension ou que l'on traverse des terrains mobiles. Dans ce cas, par le forage on détruit quelques-unes des forces qui maintiennent les couches en équilibre; un déséquilibre se produit et l'énergie potentielle emmagasinée dans ces couches se manifeste par le détritit qui afflue vers le trou de la sonde, ce qui rend difficile tout avancement. Donc, dans le système canadien, il est nécessaire de remplir d'eau le trou de sonde sur toute sa hauteur, pour équilibrer les pressions internes des terrains au fond de la sonde.

Dans cette hypothèse, les conditions de pression dans les deux sondages sont identiques, avec cette seule différence que, dans le sondage hydraulique, la colonne d'eau est animée d'un mouvement créé par la pression que produit la pompe adaptée à ce système.

Les adversaires du système ont cru trouver un motif de soutenir la première objection précisément dans cette conjoncture

que, dans le système hydraulique, la colonne d'eau est en mouvement.

On a affirmé que pour créer le courant ascendant il faut une pression si forte qu'elle surmonte le poids total de la colonne d'eau de la sonde, et que, dans ces conditions, l'emploi du système hydraulique pour l'exploration des gisements pétrolifères constitue un grand danger.

Cette argumentation a pour base une interprétation erronée des principes de physique et de mécanique.

Le rôle de la pression produite par la pompe est d'imprimer au courant d'eau une vitesse donnée pour pouvoir transporter le déblai et de surmonter les résistances, correspondant à cette vitesse, subies par le courant d'eau par le frottement contre les parois des tiges et du tubage. Il n'y a pas d'autres résistances statiques à vaincre, telles que la pesanteur totale de la colonne extérieure de l'eau de la sonde.

En effet, examinons les conditions de pression dans le plan de l'orifice du trépan, là où le courant descendant de l'eau, sortant au fond du trou, devient ascendant.

Les deux colonnes d'eau exercent, dans le plan de cet orifice, à l'état de repos, deux pressions, l'une intérieure, l'autre extérieure, qui se font équilibre et dont la grandeur est exprimée par le poids d'une colonne cylindrique d'eau dont la base est la surface de l'orifice et dont la hauteur est la distance du centre de gravité de l'orifice à la bouche de la sonde, par suite la profondeur du trou. C'est la conséquence naturelle du principe des vases communicants. Les deux colonnes d'eau se trouvant en équilibre, la pompe devra seulement produire une surpression dans la colonne intérieure pour créer la vitesse du courant et pour vaincre les résistances produites par le frottement du liquide contre les parois.

Bien que nous ne possédions pas certaines données pratiques pour pouvoir déterminer la valeur des résistances de frottement, on constate cependant, d'après les observations faites aux sondes de 250 à 450 m. de profondeur, à l'aide des manomètres adaptés aux conduites de pression, que la surpression varie entre 4 et 6 atmosphères, et que, seulement dans les cas rares où l'on augmente la vitesse du courant, elle arrive à 9 ou 10 atmosphères, ce qui est encore bien loin de la pression qui serait nécessaire

s'il fallait surmonter le poids total de la colonne d'eau de la sonde.

D'autre part, la pression indiquée par le manomètre dans la conduite de pression de la surface n'est pas transmise comme pression statique sur le fond de la sonde, mais elle prend la forme d'une énergie de mouvement.

En effet, la colonne descendante d'eau d'une masse m , animée d'une vitesse V , possède une énergie, dont l'expression, selon le principe des forces vives, est $\frac{mV^2}{2}$. Cette énergie, devenue libre au fond du trou, ne s'exerce pas sous forme de pression statique sur les parois du trou de sonde, mais se retrouve, sous une autre forme équivalente, dans le mouvement dont est animée la colonne ascendante d'eau, dont la masse est M et la vitesse v . L'expression de cette dernière énergie est $\frac{Mv^2}{2}$, d'où l'on a l'équivalence

suivante $\frac{mV^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$, sans tenir compte d'une perte insignifiante d'énergie, qui, comme nous allons voir, prend d'autres formes.

Dans le cas hypothétique où il n'y aurait plus de circulation d'eau, — c'est-à-dire si l'on imagine un moment que l'écoulement d'eau du courant ascendant est arrêté par un dispositif quelconque — dans ce cas seulement, la pression produite par la pompe se transmettrait intacte par la colonne intérieure d'eau jusqu'au fond du trou, parce que l'eau, comme on le sait, est un liquide presque incompressible.

Donc, on ne saurait parler d'une pression supplémentaire qui s'exercerait au fond du trou et sur les parois, comme addition à la pression de la colonne d'eau qui forme le courant ascendant.

Dans le système hydraulique, la seule pression qui intervienne d'une manière déterminante au fond du trou, c'est celle que produit la colonne d'eau ascendante.

Cette pression s'exerce d'une manière hydrodynamique, ce qui ne peut être qu'un avantage sur les systèmes dits „à sec”, où la pression s'exerce d'une manière hydrostatique.

On se demande naturellement: pour un gisement pétrolifère cette pression est-elle fatale? La réponse dépend des conditions de pression du gisement. Si le gisement pétrolifère se trouve sous une forte pression et contient en dissolution, dans la masse liquide, des hydrocarbures gazeux en grande quantité, ces der-

niers, sous l'influence de la diminution de pression produite par le creusement graduel de la couche isolatrice superposée au gisement pétrolifère, tendent à se dégager en quantités de plus en plus grandes et réussissent, par leur tension, à rompre le reste de la couche isolatrice, en lançant à la surface avec la colonne d'eau de gros morceaux de roche; à partir de ce moment, la sonde devient productive.

Supposons maintenant, cas général, que la pression sous laquelle se trouve le gisement pétrolifère et la tension des gaz en dissolution dans le pétrole soient plus petites que la pression exercée par la colonne d'eau ou au plus égales. Il est clair que si cette pression s'exerce d'une manière hydrostatique, c'est-à-dire à l'état de repos, il serait possible que le gisement ne se manifestât pas facilement ou qu'on ne lui donnât pas l'importance requise; mais si cette pression s'exerce d'une manière hydrodynamique, quand le courant d'eau par conséquent se trouve en mouvement, avant de pénétrer dans la couche pétrolifère ce courant amènera, à la surface et dès l'abord, avec le sable pétrolifère, le pétrole, qui ne saurait échapper à un observateur attentif.

A la base du trou de sonde, la masse d'eau se trouve dans un état d'agitation dont les mouvements ont la forme de tourbillons, produits par la perte de force vive du courant en passant d'une petite section à une autre plus grande.

En effet, le courant d'eau à l'orifice du trépan possède une énergie exprimée par la force vive correspondant à la vitesse du courant dans cette section.

A sa sortie de l'orifice, il abandonne une petite section pour passer dans l'espace qui se trouve entre le trépan et les parois du trou de sonde, espace d'une section beaucoup plus grande.

Ce passage brusque a pour effet que les molécules d'eau, qui abandonnent l'orifice du trépan avec une vitesse V , frappent la masse d'eau du courant ascendant, qui a un mouvement beaucoup plus lent, puis, s'unissant à cette masse, elles continuent le mouvement ascendant avec une vitesse plus petite.

Ce choc d'eau produit donc une perte de force vive, qui prend d'autres formes, telles que: mouvements en forme de tourbillons, vibrations de son, certaine élévation dans la température de l'eau, etc.

La masse d'eau ainsi agitée au fond du trou exerce une ac

■

tion mécanique sur les parois, en détachant le matériel des couches molles ou des sables pétrolifères et en le faisant affluer vers le trou de sonde, elle entraîne en même temps le pétrole du gisement pétrolifère.

Il résulte de cet exposé que la première objection et son corollaire ne sauraient se soutenir scientifiquement. Par le sondage hydraulique, grâce au courant d'eau, on peut observer de la surface toutes les manifestations de pétrole à des profondeurs différentes, et il ne s'agit, après tout, que d'une observation judicieuse et d'un personnel consciencieux.

Ainsi que dans tout système de sondage, une observation continue s'impose à l'orifice et dans les réservoirs d'écoulement; dans un sondage d'exploration, à la première manifestation du pétrole ou de gaz pétrolifère il faut aussi procéder à l'épuisement successif de l'eau pour constater l'état du gisement.

La question de la pénétration de l'eau dans une couche perméable étant en rapport intime avec le sondage hydraulique mérite d'être examinée de plus près; aussi nous rapportons-nous aux expériences concluantes faites par M. l'ingénieur R. SORGE sur la pénétration de l'eau à petite pression dans une couche poreuse.

Il est incontestable que dans une couche perméable, sablonneuse, par exemple, l'eau d'un courant ascendant pénètre dans cette couche en s'infiltrant par les interstices existant entre les grains de sable. Dans leur succession, ces interstices doivent être considérés comme formant un réseau de canaux capillaires, de forme sinueuse, produits par la forme irrégulière des grains de sable.

La grandeur de la vitesse de pénétration de l'eau et, par suite la quantité d'eau qui peut s'infiltrer dans une telle couche, dans un intervalle de temps donné, dépend des deux facteurs suivants:

1. La pression hydrostatique de la colonne d'eau au niveau, où l'on a trouvé, par sondage, la couche perméable, et
2. La porosité de la couche, partant, la grandeur et la forme des canaux capillaires.

Par conséquent, la pénétration de l'eau dans la couche poreuse est la résultante de deux forces: l'une est la pression de la colonne d'eau au niveau de la couche poreuse, force de grandeur constante; la deuxième est la résistance que rencontre l'eau dans sa circulation à travers les canaux capillaires. Cette ré-

sistance, pour une porosité donnée, augmente en raison de la longueur du canal capillaire, c'est donc une force variable.

Sous l'influence de ces deux forces, la pénétration de l'eau dans la couche poreuse, bien que continue, n'est pas uniforme. Sa vitesse décroît à mesure que nous nous éloignons de la zone de contact de la couche avec la colonne d'eau.

D'après les expériences faites par M. l'ingénieur R. SORGE, mais à petites pressions, il résulte que la relation entre la durée de la pénétration de l'eau dans une couche poreuse représente une courbe parabolique, ce qui signifie que l'eau pénètre sans interruption dans une couche horizontale de sable, mais évidemment avec une vitesse de plus en plus petite.

Dans les terrains poreux non fissurés, il faut tenir compte de cette circonstance que les pores de la couche sont remplis de différents gaz, qui sont expulsés par la pénétration de l'eau; n'ayant pas une voie par où s'échapper, — nous avons supposé le terrain non fissuré — ces gaz sont comprimés et peuvent arriver à une tension si forte qu'ils empêchent l'eau de pénétrer plus avant dans la couche.

De toutes ces considérations, nous déduisons la conclusion que la zone de pénétration de l'eau dans une couche poreuse durant la perforation et le tubage de cette couche est petite relativement et en rapport avec de petites pertes d'eau dans un court intervalle de temps, donc il ne saurait être question d'une inondation des couches poreuses.

Les conditions se présentent d'une autre manière dans un terrain fissuré; là, l'eau a la possibilité de pénétrer avec une grande vitesse dans les fissures, et si celles-ci, par leurs ramifications, arrivent jusqu'à un gisement de pétrole l'eau peut y pénétrer.

Dans ce cas, d'un côté le courant ascendant de l'eau est interrompu, ce que l'on remarque sur le champ à la surface de l'autre les couches superposées au gisement de pétrole étant fissurées, les gaz pétrolifères auront la possibilité de se dégager par les fissures et de sortir, par le trou de sonde, jusqu'à la surface, en trahissant ainsi l'existence et la proximité du gisement de pétrole.

Par suite, les variations du courant d'eau nous offrent les éléments nécessaires pour apprécier de la surface les phénomènes qui s'opèrent à l'intérieur du trou: dans le cas d'une in

terruption brusque du courant d'eau on saura qu'on a rencontré un système de fissures par lesquelles l'eau se répand dans les couches voisines; une diminution graduelle du débit du courant ascendant dénotera la présence d'une couche perméable, de sables ou de grès poreux, etc., par les pores desquels l'eau peut pénétrer jusqu'à une zone limitée, pendant que le trou de sonde restera sans tubage. Aussitôt après que le trou a été tubé, la pénétration de l'eau est arrêtée, car, dans son mouvement ascendant, elle suivra la voie de la plus petite résistance, c'est-à-dire la section entre les tubes et les tiges vides de forage, et elle ne pourra se frayer un chemin le long des parois extérieures des tubes.

Or donc, par un tubage du trou de sonde, aussitôt après que la couche poreuse a été traversée, les pertes d'eau se réduisent au minimum et ne peuvent constituer un danger pour les sondes voisines.

D'ailleurs, cela arrive aussi dans le sondage canadien, quand on traverse des couches perméables de grande porosité.

Nous avons examiné jusqu'à présent les manifestations du courant d'eau dans l'hypothèse où les couches perméables et les sables spécialement sont secs.

Voyons ce qui peut arriver dans le cas où, par le forage, on rencontre une couche perméable de sable ou une roche poreuse ou des fissures qui sont pleines d'eau.

Par là nous touchons à la troisième objection contre le sondage hydraulique „qu'il n'est pas possible de constater les couches aquifères”.

Pour examiner cette objection, il faut distinguer divers cas, selon les conditions de gisement de la nappe aquifère et selon la pression hydrostatique.

La condition primordiale pour l'existence d'une nappe d'eau, c'est la présence d'une couche poreuse qui repose sur une couche imperméable, servant de lit d'écoulement à la nappe aquifère.

Lorsque, par forage, on a rencontré une couche aquifère, trois cas peuvent se présenter: la pression hydrostatique de l'eau de la couche aquifère est plus grande, égale ou plus petite que la pression exercée par la colonne d'eau remplissant le trou de sonde à la profondeur à laquelle on rencontre la couche aquifère.

Dans le premier cas, nous aurons une pénétration de l'eau de la couche aquifère dans le trou de sonde, par là une augmentation brusque du débit de l'eau, ce qui pourra se remarquer à la surface.

Dans le dernier cas, nous aurons une perte d'eau graduelle mais sensible, ce qui pourra, de même, être constaté facilement de la surface.

Une déperdition du même genre se produit quand on traverse une couche de sable sec. Pour décider si cette couche est ou non aquifère, il faut constater, par le puisage de l'eau, les variations du niveau, donc, de la même façon qu'on devrait procéder dans un sondage de tout autre système en pareille circonstance.

Le cas où la pression hydrostatique de la couche aquifère serait égale à la pression de la colonne d'eau est pratiquement à peu près impossible, toutefois il mérite d'être discuté, en tant qu'il ne peut être question d'égalité absolue de pressions, mais uniquement de petites variations.

L'eau de la couche aquifère étant en circulation, nous pouvons distinguer trois vases communicants au point où le sondage touche la couche aquifère: l'un d'eux est la partie où la pression hydrostatique est la plus grande et qui détermine l'écoulement de l'eau, le second est l'autre partie de la couche, le troisième est la colonne d'eau du trou de sonde.

Ces trois pressions étant sensiblement en équilibre au fond du trou, on ne saurait remarquer des variations sensibles du courant ascendant circulant entre les tiges et le tubage.

Dans ce cas, même si la perte d'eau est insensible, cette circonstance, jointe à l'observation des chocs caractéristiques du trépan travaillant dans une couche de sable aquifère, est, avec les échantillons de matériel amenés à la surface, précisément ce qui nous donnera les indices de l'existence d'une couche aquifère, car si cette couche était sèche la perte d'eau serait sensible.

Par conséquent, la troisième objection faite contre le sondage hydraulique et concernant la constatation des couches aquifères, ne peut pas plus subsister que les deux autres.

L'analyse et les considérations exposées plus haut nous montrent qu'en tenant compte de tous les facteurs, tels que: la vitesse du courant ascendant, l'observation continue du matériel amené à la surface, par l'arrangement à l'orifice d'écoulement de ta

mis différents, la vitesse d'avancement dans le sondage, les sensations provoquées par les coups du trépan, répercutés par les tiges de sondage jusqu'à la surface, l'observation et le contrôle du débit d'écoulement de l'eau, etc., le sondage hydraulique se présente comme un excellent moyen pour explorer rapidement une région jusqu'à de grandes profondeurs, tant en ce qui concerne la succession des couches que leur épaisseur, avec une approximation suffisante établie sur les considérations exposées.

D'ailleurs, par la possibilité de changer le sens du courant d'eau (circuit indirect), ou le courant arrivant à la surface par les tiges de sondage à une grande vitesse, on peut amener à la surface, en 2—5 minutes, selon la profondeur, des particules de roche et des fossiles en état absolument intact, ce qui est un grand avantage sur les systèmes dits „à sec“.

LE SYSTÈME DE SONDAGE HYDRODYNAMIQUE

PAR

WOLSKI

Il n'est certainement pas de branche technique pouvant tirer plus d'avantages de l'application de la transmission hydraulique de l'énergie que l'art du forage.

En effet, lorsqu'on passe en revue ses différents domaines : sondages profonds, fonçage de puits, forage horizontal, perforation mécanique, il est difficile de ne pas partager la conviction que, dans l'avenir, le rôle prédominant y reviendra de droit à ce principe.

Dans tous les procédés connus de forage à percussion, le trépan est mis en mouvement au moyen d'une sonde, au bout de laquelle il est fixé.

Cette sonde, composée d'une série de tiges pleines ou creuses, est suspendue à un balancier, qui lui communique un mouvement oscillatoire vertical, se traduisant par une suite de chocs du trépan contre la roche.

Le principe du forage hydrodynamique est le suivant : une sonde tubulaire restant immobile, la colonne d'eau sous pression qui la traverse actionne au fond du trou le trépan à l'aide d'un moteur approprié à cet usage ; puis l'eau remonte, emportant les détritiques et curant le trou. La rotation et la descente graduelle du trépan s'effectuent automatiquement ou à volonté, à l'aide de la sonde dont il fait partie.

Une quantité d'avantages primordiaux se déduisent immédiatement de ce nouvel agencement. Puisque la masse considérable de la sonde, masse qui dans tout sondage de quelque profondeur surpasse plusieurs fois celle de l'appareil de percussion (trépan

et surcharge), ne prend part ni au mouvement continu de va et vient, ni aux trépidations du choc :

1. On obtient une grande sécurité en ce qui concerne la bonne marche de la perforation, car le système de tiges, restant immobile, n'est point assujéti aux ruptures, accident quotidien des sondages ;
2. On ménage les engins, qui ne subissent plus de chocs, détériorant la sonde don: le fer devient friable et cassant et ébranlant le mécanisme; le tubage ne souffre plus de l'usure, difficile à éviter dans tous les autres procédés de sondage à percussion ou à rodage ;
3. Il y a indépendance complète de la profondeur, les conditions mécaniques du mouvement du trépan ne changeant pas, qu'on opère à une profondeur de 10 ou de 1000 mètres ;
4. La transmission de l'énergie est avantageuse, car la force vive de la colonne d'eau, dirigée vers le fond du trou, sert exclusivement à actionner le moteur, sans se perdre en majeure partie en chocs inutiles, fouettement des tiges, etc. ;
5. Le curage du trou par l'eau sortant du moteur — curage très énergique — se produit spontanément, comme avantage accessoire, tandis que dans les autres procédés de forage on emploie à cet effet des pompes spéciales et une machine à vapeur ;
6. On peut réaliser une augmentation presque illimitée de l'effet mécanique développé au fond du trou, duquel, comme on sait, dépend principalement le progrès du forage. Les procédés de forage actuels ne permettent, eu égard aux poids considérables mis en jeu, qu'un nombre restreint de coups par minute et la puissance de chaque coup présente une limite pratiquement infranchissable — que nous estimons à environ 450 kgm/sec (6 chev. vap.). Dans notre cas, où le travail se développe immédiatement à proximité du trépan et du fond du trou, une telle limite n'existe plus et l'on peut, à volonté, augmenter le nombre de coups, ainsi que leur puissance, rien que par un accroissement de la pression hydraulique et du débit des pompes. On obtient par ex.:
 - avec 5 l/sec à 20 atm.: 1000 kgm/sec (13,3 chev. vap.)
 - „ 8 l/sec à 25 atm.: 2000 kgm/sec (26,6 chev. vap.)
7. Autres avantages pratiques: pendant la perforation, la sonde

reste suspendue au câble de remonte et, par conséquent, n'a pas besoin d'être alternativement accouplée au balancier, puis découplée. On peut donc poursuivre la perforation sans discontinuer, sur toute la longueur d'une tige (10 à 15 m.), ce qu'il faut apprécier d'autant plus qu'une interruption du curage hydraulique entraîne le dépôt des parcelles désagrégées de la roche et nécessite un travail inutile lors de la reprise du forage. Ensuite, le balancier devenant inutile, on obtient une simplification du mécanisme, dont la construction devient plus légère par suite de la suppression des chocs, le montage plus facile, etc.

Les avantages de la transmission hydraulique de l'énergie sont si évidents que depuis longtemps on s'est préoccupé, surtout pour les sondages profonds, de la construction d'un moteur hydraulique à percussion. Les premiers brevets concernant ce genre d'appareils datent à notre connaissance de 1867 (Balzberg) et 1880 (Hoppe). Les 10 dernières années firent connaître une foule de nouveaux dispositifs, dont aucun cependant n'a dépassé le domaine des projets. La difficulté de la construction d'un puissant moteur hydraulique à percussions répétées — abstraction faite des dimensions réduites du trou, du sable en suspension dans l'eau et des conditions difficiles de fonctionnement qui excluent tout mécanisme compliqué — résulte principalement des propriétés physiques de l'eau, véhicule de l'énergie, fluide pondérable et presque incompressible. Chaque interruption ou renversement du mouvement est suivi infailliblement d'un choc, plus ou moins violent, de l'eau contre les parois des conduites et du moteur. L'intensité de ce choc (coup de bélier) augmente rapidement avec la vitesse et limite la rapidité de la percussion à 150 (au plus peut-être à 200) coups par minute.

PRINCIPE DU BÉLIER

Je crois que M. Wolski a résolu le problème de la perforation hydraulique, d'une manière aussi simple qu'efficace, au moyen de son bélier perforateur, qui permet d'obtenir 600, 1000 coups par minute et même plus, d'une intensité voulue. Comme il était impossible d'éviter les coups de bélier, il les a utilisés. Le principe du bélier perforateur (le même que celui du bélier hydraulique qui sert à élever l'eau) repose sur le choc d'une colonne

d'eau en mouvement, qu'on arrête subitement par la fermeture brusque d'une soupape, maintenue auparavant ouverte. La pression, fournie par une pompe, ne se transmet pas directement au trépan: elle commence par imprimer une accélération à la colonne d'eau destinée à produire le choc; ce n'est qu'à un moment précis qu'elle transmet, par un choc élastique, sa force vive au trépan.

La figure 1 est un croquis schématique de cet appareil. La colonne d'eau sous pression traverse le tuyau d'alimentation, la chambre à air et pénètre dans le tube de percussion U . Vers l'extrémité de ce dernier, la conduite se ramifie. D'un côté l'écoulement est arrêté par une soupape automatique W , maintenue ouverte par le ressort f , de l'autre par un obturateur à ressort Z . Enfin un piston O , qui joue en même temps le rôle de surcharge, est fixé au trépan et obture la troisième ramification. Un puissant ressort F a pour but de rappeler la surcharge et le trépan à une hauteur convenable.

Le courant que la pompe envoie par les tiges trouve d'abord une issue par la soupape W ouverte. Mais lorsque sa vitesse atteint une certaine valeur, il développe sur le clapet de la soupape une pression qui parvient à vaincre la résistance du ressort, de sorte que le clapet retombe sur son siège et intercepte l'écoulement. Un choc en est la conséquence immédiate. La colonne d'eau contenue dans le tube à percussion, arrêtée subitement, donne contre le piston et projette violemment le trépan contre le fond du trou. En même temps, le ressort Z est comprimé par l'accroissement de pression. Dès que le travail produit a consommé la force vive de la colonne, la réaction se produit.

Le ressort Z refoule, en se détendant, la colonne d'eau. Il en résulte que la pression exercée sur la soupape par la pompe et par l'air contenu dans la chambre B est un moment interrompue. Le ressort f en profite pour décoller le clapet W , si bien que l'écoulement redevient libre et la colonne d'eau U , obéissant à la pression de la chambre à air, recommence un nouveau mouvement accéléré. En même temps, le trépan qui vient de frapper la roche remonte, rappelé par le ressort F , jusqu'à ce qu'un nouveau coup de bélier lui fasse rebrousser chemin.

Le butoir Z se montre, dans la pratique, inutile: l'élasticité naturelle de l'eau en tient lieu. Au moment de l'obturation de la soupape, la colonne d'eau se comprime pour un instant sous

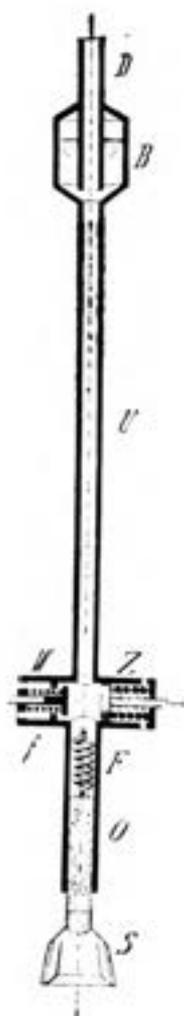


Fig. 1.

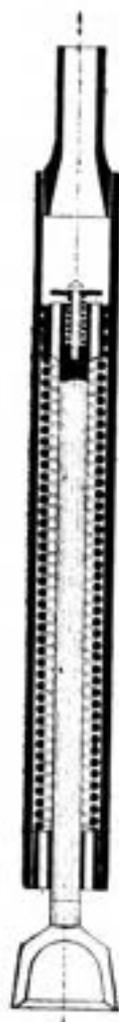


Fig 2.



Fig 3.

l'action du coup de bélier, puis se dilate, réagissant de bas en haut en sens inverse de la pression de la pompe. Cette diminution momentanée de la densité de l'eau (pression négative), contrecoup du choc élastique du piston et de la colonne d'eau, entraîne chaque fois la réouverture de la soupape.

La figure 2 représente schématiquement un autre agencement du bélier hydraulique, dans lequel la soupape est adaptée au trépan, avec lequel elle effectue de concert les mêmes mouvements. La disposition des détails constructifs comporte d'ailleurs de nombreuses variantes.

En tout cas, le bélier perforateur présente une forme très simple (la plus simple possible peut-être) d'une machine à colonne d'eau, destinée à une percussion très rapide. Un clapet, un piston et deux ressorts en constituent les seuls éléments mobiles. On peut même, ce qui se recommande pour les petites dimensions, remplacer le clapet de la soupape et son ressort par une lame unique, en acier, analogue à l'anche des tuyaux sonores, ce qui en simplifie de beaucoup encore la construction.

L'application du bélier résout d'une manière très simple les difficultés de construction provenant du diamètre restreint du trou foré. Puisqu'ici ce n'est pas la pression directe de la pompe, mais bien l'effort du coup de bélier (5 à 10 fois supérieur à la première) qui commande le piston, la surface de ce dernier peut être réduite à $1/5$ ou $1/10$. Un piston de 20 cm^2 de surface (50 mm. de diamètre) donne un effort utile de 200 à 4000 kg.

Les procédés de forage actuels utilisent un poids de 500 à 1500 kgr. qui frappe la roche avec une vitesse modérée. Ici on obtient l'effet désiré avec des masses bien moindres, 30 à 70 kgr., mues à grande vitesse (au moins 4 m/sec). Il résulte de ces efforts considérables et de ces petites masses un développement très rapide de l'énergie, rappelant celle d'un coup de feu, et un nombre de coups (8 à 15 par seconde), qu'il serait impossible d'atteindre d'une autre manière.

L'ouverture et la fermeture de la soupape qui commande le mouvement s'accomplit instantanément et presque sans chute de pression, chute inévitable dans tout système de commande mécanique. Les pertes assez importantes qui en résultent sont donc supprimées.

Le procédé permet l'emploi des eaux troubles, sableuses ou salées, qu'il est difficile d'éviter dans tout curage hydraulique.

La soupape de commande étant toujours ouverte lorsque le moteur est à l'arrêt, on peut passer, à volonté, du forage au simple curage et les tiges qu'on dévisse pour la remonte de l'appareil sont toujours vides.

L'intensité du coup de bélier, et partant de la percussion, peut être réglée à volonté:

1. par un ajustement approprié de la soupape,
2. par la longueur du tube de percussion.

L'écoulement de l'eau devrait s'effectuer dans l'axe et le plus près possible du fond du trou, la recharge de trépan être aisée et l'appareil entier robuste, simple et facile à démonter. La forme de l'appareil (représenté dans la figure 2) répond à toutes ces exigences. Le siège de la soupape y a reçu la forme d'un cylindre en acier pourvu d'un trou central, autour duquel est disposée une couronne de trous parallèles. Une mince plaque annulaire, en acier trempé, constitue le clapet et ferme ou ouvre les trous simultanément. Le ressort est logé dans un élargissement cylindrique du trou central. On peut régler à volonté, l'action de ce ressort en mettant dessous des anneaux en acier de différentes épaisseurs. Un bout de tube sert de guide au clapet; un écrou avec contre-écrou, qu'on peut serrer ou desserrer à volonté, limite sa course, en lui servant de butoir.

RÉSULTATS PRATIQUES.

Nous croyons devoir insister sur ce fait qu'à ce jour il ne s'est produit ni rupture de tige, ni accident, ni déviation.

Les sondages effectués dans les terrains les plus difficiles (ceux des Carpates et du Caucase) atteignent sans difficulté 900 mètres et plus. Quant à l'avancement du forage nous croyons pouvoir affirmer que surtout dans les couches dures il n'existe aucun autre système égalant le bélier en rapidité. Deux sondages de comparaison, exécutés en même temps dans des terrains analogues près de Bochum (Westphalie), l'un au bélier, l'autre à la sonde rigide puis au diamant, donnèrent les résultats suivants:

	<u>Sonde rigide</u>	<u>Bélier</u>
Nombre de jours nécessaire pour atteindre		
la profondeur de 700 mètres	70	53
Heures de forage effectif	921	608
Nombre d'accidents	36	1

RAISING OIL BY PUMPING

BY

CAMPBELL M. HUNTER

Whilst most of the engineers present at this Congress are doubtless thoroughly familiar with the method of raising oil from wells by bailing, there may be some who have not had the opportunity of studying the more direct and simpler method of pumping. To those gentlemen, therefore, this paper is dedicated, its object being, without entering into too many details, to give a general idea of the way in which wells are pumped.

In Roumania, as also in Russia, the former system has been brought to a high state of efficiency, and all manner of precautions are taken to prevent accidents arising from overwinding etc. In America, on the other hand, pumping is almost exclusively adopted; in fact, there are very few fields in the United States which would pay if the wells were bailed.

The conditions under which these two systems are applied differ chiefly in that the former is suitable for dealing with oil containing sand and other gritty matter, whereas the latter can only be used where sand is almost entirely absent. In the older fields in Roumania, the conditions mostly appear unfavourable to pumping; but as fresh fields are constantly being opened, it is not improbable that in one of them, oil will be found some day sufficiently free from sand to warrant a trial being made at pumping.

It has been said above that the quantity of sand in the oil is mainly the deciding factor in settling whether a well can be pumped. The first thing, therefore, that one might be prompted to do would be to ascertain the exact percentage of sand brought up. Unfortunately, however, after having found that

out, one is not much better off, since the quantity of sand that a pump can deal with depends upon several other details such as:—the depth of the well, the nature of the sand—whether fine, soft or gritty—the quantity of oil raised, and the presence of gas and water, etc. With so many factors to take into account, it is better to rely upon actual experience, than upon any empirical formula.

Having by a trial pumping decided that the oil lends itself to being pumped, the next step to be taken is to map out the property into sections in each of which the wells can be suitably grouped round a central pumping power station. In calculating the area of these, consideration must be paid to:

- a) The maximum number of wells that are likely to be drilled per acre;
- b) The probable depth and production of the wells;
- c) The physical configuration of the land, i. e., whether hilly, broken up or level.

The size of the section and the design of the power station depend upon A and B; while the general layout of the main and branch jerker lines depends upon B and C. The following two examples of sections, taken at hazard from different oil fields, will serve to illustrate the way in which their limits may vary:

Example A.—Area, approximately 100 acres.

Number of wells pumped, 200.

Average depth of the wells, 490 feet.

Approximate total daily production of oil, with which however there is a large quantity of saltwater, 4 tons.

Power of engine, about 50 h. p.

Example B.—Area, approximately, 120 acres.

Number of wells pumped, 42.

Average depth of the wells, 1100 feet.

Approximate total daily production of oil, there being very little water with it, 35 tons.

Power of engine, about 35 h. p.

The approximate size of the section having been agreed upon, the site and design of the central pumping station have to be

considered. Generally speaking, it is best to place this as nearly equidistant as possible from the furthest wells. Should there be reason to expect that the wells on one half of the section will be more productive than those on the other half, or if the ground is more broken up in one part than elsewhere, the power station should be brought nearer the richer wells, or uneven ground. In this manner the power that will be transmitted from the pumping frame to the different parts of the section will be more or less equally balanced.

For the purpose of this paper it will be sufficient to give only a brief description of the salient features of pumping frames in general, rather than attempt to enter into the details of the large numbers of frames on the market. Regarded from the mechanical point of view, pumping frames may be divided into two classes, viz:

- a) Gear driven, and
- b) Belt driven.

In making this distinction between them, it is not intended to refer to the way in which the power is transmitted from the engine, motor etc., to the frame, but rather to the way in which the power thus received has its motion transformed, and its speed reduced in the frame itself. The advantages in favour of the former are compactness, lightness, and low prime cost; while the latter claims to be smoother and more silent in running, longer lasting, and less severe on the jerker lines. In small sections, where there are only a few wells, it is better to use the former, but, for large sections, the heavier initial outlay in a belt driven power frame is nearly always justified by its greater simplicity and economy in upkeep. The primary object of the frame is to convert the rotary motion received from the steam, oil, or gas engine or electric motor into a slow even reciprocating motion. The speed of the former varies with the prime-mover employed, but is rarely less than 100 to 150 revolutions per minute, while the motion transmitted to the field should not exceed 20 double strokes per minute of from 15 to 24 inches in length. Having reduced the speed to the desired limit, usually 16 to 18 revolutions per minute, the reciprocating motion is obtained either by working off eccentrics or simple cranks. A further subdivision might be made in the classification of pumping frames, depending upon whether the plane of

motion of the excentrics or cranks is horizontal or vertical. The former is almost invariably the case in geared frames, while the latter is better adapted for belt driven frames.

In designing central pumping stations, too much care and attention cannot be paid to the workmanship and material put into their construction. Stoppages, owing to hot bearings, broken cogs or slipping belts, if only for a few hours, involve a heavy loss when several wells are being pumped. It follows therefore that the shafts and bearings should be of ample dimensions, the latter being preferably self-lubricating. The keys used for securing the excentrics should be large, and provision should be made to prevent them shaking loose. Above all, the foundations of the frame must be solid, since if the frame once gets loose, severe strains are liable to be thrown upon the jerker lines. On large properties, where there are several power stations, it is in every way desirable to standardize their component parts as much as possible, for not only can repairs then be effected more promptly, but the number of spares that require to be kept is very much reduced.

When the wells cover a large area, and are more or less evenly distributed, the most satisfactory way of transmitting the power to them is by means of double jerker lines. These main lines radiate at right angles to each other from the pumping station. Having to withstand heavy tensile stresses they must be made of well seasoned, tough, straight grained wood — such as hickory, or better still of iron rods. They are swung from supports by hangers of wood or iron from 2' 6" to 3' 6" in length. Where the ground is uneven or heavy wells are being pumped, there is sometimes a tendency for the supporting beams to sway, and get out of alignment. This can largely be prevented by stretching stout galvanized iron wire diagonally between the supports and securely nailing it to them. At convenient intervals in the main jerker lines, horizontal pull or change wheels are erected, to which branch jerker lines are hitched on. These pull wheels play a most important part in the field lay-out, since they serve to balance up the load often thrown unequally by the single branch lines pumping scattered wells on to the main jerker lines. In connection with this point it is well to remember that jerker lines must never be subjected to any other stress than tension. The pull wheels are made

either of wrought or cast iron, and are from 5 to 7 feet in diameter. They are keyed to a vertical iron shaft, supported at the lower end by an adjustable footstep bearing, and steadied at the top by an ordinary bearing. Round the periphery of the wheel are bolt holes into which the main and branch jerker lines engage. Over hilly ground it is advisable to connect the jerker lines to the pull wheels by means of double knuckle joints; otherwise too great a strain is thrown on to the footstep bearing. In hitching wells on to the jerker lines, care should be taken to balance the wells as much as possible, that is to say, that when in one the pump is on the up stroke, in the next it must be at the corresponding point of its down stroke. In this way, if the depths of the wells are about the same, the power required to pump them will be equal to that of merely raising the liquid and overcoming friction in the line connections. Unfortunately the power required for overcoming friction is far greater than that for actually pumping.

Branch jerker lines are of lighter construction. Instead of wood or iron rods, galvanized steel wire rope is often used. It has, however, the disadvantage of stretching, and the slack requires taking up frequently when the rope is new. Instead of using hangers for the iron rods, they can be simply supported on wooden stakes driven into the ground and notched on the top. This arrangement, while simple and inexpensive, increases the friction losses.

At the well, the horizontal reciprocating motion is converted into a vertical one by means of a bell crank lever arrangement. This imparts an up-and-down motion to a walking beam which in turn actuates the pump rods. Sometimes the combined functions of the bell crank and walking beam are performed by what is known as a pumping jack. These jacks usually have some provision for imparting a straight line motion to the pump rods.

The underground equipment of a well includes the working barrel, i. e. the pump cylinder with its foot valve; the upper valve, i. e. plunger; and the well tubing and sucker rods. Working barrels are usually of steel, but where very acid waters have to be pumped, brass barrels are used. Of upper valves there are a large variety, some being specially designed for wells in which there is a lot of gas, other for dealing with oil

containing a lot of sand. The valves themselves consist of hard steel or brass balls resting on steel or brass seats which are usually made reversible so as to add to their life. The tubing to which the working barrel is screwed, has to be of the very best quality. In deep wells the hydrostatic pressure is considerable, and to prevent any possibility of leakages, the tubing should be hammer-tested under at least 2,500 lbs. per square inch. Where acid water has to be pumped, it is advisable to use iron instead of steel tubes, as the latter are liable to scale, pieces of which cut up the washers and working barrel. The usual size of well tubing is 2" internal diameter, weighing 4½ lbs. per foot, the collars being 5 inches long, with a sleeve at each end, 1 inch long, carefully turned to gauge. Above the threads the tubing is turned off 1 inch in width so as to fit tightly into the sleeves of the collars. The object of this is to relieve the threads from vibration and other strains. The pump rods, or, as they are usually termed, "sucker rods", are either of well seasoned straight grained ash, gas piping, or solid round iron rods. They are riveted or welded together in as long lengths as possible, often from 36 to 40 feet, before they are lowered into the well, so as to reduce the number of joints to be screwed up at the well mouth. Owing to the ever increasing difficulty of getting good ash poles, iron rods are daily coming into greater use. Those known as the "Ajax", have given excellent results. They are constructed in such a way as to make it practically impossible for them to part at the joints. This is done by the screwed box and pin ends being bored out and hydraulically cold-pressed into the rods, the ends of these being then swollen so as to grip them tight. The top sucker rod screws into a rather stouter steel rod which is turned up true and polished, since it has to work through the stuffing box or gland which terminates the well tubing. This "polish rod" connects on to the walking beam or pumping jack.

It has been said above that a great deal of power is required for overcoming friction losses. These, however, can be very much reduced if the weight of the sucker rods and the column of oil in the 2" tubing is counter balanced. This is easily effected by placing weights on the opposite end of the walking beam or pumping jack.

With regard to the general working of the system, it must

be admitted that it is extremely simple, and there are none of those risks of serious accidents such as occur in bailing wells. In spite of the most elaborate precautions, both mechanical and otherwise, overwinding is still a not uncommon occurrence. The damage to the derrick, the risk of sparks and fires, and the serious loss of time which is the inevitable outcome of allowing the bailer to dash into the crown pulley, constitute considerable monetary losses. These do not occur where wells are pumped, the only stoppages being those due to a rod in the jerker lines occasionally giving way, or some other simple thing which can be repaired in a few minutes. Of course, the pump washers require renewal from time to time. The life of these varies with each well, and depends primarily on the quantity of sand present in the oil. Thus, when much sand is pumped up, the washers do not last long. On the other hand, as the sand decreases the life of the washers increases in proportion until, ultimately, they last for many weeks, sometimes months. An interesting example of this came directly under the author's attention some years ago. A well had been put to pumping at a depth of 1050 ft. after it had flowed for several days, during which it brought up a certain amount of fine mud and sand. For the first two or three weeks, the washers had to be renewed daily. After that they would last for two or three days and then a week. About four months after the well had been put to pumping, it had settled down to a fairly steady production, but still required new washers every week or ten days. It was then decided to try a different kind of cup washer, known as the "bow spring" valve cup, with the astonishing result that the well continued to pump perfectly steadily for three months without requiring any attention.

Besides sand, trouble is sometimes caused by gas, which, if it is present under any pressure, is liable to prevent the ball valves acting regularly. This is usually rendered worse, as in such wells it is customary to close in the mouth of the casing with a "casing head", having one or more side outlets, so as to utilize the gas for fuel purposes. This causes the gas pressure in the well to increase until it forces its way with the oil into the pump tubing, where it expands and affects the steadiness of the flow of the latter. To overcome this several kinds

of patent plungers and gas valves have been designed, many of which give satisfactory results.

The great advantage of the pumping system is its cheapness, working expenses being far less than when the wells are bailed. Taking, for example, a section with 30 wells, the labour required would be: one foreman to see that the wells were pumping steadily and to look after the gang of „sucker rod“ pullers, one fireman-mechanic to fire the boiler and attend to the engine and pumping power frame, and one greaser to go round the jerker lines, oil the pull wheels and make small adjustments. These men can comfortably work 12 hour shifts since they have little work to do. In addition to these a gang of six to eight men, or two men, a boy and a horse are occasionally required to pull up the sucker rods and renew the pump washers. When working on piece work, a sucker rod gang will pull up and re-lower the rods in a 1000 foot well in six to eight hours, so that the thirty wells could each be pulled once in two to two and a half weeks. The foreman can easily look after another section if it were situated close to the other, so that only half his salary would fall to each. The wages paid to these men will depend on the country where they are working, but, expressed in American currency, they should not exceed 8%, to 9%, dollars per well per month. In some fields these costs can be further reduced, as experience has proved that in certain formations better productions are obtained by pumping the wells only 12 out of 24 hours. Where this is the case, one power station can work two sections, the one during the daytime, the other at night, thus effecting considerable economy both in capital outlay and working expenses.

Perhaps the most striking proof of the efficiency of the pumping system is found in Canada. There, thousands of wells exist about 500 feet deep, and a production of only 500 to 600 kilogrammes of oil per well per month pays nicely.

SUR LE GAZ NATUREL

PAR

N. COUCOI-STAROSTESCOU

La 29 Juillet 1904, un des sondages que je creusais à Drăgăneasa, dans la région pétrolifère de Gura-Ociștei (Dâmbovița, Roumanie) a fait une formidable éruption à la profondeur de 455 m., 40.

Après avoir rejeté à l'extérieur la colonne d'eau, d'environ 300 m. de hauteur, qui contrebalançait pendant le creusage les pressions internes, l'éruption projeta d'abord, et en moins d'une demi-heure, à près de 50 m. au-dessus du sol, un volume d'environ 200 m. c. d'argile arrachée du fond du sondage et réduite en poussière par les chocs, dans son passage, contre les parois métalliques du sondage. La violence de la projection a été telle que le derrick de la sonde a été endommagé et, chose à remarquer, le lourd bâti des poulies du haut du derrick a été déplacé de 30 à 40 cm. L'effluve gazeux s'élevant du sondage ne discontinua pas pendant plusieurs jours, jusqu'à ce qu'on fût parvenu à le canaliser et à le brûler dans de longues gerbes de flammes qui, la nuit, projetaient de féeriques effets de lumière sur les forêts en amphithéâtre environnant la localité.

L'effluve de la sonde de Drăgăneasa (1) est du gaz naturel (Erdgas en allemand, natural gas en anglais).

Deux jours après que l'éruption se fut produite et dès qu'on fut parvenu à débayer les amas de terre projetés autour du sondage, et que j'ai pu m'en approcher, j'ai essayé de mesurer, faute d'autres appareils sous la main, avec une longue tige gra-

(1) Drăgăneasa Dimboviței, ne pas confondre avec la Drăgăneasa Prahovei, appartenant à M. G. GR. CANTACUZINO.

duée et fixée verticalement près du sondage, et au moyen de petits morceaux de papier de soie que je laissais emporter par l'effluve gazeux, la vitesse avec laquelle les gaz continuaient de s'échapper. Cette vitesse était d'environ 3 m. par seconde. Par la section de 0,0448 m. c. qu'a le tuyau de 0,239 m. de diamètre intérieur formant la colonne du sondage, il s'écoulait donc un volume de plus de 11.000 m. c. de gaz par 24 heures.

Après cette constatation de volume, ne fût-elle qu'approximative, et après quelques essais que j'ai faits sur l'emploi comme combustible et comme matière éclairante du gaz naturel de Drăgăneasa, essais dont je parlerai tout à l'heure, j'ai fait arrêter la diffusion de gaz en l'enfermant dans les sondages sous une pression de 40 atmosphères, par une colonne d'eau de 400 m. de hauteur que je fis verser dans le trou du sondage.

C'est de cette façon que je conserve le gaz de Drăgăneasa pour un emploi industriel.

. . .

Le gaz naturel en Roumanie et ailleurs. — L'éruption de gaz naturel de Drăgăneasa, la plus importante peut-être de celles qu'on ait enregistrées jusqu'à présent en Roumanie, n'est pas pourtant la seule.

Sur la concession de Drăgăneasa même, notre puits No. 4, après avoir traversé une couche de 17 m. d'épaisseur d'un lignite mal carbonisé à cause du pétrole qui migre par ses assises, a rencontré, en effet, à 100 m. de profondeur, un effluve de gaz naturel d'une telle puissance que la continuation du creusage du puits à la main a été impossible.

Au puits No. 6 de la même pétrolierie, d'importantes émanations de gaz se sont manifestées de même.

Dans les exploitations immédiatement voisines de Drăgăneasa, on a eu à constater aussi de très puissantes émanations de gaz, qui ont soulevé, sur des dizaines de mètres, les fonds sablonneux des puits, en enterrant parfois vivants les malheureux puisatiers qui se trouvaient au fond.

A Colibaş, 10 km. en amont de Drăgăneasa, un sondage creusé en 1882 par la Compagnie SUCHARD a rencontré, vers 300 m. de profondeur, un courant de gaz naturel tellement violent que, ne sachant ni le maîtriser, ni l'utiliser, la Compagnie a dû abandonner le sondage. Pour éviter les incendies, les pay-

sans de la localité ont rempli avec de la terre le trou du sondage qui vomissait des flammes. Malgré cette obstruction, les gaz se sont frayé passage à travers le remplissage et continuent à se dégager sans trêve depuis 25 années.

D'après un rapport de M. l'ingénieur MIRCEA, les ouvriers utilisaient comme combustible à la préparation de leur nourriture les gaz rencontrés, à 90 m. de profondeur, dans le sondage No. 1 de Lapoș (Bacău).

Un puits creusé en 1890 par M. l'ingénieur BAUM à Aricești (Prahova) a rencontré à 10 m. de profondeur une émanation de gaz si puissante que les travaux ont dû être arrêtés et le puits bouché pour éviter les incendies. Le flux de gaz n'a pourtant pas discontinué, car M. BAUM m'a affirmé l'avoir constaté encore dernièrement.

Je pourrais citer nombre de ces exemples, comme le sondage de Vrăjitoarea (Prahova) de MM. HAGIANOF et CĂMPEANO, ainsi que tant d'autres puits et sondages foncés dernièrement à Cămpina, Buștenari, Băicoi et ailleurs, dont les émanations de gaz ont parfois cessé avec l'avancement des travaux, mais qui d'autres fois continuent à se dégager simultanément avec l'extraction du pétrole.

Dans les exploitations pétrolifères de Galicie et du Caucase, on rencontre très souvent le gaz naturel. Mais où ce gaz est expressément recherché, pour être utilisé, c'est aux Etats-Unis d'Amérique. M. OLIPHANT, du service géologique de ce grand pays, exposait au dernier Congrès du pétrole, à Liège, qu'à cette époque, dans son pays, il n'existait pas moins de 18.784 puits pour l'exploitation du gaz naturel.

Mais ce n'est pas seulement à l'aide de travaux de sondage qu'on trouve le gaz naturel; dans plus d'une localité ce gaz s'échappe spontanément de la terre.

En Roumanie on connaît ainsi les „focuri nestinse” (feux inextinguibles), comme à Andreași (Râmnicul-Sărat), à Lopătari (Buzău) et ailleurs, où les gaz s'échappent par les crevasses du sol en longues colonnes de feu excitant la curiosité et l'admiration; on connaît de même les „ferbători” (volcans de boue, salzes), comme à Băicoi (Prahova), Berca et Policiori (Buzău), où le gaz sous pression s'est frayé passage à travers les couches humides, en formant des cratères par lesquels il fait éruption. Au Caucase le gaz naturel abonde, et les Per-

sans de la secte des adorateurs du feu ont élevé à Bakou, sur l'une des sources de ce gaz, un temple dont les vestiges existent encore. Les Chinois utilisent les gaz naturels sortant des puits d'eau salée. PLINÉ parle avec admiration des feux naturels du mont Chimère, sur la côte d'Asie Mineure, et l'on ne sait pas précisément si l'embrasement général qui a détruit Sodome et Gomorrhe, villes dormant aujourd'hui sous les eaux tranquilles du lac Asphaltite, n'a pas été provoqué par le pétrole flottant à la surface de ce lac, ou par un violent effluve de gaz enflammé par hasard, comme le cas se produit, malheureusement trop souvent, dans nos actuelles exploitations de pétrole.

Formation. — Le gaz naturel est constitué, en général, par les éléments provenant de la distillation des matières originaires du pétrole. Ce gaz se forme aussi par la distillation du pétrole même sous l'influence de la pression et de la température interne, et grâce aux espaces libres fournis par les crevasses et par la porosité des couches surjacentes.

Le gaz naturel de Drăgăneasa paraît avoir cette dernière provenance, à en juger par la composition des pétroles de cette localité. Tandis que, en effet, la teneur en benzines des pétroles d'autres régions de la Roumanie est d'environ 20%, et la moyenne de leur densité 0,82, l'huile de Drăgăneasa (Gura Ocniței) ne contient que 5% de benzine et elle a un poids spécifique s'élevant parfois à 0,92. Comment expliquer ces différences, si ce n'est par le dégagement des produits légers du pétrole à l'état de gaz, et l'augmentation par conséquent du poids spécifique de l'huile, à la suite d'une distillation spontanée? Et cette distillation est favorisée à Drăgăneasa par les espaces libres qu'offrent aux dégagements les crevasses des couches bouleversées de la localité.

Composition chimique. — Le gaz naturel se compose essentiellement de méthanes, dont la proportion varie d'une provenance à l'autre, comme on peut le voir dans le tableau qui suit, extrait de TUMSKIY (1) par M. l'ingénieur BALBAREU, ancien chimiste des domaines de l'État roumain.

En Roumanie, le gaz naturel de „ferbătoarele de la Băicoi” (Prahova) a été analysé en 1850 par le dr. BERNATH DE LENDWAY.

(1) Technologie du Pétrole ; — Moscou, 1891.

PROVENANCE DU GAZ	H Hydrogène	CH ₄ Méthane	C ₂ H ₆ Éthane	CO ₂ Acide carbo- nique	CO Oxyde de carbone	N. Azote	O. Oxygène	Cn+Hn-x Hydrocarbures lourds	Densité	Auteur de l'analyse
Orléans (New-York).	—	96,50	—	—	0,50	—	2,00	1,00	0,692	Wirtz
Burns (Buttler Co.).	6,10	75,44	—	0,34	traces	—	—	18,20	0,615	Sadtler
Pittsburg	20,02	73,18	3,60	0,80	1,00	—	1,00	0,70	—	Ford
Grapeville	7,05	35,40	28,87	0,90	0,22	27,87	0,16	0,17	—	Fulton
Murrayville	19,56	78,24	—	—	—	—	2,20	—	—	Robers
Fredonia (N.-York).	—	90,05	—	0,41	—	9,54	—	—	—	Filipps
Titarowka (Taman).	—	92,24	—	3,50	—	—	—	4,26	—	Bunsen
Enicale (Kertsch)	—	97,87	—	2,11	—	—	—	—	—	*
Apscheron (pres- qu'île)	0,98	94,09	—	2,18	—	0,49	—	3,26	—	Schmidt

chimiste de l'Éphorie des hôpitaux de Bucarest. Ce gaz contient 5% d'hydrogène bicarboné, 80% d'hydrogène protocarboné, 15% d'hydrogène et traces d'acide sulfurique et d'acide carbonique. Il a une densité de 0,541.

Propriétés caloriques. — Le gaz naturel a une puissance calorique de beaucoup plus grande que les autres hydrocarbures.

D'après BURGMAN (1), cette puissance est représentée par un nombre de calories variant de 14.211 (gaz de Burns) à 15.597 (gaz de Harvey).

Le pouvoir calorique du gaz naturel égale, d'après CRUZ (in TUMSKIY), 1 et $\frac{1}{4}$ fois celui du pétrole et 2 fois celui de la houille.

Par des expériences directes, faites dans des chaudières à vapeur, la Société des ingénieurs de Pennsylvanie a constaté que 1 kgr. de meilleure houille produit 9 kgr. de vapeur d'eau à 100° C, tandis que

1 kgr. de gaz naturel produit 20,5 kgr. de vapeur d'eau à 100 C°.

Au congrès du pétrole de Liège, M. OLIPHANT a exposé que pour obtenir un cheval-vapeur-heure, il faut :

	Gas naturel m. c.	Houille kg.
Aux moteurs à gaz du meilleur type . . .	0,255	0,409
" " " ordinaires	0,368	0,590
" machines à vapeur à triple expansion .	0,453	0,725
" " " à un seul cylindre .	1,133	1,816
" " " à haute pression .	2,266	3,632

La bonne combustion d'un mètre cube de gaz naturel réclame 10 m. c. d'air.

Le chauffage au gaz naturel ne laisse pas d'odeur, ni de résidus; il se produit rapidement et d'une manière égale; il se laisse conduire où il est nécessaire et ne réclame pas de chauffeurs.

J'ai employé, à titre d'essai pratique, le gaz de Drăgăneasa comme combustible pour les chaudières à vapeur de la pétrolierie, et j'ai constaté qu'il brûle, à longue flamme, très convenablement, pouvant servir une chaudière même simultanément avec une injection de résidu de pétrole par de la vapeur d'eau.

(1) Petroleum und Erdwachs; Leipzig, 1880; page 9.

Pouvoir éclairant. — D'après M. OLIPHANT (1), avec une consommation de 2 et $\frac{1}{8}$ pieds cubiques (71 litres) de gaz naturel, on obtient, dans un bec Auer, une lumière équivalente à 50 bougies normales.

J'ai essayé le gaz de Drăgăneasa à l'éclairage par des becs papillon et par de becs Auer. Surtout avec ce dernier genre de becs, le gaz de Drăgăneasa éclaire avec une lumière blanche et d'un grand éclat, tout à fait comme le gaz extrait de la houille.

Durée. — En tant que le gaz naturel a été formé des éléments incondensables provenant de la distillation des matières originaires du pétrole, il est épuisable; s'il provient de la distillation spontanée et continue du pétrole même, il durera tant qu'existera le pétrole qui lui donne naissance.

Toutes choses égales d'ailleurs quant à la quantité de gaz contenue dans un gisement, la durée de l'écoulement de ce gaz dépend de l'état du gisement et de la section de l'orifice d'écoulement.

Si le gisement contenant le gaz est poreux ou présente des crevasses, l'écoulement se fait facilement et en grande quantité, au détriment de la durée. L'inverse a lieu dans les gisements à petite porosité.

Quand l'écoulement a lieu par une ouverture de grande section, naturellement le gaz s'épuisera plus vite.

Pourtant, les „focuri nestinse” de Lopatari et d'Andreași existent de temps immémoriaux; le sondage SUCHARDT, de Colibași, émet des gaz depuis 25 ans et du puits BAUM, d'Aricești, il s'en écoule depuis 17.

Pour l'Amérique, M. OLIPHANT (1) cite qu'un puits creusé à Findley (Ohio), en 1838, a continué à donner du gaz pendant 50 ans et TUMSKY rapporte que dans les Etats de New-York et de l'Ohio on connaît des sondages qui ont eu une production constante de gaz pendant 20 années.

Ce dernier savant nous montre que la diminution ou l'arrêt de la production du gaz naturel a pour cause, très souvent, l'obstruction du sondage par le sable et l'argile, et qu'en général, dès qu'on torpille, la production se rétablit.

Dans les premiers temps de la découverte du gaz naturel en

(1) Communication au II-ème Congrès du pétrole, à Liège.

Amérique, on en a consommé d'énormes quantités en le laissant brûler en d'immenses flammes, rien que pour l'extravagant plaisir d'embraser l'espace pendant la nuit dans de gigantesques féeries de lumière. Mais l'obturateur du sondage, le gazomètre et le compteur sont venus petit à petit empêcher le gaspillage d'un trésor naturel si précieux pour l'humanité, et lui en prolonger la durée.

Quantité.— Le rendement par unité de temps des sondages à gaz naturel varie dans des limites excessivement écartées.

M. OLIPHANT nous indique ainsi qu'aux Etats-Unis ce rendement varie de 500 à 25.000.000 pieds cubiques, soit d'environ 14 à 700.000 m. c. par 24 heures! DELAHAIE (1) relate qu'un sondage de Murraysville, près Pittsburg, livre 300.000 m. c. de gaz par jour.

Ferbătoarea de la Băicoi (Prahova) donnait en 24 heures, d'après le dr. BERNATH DE LENDWAY, 3456 m. c. de gaz par mètre carré de surface de terrain. Le sondage de Drăgăneasa a un débit, comme je l'ai déjà dit, d'au moins 11.000 m. c. de gaz par 24 heures.

Applications.— L'emploi du gaz naturel comme source de chaleur et de lumière, pour les usages domestiques et pour les buts industriels, remonte à la plus haute antiquité.

FIGUIER (2) relate que les Perses de la secte des adorateurs du feu, et dont la tradition fait remonter à plusieurs millions d'années l'existence du feu sacré sortant de la terre à Ataschkiah (la Demeure de feu) près Bakou (Caucase), conduisent le gaz naturel pour l'employer à l'éclairage par des roseaux dont l'intérieur a été barbouillé d'eau de chaux et qu'ils enfoncent dans de petits trous faits dans le sol gazifère. On obtient par ce moyen, à la place où on le désire, une sorte de bec de gaz, qui donne une flamme de 0,15 m. à 0,16 m. de hauteur, avec une lumière très vive et toujours égale. Les tisserands de la contrée éclairent de cette manière leurs métiers, et les fabricants de chaux s'en servent pour chauffer leurs fours. Recueilli dans des bouteilles et expédié dans les provinces éloignées de la Perse, le gaz naturel de Ataschkiah brûle encore parfaite-

(1) Eclairage dans la ville et dans la maison; p. 183. — Paris, chez Masson.

(2) Merveilles de la Science; t. IV, pag. 94. Paris, chez Furne, Jouvet & C^{ie}.

ment après des mois entiers, et cette propriété l'entoure d'un prestige servant aux prêtres de ce pays à entretenir la croyance de leurs sectateurs.

Les Chinois, d'après le même auteur, savent depuis des temps immémoriaux capter et diriger, au moyen de canalisations en tuyaux de bambou, le gaz naturel sortant des puits d'eau salée qui se trouvent dans les districts de *Youn g-Hian* et de *W e r-Yu a n-Hia n*. Ils s'en servent pour chauffer et éclairer les usines dans lesquelles le chlorure de sodium est extrait de sources salées.

De nos jours, déjà depuis 26 ans, j'ai signalé (1) l'existence du gaz naturel de *Băicoi* (Prahova, Roumanie). Le châtelain de l'endroit avait canalisé une petite partie de ce gaz pour éclairer son château. Ce n'est que depuis que *Băicoi* a été soumis à une exploitation pétrolifère intensive, et que la source du gaz naturel a été bouleversée par les travaux, que cet éclairage a été supprimé.

Dans les exploitations de pétrole du Caucase et de la Galicie, on emploie de plus en plus le gaz naturel pour la génération de la force motrice nécessaire aux travaux de ces exploitations mêmes.

Mais là où le gaz naturel a reçu, de nos temps, le plus vaste emploi, c'est aux États-Unis d'Amérique.

Dans ce grand pays on estime que la valeur calorique du gaz naturel est supérieure à celle de tout autre composé de carbone et d'hydrogène, que ce gaz est un combustible idéal et qu'il fournit l'éclairage intensif le plus économique et le plus pratique connu (OLIPHANT).

Avec ses remarquables propriétés, le gaz naturel trouve aux États-Unis les applications les plus étendues.

Déjà en 1821, la petite ville de *Frédonia* (État de New-York) utilisa ce gaz pour l'éclairage de ses rues. Près de *Charleston* (Virginie de l'Ouest), on l'employa, bien longtemps après, en 1841, comme combustible pour l'évaporation de l'eau salée en vue de la préparation du sel de cuisine. En 1872, *Titusville* adopta le gaz naturel pour son éclairage, et cet exemple fut suivi, en 1873, par beaucoup d'autres villes de *Buttler* et de *Venago*.

(1) N. COUCOU ST.—Le Pétrole, ses dérivés et ses applications; pag. 30 et 186. Bucarest, 1881; chez GÖBL.

En 1875, on établit une conduite de 27 km. de longueur et de 0,175 m. de diamètre pour le transport du gaz naturel de Lander Mills (Buttler) aux usines métallurgiques de „Aetna Iron C-ny“, près Pittsburg, dans le but de l'employer comme combustible à la fabrication du fer. En 1883, on approvisionna de gaz naturel la ville de Pittsburg et en 1856 celle de Buffalo. Depuis, les applications se multiplièrent à tel point que, déjà en 1884, 150 sociétés exploitaient un réseau de 1200 km. de conduites pour le transport du gaz naturel (ТУМСКИУ), et qu'en 1904 il existait en exploitation 18784 puits de ce gaz, dont 3095 creusés dans le courant de 1904 (OLIPHANT).

L'invention du moteur à gaz, qu'on est parvenu à fabriquer pour des forces variant de 1 cheval-vapeur à 1500, aida puissamment à l'extension de l'emploi du gaz naturel, partout où la force mécanique était nécessaire. Grâce au nouveau moteur, la chaudière à vapeur put être éliminée, et avec elle ses embarrassants dépôts de combustible, l'eau et les pompes alimentaires, le service des chauffeurs, etc. Dans les anciennes installations à machines à vapeur, pour pouvoir supprimer la chaudière et utiliser le gaz sans changer de machines, on est parvenu à remplacer dans celles-ci les cylindres à vapeur par des cylindres à gaz.

C'est à tel point que les applications du gaz naturel se sont multipliées aux États-Unis, nous renseigne M. OLIPHANT, que ce gaz sert actuellement, comme matériel de chauffage et d'éclairage, à 4.500.000 personnes et à 8000 établissements industriels. Bien qu'aux États-Unis 1000 pieds cubiques de gaz naturel se vendent à 23 cents (4 1/2 centimes le mètre cube), la valeur du gaz naturel employé en 1904 a été de 42.450.000 dollars, soit plus de 212 millions de francs!

•••

Par les indications qui précèdent, j'ai tâché d'attirer l'attention des savants et des praticiens, réunis en ce 3-me Congrès du pétrole, sur le gaz naturel, qui abonde en Roumanie, de leur rappeler le vaste et profitable emploi qu'on fait de ce produit en Amérique et de les engager à en étudier l'utilisation en Roumanie.

À la suite d'une première communication que j'ai faite par

le „Moniteur du Pétrole“, en Novembre 1905, sur l'éruption de gaz naturel du sondage de Drăgăneasa, et sur les grands avantages qu'on peut tirer du gaz naturel en général, quelques-unes de nos Sociétés d'exploitations pétrolifères ont commencé, par-ci, par-là, à recueillir les gaz de leurs sondages et à les employer, au moyen de machines à gaz, à la génération directe de la force mécanique nécessaire aux opérations des sondages.

Il est vrai qu'on est ainsi entré dans la voie de l'utilisation de ce „combustible idéal“ et qu'on est parvenu de la sorte à se débarrasser d'un coup de l'encombrante chaudière à vapeur et de la coûteuse adduction d'eau pour la vaporisation. Mais quel gaspillage dans cette application! De la grande quantité de gaz que très souvent fournit un sondage, on n'en capte qu'une infime portion, de 8 à 10 m. c. par heure, qui est suffisante pour mettre en marche le moteur de 25 à 30 chevaux du sondage. L'effluve de gaz s'échappe donc en entier presque dans l'atmosphère, au profit de personne et au grand détriment de ce généreux sol roumain, pour la mise en valeur duquel aucune énergie mécanique n'est de trop.

Pour utiliser réellement cette grande source de force mécanique qu'est le gaz naturel, la transformation de celui-ci en énergie électrique, dans des groupes électrogènes près de la source, s'impose. On emploierait cette énergie électrogène non seulement aux alentours, mais, souple et docile comme elle est, on la transporterait et la distribuerait bien au loin, pour toute destination, à l'avantage du bien-être et du développement industriel de la contrée.

Une telle génération d'électricité est, sans contredit, la plus commode et, vu l'amortissement des installations plus petit, moins coûteuse que tout autre moyen de la produire, y compris les chutes d'eau ou le moteur Diesel.

Compté, en effet, à 4 centimes le mètre cube, comme en Amérique, le gaz naturel pouvant générer, dans un moteur spécial, une énergie de 4 chevaux-heure par m. c., la dépense en combustible-gaz pour un kilowat-heure serait de

$$\begin{array}{cccc} \text{ctm.} & \text{ch.} & \text{km.} & \text{ctm.} \\ 4: & 4 \times 0,736 = & 1,36 \end{array}$$

soit, en admettant la diminution, possible en Roumanie, du prix du gaz naturel,

un centime par kilowat-heure.

Puisse une si avantageuse utilisation du gaz naturel roumain se produire au plus tôt, au profit du développement industriel de la Roumanie et à la gloire de la science appliquée, dont nous saluons dans ce Congrès les représentants autorisés de tous les pays civilisés.

DIE ADHÄSIONSPUMPE POLLATSCHEK

VON

M. LOEWENTHAL.

Auf der letzten Nürnberger Wanderversammlung wurden Ihnen in längerer Ausführung die Nachteile geschildert, welche der heutigen Schöpfmethode anhaften, und dabei wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, eine andere Förderart ausfindig zu machen, welche das Heraufschaffen des erbohrten Öles rentabler gestaltet.

Ich habe nun die Ehre, Ihnen heute über eine wichtige Neuerung auf diesem Gebiete Mitteilung machen zu können, und hatte auch Gelegenheit, Ihnen dieses Verfahren durch ein Modell in der Ausstellung praktisch vorzuführen.

Neben der meistgebräuchlichen, zugleich aber auch teuersten Fördermethode des Schöpfens durch die Ventilbüchse, auch Schöpflöffel genannt, wird vielfach die Pumpe, die sogen. kanadische Pumpe angewendet, und tatsächlich stellt sich das Fördern durch Pumpen am billigsten, weil keinerlei Bedienungsmannschaft erforderlich ist, und der Motor das Benzingas, welches er benötigt, selbst aus dem Bohrloche zieht. Es lässt sich daher kaum eine billigere Förderart denken, als sie der Pumpenbetrieb bietet; und dennoch haben sich die Förderpumpen das Feld nicht erobern können. Bekanntlich besteht bei allen Pumpen, welche mit Kolben arbeiten (Plunger-Dampf pumpen, Allweiler etc.) die Bedingung für das gute Funktionieren derselben in dem luftdichten Abschlusse des Kolbens gegen den Zylinder. Diese Abdichtung wird bei dem Plunger und ähnlichen Pumpen durch die Anwendung von Ledermanschetten erreicht, bei den Dampfpumpen und andern durch genaues Anpassen des Kolbens an den Zylinder bewirkt. Alle

Abdichtungen, welcher Art sie auch sein mögen, kranken aber an dem Übelstande, dass sie, wenn die zu fördernde Flüssigkeit Sand führt, in kürzester Zeit zerstört sind, und die Pumpe infolgedessen versagt. Wenn es nun gelänge, eine Abdichtung zu schaffen, welche dem Sande Stand hält, dann wäre auch das Rätsel der Pumpenanwendung für den Sondenbetrieb gelöst.

Mark Pollatschek, ein junger Bukarester Installateur, hat die Beobachtung gemacht, dass, wenn eine Pumpe einen langen Zylinder und einen langen Kolben besitzt, der letztere gegen den Zylinder nicht abgedichtet zu werden braucht, d. h. also nicht etwa, dass der Kolben in den Zylinder eingepasst sein muss, denn dies käme einer künstlichen Abdichtung gleich, sondern es können zwischen der Kolben- und Zylinderwandung einige mm. Spielraum bleiben, ohne dass der Effekt der Pumpe hierdurch beeinträchtigt wird.

Die Pumpe nach Pollatschek besteht schematisch aus 2 concentrisch in einander gesteckten Röhren, von welchen jede mit einem Fussventile versehen ist. Das äussere Rohr wird fest gestellt, während das innere durch irgend eine Vorrichtung auf und nieder bewegt werden kann. Dieses Rohrsystem wird derart aufgehängt, dass die Fussventile in die Flüssigkeit eintauchen. Beim Heben und Senken des inneren Rohres, welches ich mit Kolbenrohr bezeichnen will, wird bei den ersten Schlägen ein Teil der Flüssigkeit in den Zwischenraum, den ich Abdichtungsraum nennen will, gedrängt, der andere Teil dagegen durch das Druckventil in das Kolbenrohr gepresst. Nach einigen weiteren Schlägen wird die Flüssigkeit aus der oberen Öffnung des Kolbenrohres fliessen, während die im Abdichtungsraume eingeeengte Flüssigkeit bis zu einer gewissen Höhe gelangt und dort oszilliert.

Diese Beobachtung von Pollatschek ist eine so wichtige und weittragende, dass wir nicht ohne weiteres an derselben vorbeigehen können. Sie lehrt uns, ein Gesetz praktisch anzuwenden, welches bisher beim Pumpenbau unbeachtet geblieben war, und dessen Anwendungsmöglichkeit auch heute noch, nachdem die Pumpe schon in mehreren Exemplaren funktioniert, angezweifelt wird. Ich halte es daher für nützlich, auf die gemachten Einwendungen etwas näher einzugehen.

Auf den ersten Blick scheint es unglaublich, dass eine derartig konstruierte Pumpe funktionieren könne, da scheinbar

dem Gesetze widersprochen wird, auf welchem die Wirkung einer Pumpe beruht, aber wie gesagt, nur scheinbar. Und dennoch liessen sich Autoritäten, wie das Kaiserlich Deutsche Patentamt, das Oesterr. Patentamt und viele bedeutende Ingenieure täuschen und behaupteten, dass diese Pumpe nicht betriebsfähig sei.

Das Deutsche Patentamt schrieb u. a.:

„.....Was an der Pumpe noch auffällig ist, bezieht sich auf den mit Wasser gefüllten Zwischenraum zwischen den konzentrischen Röhren, wodurch eine Abdichtung fehlt; so wird doch jene Dichtungsflüssigkeit im Ringraume beim Niedergang des Kolbens einfach oben herausgedrückt, während sich das Druckventil gar nicht hebt, weil offenbar die darüberstehende gesamte Steigwassermenge schwerer ist als die geringe äussere Wassermenge im oben offenen Zwischenraume. Eine Patenterteilung scheint daher für den Gegenstand der Anmeldung nicht gerechtfertigt.

Kaiserliches Patentamt, Anmeldeabteilung VIII.

Der Vorprüfer für Klasse 59/a (gez.) Wille.

Nachdem aber den Patentämtern die Pumpe im Betriebe vorgeführt wurde, gaben die Herren Vorprüfer zu, dass, so ungläublich es auch scheine, die Pumpe doch wunderbar ginge, und das Patent wurde hierauf nicht nur in Deutschland, sondern auch in allen anderen zivilisierten Staaten erteilt.

Von andern bedeutenden Ingenieuren der Pumpenindustrie, Direktoren von Maschinenfabriken u. s. w. wurden z. T. dieselben Einwendungen gemacht wie vom Deutschen Patentamte, nämlich, dass die Flüssigkeit aus dem Zwischenraume herausgepresst werden wird, und andere wieder behaupteten, dass bei Pumpen von besonderer Länge, wie z. B. beim Sondenbetriebe, das Gewicht der Flüssigkeitssäule, welche auf dem Druckventile lastet, so bedeutend ist, dass sich dieses Ventil beim Niedergang des Kolbens gar nicht mehr öffnen könne. Unter allen aber, welche von der Konstruktion der Pumpe Kenntnis erhielten, war auch nicht einer, der die Möglichkeit zugab, dass diese Pumpe funktionieren könne.

Ich hebe diese gemachten Einwendungen besonders hervor, um Ihnen vor Augen zu führen, wie schwer es ist, eine für die Petroleumindustrie so wichtige und weittragende Erfindung zu verwerten, wenn der Erfinder, wie es meist der Fall ist, mit-

tellos, also nicht in der Lage ist, einige Pumpen auf eigene Kosten herzustellen. Das Patent besteht bereits seit 3 Jahren, und er ist bis vor kurzer Zeit nicht in der Lage gewesen, diese Pumpe im Grossen vorzuführen, weil er überall ungläubig lächelnd abgewiesen wurde. Die Petroleumgesellschaft „Steaua Română“ ist die erste gewesen, welche eine solche Pumpe in grösserer Tiefe aufgestellt hat. Seit ca. 3 Wochen arbeitet eine Pumpe nach Pollatschek in Recea in der Sonde No. 3 bis zu einer Tiefe von 132 m. Das Zylinderrohr hat einen lichten Durchm. von $7\frac{1}{2}$ mm. während das Kolbenrohr einen Aussendurchm. von 70 mm. hat.

Es wurde vorher noch eine andere Pumpe zum Studienzwecke in der Sonde des Herrn Stanislaw Michalik in Călinet in einer Tiefe von 160 m. eingebaut, welcher Versuch den Zweck hatte, zu ermitteln, ob die Rohrstränge genügend gerade sind, um einen so geringen Spielraum zwischen den beiden Röhren lassen zu können. Der lichte Durchm. des Zylinderrohres hatte 51 mm. und das Kolbenrohr 42 mm. so dass ein Zwischenraum von zusammen 9 mm. verblieb, und dieser Versuch lehrte, dass die Rohre so gerade geliefert werden können, dass ein noch viel kleinerer Zwischenraum möglich ist. Der Effekt der Pumpe war, trotz des grossen Spielraumes, ein guter zu nennen. Defekte zeigten sich bei der Konstruktion der angewandten Ventile, und auch die Führung liess zu wünschen übrig, weil der Bohrschwengel keinen Trautzischen Führungskopf hatte.

Ich will nun durch die Theorie den Nachweis führen, dass die „Adhäsionspumpe Pollatschek“ — dies ihr Taufname — genau nach denselben Prinzipien arbeitet, wie jede andere mit Abdichtung versehene Pumpe, dass sich nämlich beim Hochgang des Kolbenrohres ein luftdünner Raum bildet, in welchen die Flüssigkeit durch das Saugventil nachströmt, ferner, dass eine Abdichtung zwischen Kolben und Zylinder besteht, dass diese Abdichtung aber eine natürliche, von der zu fördernden Flüssigkeit selbst gebildete ist.

Wenn das Kolbenrohr kurz angehoben und schnell wieder gesenkt wird, so dringt ein Teil der angesogenen Flüssigkeit in den engen Abdichtungsraum, und die Flüssigkeitsmoleküle legen sich an den Rohrwandungen an, wo sie durch Adhäsion festgehalten werden. Beim folgenden kurzen Anhuben können

diese eingeeengten Wassermoleküle nicht so schnell fallen, — weil sie den Adhäsionswiderstand zu überwinden haben — als das Saugventil sich öffnet, und neue Flüssigkeit unter das Druckventil zuströmt. Beim folgenden Niedergang des Kolbens wird wieder Flüssigkeit in den Abdichtungsraum gepresst; aber diese neue Flüssigkeit muss erst die andere, dort befindliche und durch die Adhäsionskraft festgehaltene weiterschieben und begegnet daher einem grossen Widerstande. Je mehr Flüssigkeit in den Abdichtungsraum gelangt, desto mehr wird die Rohrwandung durch die Wassermoleküle belegt, und desto grösser wird der Adhäsionswiderstand, der schliesslich so bedeutend wird, dass er neuer Flüssigkeit keinen Zutritt gestattet und demzufolge dem Drucke des Kolbens auf die Flüssigkeit das Gleichgewicht hält. Von diesem Augenblicke an tritt die sämtliche, durch das Saugventil zugeströmte Flüssigkeit beim Niedergang des Kolbens durch das Druckventil, ohne dass noch etwas in den Abdichtungsraum gepresst werden kann. Die eingeeengte Flüssigkeit bleibt in konstanter Höhe und bildet gleichzeitig die Dichtung zwischen Kolbenrohr und Pumpenzylinder.

Diese Abdichtung ist eine ideale, denn

- 1) ist der Luftabschluss ein vollkommener,
- 2) fällt die Reibung des Kolbens gegen einen festen Körper weg,
- 3) nützt sich das die Abdichtung bildende Medium nicht ab,
- 4) und das ist sehr wichtig, kann bei dieser Art Abdichtung jede, auch stark sandhaltige Flüssigkeit gepumpt werden.

Es wird vielfach angenommen, dass das Kolbenrohr mit ausserordentlicher Geschwindigkeit auf und ab bewegt werden muss, damit der Adhäsionswiderstand zur Geltung komme. Das ist aber nicht der Fall, wie die Erfahrung lehrt. Die Länge des Hubes bei der Pumpe in Recea beträgt 80 cm. die Anzahl der Doppelhübe 24 pro Minute, das ergibt eine Kolbengeschwindigkeit von 0,63 m. pro Sek. Der Kolben wurde aber auch mit nur 16 Touren laufen gelassen, was einer Kolbengeschwindigkeit von 0,426 m. per Sek. gleichkommt. Sie ersehen also daraus, dass die Pumpe durchaus keinen schnelleren Gang haben muss, als jede andere Pumpe. Bei einer Veränderung der Geschwindigkeit ändert sich bei grossen Längen der Pumpe auch der Effekt nur unwesentlich. Die Versuche in Recea haben ergeben, dass die Pumpe pro Hub das gleiche Quantum förderte, wenn der Kolben 15, 24, 32 oder 38 Touren machte.

Wenn sich bei dieser Pumpe das Kolbenrohr bei Stillstand desselben selbst einige Meter hoch mit Sand voll setzt, so ist dies kein Hinderungsgrund für das weitere Funktionieren der Pumpe. Da bei Wiederinbetriebsetzung der Rohrkolben mit dem Sande zusammen gehoben wird, so genügen einige Schläge, um den Sand wieder in Bewegung zu bringen.



Dieser theoretische Beweis findet seine Bestätigung durch die Pumpen, welche seit längerer Zeit arbeiten; so z. B. in Fundulea für die Königl. Rumänische Eisenbahn-Direktion, welcher das Verdienst gebührt, die erste gewesen zu sein, die eine Adhäsionspumpe Pollatschek im November 1905 aufgestellt hat und nun, nachdem sie sich von der Brauchbarkeit derselben überzeugt hat, beabsichtigt sie, im Bărăgan eine grössere Anzahl Pumpen aufzustellen. Bărăgan ist eine Gegend in Rumänien, in welcher bis jetzt keinerlei Pumpen funktionieren konnten, weil

die Wasser führende Schichte ausserordentlich reich ist an sehr feinem Sande.

LES TUBES DE SONDE DE HAUTE RÉSISTANCE

PAR

N. SOKOLOWSKI

Le mode actuel de fabrication des tubes de sonde, ainsi que les méthodes de leur assemblage présentent des inconvénients généralement connus. Les manchons, ayant la même épaisseur que la tôle des tubes, font obstacle à la descente de la colonne des tubes dans les trous de sonde; de plus les tubes perdent aux emmanchements jusqu'à 50^o/₁₀₀ de leur résistance et enfin on ne peut fabriquer ces tubes qu'en tôle relativement peu résistante.

Pour remédier à ces inconvénients, il faudrait construire des tubes spéciaux destinés au tubage des trous de sonde, et changer radicalement la méthode actuelle de tubage des trous de sonde.

En cherchant la solution de ce problème, je me suis arrêté à un système de tubes de sonde, dont la construction est basée sur les principes exposés ci-dessous.

Admettons que les tubes sont joints sous un angle α suivant la ligne courbe ab (fig. 1 et 2 de la planche) ou suivant la ligne brisée $abcd$ (fig. 3 et 4). Pour les emmanchements des tubes actuellement employés $\alpha = 0^{\circ}$ ou 180° , et $ac = \pi D$, D étant le diamètre du tube.

Soit e et E l'épaisseur des parois du manchon et du tube et K_s le coefficient de résistance de la tôle à la traction, nous pouvons alors écrire l'équation suivante:

$$\pi DEK_s = \pi DeK_s$$

d'où il résulte que e doit être égal à E .

Supposons maintenant (fig. 1 et 2) que la ligne de jonction des tubes soit $ab = 2\pi D$. L'équation de résistance nous donne alors:

$$2\pi DeK_s = DEK_s, \text{ d'où } = \frac{E}{2}$$

L'épaisseur de la tôle du manchon peut donc être dans ce cas

de moitié plus mince que celle des parois du tube. La hauteur du manchon $bc = ac \operatorname{tg} \alpha$.

Si nous supposons que la ligne de jonction est une ligne brisée abc (fig. 3 et 4) et que $ab = \frac{\pi D}{2}$ nous trouvons:

$$\pi DEK_s = \left(\pi De + \frac{\pi D}{2} E \right) K_s$$

d'où il résulte encore que $e = \frac{E}{2}$

Si nous supposons enfin que le tube est formé de parois doubles (fig. 5 et 6) composées de douves en nombre, par exemple de 3 extérieures et 3 intérieures de même épaisseur et de même largeur, nous trouvons alors pour la coupe suivant MN (fig. 6) l'équation suivante:

$$\pi DEK_s = \left(\pi De + \frac{\pi D}{3} \frac{E}{2} + \frac{2\pi D}{3} E \right) K_s$$

d'où il résulte que $e = \frac{E}{6}$

Les parois des manchons peuvent être dans ce cas 6 fois plus minces que celles du tube.

Nous pouvons donc dire en général que les parois du manchon d'un tube composé d'un nombre n de douves de même épaisseur et de même largeur, joints d'après ma méthode, ne doivent avoir qu'une épaisseur égale à $\frac{1}{n}$ de l'épaisseur du tube.

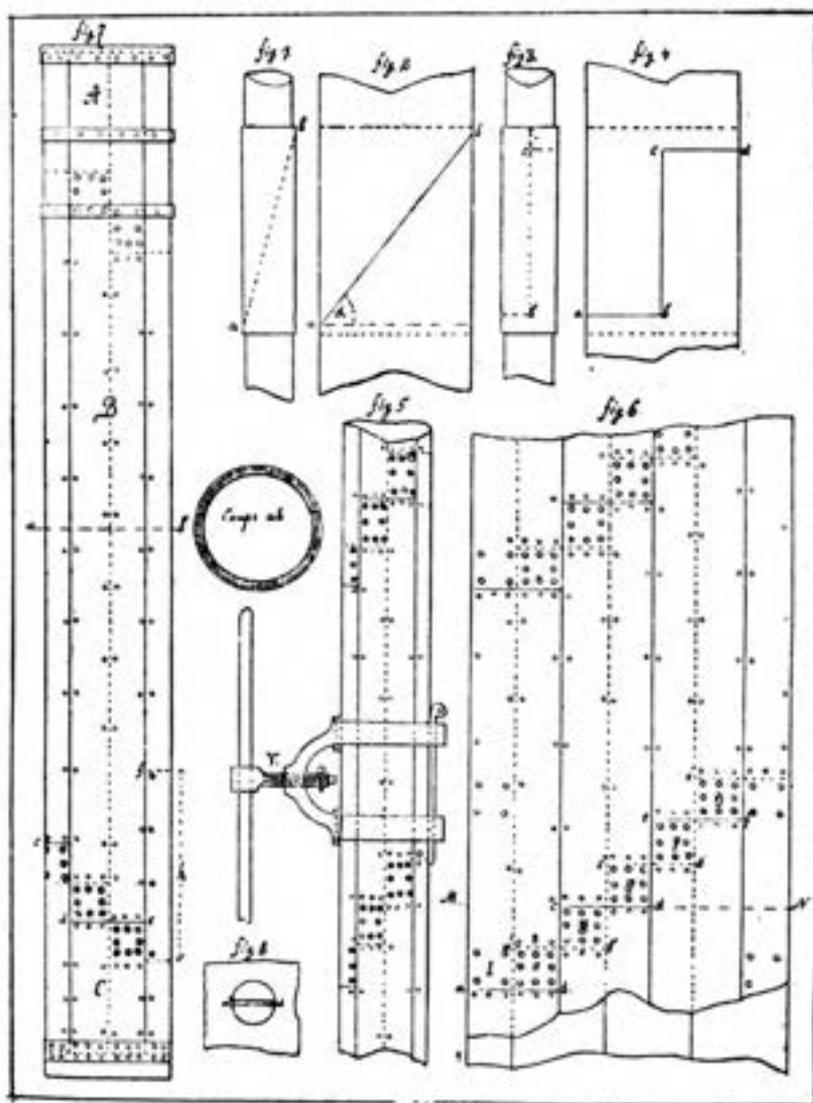
En fabriquant par conséquent mes tubes sans manchons, nous perdons seulement $\frac{1}{n}$ de la résistance à la traction de leurs parois.

Dans le cas ci-dessus (fig. 6) nous perdons donc 16,7% de la résistance; si $n = 8$ la perte ne serait que de 12,5%, etc.

Pour éviter ces pertes et pour obtenir en même temps que mes tubes soient lisses, il faudrait disposer les manchons d'une épaisseur $\frac{1}{6}, \frac{1}{8}$ ou en général de $\frac{1}{n}$ de celle de la tôle des tubes entre les parois des douves, ou fabriquer les douves avec un métal plus résistant à la traction en raison de $\frac{1}{n}$ de la tôle des tubes actuels.

Nous verrons plus loin que les douves de mes tubes seront exécutées en acier ayant $K_s = 70 \text{ kgr./mm}^2$ avec 10% d'allongement.

Les tubes de sonde de haute résistance par N. SOKOLOWSKI



Pour ne pas compliquer la fabrication de mes tubes tellement résistants, nous pouvons donc ignorer la perte de $\frac{1}{n}$ de leur résistance et faire ces tubes sans manchons, ainsi que le montrent les fig. 5 et 7.

Pour que mes tubes soient solides à leur assemblage, il faut observer les règles suivantes:

1) Les espaces *bcd*e... (fig. 6) entre les bouts transversaux des douves *abcd*... doivent être égaux à $\frac{\pi D_1}{n_1} \times \frac{K_2}{K_1}$, D_1 étant le diamètre extérieur du tube, n_1 le nombre des douves extérieures et K_1 le coefficient de résistance au cisaillement de la tôle. D'après Bach $\frac{K_2}{K_1} = 1,25$; d'après Box et autres = 1,00.

2) Il doit exister l'équation:

$$f\pi DEK_2 = n' \frac{\pi d^2}{4} K_1, \text{ dans laquelle:}$$

f coefficient exprimant la perte de résistance à l'assemblage.

D diamètre moyen du tube.

E épaisseur des parois (doubles) du tube.

d diamètre des vis.

n' nombre des vis de l'assemblage.

K_1 coefficient de résistance du métal des douves à la traction, et

K_2 coefficient de résistance du métal des vis au cisaillement.

Supposons que $K_1 = 70$ kgr./mm², $K_2 = 44$ kgr./mm², $D = 16''$, $E = 10$ mm. $d = 20$ mm. et $f = 0,83$ (le nombre de douves est six: 3 extér. et 3 intér.); nous trouverons pour le nombre de vis $n' = 55$, ce qui donne, pour une longueur du tube égale à 4 m., 14 vis par mètre courant.

La charge de rupture du tube ci-dessus sera $T_1 = 774$ tonnes et la résistance de sécurité $T = \frac{774}{4} = 193,5$ tonnes.

3) Les trous pour les vis dans les parois extérieures des douves doivent être lisses et ceux dans les parois intérieures doivent être taraudés.

Pour que les surfaces I, II, III... (fig. 5 et 6) soient solidement serrés par les vis, on se servira d'un dispositif que représente la fig. 5.

Pour empêcher le dévissage des vis on peut, après avoir

serré les surfaces I, II, III..., déformer la tôle du tube comme l'indique la fig. 8 en *d*.

Les bords longitudinaux du tube (fig. 5 et 6) sont fixés par des rivets à tête noyée.

Afin que mes tubes soient hermétiques, le long des joints on mettra entre les douves, avant qu'on les ait rivées et vissées, des bandes de plomb en feuilles, du carton, etc. d'une épaisseur du 1 — 3 mm. L'espace qui se forme alors entre les douves pourra être rempli de ciment.

La fig. 7 représente mon tube, qui est composé de 3 parties :

A) La tête du tube, partie démontable, dont on se servira pendant la descente et le retrait des outils de sondage, ainsi que pendant le nettoyage du trou de sonde, ou pendant le forage à courant d'eau.

B) Le tube proprement dit, composé de douves rivées d'une longueur de 1,5 à 5m., fabriquées avec des barres d'acier laminé d'une longueur et d'une épaisseur convenables, cintrées à l'aide d'une machine à cintrer ou courbées dans des estampes. La hauteur totale *h* (fig. 7) de l'assemblage suivant la ligne brisée *cdef...* se calcule de $\frac{2\pi D}{3} \times \frac{K_1}{K_2}$. Cette hauteur n'est, par exemple, pour un tube de $D = 16''$, que de 0,9 m., d'où il résulte que l'ouverture de la tête du tube de $D = 16''$ se trouvera à une hauteur de 0,9m. au-dessus du niveau du trou.

C) La partie inférieure du tube, au bas de laquelle on rive la semelle ayant un diamètre extérieur égal à celui du tube, ce qui offre de grands avantages sous plusieurs rapports. Pour assembler des douves déjà courbées, munies de trous pour les rivets et pour les vis, on se servira d'un cylindre vertical en fonte, ayant un diamètre égal au diamètre intérieur du tube monté. On monte d'abord la partie C (fig. 7) qui sert de point de départ à l'assemblage du tube (partie B de la fig. 7) exécuté suivant ma méthode. Les trous pour les vis dans les douves intérieures seront percés et taraudés après le montage des douves. Le rivetage s'effectue sur le même cylindre au moyen de rivets spéciaux sans têtes. A Bakou on les nomme rivets de piston.

Le prix de mes tubes dépend évidemment en premier lieu du prix du métal. En Russie, par exemple, où une tonne d'acier laminé en barres nécessaire pour les douves de mes tubes, ayant une résistance à la traction d'environ 70 kgr./mm² avec 10⁹/₁₀

d'allongement coûte 300 frs., la fabrication des tubes coûtera 250 frs. par tonne. Or, un mètre courant d'un tube de $D = 16''$ et $E = 10$ mm. par exemple coûterait environ 55 frs. Mes tubes hermétiques seront plus chers de 10%, environ.

La tonne de tubes soudés coûte à Bakou 774 frs.; par conséquent un mètre courant d'un tube actuel de $D = 16''$ et $E = 10$ mm. coûte environ 75 frs.

Les tubes rivés fabriqués à Bakou coûtent actuellement environ 412 frs. par tonne et un mètre courant d'un tube de $D = 16''$ et $E = 10$ mm. coûte environ 52 frs.

En Galice, à Boryslaw par exemple, les tubes soudés ainsi que les tubes de Mannesmann coûtent moins cher qu'à Bakou, de sorte que le prix de mes tubes est presque égal à celui des tubes soudés et des tubes de Mannesmann. Nous verrons cependant plus loin que la relation entre le prix de mes tubes et celui des tubes actuels ne peut pas servir seule de terme de comparaison pour apprécier leur valeur relative.

Nous avons trouvé plus haut que la résistance de mes tubes de $D = 16''$ et $E = 10$ est de 774 tonnes: la résistance de sécurité sera dans ce cas $\frac{774}{4} = 193,5$ tonnes (T).

La résistance de sécurité des tubes de sonde actuels (soudés ou rivés), fabriqués en tôle de $K_t =$ environ 35 kgr./mm² et qui perdent aux emmanchements au moins 20% de leur résistance, ne dépasse pas 80 tonnes (t).

La relation $\frac{T}{t}$ est égale à 2,4 ce qui indique que mes tubes sont 2,4 fois plus résistants que les tubes actuels, aussi bien à la traction qu'à la compression.

Cette relation devient encore plus considérable lorsque la profondeur du trou de sonde augmente, ce que nous allons prouver par le calcul suivant:

$D = 16''$ et $E = 10$ mm.		Poids de mes tubes	Poids des tubes soudés	Poids des tubes rivés (Bakou)
Profondeur	I 200 m.	20,4 t.	22 t.	24,6 t.
"	II 400 "	40,8 "	44 "	49,2 "
"	III 600 "	61,2 "	66 "	73,8 "
"	IV 800 "	81,6 "	88 "	98,4 "

En soustrayant les poids ci-dessus des valeurs T et t , nous trouverons les valeurs T' et t' .

La relation $\frac{T}{l}$ sera dans ce cas en chiffres ronds:

I	3	3
II	4,25	5
III	10,0	20,0

et quand la longueur de la colonne des tubes atteint 800 mètres mes tubes conservent encore 112 tonnes de leur résistance, tandis que les tubes actuels travaillent déjà hors de leur résistance de sécurité tant à la traction qu'à la compression.

Tout ceci me donne bien le droit de fabriquer mes tubes sans manchons.

Par suite de la résistance considérable de mes tubes et à cause de l'absence des manchons, on pourra aller avec une colonne de mes tubes jusqu'à une profondeur beaucoup plus grande que cela a lieu aujourd'hui. Par conséquent il me semble avantageux de remplacer le système actuel de tubage par le système décrit ci-dessus, qui est plus simple, plus rationnel et considérablement moins cher qui permet de diminuer le diamètre des premiers tubes.

A Bakou on commence le forage d'un diamètre d'environ 30" et on termine le trou de sonde à une profondeur de 650 m. avec un diamètre de 12"—14". On descend 7—8 colonnes de tubes, de sorte qu'on ne tube d'une seule colonne que 80 m. La longueur totale des tubes nécessaires au tubage, d'après le système actuel, dépasse 3.000 m., ayant des diamètres de 12" jusqu'à 30". Le prix de ces tubes atteint 130.000 frs. et il reste au trou de sonde des tubes d'une valeur d'environ 100.000 frs.

Admettons maintenant que pour un sondage à Bakou jusqu'à 650 m., le diamètre de mes tubes soit 18" et qu'à la profondeur de 300 m. on est obligé de fermer les eaux. Nous descendrons une colonne de mes tubes de $D=18''$ jusqu'à 300 m., nous fermerons les eaux à cette profondeur par des tubes rivés et soudés de 16", comme on les emploie généralement pour ce but à Bakou, et nous retirerons nos tubes de 18". Enfin nous descendrons mes tubes de $D=14''$ et $E=10$ mm. jusqu'à 650 m. Dans ce cas les frais totaux pour les tubes seront:

300 m. de mes tubes de $D=18''$ et $E=10$ mm. . .	21.750 frs.
650 " " " " $D=14''$ et $E=10$ " . .	32.500 "
300 " de tubes rivés de $D=16''$ et $E=8$ " . .	12.360 "
1250 m. Total	66.650 frs.

Il restera dans le trou de sonde 300 m. de tubes rivés (16")

et 650 m. de mes tubes (14") pour une somme totale de 44.860 frs. L'économie sur les frais totaux des tubes sera donc :

$$130.000 - 65.650 = 63.350 \text{ frs.}$$

et sur les frais des tubes restés dans le trou de sonde :

$$100.000 - 44.860 = 55.140 \text{ frs.}$$

Il est bien difficile de déterminer encore l'économie qu'on peut réaliser par la diminution du premier diamètre et par la réduction des travaux de tubage, ainsi que des travaux de sondage, etc. Nous n'exagérons pas en admettant que toute l'économie atteint une somme minimum de 75.000 frs. et sur les frais généraux des tubes de 60.000 frs. De plus, si un jour on devait approfondir le trou de sonde en question de 650 m. jusqu'à 800 m. et même encore plus, on pourrait descendre la colonne de mes tubes de $D=14''$ jusqu'à ces profondeurs.

Il est évident que les méthodes de tubage avec mes tubes hermétiques ou non hermétiques, combinés avec ceux en fer soudé ou en tôle rivée, peuvent varier, de sorte que le calcul que je viens de faire pour Bakou varie et dépend aussi des conditions locales, du prix des tubes actuels et du prix de la fabrication de mes tubes.

Pour le sondage profond, capital ou de recherche, surtout dans des terrains pétrolières de nature chaotique (1) mes tubes forts offrent des avantages incontestables.

En prenant en considération que le prix de mes tubes n'est pas supérieur au prix des tubes en fer soudé, que les usines mécaniques n'ont pas trouvé de difficultés à les fabriquer et que par suite ils offrent beaucoup d'avantages sous le rapport de leur haute résistance, etc., on ne risquera évidemment rien en les appliquant au tubage.

En résumant ce que je viens de dire, nous pouvons compter qu'en pratique mes tubes offriront les avantages suivants :

1. Etant tout à fait lisses, ils descendront dans les trous de sonde à une profondeur plus grande que les tubes actuels avec manchons, qui sont d'ailleurs d'une résistance beaucoup moindre. On pourra de plus enfoncer mes tubes à l'aide de presses hydrauliques ou de tout autre force. Les manœuvres de va-et-vient

(1) N. Sokolowsky. Données sur la naissance du pétrole du Caucase des débris des poissons et des fucoides et ce qu'on doit prendre en considération dans les recherches géologiques du pétrole (En langue russe). „Niestianoie Dielo". Bakou Nos. 7 et 8 de 1907.

offrent la sécurité nécessaire, de sorte qu'on peut retirer mes tubes de chaque profondeur.

2. Fabriqués en un métal plus dur, mes tubes ne s'useront pas si vite par le frottement des outils et des roches des parois du trou de sonde.

3. L'espace entre les parois extérieures de mes tubes et celles du trou de sonde peut être diminué jusqu'à zéro, ce qui offre de grands avantages sous le rapport de la fermeture des eaux et éloigne les causes de coinçage de tubes.

4. A cause de la haute résistance de ces tubes, la sécurité du tubage s'accroît, comparativement avec les tubes actuels, avec la profondeur du sondage.

5. La méthode actuelle de tubage peut être remplacée par une méthode qui donne de grandes économies sur les frais du tubage et sur le temps du forage.

6. On pourra faire des pompements d'essai et même vider à chaque moment le trou de sonde de l'eau et du pétrole qu'il contient, sans craindre de perdre un diamètre de tubes.

7. Le premier diamètre des tubes pour des forages profonds peut être réduit presque de moitié.

8. Mes tubes sans manchons sont plus légers que ceux en fer soudé et surtout que ceux en tôle rivée, bien qu'ayant le même diamètre et la même épaisseur.

9. Ils n'exigent pas pour leur fabrication des usines spéciales.

10. Les premiers essais d'application de mes tubes dans la pratique ne présentent aucun risque et ne demandent pas de frais supplémentaires.

Ce n'est naturellement que la pratique qui pourra nous démontrer l'utilité absolue de mes tubes, mais je crois que je ne me trompe pas en prévoyant que la pratique ne fera que prouver les avantages que je viens de nommer. La pratique nous dira aussi quel système de tubage est le plus économique avec mes tubes pour des forages profonds.

ERDÖLFÖRDERUNG.

VON

BRUNO LEINWEBER

Die Förderung des Öles aus nicht eruptiven Schächten erfolgt gegenwärtig in Boryslaw-Tustanowice fast ausschliesslich mit dem Plunger. Leinwebersche Förderbänder sind aus später zu erwähnenden Gründen erst in zwei Schächten montiert, kanadische Pumpen, Löffelförderung und Luftdruckförderungen werden in Boryslaw überhaupt nicht angewendet. In Schodnica-Uric und in Westgalizien stehen dagegen fast ausschliesslich kanadische Pumpen in Betrieb.

Zwecks technischen Vergleiches seien vor der eingehenden Besprechung der Boryslawer Ölfördersysteme die beiden anderen bei Ölbohrungen hauptsächlich verwendeten Fördervorrichtungen, nämlich die kanadische Pumpe und der Löffel, kurz behandelt.

SCHACHTPUMPEN.

Die kanadische Pumpe besteht aus einem einfach wirkenden Pumpenzylinder, der an der Druckrohrleitung hängend, in das Bohrloch eingelassen wird. Der Zylinder ist mit einem Kugelventil als Saugventil versehen. In dem Pumpenstiefel bewegt sich mit 40—45 cm Hub und einer Wechselzahl von 12 bis 20 Hüben in der Minute ein langer, mit amerikanischen Chromledermanschetten gedichteter Kolben aus Bronze, der durchbohrt ist und durch ein Kugelventil abgeschlossen wird.

Der Kolben ist an einem Gestänge befestigt, den sog. Pumpendrähten, das nur auf Zug beansprucht und möglichst dünn gehalten wird. Ein Winkelhebel treibt das Gestänge an und wird durch Zugstangen — auch Drahtseile — von einem zentral

disponierten kanadischen Kehrrad bewegt. Die ganze Transmission ist in der primitivsten Weise ausgeführt und arbeitet mit ganz enormen Reibungsverlusten, auch auf jenen Gruben, wo die Lokomotivkessel der Auspuffmaschinen mit Kohle geheizt werden, also die Dampfkraft so teuer ist, dass sie zu Ersparungen anregen sollte.

Die Steigleitung wird obertag durch eine Stopfbüchse geschlossen, was die Verwertung der Gase ermöglicht.

Die sehr bequeme kanadische Pumpe ist leider in vielen Fällen nicht anwendbar. Bis zu Tiefen von 500 bis 600 m. kann man sie bei sandfreien, dünnen Ölen wohl meist mit bestem Erfolge benutzen. Über 600 m. hinaus wird ihre Verwendung bereits ziemlich störend, über 900 m. kaum noch möglich, obwohl sie durch kurze Zeit auch in 1000 m. arbeiten kann. Der Grund für die Schwierigkeiten bei der Verwendung dieser Pumpen in grösseren Tiefen liegt darin, dass mit zunehmender Tiefe wegen der geringeren Dimension der Bohrrohre auch die Steigrohre enger, gleichzeitig aber die Pumpengestänge erheblich stärker werden. Beim Abwärtsgang des Gestänges wird dieses natürlich schlaff und schlägt an die Rohre an. Je geringer der Spielraum zwischen Rohr und Gestänge und je länger letzteres ist, desto heftiger wird dieses Schlagen. Ganz sandfrei ist das Öl selten; mit der Abnahme des Spielraumes steigt dann auch die Schleifwirkung des durchströmenden Öles. Diese beiden Ursachen veranlassen starke Abnützungen des Gestänges, besonders in den Verschraubungen, was schliesslich zu so häufigen Gestängebrüchen führt, dass die Pumpe über 500—600 m nur ein Notbehelf, über 800 m. überhaupt unbrauchbar ist.

Sandführende Öle können nicht gepumpt werden, da nicht nur die Gestänge und Ledermanschetten — diese schon nach wenigen Stunden — sondern auch die Röhre vom Sand verschliffen werden. Man hat versucht, die Ledermanschetten durch stählerne Dichtungsringe zu ersetzen, jedoch mit wenig Erfolg. Sandführende Öle lassen sich auch dann nicht mit der kanadischen Pumpe fördern. Wohl dauert es längere Zeit, bis die Kolbendichtung ungenügend wird, als bei der Verwendung von Ledermanschetten. Die Schleifwirkung des sandigen Öles auf den Pumpenzylinder, das Steigrohr und das Gestänge ist aber so gross, dass diese drei Teile rasch zerstört und die Pumpen unbrauchbar werden, auch wenn die Kolbendichtung genügend

aushalten würde. Je grösser die Tiefe und je geringer demnach der Spielraum zwischen Gestänge und Steigrohr wird, desto rascher werden diese Teile vom Sande zerstört, mitunter schon noch zwei- bis dreitägigem Betriebe. Für sandhaltige Öle ist daher die Pumpe, auch abgesehen von der Kolbendichtung, un- verwendbar.

Dicke Öle, wie das Boryslawer Paraffinöl, Asphaltöle u. a. vermag die Pumpe nicht zu fördern, da das Saugventil stecken bleibt, auf dem dicken Oel förmlich „schwimmt“ und nicht schliesst. Das Anwendungsgebiet der kanadischen Pumpe beschränkt sich daher auf 500—600 m., als Notbehelf höchstens auf 800 m. Tiefe und nur auf sandfreie und dünne Öle. In gasreichen Schächten versagt die Pumpe häufig dadurch, dass die Gase das Saugventil nicht schliessen lassen, mit ihm „spielen“.

DER LÖFFEL (SCHELONKA).

Der Löffel besteht aus einem in der Regel 10 m. langen, spiralgeschweissten Rohr von einem um 1 Zoll kleineren Durchmesser als die Schachtverrohrung. Am unteren Ende hat er ein Aufstossventil. Er wirkt einfach als Zugeimer, mit dem das Öl geschöpft wird. Diese Fördervorrichtung hat den Vorzug grösster Einfachheit und ist besonders bei Bohrkrähen galizischer Bauart, die getrennte Krahnseil- und Löffelseiltrommeln besitzen, jederzeit leicht in Betrieb zu bringen.

Auch hält der Löffel den Schacht ständig rein. Trotzdem ist man überall bemüht, die Löffelförderung zu vermeiden, so dass sie sich nur dort erhalten hat, wo der Sandgehalt des Öles Pumpen und Plunger ausschliesst. Die grossen Nachteile sind: teurer Betrieb bei geringer Leistung, Brauchbarkeit nur bei geringen Tiefen und grossen Rohrweiten, daher sehr grosser Anfangsdurchmesser der Bohrung und wesentlich erhöhte Bohrkosten, Beschädigung der Schachtverrohrung durch das Schlagen des Löffels beim Aufholen und Ablassen (1). Unmöglichkeit der Gasgewinnung, rasche Abnutzung von Löffel und Zugseil, hoher Brennstoffverbrauch wegen der grossen, jeweils zu hebenden Totlast u. a. Je grösser die Tiefe und je kleiner die Rohrweiten werden, desto geringer wird die Brauchbarkeit der Löffelförderung. Über diese selbst

(1) Siehe später die Besprechung der Vorgänge beim „Plungern“.

Versuche anzustellen, war ich zwar bisher noch nicht in der Lage, doch befindet sich unter der Serie der später besprochenen Plungerversuche in Schicht No. 18 der A.-G. für Naphthaindustrie in Boryslaw einer (No. 7), aus dem sich ziemlich genau die wichtigsten Ziffern für die Löffelförderung berechnen lassen. Unter Zugrundelegung dieses Versuches würde das Löffelverfahren bei 1.165 m. Tiefe und 5" Schachtverrohrung, also 4" Löffel, und bei Anwendung einer eigenen, starken Zwillingshaspelmaschine folgendes Ergebnis haben: Ölförderung per Fahrt brutto 40 kg. Dampfverbrauch per Fahrt 230 kg. Zahl der Fahrten stündlich 7. Die Verdampfungsziffer kann für Grubenkessel nur mit 10 angesetzt werden, so dass, da die Gase nicht abgefangen werden können, von dem geförderten Öl 23 kg. unter dem Kessel verfeuert werden müssen und nur 17 kg. als Nutzförderung übrig bleiben. Bei Tag- und Nachtbetrieb würden also 168 Fahrten gemacht und dabei 6.720 kg. Öl brutto gefördert werden, von denen aber nur 2.850 kg. ihrer eigentlichen Verwertung zugeführt werden könnten. Bei 4" Verrohrung, wie sie der Schacht No. 18 tatsächlich hat, also 3" Löffel, würden per Fahrt 20 kg. Öl gefördert und ca. 200 kg Dampf oder 20 kg. Heizöl verbraucht werden. Es würde daher gar kein Öl per Fahrt gewonnen und täglich 3.350 kg. Öl brutto gefördert werden können, von dem jedoch nichts seiner eigentlichen Verwertung zugeführt würde. Unter solchen Verhältnissen hat die Rentabilität natürlich längst schon bei viel geringeren Tiefen und viel grösseren Rohrdurchmessern aufgehört. Auch dort, wo der Löffel verwendet werden kann, ist er nur ein Notbehelf.

Die in Boryslaw angewendete Fördermethode des Plungens steht mechanisch-technisch in ihren Betriebsverhältnissen — nicht in der Konstruktion und Arbeitsweise — der Löffelförderung nahe, ist auch aus ihr herausgewachsen, während das Leinwebersche Förderband eine ganz neue Erscheinung in der Technik ist.

DER PLUNGER (SAGGKOLBEN, TLOK).

Der Plunger besteht aus einem durchbohrten langen Kolben, der durch zwei Gummiringe und eine Anzahl Filzringe gegen die Schachtverrohrung abgedichtet wird. Die Verrohrung des

Schachtes muss, wenn man plungern will, in gleicher lichter Weite ganz durchgehen. Die Bohrung des Plungers ist durch ein Kugelventil geschlossen, der Kolben selbst wird mit einer Rutschschere und Schwerstange an ein Stahlseil von 18—20 mm. Durchmesser angekuppelt. Früher wurde das Plungerseil direkt auf die Löffelseiltrommel aufgelegt und von der Bohrdampfmaschine bedient. Jetzt stehen meist als Haspel montierte Zwillingdampfmaschinen mit Umsteuerung, Band- und Luftbremse in Verwendung, da die einfache Bohrdampfmaschine mit ca. 35 PS für grössere Leistungen zu schwach ist.

Auch erfordert das Plungern ein verlässliches Manövrieren mit der Maschine, weshalb Zweizylinder-Maschinen mit um 90° versetzten Kurbeln erwünscht sind. Eine neue Haspelmaschine kostet ca. 8.500 Kr., das Seil 800—1000 Kr., der Plunger 250 bis 350 Kr. Wegen der Feuergefährlichkeit des Betriebes muss der Haspel mindestens 25 m. vom Bohrloch entfernt, in einem eigenen Maschinenhause aufgestellt werden. Ferner muss das Seil von der Turmkrone zum Haspel in einer mit Blech ausgeschlagenen Holzrinne geführt sein, damit nicht die Umgebung des Schachtes mit Öl getränkt wird. Trotzdem wird noch genug Öl verspritzt. Die gemauerten Fundamente, das Maschinenhaus und die Rinne kosten ungefähr 1000 Kr., so dass die ganze Anlage auf ca. 10.500 bis 11.000 Kr. zu stehen kommt. Für das Plungerseil wird jetzt meist auf die Turmkrone eine eigene Seilscheibe von 1000 mm. Durchmesser aufmontiert.

Beim Fördern wird der Kolben zunächst mit Hilfe der Bremsen in den Schacht abgelassen, wobei er die Geschwindigkeit von 5,5 m. pro Sekunde nicht überschreiten soll. Im Öl öffnet sich das Ventil, so dass Öl und Gas durch den Kolben durchtreten können. Nach dem der Plunger unten angekommen ist, wird die Dampfmaschine umgesteuert und die über dem Kolben stehende Ölsäule anfangs langsam, dann mit steigender Geschwindigkeit, hochgezogen, wobei sie bei geringer Ölmenge und Zwillingmaschine bis 8 m. pro Sekunde erreicht. Die Gase bilden dabei mehr oder weniger gespannte Blasen oft von bedeutender Länge in der Ölsäule, diese wie den Quecksilberfaden eines defekten Thermometers in mehrere Stücke teilend. Wenn eine solche Gasblase in die Nähe der Bohrlochmündung kommt, beginnt sie das Öl mit ziemlicher Gewalt herauszu-

schleudern. Dann muss der Bohrmeister mit der Maschine halten, bis diese künstliche Eruption vorüber ist. Mitunter folgt dem Kolben ein Gasstoss nach, der mehr Öl zutage fördert als der Kolben selbst. Dadurch erklären sich die hohen Leistungen des Plungers in gasreichen Schächten. Vielfach wurde auch angenommen, dass beim Plungerbetrieb das Öl förmlich aus dem Gestein herausgesaugt werde. Diese Annahme ist falsch, da die Luftverdünnung unter dem Kolben, wenn eine solche mit Rücksicht auf die Gasentwicklung überhaupt möglich sein würde, in keinem Verhältnisse zu dem Druck an der Öllagerstätte, der fast stets weit über 70 Atmosphären beträgt steht.

Durch die Ölförderung wird der hydrostatische Gegendruck, der sonst im Bohrloch stehenden Ölsäule entfernt und das Gemenge von Öl und Gas beim Durchgang des Kolbens umgerührt. Dadurch tritt mitunter so lebhaft Gasentwicklung ein, dass der Plunger herausgeschleudert wird.

Der Plunger ist für grosse Tiefen und enge Röhren ein sehr bequemes Fördermittel, besonders da er bei kleinen Fördermengen, oder wenn man die Ergiebigkeit des Schachtes während der Bohrung untersuchen will, jederzeit sofort mit der Löffleinrichtung in Betrieb gesetzt werden kann. Für grössere Leistungen sind allerdings Haspel mit Zwillingmaschinen unerlässlich.

Es haften dieser Fördermethode aber solche ernstesten Nachteile an, dass man gerne auf sie verzichten würde, wenn andere Methoden zur Verfügung ständen. Zunächst ist der Betrieb sehr teuer. Da die Gase beim Plungern nicht gewonnen werden können, muss Gas versorgt oder Öl verfeuert werden. Bei den derzeitigen tiefen Ölpreisen zahlt man in Boryslaw allerdings per Feuerung des gewöhnlichen eifeuerigen Bohrkessels von 24 bis 26 qm Heizfläche nur K. 300, — monatlich im Pauschal, sonst K. 400, — Aber für den Plungerbetrieb eines einzigen Schachtes mit Zwillingmaschine = nur diese werden hier in Betracht gezogen, da sie für den Dauerbetrieb heute ausschliesslich verwendet werden — reicht man mit einem Kessel nicht aus, wie aus der Versuchstabelle hervorgeht (Schacht No. 25 derselben Gesellschaft mit 2 Kesseln von je 26 qm Heizfläche, der Dampfverbrauch ist eben ein ganz gewaltiger. Wie später gezeigt werden wird, richtet sich zudem der Energieverbrauch nur in geringem Masse nach der tatsächlichen

Ölförderung, da der grösste Teil der Energie für die Überwindung der Reibungs-, Stoss- und Seilwiderstände aufgebraucht wird. Auch hat der Gasreichtum von Boryslaw-Tustanowice schon ziemlich abgenommen, da das Ölfeld von Tustanowice im Gegensatz zu dem schon stark ausgebeuteten Boryslaw verhältnismässig viel Öl und wenig Gas enthält. Es dürften daher bei einem Anziehen des Ölpreises auch die Gaspauschalien bald wesentlich steigen.

Auch abgesehen von dem hohen Dampfverbrauch stellt sich der Betrieb sehr teuer, da Tag und Nacht je eine Schicht, bestehend aus einem Bohrmeister und einem Bohrgehilfen, in Dienst stehen muss. Rechnet man dazu die starke Seilabnutzung, die hohen Kosten für die rasch zugrunde gehenden Dichtungen, den starken Schmiermaterialverbrauch und wenigstens einen geringen Betrag für die starke Abnutzung der Schachtverrohrung, hauptsächlich infolge der Sägewirkung des raschlaufenden Seiles, so kommt man auf durchschnittliche Betriebskosten von 1900-2000 Kronen monatlich, wobei es keinen Eintrag tut, ob der Plunger täglich eine halbe Zisterne oder 5 Zisternen Öl fördert.

• •

Dabei ist die Abnutzung der Röhre, die bei stark wellenförmigen Schächten sehr bedeutend sein kann, sehr gering angesetzt und weder die Kosten der Feuerung berücksichtigt, noch in Rechnung gestellt, dass Dampfmaschine und Kessel rasch zugrunde gehen. Der während der Bergfahrt hoch überlastete Kessel — der Dampfdruck sinkt bei grossem Feuer z. B. während der Bergfahrt von $7\frac{1}{2}$ Ath. auf $4\frac{1}{2}$ Ath. — ist während der Talfahrt gar nicht belastet, hat also einen ganz ungewöhnlich stossweisen Betrieb. Die Haspelmaschine selbst arbeitet so schwer und infolge des Peitschens des Seiles so stossreich, dass sie sehr häufigen Havarien ausgesetzt ist.

Der Betrieb ist eben vom maschinentechnischen Standpunkte aus ein geradezu barbarischer. Wie aus den Versuchstabellen hervorgeht, beträgt die mittlere Geschwindigkeit der Talfahrt 5 m/Sek. und soll 5,5 m/Sek. nicht überschreiten. Die mittlere Geschwindigkeit der Bergfahrt beträgt 4,5 bis 5,5 m/Sek., die Höchstgeschwindigkeit — während ca 60—70% der Bergfahrt — bis zu 8 m/Sek. Bei Bergwerkfördermaschinen kommen ja we-

sentlich höhere Geschwindigkeiten zur Anwendung, doch sind dies stabile, sehr schwer und solid gebaute Anlagen mit besonderen konstruktiven Vorkehrungen, meist relativ geringen Teufen und stossfreiem Betrieb, da die Förderschale in Führungen läuft. Ausserdem sind die Totlasten grösstenteils ausgeglichen. Ganz anders der Plunger. Die Kautschukringe geben zwar eine gewisse Führung ab, so dass der Plunger immerhin besser fährt als der Löffel. Dafür aber fangen sie sich bei jeder Rohrverschraubung mit einem Stoss unter den Rohrenden, während das Seil geradezu beängstigend hin und her schlägt, in einem Eisenrohr von nur 4–6" Durchmesser und in der Schutzrinne. Das Seil wickelt sich zudem ohne Führung auf der Trommel auf, wobei sich die Windungen unregelmässig überquetschen, auf einander aufstapeln, plötzlich mit grosser Gewalt vom Stapel herunterrutschen usw. Die Bohrarbeiter, die gerade nicht ängstlicher Natur sind, achten stets darauf, bei der Bergfahrt nicht in der Schlaglinie des etwa reissenden Seiles zu sein. Die Standplätze der Bedienungsmannschaft müssen so angelegt sein, dass die Leute einerseits ausserhalb des Wirkungsbereiches des brechenden Seiles und etwaiger brechender Gestängeteile stehen, andererseits bei Schachtexplosionen sofort durch die neben ihnen befindlichen Türen entfliehen können.

Der schwerste Nachteil des Plungerbetriebes ist seine grosse Feuergefährlichkeit. Das ist auch der Grund, weshalb der Bohrmeisterstand und daher auch die Maschine soweit vom Bohrloch entfernt sein müssen und weshalb sich niemand während des Plungerns im Bohrturm aufhalten darf. In den ersten Monaten nach Einführung dieser Förderart sind in Boryslaw viele Menschenleben bei derartigen Bränden zugrunde gegangen. Man sagt dem Plunger nach, dass er $\frac{1}{3}$ aller Plungerschächte als Brandopfer fordere.

Der Bohrmeister, welcher von seinem Standplatze aus durch Türöffnungen das mindestens 25 m. entfernte Bohrloch beobachten kann, lässt den Plunger mit Hilfe der Bremse der Seiltrommel ablaufen. Früher arbeitete man mit der Bandbremse allein, jetzt haben die Dampfmaschinen ausserdem noch Luftbremshähne. Wenn der Kolben ruhig abläuft, wenn der Bohrmeister, der trotz dieser, grosse Aufmerksamkeit erfordernden Arbeit stets 12 Stunden ohne Unterbrechung in Dienst ist, in seiner Wachsamkeit nicht erlahmt, und wenn die

Bremse richtig funktioniert, so wird sich das Seil ziemlich ruhig abwickeln, im Anfang unter Nachhülfe der Dampfmaschine; der Bohrmeister wird am Endpunkt den Plunger prompt aufhalten und durch Umsteuern die Bergfahrt beginnen können. Diese selbst ist kaum gefährlich, da die Maschine zu schwer belastet ist, um durchgehen zu können, und erfordert nur Aufmerksamkeit bei den früher erwähnten Gasblasen und im letzten Teile der Fahrt, damit der Plunger mit seinem Gestänge nicht an die Eisenteile der Turmkrone angeschleudert wird.

Die Talfahrt aber verlangt sehr viel Aufmerksamkeit und Geistesgegenwart auf die Bremse. Wenn der Plunger die zulässige Höchstgeschwindigkeit überschreitet, „durchgeht“, dann ist es kaum mehr möglich, ihn aufzuhalten. Die Bandbremse schreit, dass man es über ganz Boryslaw hört und gibt derartige Funkenstrahlen, dass bei etwas Gas im Schachte die Explosionsgefahr ganz ausserordentlich ist. Die Luftbremse aber wird so schwer belastet, dass öfters die Zylinderdeckel herausgeschlagen werden.

Die Bremsbänder müssen jetzt mit starkem Kupferblech armiert sein. Das ist aber auch nur ein Notbehelf, da die Bremskraft solcher Bänder wesentlich geringer ist und bei scharfem Anbeissen der Bremsen gerade im gefährlichsten Moment der Kupferbelag losgehen kann. Die Funkenbildung z. B. durch Staub an der Bremse und ihr Heisslaufen ist wohl nicht unbedingt behoben, aber doch sehr abgeschwächt. Das Durchgehen des Kolbens führt aber auch zu Funkenbildungen infolge des heftigen Schlagens des Stahlseiles, oder zur direkten Zündung durch Heisslaufen der Turmrolle, eventuell durch Schmierölbrand.

Auch wenn der Kolben nicht durchgeht, hat das Unterlassen der Schmierung der Turmrolle aus Nachlässigkeit schon mehrere Schächte angezündet. Vor nicht lange ist ein Schacht (1) in der Nacht eines Sonntages durch den Plunger angezündet worden, ohne dass jemand im Bohrturm gewesen wäre. Der Bohrmeister hatte bei Einstellung des Betriebes am Sonnabend mitternachts den Plunger nicht ganz aus dem Bohrloch gezogen, um ihn seitlich auf den Boden zu stellen, sondern hatte ihn hochgezogen im Schacht hängen lassen, die Bandbremse scharf an-

(1) Rogi No. 4.

gezogen und festgebunden. Einige Stunden später ging die Bremse los — vielleicht hatten Ratten die Schnur angenagt —, der Plunger ging durch und alsbald stand der Schacht in Flammen.

Gewöhnlich wird bei den Fahrten der Plunger nicht ganz herausgezogen, nur die Schwerstange und die Rutschschere. Von Zeit zu Zeit muss er aber ganz hochgezogen werden, um die Dichtungen und das Ventil nachzusehen, eventuell nachzuspannen oder auszuwechseln. Jedenfalls wird er vor dem Schichtwechsel ganz herausgeholt. Der Bohrmeister hat zwar Marken am Seil, die ihm die wichtigsten Stellungen des Plungers anzeigen, aber diese Marken verschieben sich öfters oder werden, besonders in der Nacht, infolge der allgemeinen und gründlichen Beschmutzung aller Gegenstände in und um den Bohrturm (einschliesslich der Menschen) mit dem schokoladefarbenen Rohöl leicht übersehen. Von seinem Standplatz weit vom Bohrloch entfernt, durch die engen Türöffnungen durch, sieht der Bohrmeister die Bohrlochmündung selbst schon bei Tageslicht nur mangelhaft, in der Nacht aber so gut wie gar nicht. Es sind wohl mehrere Glühlampen im Bohrturm angebracht; aber deren Gläser sind mit Öl so bespritzt, dass die Beleuchtung in der Regel gerade ausreicht, um die Dunkelheit gut sehen zu können. Dazu kommt die Ermüdung des Bohrmeisters, die seine Aufmerksamkeit schwächt. Und so zieht er denn um Mitternacht mit seiner Zwillingdampfmaschine das ganze Plungergeschirr fröhlich über die Turmrollen drüber, die 60 mm. starke Schwerstange wie einen Kipfel halbkreisförmig abbiegend. Hat der Schacht viel Gas (1), das infolge des Plungerzuges gegen die Turmkrone abzieht, so ist die Explosion fast unausbleiblich, da sich die Schwerstange natürlich eine solche Behandlung nicht gefallen lässt und mit einigen kräftigen Funken dagegen protestiert. Dies war schon häufig die Ursache von Bränden (z. B. Babica-Fanto). Wenn man bedenkt, dass nach der beigeschlossenen Versuchstabelle täglich 180—200 Fahrten mit dem Plunger gemacht werden und die grossen Gefahrmomente bei jeder Fahrt auftreten, so klingt die Boryslawer Annahme von der Verunglückung eines Drittels aller Plungerschächte gar nicht so pessimistisch.

(1) Schacht No. 18 hat fast gar kein Gas mehr.

Recht unangenehm empfindet man auch die schreckliche Unsauberkeit des ganzen Betriebes, gegen die auch der sog. Samowar nur wenig hilft. Das Öl spritzt derart im ganzen Turm und bis zur Turmkrone hinauf, dass irgend ein zur Seite gelegtes Werkzeug, Schraubenschlüssel usw., nach 1—2 Plungerzügen bereits unauffindbar verschwunden ist. Besonders unangenehm ist dies im Frühjahr. Der Bohrturm No. 25 war in Plungerbetrieb gewesen und während der kalten Zeit vollständig mit gestocktem Öl überzogen. Vor der Montierung der Bandförderanlage wurde er mit Hilfe einer eigenen, bis hinauf reichenden Frischdampfleitung abgebrüht, wobei $1\frac{1}{2}$ Zisternen — 15.000 kg — Oel vom Turm herunter rieselten. Man sollte glauben, dass das gerade genug wäre. Wenige Tage später trat warmes, sonniges Wetter ein, was einen wahren Hagel Schlag von Rohölklumpen bis zu $\frac{1}{8}$ kg. Gewicht im Turm verursachte, ein unsauberes Hagelwetter, das sich von einem ausgiebigen Gewitterhagel nur durch die Konsequenz unterschied, mit der es während der ganzen Dauer der ersten sonnigen Tage von 8 Uhr früh bis 6 Uhr abends anhielt. Selbst die abgehärteten galizischen Bohrarbeiter empfanden diesen Rohölregen so arg, dass ich sie nur mit grösster Mühe bei der Arbeit halten konnte. Natürlich trägt diese Einsalbung des Turmes mit Rohöl viel zur allgemeinen Erhöhung der Feuersgefahr bei.

Da es sehr interessant wäre, auch für gas- und öltreichere Schächte von grösseren Rohrweiten derartige Diagramme zu erhalten und die Grubenleiter leicht solche Versuche anstellen könnten, will ich deren Durchführung etwas genauer beschreiben.

Zunächst ist das Wasserreservoir genau zu vermessen — stets mit mehreren Durchmessern, da die Reservoirs ausnahmslos stark und rund sind — und ein Interpollationsdiagramm des Kubikinhaltes zu zeichnen, welches es ermöglicht, den jeweiligen Wasserinhalt durch Messung der Höhe vom Wasserspiegel zum Rande des Reservoirs bequem festzustellen. Man misst zu diesem Zwecke am einfachsten mehrere Durchmesser oben ab und rechnet mit dem mittleren Durchmesser den oberen Querschnitt des Kegelstutzes. Mit einem Senkel bestimmt man die vertikale Höhe des Hohlraumes des Reservoirs, macht dann an der Senkelschnur zwei Marken in z. B. 1 m. Entfernung, lässt den Senkel ruhig neben das Reservoir halten und misst die horizontale Entfernung der Senkelmarken vom Mantel des Kegelstutzes.

Zur Kontrolle misst man noch die Mantellänge des Reservoirs. Nun kann man das Reservoir schematisch mit ausreichender Genauigkeit aufzeichnen, da man aus den horizontalen Entfernungen der Senkelmarken von der Mantelfläche des Reservoirs den Neigungswinkel des Kegels erhält. In beliebigen, aber gleichen Abständen zieht man Querschnittslinien parallel zur Bodenlinie der Reservoirzeichnung, welche die Grösse der betreffenden mittleren Reservoirdurchmesser ergeben, daraus der Reservoirquerschnitt und mit der Höhe über dem Boden den zugehörigen Reservoirinhalt. In ein rechtwinkliges Koordinatensystem, auf dessen Abszisse man die Durchmesser-Entfernungen vom Reservoirboden aufträgt, trägt man den zugehörigen Inhalt als Ordinaten ein, verbindet die Punkte durch eine gleichmässige Kurve und erhält das Inhaltsdiagramm, aus dem man mit der Wasserspiegelhöhe sofort den Wasserinhalt bzw. den Wasserverbrauch herausnehmen kann. Das Messen der Wasserspiegelhöhe soll stets an derselben Stelle erfolgen, da die Reservoirs nicht genau horizontal stehen.

Soll der Versuch beginnen, lässt man den Plunger zunächst in hochgezogener Stellung halten, die Kessel bis zu einer Marke am Wasserstandglas aufspeisen, den Injektor abstellen und misst die Höhe des Wasserspiegels im Reservoir. Nun sperrt man die Reservoirleitung ab, auch einen etwaigen Ablasshahn und sperrt die Steckschlüssel vorsichtig in der Kanzlei ein. Der Heizer darf Wasser nur mehr aus dem Reservoir zu stellen, der Bauern und Wasserverkäufer, die dort Wasser für ihre Pferde, Haushaltungen oder Wasserfässer holen wollen, fortreibt. Sobald der Wasserstand gemessen ist, lässt man den Plunger normal hinunterfahren und weiterarbeiten, wobei der Bohrmeister die Zahl der Fahrten aufschreiben muss. Selbst notiert man die Zeit des Abfahrens, bestimmt mit der Uhr in der Hand die Dauer einiger Tal- und Bergfahrten, die höchste Tourenzahl der Dampfmaschine bei der Bergfahrt und nach Schätzung bzw. Rückrechnung auf Grund vorheriger Durchmessermessungen den dabei vorhandenen Aufwicklungsdurchmesser auf der Seiltrommel.

Bei Beendigung jedes Versuches wird wieder der Plunger in Stellung oben halten gelassen, nachdem vorher der Heizer den Wasserstand möglichst in die Nähe, jedoch noch unterhalb der Marke gebracht hat, die Zeit notiert, dann der Kesselwasserstand auf die Marke gebracht und der Wasser- bzw. Ölstand in den

Reservoirien gemessen. Dann kann der Plunger wieder weiterfahren.

Die für die Diagramme erforderlichen Differenzen in der Ölförderung per Fahrt ergeben sich zum Teil von selber, da der Ölzufuss zum Schacht nicht gleichmässig ist. Grössere Differenzen in der Ölförderung können jedoch nur bei Parallelversuchen in verschiedenen Schächten bei gleicher Tiefe und gleicher Rohrweite, sowie möglichst ähnlicher Dampfanlage erzielt werden und würden für die technische Beurteilung des Plungerbetriebes sehr interessant sein. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass der Plunger stets nur einen Teil des gefassten Öles heraufbringt, einen anderen, vielleicht grösseren Teil aber, dessen Grösse je nach dem Zustand der Schachtverrohrung wechselt, durch die perforierten Rohre und die Dichtungen, insbesondere beim Durchgang durch die Verschraubungen wieder im Schacht zurückfliessen lässt. Es wird daher einige Übung und Erfahrung im Ausgleichen von Diagrammkurven dazu gehören, um derartige Parallelversuche brauchbar zusammen zu stimmen. Etwas Gefühl für solche Arbeiten ist schon für die Aufstellung der Diagramme eines Schachtes erforderlich, da die Fehlerquellen zu zahlreich und gross sind, um aus den Versuchswerten sofort eine gut stimmende Kurve zu erhalten, und der Kurvenausgleich eine gewisse Vertrautheit mit solchen Aufgaben bedingt. Es wäre daher am besten, die tatsächlichen Ergebnisse solcher Versuchsserien in einer Hand zu vereinigen, die dann das vorhandene Material einheitlich zur Aufstellung der Diagramme verwertet.

Für die Diagramme müssen ohne Rücksicht auf die Ölergiebigkeit des Schachtes einige Versuche mit verschiedenen Geschwindigkeiten gemacht werden, da der Dampfverbrauch weniger von der Ölleistung, als von der Fahrtgeschwindigkeit abhängt. Dazu ist es notwendig, dem Bohrmeister vor Beginn des Versuches anzugeben, wie rasch er die Bergfahrt — nur diese — ausführen soll und, selbst dabeistehend, ihn durch mehrere Züge an die gewünschte Fahrtgeschwindigkeit zu gewöhnen. Für die Rechnung selbst nimmt man am besten die mittleren Geschwindigkeiten aus den sämtlichen Bergfahrten, indem man an einigen Zügen das Verhältnis zwischen Dauer der Talfahrt bestimmt, und aus der mittleren Zeitdauer der ganzen Fahrt für die betreffende Versuchsperiode (Tal- und Bergfahrt

zusammen) mit diesem Verhältnis die mittlere Dauer der Bergfahrten bestimmt. Diese Zeit ist zur Rechnung der mittleren Geschwindigkeit der Bergfahrt notwendig, da nur diese als Abszisse der Diagramme verwendbar ist, weil der Dampfverbrauch hauptsächlich von ihr abhängt. Ferner sind einige Versuche mit verschiedenen Geschwindigkeiten ohne Ölförderung notwendig, die man in der Weise ausführt, dass man das Ventil aus dem Plunger herausnimmt. Ebenso sollen sich dann noch einige Versuche mit der Schwerstange allein, ohne Plunger, daran anschliessen, um die Grösse der Plungerreibungsarbeit einerseits, der reinen Energieverluste durch das Schlagen des Seiles, das Pendeln des Plungergeschirres und die Totlast andererseits zu bestimmen.

Theoretisch also sehr wenig befriedigend, ist der Plunger, doch praktisch sehr einfach, bequem und bei der Verwendung starker Haspelmaschinen auch bestellungstunfähig. Die Erfindungsidee ist ihrer Einfachheit wegen zweifellos sehr hübsch und hat der Erdölproduktion Österreichs grösse Dienste geleistet. Der Betrieb ist technisch hochinteressant und sollte die Aufmerksamkeit und das Studium wissenschaftlich gebildeter Ingenieure mehr auf sich lenken, als es bisher der Fall war.

BESCHREIBUNG DES VERFAHRENS.

Das Verfahren besteht darin, dass ein entsprechend langes und aufsaugfähiges Band—Förderband—in das Bohrloch eingeführt und in dessen Sumpf eintauchen gelassen wird, wo es das Fördergut aufsaugt. Durch ein Windwerk wird das Förderband aufgeholt und das Fördergut durch eine geeignete Vorrichtung obertag ausgepresst, bezw. abgenommen. Dadurch, dass man aus dem Förderbände einen Trieb ohne Ende bildet, wird eine kontinuierliche Bewegung des Förderbandes und eine kontinuierliche Förderung, demnach auch grosse Leistung, erzielt. Auch die engsten Bohrlöcher haben noch genügend lichte Weite, um die beiden Schenkel des Triebes ohne Ende frei aufnehmen zu können.

In der Seite 512 stehenden schematischen Darstellung bedeuten F das Förderband, L die Leitrollen, Q zwei Quetschwalzen, T das Triebwerk und A den mechanischen Antrieb mit einem Seile.

Die auf dem Petroleumfelde Kryg bei Glinik-Maryampolski in einem Bohrloche der Galizischen Karpathen-Petroleum-Aktien Gesellschaft in Betrieb gesetzte Maschine weicht rein konstruktiv insoferne von dieser schematischen Darstellung ab, als sie in die Länge gebaut wurde, daher auch das Triebwerk nahezu wagrecht liegt, dann noch in einigen anderen minder wichtigen Details.

Die gesamte Vorrichtung wurde schon in der Maschinenfabrik betriebsfertig montiert und so betriebsbereit mit eingelegetem Förderbände verladen und versendet. Am Förderorte selber wurde dann die ganze Maschine obertag über der Bohrlochmündung richtig orientiert und auf einfache Holzböcke gestellt.

Die Möglichkeit der betriebsfertigen Versendung der Maschine und die Einfachheit der Montage ist für Rohölgruben, die meist weit abseits der Industriegegenden liegen, von besonderer Wichtigkeit.

Da für den Antrieb der Maschine ein einfacher Seiltrieb genügt, ist es ohne weiteres möglich, von einer Antriebsmaschine aus eine ganze Anzahl Fördermaschinen zu treiben.

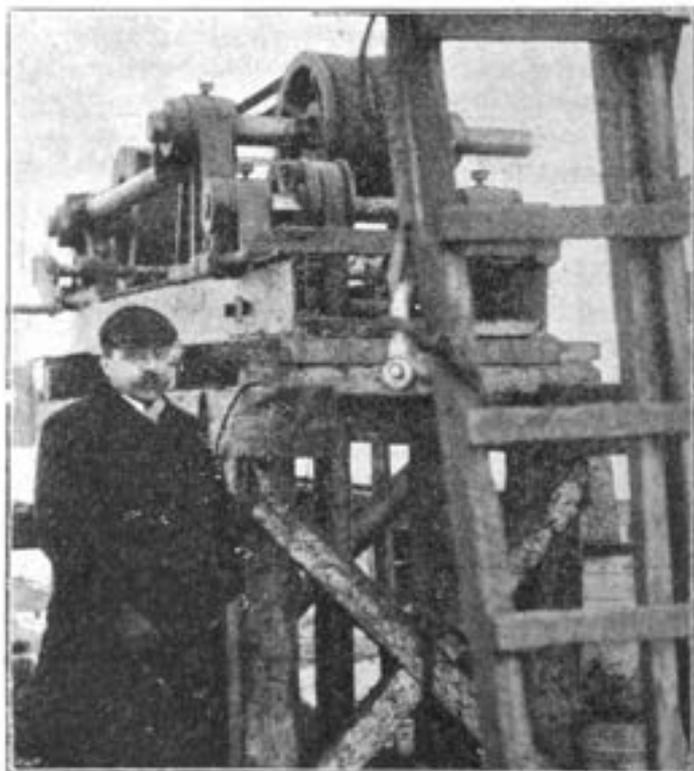
Die von mir bisher angewendeten Förderbänder bestehen aus einem Flachseil, wie es für Aufzüge oder Bergwerks-Fördermaschinen verwendet wird. Um das Flachseil stark aufsaugungsfähig zu machen, ist es mit einer Art Plüsch benäht.

Das zunächst verwendete, den Schachtverhältnissen entsprechende Förderband hat eine Breite von 80 $\frac{m}{m}$ bei einer Stärke von 8 $\frac{m}{m}$, ist aus Hanf erzeugt und besitzt eine auf der Reissmaschine erpropte Zugfestigkeit von 4200 kg. Der Plüschbeatz in 3 verschiedenen Arten ausgeführt, ist 60 $\frac{m}{m}$ breit und 20 $\frac{m}{m}$ hoch.

Mit einem solchen Bände kann man bis 500 m. tiefe Schächte ausschöpfen. Für tiefere Schächte empfehle ich die Verwendung von Flachseilen aus Stahldraht.

Die Förderleistung wurde zunächst experimentell mit einem etwa 25% breiteren Bände im Laboratorium bestimmt. Je nach der Qualität des Öles, ob sehr dünnflüssig oder dickflüssig (paraffinhaltig) beträgt die Leistung per 1 m. 250 bis 1100 gr. (Boryslawer Paraffinöl ausgepresstes Öl. Man kann für das im Laboratorium versuchte grosse Band rund 1 kg. per 1 m. rechnen. Dies würde bei einer Bandgeschwindigkeit von 5 m. in der

Sekunde theoretisch eine Leistung von 18.000 kg. stündlich er-
geben, also weitaus mehr, als die Zuflussmenge irgend eines
nicht eruptiven Schachtes beträgt. Das Band für Kryg wurde
daher auch in der Breite und im Besatze erheblich schwächer
gehalten.



Nachdem durch zahlreiche Versuche mit Modellen und klei-
nen Ausführungen der Erfolg der Erfindung gesichert schien,
liess ich eine Maschine, für 1250 m. Tiefe berechnet, bauen, eben
die, welche abgebildet ist und auf die sich die Betriebsversu-
che von Kryg beziehen. Sie wurde zunächst besonders schwer
und stark gebaut, um Anstände bei der ersten Inbetriebsetzung
zu vermeiden.

Die Maschine wurde vor ihrer Absendung scharfen Erprü-
bungen unterzogen, bei welchen sie sich vorzüglich bewährte.

Die wichtigste Erprobung bezog sich auf die Anzugskraft des Windwerkes. Schon bei den Versuchen im kleinen wurde festgestellt, dass die in den technischen Handbüchern gegebenen Berechnungsmethoden und Koeffizienten für diesen Fall nicht zutreffen, sondern meist zu geringe Werte ergeben. Auch zeigte es sich, was ich übrigens wegen des Einflusses von Adhäsion und Seilsteifigkeit erwartet hatte, dass das geölte Band besser läuft als das trockene.

Die Maschine wurde bei den Versuchen mit Hilfe einer besonderen, am Förderbande angreifenden Vorrichtung derart belastet, dass die Überlastung des aufgehenden, stark ölführenden Trums weit über 1000 kg. betrug an Stelle der geforderten 259 kg. Trotzdem war es nicht möglich, das Band zum ruckweisen Arbeiten oder zum Gleiten zu bringen. Bemerkenswert sei, dass das damals angewendete Hanfförderband nicht in einem Stücke erzeugt, sondern aus drei verschiedenen Stücken zusammengenäht war und zwar mit einer gewöhnlichen Sattlernähmaschine und mit Sattlergarn. Es zeigt dies, wie leicht etwaige, sich im Dauerbetriebe ergebende Ausbesserungen vorgenommen werden können.

VORZÜGE DES FÖRDERVERFAHRENS.

Die Vorteile des neuen Förderverfahrens sind hauptsächlich folgende:

1. Das Fördersystem ist anwendbar für alle Tiefen auch über 1500 m. hinaus.
2. Es ist auch für sehr dickflüssige, paraffinhaltige Öle und sandführende Schächte vorzüglich geeignet. Je dickflüssiger das Fördergut ist, desto grösser ist bei gleicher Bandgeschwindigkeit die Stundenleistung.
3. Das Fördersystem ist auch in geknickten, schiefen oder verworfenen Bohrlöchern anwendbar.
4. Es kann sogar z. B. in Bergwerken das Förderband in einem Schachte eingeführt, durch einen Stollen eine Strecke weitergeführt und in einem anderen Schachte zum Sumpfe geleitet werden.
5. Es ist für alle Bohrlochweiten ohne Rücksicht auf die Tiefe verwendbar.
6. Die Leistung kann innerhalb weiter Grenzen durch ra-

scheres oder langsames Laufen der Maschine, durch breitere oder schmalere Bänder, durch höheren oder kürzeren, dichteren oder lockereren Besatz beliebig eingestellt werden.

7. Der Antrieb ist sehr einfach und technisch viel günstiger als bei Pumpen.

8. Die ganze Maschine ist sehr einfach, fast ohne Abnutzung und steht obertag, so dass sie leicht nachgesehen werden kann.

9. Das Band ist der einzige unter Umständen, je nach den Schachtverhältnissen einer nennenswerten Abnutzung ausgesetzte Teil. Da es stets innerhalb kurzer Zeit vollständig vor den Augen des Maschinisten vorüberläuft, können beginnende Schäden jedesmal mit Leichtigkeit bemerkt und behoben werden.

10. Das Band lässt sich sehr leicht ausbessern. Stark beschädigte Stücke werden herausgeschnitten und durch Einnähen oder Einnieten neuer Stücke ersetzt. Geringe Beschädigungen werden durch Splissung oder Übernähen behoben. Beschädigter Plüschbesatz wird durch Aufnähen neuer Stücke oder auch Einsplissen von Fadenbündeln ausgebessert. In der Regel braucht das Band hierzu gar nicht aus dem Bohrloche entfernt zu werden.

11. Die Maschine kann betriebsbereit versendet und binnen wenigen Stunden betriebsfertig montiert werden.

12. Soll das Band heraufgeholt werden, so wird das abgehende Trum einfach festgebunden und die Maschine laufen gelassen, worauf sie das Band selbst heraufholt. Beim Einlassen des Bandes wird das aufgehende Trum festgebunden und die Maschine laufen gelassen, wodurch sich das Band von selber in das Bohrloch einzieht.

13. Das Band fördert auch Öl und Wasser gemischt, Sande und körniges Material, welches letzteres in den Fäden des Plüschbesatzes hängen bleibt, und mit Wasserstrahlen, Bürsten, Abklopfern usw. entfernt wird.

14. Die auf- und abgehenden Bandteile halten das Bohrloch rein und verhindern dessen Verstopfung.

15. Die ganze Vorrichtung bedarf gar keiner Wartung. Es genügt, wenn zeitweise nachgesehen wird, ob die Schmiervasen der Lager gefüllt sind und ob das Band in gutem Zustande ist. Auf Wunsch kann die Maschine eine Sicherheitsvorrichtung erhalten, durch die das Band beim Reißen obertag festge-

halten wird, so dass es leicht aufgeholt werden kann. Die Seilscheibe kann eine Bremsnabe erhalten, so dass bei Störungen der Antrieb ausgelöst wird.

16. Es ist ohne weiteres klar, dass das Förderband bis zur tiefsten Stelle des Bohrlochsumpfes geführt und seine Geschwindigkeit so eingestellt werden kann, dass das Bohrloch stets leer bleibt, bzw. nur eine sehr kleine Ölmenge sich im Sumpfe ansammeln kann. Es kommt dann der hydrostatische Gegendruck der im Bohrloch stehenden Ölsäule in Wegfall, wodurch die Zuflussmenge wesentlich erhöht und die Leistung des Bohrloches von selbst gesteigert wird.

17. Da die Gewichte der Förderbandschenkel sich gegenseitig ausbalancieren, ist der Kraftbedarf der Maschine ein sehr geringer. Die Leistung der Antriebsmaschine braucht daher nur für das Arbeitserfordernis der tatsächlich geförderten Ölmenge und für die geringen Reibungswiderstände aufzukommen.

Das System besteht in seiner gegenwärtigen praktischen Ausführung kurz in folgendem: Ein entsprechend starkes Flachseil erhält auf der einen Seite einen Besatz aufgenäht, der ähnlich wie ein Streifen Teppich aus stark aufsaugungsfähigen Textilfasern hergestellt ist. Dieses Förderband wird zu einem Trieb ohne Ende geschlossen, in den Schacht eingelassen und obertag über eine Antriebsmaschine gelegt. Durch den Antrieb in Umlauf gesetzt, bringt das Band das vom Besatz aufgesaugte Öl kontinuierlich herauf. Beim Durchlaufen durch die Maschine wird das Öl aus dem Besatz gepresst und aufgefangen, während das ausgepresste Band wieder in den Schacht zurückgleitet. Der Betrieb ist demnach kontinuierlich bei vollständig ausgeglichenen Totlasten. Etwa dem Öle beigemengtes Wasser und Sand werden vom Bande ebenfalls heraufgebracht und durch die Kraft des Ölstrahles herausgeschwemmt.

Die Bohrlochmündung wird soweit abgedeckt, als es der Banddurchgang zulässt, und die Gase mit Hilfe eines Ventilators ca. 10 m. unter der Bohrlochmündung zur weiteren Verwertung als Heizmateriale abgesaugt.

Infolge der ganz gleichmässig steigenden Belastung bewegt sich das Band vollkommen ruhig im Bohrloch ohne Verdrehung und Verwickelung, auch ohne merkbar starken Streifen. In gasreichen Schächten wird es durch eine eigene Vorrichtung gegen die Wirkung etwaiger Gasstösse geschützt (Patent angemeldet).

Dies* ist übrigens nur für die ersten Betriebsstunden von We-
senheit, da nach Entleerung des Schachtes vom angesammelten
Öl die Gace in gleichmässigem Strome längs des hochgehenden
Trums herauflaufen, förmlich wie auf einem trottoir roulant
„heraufklettern“ und dann kaum noch Gasstösse vorkommen,
weil die Gase nicht nur keinen Widerstand finden, sondern in
ihrem Befreiungsbestreben sogar noch durch die Bandbewegung
unterstützt werden.

Das Band in Schacht No. 25 hat als Tragkörper ein nach
einer besonderen, von mir zum Patente (1) angemeldeten Me-
thode gewebtes Flachseil aus dünnen Stahlseilchen und bei 5700
kgr. Reissfestigkeit an der Reissmaschine (70—75 cm. Einspann-
länge) 57 mm. Breite. Der Besatz selbst ist 45 mm. breit, also
sehr schmal. Die Reissfestigkeit des eingelaufenen Bandes ist
in praxi jedenfalls erheblich grösser. 1 m. Band vermag 850 gr.
leicht angewärmtes Boryslawer Öl aufzusaugen (kalt mehr)
und gibt an der Maschine je nach dem Zustand und der Weite der
Schachtverrohrung, auch der Tiefe des Schachtes, 550—650 gr.
Öl ab. Der Schacht No. 25 ist 1186,5 m. tief (er wurde in
einer Versuchspause nachgebohrt) und mit 5" Röhren verrohrt.
Diese Röhren sollten selbst in den Verschraubungen mindestens
116 mm. lichte Weite haben. Infolge einiger ungenauer Gewinde
aber sitzen in etwa 350 m. Tiefe 2 Röhren derart excentrisch auf-
einander, (unter 350 m. wahrscheinlich noch einige), dass ein
Probierring von 110 mm. Weite trotz starker Abrundung an
den Kanten und Gewichtbelastung nicht mehr durchgeht. Das
Band arbeitet also praktisch in 4 1/2" Röhren. Eine solche Ver-
engung ist natürlich viel schlechter als eine in dieser Dimen-
sion gleichmässig durchgehende Rohrkolonne, da dort beson-
ders starke Kanten hervorsteht, die das Band angreifen „schin-
den“ können und die Gefahr vorhanden ist, dass wenigstens
ein Teil des nur oberflächlich am Besatz haftenden Öles ab-
gestreift wird. Das Band zeigte aber nach korrekter Einstellung
trotzdem weder Streifspuren noch eine wesentliche Abnahme
der Ölleistung, da bei den ersten Proben, so lange noch
Ölvorrat in den Röhren war, 605 gr. Öl per 1 m. Band-
weg an der Maschine abgepresst und gesammelt wurden, bei
der Tiefe von 1102,5 m. so engen Röhren und den Rohrver-

(1) Die Anmeldung hat die Vorprüfung schon bestanden, das Referat des
Vorprüfers befindet sich bereits vor der internen Kommission.

gungen eine überraschend hohe Leistung. Es leistet demnach im Schacht No. 25 das Band per 1 m. Weg und 1 cm. Besatzbreite fast genau 120 gr. Öl und könnte bei nur 1 m/Sek. Bandgeschwindigkeit, d. i. 8 Umdrehungen der Triebsscheibe in einer Minute, 5,2 Zisternen Öl täglich fördern, wenn der Schacht so ergiebig wäre. Mit dem Plunger zeigte er bei der Untersuchung vom 20/7—24/7.09 nur 2,0 bis 2.2 Zisternen Tagesproduktion.

BETRIEBSVERSUCH IN KRYG.

Durch die Vermittlung des Herrn Direktor Georg Mészáros, dem ich hier meinen aufrichtigsten Dank ausspreche für die wertvolle Förderung, die er meiner Erfindung zuteil werden liess, wurde die Aufmerksamkeit des Vizepräsidenten der Galizischen Karpathen-Petroleum-A.-G. Herrn W. H. Mc. Garvey auf meine Erfindung gelenkt und mir von der genannten Gesellschaft in zuvorkommendster Weise ein Bohrloch zur Verfügung gestellt, in welchem der erste grosse Betriebsversuch im März 1907 ausgeführt wurde.

Die Bohrung liegt im Ölfelde Kryg bei Maryampolski, ist 520 m. tief und hat im oberen Teile, der allein für den Betriebsversuch benützt werden konnte, 220 $\frac{m}{m}$ normale Weite, 210 $\frac{m}{m}$ nutzbare Weite. Ursprünglich war eine andere Bohrung von gleicher Weite und nur 280 m. Tiefe in Aussicht genommen und daher auch das Band nur für diese Tiefe bemessen worden. Da die Anfertigung eines neuen, längeren Bandes aus Zeitmangel ausgeschlossen war, konnte der entscheidende Betriebsversuch nur im oberen Teil des Bohrloches ausgeführt werden. Dadurch wurde der Betrieb teilweise erschwert.

Die ersten Versuche bezweckten ausschliesslich die Beobachtung der Bewegungserscheinungen des Bandes.

Das Band war zur Vornahme von Messungen und bei der Vorbereitung für das Hinablassen wiederholt auf dem dichtbeschneiten Gelänge ausgestreckt worden, so dass es beim Einziehen zum grösseren Teile steif gefroren und voll Schnee und Eis war. Es musste daher das Band so langsam und vorsichtig hinabgelassen werden, dass diese Arbeit etwa 1½ Stunden in Anspruch nahm. Das Band wurde ohne irgend welche besonderen Massnahmen einfach durch Abwickeln mit der ei-

genen Maschine eingezogen. Da keine Dampfmaschine zur Verfügung stand, musste zunächst mit Handantrieb gearbeitet werden. Hierbei erreichte jedoch das Band nur eine Höchst-Geschwindigkeit von 0,2 m. per Sekunde. Das Band hängt ganz frei hinunter. Trotzdem läuft es vollkommen g'att und ruhig, ohne irgend welche Schwingungen und zeigt vor allem nicht die geringste Tendenz zu Verdrehungen oder zum Verseilen der Bandteile untereinander. Infolge des absolut ruhigen Ganges sind auch keinerlei Anzeichen am Bande zu bemerken, die auf ein Streifen an der Bohrlochwand hindeuten würden. Die Maschine selbst zieht vollständig verlässlich an. Ein Rutschen (slip) selbst nur in ganz geringen Masse, konnte nicht bemerkt werden.

Die Rohölförderung ist eine sehr gute, obwohl keinerlei Vorkehrungen getroffen waren, um den Besatz nach dem Ausquetschen wieder aufzukrempeln. Wasser wurde gleichzeitig mit dem Öle aufgenommen und gefördert. Das Aussehen des Bandes beim Heraufkommen und beim Gange über die Leitrollen lässt darauf schliessen, dass der Besatz sich im Schachte beim Umbiegen in kleinem Krümmungshalbmesser von selbst wieder aufstellt.

Das stark paraffinhaltige Rohöl hatte, teilweise auch infolge der niedrigen Temperatur, die Konsistenz von Marmelade, wurde aber trotzdem von der Quetschrolle ohne Anwendung irgend welcher Heizung sehr betriedigend ausgedrückt.

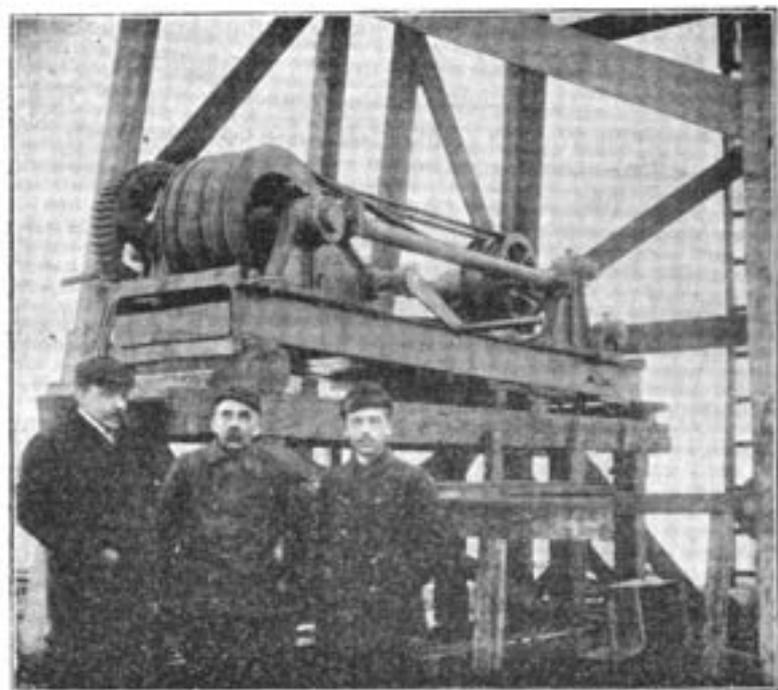
Die gemessene Leistung betrug 415 gr. tatsächlich ausgepressten Öles per 1 m. Bandweg, entsprach jedoch infolge verschiedener besonderer Umstände nicht der vollen Leistungsfähigkeit des Bandes.

Diese Umstände sind folgende :

Etwa die Hälfte des Bandes hat ein wenig befriedigendes Besatzmuster, welches erheblich weniger leistet, als die zwei Muster, mit denen die andere Hälfte ausgestattet ist. Der erstere Belag hat eine wesentlich geringere Aufsaugefähigkeit. Seine Fäden hängen zum Teile über den Rand des Bandes hinaus, so dass die Ausquetschung nur unvollkommen ist. Dies hatte sich schon bei der Erprobung in der Maschinenfabrik gezeigt, doch war es nicht mehr möglich, den Besatz zu ändern.

Das Band war beim Einlassen ganz nass, beziehungsweise voll Schnee und Eis. Es bedarf natürlich einiger Zeit, bis durch wiederholtes Ausquetschen und Aufsaugen der Besatz seine

volle Leistungsfähigkeit für Öl entwickelt. Schliesslich würde bei Anwendung einer Dampfheizung mit Rücksicht auf die zur Zeit der Messung herrschende tiefe Temperatur das Band geschmeidiger und die Auspressung eine günstigere gewesen sein.



Dies berücksichtigt, muss die richtige Bandleistung schätzungsweise mit mindestens 520 gr. per 1 m. angenommen werden. Bei der Geschwindigkeit von 0,2 m. in der Sekunde und einer tatsächlich gemessenen, nicht richtiggestellten Leistung von 415 gr. per 1 m. betrug die tatsächliche Stundenleistung in Kryg 299 kg. oder 7156 kg. im Tage. Bei nur 0,13 m. per Sekunde Geschwindigkeit wurde ein normales Barrel — ohne Deckel — in rund 50 Minuten vollgepumpt. Hierbei gelangte durch Verspritzen an dem Fasszulauf ein Teil des geförderten Öles nicht ins Fass.

Die richtiggestellte Leistung von mindestens 520 gr. per m. und 1 m. Sekunde Geschwindigkeit des Bandes bei Dampftrieb würde 1872 kg. stündlich oder 44.728 kg. = $4\frac{1}{4}$ Zisternen

täglich, bei 5 m. Geschwindigkeit $22\frac{1}{2}$ Zisternen täglich ergeben, also eine Leistungsfähigkeit, die viel zu gross ist.

Es werden daher die für andere Anlagen bestimmten Bänder wesentlich weniger leistungsfähig, dafür billiger ausgeführt und die Anlagen nur mit geringer Bandgeschwindigkeit (zur Schonung der Bänder) betrieben werden. Der vorzügliche Verlauf gleich der ersten Erprobungen liess weitere Versuche überflüssig erscheinen, so dass von deren Fortsetzung auch mit Rücksicht auf das schlechte Winterwetter und die herannahende Osterzeit abgesehen wurde.

In der Maschinenwerkstätte ist die Maschine unter erheblich grösserer Belastung bei 2 m. per Sekunde Bandgeschwindigkeit bereits durch längere Zeit gelaufen.

Einige Tage nach der beschriebenen Erprobung wurde die Maschine mit Hilfe eines provisorischen Dampftriebes, zu welchem ein altes Dampfwinch verwendet wurde, in Betrieb gesetzt, um sie auch unter Dampftrieb zu versuchen und gleichzeitig einem Interessenten im Betrieb vorzuführen. Das Förderwerk arbeitete dabei mit höherer Geschwindigkeit ausserordentlich befriedigend. Leistungsversuche und Geschwindigkeitsbestimmungen wurden hiebei nicht vorgenommen, da ich selbst bereits nach den ersten massgebenden Versuchen abgereist war, doch wurde ein halbes Barrel in 15 Minuten vollgepumpt, trotz des etwas primitiven Antriebes.

Ich habe inzwischen eine „Schnellmontagemaschine“ konstruiert, ein Mittelding zwischen der sonst recht handlichen und bequemen Kryger Maschine und der Scheibenmaschine des Schachtes No. 25. Diese Maschine, die die Vorzüge beider Typen in sich vereinigt, wird in der Werkstätte betriebsfertig montiert und braucht nur im ganzen genau über das Bohrloch gestellt zu werden. Will man unten im Turm den Raum freihalten, so kann man die „Schnellmontagemaschine“ auf die erste Plattform stellen. Will man kleinere Arbeiten im Bohrloch ausführen, so kann die Maschine montiert bleiben. Nur die kleinen Scheiben werden abgenommen. Will man grössere Arbeiten, die längere Zeit erfordern, ausführen, so rückt man die Maschine einfach zur Seite. Die Erfahrungsdaten und Koeffizienten, die mir heute zur Verfügung stehen, ermöglichen mir die Ausführung solcher Maschinen.

Das Band wurde auf die Löffelseiltrommel aufgewickelt und

„vio, jehacz“! hinunter damit! Der Bohrmeister setzt sich an die Steuerhebel der Löffelseiltrommel und lässt das Band, anfangs mit dem Riemen bei gehender Bohrdampfmaschine nachhelfend, später mit der Bremse allein, mit ca. 1 m/sec Geschwindigkeit ablaufen. Dabei muss er es bei grossen Tiefen genau im Auge behalten, um den Wicklungsschlingen rechtzeitig Zeit zum „Nachkommen“ zu lassen. Bei geringen Tiefen von nur 7—800 m. ist solche Vorsicht nicht notwendig. Endlich waren wir doch so weit gekommen, trotz des wunderbaren Riemetriebes und konnten ablaufen. Dabei beobachteten wir ganz neue Erscheinungen, die bei 700 und 800 m. Tiefe noch nicht aufgetreten waren.

Ich konnte das Band gerade am kritischen Punkt genau beobachten und dementsprechend gleich bei der nächsten Montage meine Vorkehrungen treffen, die sich im Verlaufe zweier weiterer Montagen so ausgebildet haben, dass wir heute auch in sehr grossen Tiefen ganz sicher, zuverlässig und rasch arbeiten können. Diese Vorkehrungen sind, wie alles an diesem Förderverfahren, sehr einfach. Da die Verhältnisse bei anderen Bohrlöchern wieder anders liegen, muss man aber die Gründe selbst kennen, um richtig zu disponieren. Es hängt oft an Kleinigkeiten: der richtigen Stärke und Breite eines Brettes, oder einer Grössendifferenz von 1 mm usw.

Die bei richtiger Disposition vermeidbaren Störungen abgerechnet, benötigten wir für den Ablauf in 1102,5 m. Tiefe schon bei der ersten Montage des Flachseiles nur 32 Minuten. Sobald das Band fast ganz von der Löffelseiltrommel abgelaufen ist, wird es mit Klemmen gefasst, von der Seiltrommel abgekuppelt und mit dem Flaschenzug ganz eingelassen. Wenn man weiss, wie es zu machen ist, so kann man leicht die Angriffspunkte des Krahhakens so wählen, dass nach zwei Zügen das Band betriebsbereit auf der Maschine liegt, womit die Anlage überhaupt bis auf das Ansetzen der „Mausfalle“ betriebsfertig ist.

Eine ganz kleine, alte Bohrdampfmaschine, wie sie im Petroleumrevier zu Hunderten nutzlos liegen, wurde wieder hergerichtet, mit einem Regulator versehen und unmittelbar vor dem Turm auf Holzbalken montiert. Auch wurde ein Ventilator angekuppelt, um die Gase abfangen zu können. Über die kleine Dampfmaschine wurde ein leichter, primitiver Bret-

terschuppen gesetzt. Seit wir von der Maschine direkt auf die Riemenscheibe der Fördermaschine treiben können, ist der Betrieb so einfach und bei vollster Zuverlässigkeit so leicht, dass wir überhaupt keines Maschinenwärters bedürfen würden. Die Leute sind nur deshalb Tag und Nacht auf Maschinenwache, um den Schacht und das Band zu beobachten, damit wir über neue Erscheinungen sofort und genau unterrichtet werden. Bisher ist noch nichts Abnormes zu sehen gewesen. Die Tätigkeit des Wartepersonals beschränkt sich daher darauf, alle 2 Stunden die Schmiervasen frisch zu füllen. Der Betrieb wurde nunmehr bis 16. Juli ununterbrochen Tag und Nacht fortgeführt und dabei das Verhalten des Bandes und des Schachtes bei verschiedenen Geschwindigkeiten studiert. (Siehe später Versuchstabelle II).

Störungendurchunklaren Bandlauf oder Verwicklung der beiden Bandschenkel sind überhaupt noch nie vorgekommen, weder heuer, noch in früheren Jahren; das Band hing stets rein und vollkommen gerade im Schacht.

Nachdem der Betrieb vom 5. Juli bis 16. Juli tadellos Tag und Nacht durchgeführt worden war, entschlossen wir uns, das Band herauszuziehen, um es zu verlängern und es dabei genau zu untersuchen. Es hatte bisher nur in 1102 m. Tiefe gearbeitet, da wir die praktische Betriebsdehnung noch nicht genau kannten und nicht zu tief hinunter kommen wollten, damit nicht in dem frisch nachgebohrten Schacht der tiefer hinabreichende Gasdämpfer durch Nachfall verschüttet werde. Die Arbeit des Aufholens mit den Klemmen — die Aufholvorrichtung ist noch nicht gebaut — dauerte nicht ganz 1½ Arbeitsschichten. Bei der Untersuchung zeigten sich Stahlkörper und Besatz im besten Zustande. Es wurde dann das Förderband in der alten Splissung geöffnet und ein neues Bandstück von 136 m. Länge (in vollständig gedehntem Zustande) eingesplisst, so dass nach neuerlicher Montierung das Band nunmehr in 1170 m. Tiefe hinabreicht. Diese Tiefe wurde angestrebt, um die Leistung des Schachtes zu erhöhen. Es ist klar, dass der Druck an der Lagerstätte des Öles desto stärker zur Wirkung kommt, je geringer der Gegendruck, also die Höhe der im Bohrloch stehenden Ölsäule, ist. Da der Schacht No. 25 im untersten Teil der Rohrkolonne 110 m. perforierte Rohre hat, vermag der Plunger die Ölsäule nicht ganz weg zu schaffen, denn 12 +

110 = 122 m. Ölsäule (12 m. Schacht sind nicht verrohrt) werden stets stehen bleiben. (Ein Nachbarschacht hat 320 m perforierte Rohre.) Das Band aber kann natürlich auch aus den perforierten Rohren das ganze Oel abziehen, dadurch die Ölsäule noch niedriger halten und den Zufluss verstärken. Tatsächlich ist es mir auch gelungen, den bereits auf 20.000 kg. Tagesproduktion gesunkenen Schacht nach dreitägigem Betriebe wieder auf 30.000 kg. emporzubringen.

Die Verlängerung des Bandes erforderte $3\frac{1}{2}$ Arbeitsschichten, da einige Hilfswerkzeuge nicht mehr in bestem Zustande waren. Während dieser Arbeit wurde der Schacht geplungert und sein Zulauf im Anfang mit 24.000 kg. dann rasch sinkend, mit 20.000 kg festgestellt.

Am 25 Juli wurde das Band wieder eingebaut und diesmal mit der schon besser eingeübten Mannschaft die Montierungszeiten festgestellt:

Beginn der Montierung 8 Uhr 11 Minuten vormittags.

1. Kontrollfahrt durch den Schacht mit dem Gasdämpfer — 16 Minuten 25 Sekunden, dann Frühstückspause für die Mannschaft.

2. Einkuppeln des Gasdämpfers in das Band — 20 Minuten 10 Sekunden.

3. Ablaufenlassen des Bandes in 1170 m. Tiefe — 23 Minuten 35 Sekunden.

4. Abnehmen des Bandes von der Seiltrommel und Auflegen auf die Maschine — 1 Stunde 5 Minuten 30 Sekunden.

5. In Betriebsetzung — 7 Minuten.

6. Genaue Einregulierung des Bandes und der Maschine — 1 Stunde 33 Minuten.

Phasen 4 und 6 werden sich bei der Schnellmontagemaschine wesentlich kürzen lassen. Im ganzen hatte die Montage 3 Stunden 45 Minuten und 40 Sekunden gedauert. Um 11 Uhr 39 Minuten mittags war die Maschine einreguliert und betriebsbereit.

Nachmittags, nach der Mittagsrast — es war Sonntag — wurde noch eine kurze Betriebsfahrt gemacht, um die Leistung des Bandes bei grösserer angesammlter Ölmenge zu prüfen. (Tabelle II. Betriebsversuch No. 12.) Hierbei ergab das Band per 1 m. Bändweg 522 gr. im Erdreservoir gemessenes Öl, bezw

1500 kg stündlich bei einer Bandgeschwindigkeit von 1,05 m/Sek. und 1170 m. Tiefe. Am 26. Juli früh wurde der normale Betrieb wieder aufgenommen und mit den Betriebsmessungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten begonnen. (Siehe später Tabelle II.) Der Betrieb wurde Tag und Nacht weiter geführt bis zum 29. Juli vormittags, an welchem Tage die „Wächter“ eine Meldung erstatteten, die wir zunächst nicht verstehen konnten. Das Band hätte zwar weiter laufen können, doch zogen wir es vor, zu unserer eigenen Instruktion das Band herauszuziehen. Es zeigte sich dabei die schon erwähnte Stauchung eines aus zu weichem Material ausgeführten Teiles des Gasdämpfers, der nun vollständig umkonstruiert wurde. Nachdem die geänderte Konstruktion geprüft worden war, wurde das Band am 7. August vormittags wieder abgelassen und ist seither Tag und Nacht tadellos in Betrieb. Zunächst wurde mit $v = 0,78$, dann mit $v = 1,02$ und schliesslich mit $v = 1,22$ m/Sek. gefahren. Die Bandgeschwindigkeit von $v = 1,22$ m/Sek. wurde dann als normale Betriebsgeschwindigkeit beibehalten.

Ganz eigentümlich ist das Verhalten des Öles gegenüber dem Bande, worauf ich noch bei der Besprechung der Betriebsergebnisse zurückkommen werde. Das Öl zeigt nämlich eine überraschende Anhänglichkeit an das Band, was allein die hohe Leistung in so engen Röhren und doch schon grösserer Tiefe zu erklären vermag, und sich auch in den sehr hohen Wirkungsgraden ausdrückt. Es hat uns diese Anhänglichkeit sogar anfangs gestört, da das Öl sofort, nachdem es mit Gewalt ausgepresst worden war, wieder zum Teil in das Band zurücklief und von der „Mausfalle“ nicht mehr eingefangen werden konnte. Durch Versuche bestimmte ich schliesslich die richtige Gangart der Maschine und die Stelle, an der die „Mausfalle“ anzusetzen ist, die selber wieder in ihrer Konstruktion angepasst werden musste. Schliesslich wurde noch ein Ölabstreifer, so wie bei den Versuchen Kryg 1907 erwähnt (1), angebracht, um auch jenen Teil des Öles, der nicht in starkem Strahle in die Ölrinne spritzt, sondern in leichten Wellen dem Bande nachläuft, abzufangen und zu sammeln. Von diesen Abstreifern bestehen bereits mehrere Typen, die der Reihe nach erprobt werden.

(1) Anm. „Petroleum“, No. 20, 1907.

Die Bohrlochmündung trägt eine Stopfbüchse, an die Saugleitung des Ventilators angeschlossen ist. Die Stopfbüchse wird einerseits durch die „Mausfalle“, anderseits durch einen eigenen, knapp anschliessenden Deckel derart abgeschlossen, dass das vollgesogene, aufgehende Trum gerade noch, ohne zu streifen, durch kann, während das leere, abgebende Trum dicht umschlossen ist. Der Ventilator kann daher nur schwer Luft saugen, was auch die Untersuchung zeigte, da das Gas trotz zu grosser Antriebsscheibe des Ventilators nur 10% Luft enthielt. Explosionsfähig ist erst ein Gemenge von 92% Luft und 8% Gas. Die Antriebsscheibe ist aus Holz, um sie leicht nachdrehen und so den Gang des Ventilators der Gasergiebigkeit anpassen zu können, was mittlerweile geschehen ist. Leider hat schon nach mehrtägigem Betrieb das Gas so abgenommen, dass es nicht dafür steht, zu dessen Ableitung und Verwertung eine Rohrleitung zu legen. Im Anfang des Betriebes waren die Gase noch so stark, dass die Maschine beim Nachfüllen der Schmiervasen nur sehr langsam abgestellt werden durfte, da der heftige Gasstrom den Besatz anzugreifen drohte. Wenn die Maschine in Betrieb ist, verhalten sich die Gase auch bei abgekuppeltem Ventilator vollständig ruhig und ziehen ohne jeden Stoss, ganz geräuschlos in gleichmässigen und ganz öltreinem Strome ab. Stoppt man die Maschine rasch, so verlieren die Gase dadurch plötzlich ihr „trottoir roulant“ und pfeifen scharf heraus.

Der Betrieb selbst ist natürlich absolut feuersicher und gefahrlos. Die Triebsscheiben der Maschine sind aus weichem Holz, so dass hier Stahl auf Holz läuft, Mausfalle, Bohrlochdeckel, Ölabbreifer sind durchwegs aus Holz und Filz hergestellt. Selbst bei einem Bandbruch könnte nichts geschehen, da das Band ruhig genau in seiner Zentrierung abrutscht und übrigens auch infolge der Umhüllung mit dem Besatz selbst bei heftigstem Peitschen keine Funken hervorrufen könnte. Die Maschine läuft so langsam, maximal mit 9,4 Umdrehungen der grossen Scheibe in einer Minute, dass selbst dann, wenn der Wärter die ihm bequem zugänglichen grossen Schmiervasen nicht füllen würde, kein Lager heiss gehen könnte. Und vollends die Anlage auch hinsichtlich der Feuersgefahr en parade hinzustellen, haben wir sogar das kleine Zahnrad des Antriebes in Bronze hergestellt. Vor allem aber kommt in Betracht, dass es im Bohrturm überhaupt keine Gase gibt, da sie vom Ven-

tilator noch unter der Stopfbüchse abgefangen und weggeschafft werden.

Anfangs hatten wir das Bedenken, dass die Rohrverschraubungen uns die Saugdochte des Besatzes stark auskämmen würden. Es genügt schon ein kleiner Ballen herausgerissener Wolle, 0,1 — 0,2 kg. um das Öl teilweise vom aufgehenden Trum abzustreifen und dadurch die Leistung zu vermindern.

Eine wichtige Rolle spielen die Indizierungen der Dampfmaschine, wie aus den Indikatordiagrammen (siehe später: Betriebsergebnisse) hervorgeht. Der Indikator gibt genau den mittleren Druck und die Pferdeleistung der Dampfmaschine bei normal glatt laufendem Bande an. Hat man Verdacht, dass irgend etwas nicht in Ordnung sei, so genügt eine einmalige Indizierung der Dampfmaschine, um hierüber Aufschluss zu geben und auch die Intensität der Störung festzustellen. Bei Klemmungen des Gasdämpfers z. B. steigen der mittlere Druck und die Pferdeleistung sofort um etwa 40%.

Noch bequemer wäre natürlich elektrischer Antrieb, bei dem man etwaige Anstände sofort am Ampèremeter oder Wattmeter ablesen könnte. Da die erforderliche Betriebskraft sehr gering ist, und die Gruben ohnedies durchwegs elektrisch beleuchtet sind, liesse sich ein solcher Antrieb sehr bequem und billig einrichten.

Ein Bandbruch ist nunmehr, selbst bei Betriebsstörungen, fast ausgeschlossen. Die neue Herstellungsart des Flachseiles, welches den Besatz trägt, hat sich bereits glänzend bewährt. Bekanntlich verliert ein Flachseil durch die Einbindung sehr viel von der Summe der Festigkeiten der einzelnen Längsseilchen, bei meinen Flachseilen 43 bis 45%. Durch die neue Webart wurde dieser Verlust schon bei der Reissmaschinenprobe auf 29% herabgedrückt. Ausserdem aber bietet diese Webart den einzelnen Längsseilchen, aus denen das Flachseil zusammengesetzt ist, die Möglichkeit, sich selbst auszurichten um sich beim Aushängen in so grosser Länge und beim Lauf über die Maschine, welche auf das Band eine sehr günstige „bügelnde“ Wirkung ausübt, zu egalisieren, so dass die unvermeidlichen Ungenauigkeiten in der gleichmässig sein sollenden Spannung der Seilchen zum grössten Teile ausgeglichen und alle Seilchen fast genau gleich belastet werden. Die an der Reissmaschine mit 5,700 kg. ermittelte Festigkeit des Flachseiles ist daher im

Antrieb jedenfalls bedeutend grösser. Da das Drahtmaterial gehärteter Stahl ist, fallen Belastungsgrenze und Bruchgrenze fast zusammen, so das bei dem ruhigen, ganz stossfreien Betrieb mit sehr kleinem Sicherheitskoeffizienten gearbeitet werden könnte. Sobald sich mir Gelegenheit dazu bietet, werde ich aus einem bereits gut eingelaufenen Band ein Stück heraus-schneiden lassen, um die Reissfestigkeit des durch den Betrieb egalisierten Bandes zu ermitteln.

Schliesslich gibt es noch eine sehr leichte und bequeme Kontrolle der ganzen Anlage einschliesslich des Schachtes. Schon nach kurzer Übung kann man an den aus dem Bande austretenden Ölstrahlen erkennen, wie Band und Schacht arbeiten. Je nach der Stärke und der Form dieser Ölstrahlen kann man beurteilen, ob die Anlage richtig geht, oder das Band schlecht zentriert ist oder die Ölabstreifer und Ölfänger unrichtig arbeiten, schliesslich und zwar sehr deutlich, wie der Zufluss im Schachte ist, ob er abgenommen hat oder steigt. Nach diesen Zeichen wird auch die der Leistungsfähigkeit des Schachtes am besten entsprechende Bandgeschwindigkeit reguliert.

Überraschend hoch und im ersten Momente unwahrscheinlich sind die grossen Wirkungsgrade der Bandförderung. Wenn ich auch bisher noch nicht dazu gekommen bin, die Indizierungen der Dampfmaschine gleichzeitig und kontinuierlich mit den Leistungsmessungen und Dampfverbrauchsbestimmungen durchzuführen, und daher auch weitere umfassende Untersuchungen der Anlage noch Korrekturen ergeben könnten, so sind die Wirkungsgrade doch genügend genau bestimmt, um sie als ganz ausserordentlich hoch bezeichnen zu können. Ich glaube, die Erklärung dafür und gleichzeitig für die hohe Leistungsfähigkeit des Bandes unter so ungünstigen Verhältnissen geben zu können.

Die Versuche hatten, wie schon früher erwähnt, eine ausserordentliche Anhänglichkeit des Öles an den Besatz des Förderbandes ergeben. Kaum unter hohem Druck herausgepresst, schlüpft es sofort wieder in den Besatz zurück, wenn es nicht augenblicklich eingefangen und abgeleitet wird. Der grösste Teil des Öles, der sich in das Innere des Besatzes eingezogen hat, kann überhaupt nur durch starken Druck herausgetrieben werden.

Es gibt natürlich keinen Schacht von solcher Tiefe, der ge-

nau gerade und senkrecht gebohrt wäre. Da das Band bestrebt ist, genau senkrecht zu hängen, und ausserdem die Rohre sehr eng sind, muss es unbedingt an einer ganzen Anzahl Stellen an der Schachtverrohrung anliegen und sie streifen. Nehmen wir den Neigungswinkel eines sonst richtig gebohrten, jedoch wie stets in Schlangenlinie verlaufenden Schachtes mit maximal 2° an, was weit mehr ist, als die Praxis wegen des Nachstossens der Rohrkolonnen zulässt, da die Abweichung bei Tief-schächten höchstens 2 m. auf 1.100 m. Tiefe, also ca. 6', betragen soll, so berechnet sich der Druck, mit dem das Band im Maximum an den Rohrwänden streifen könnte, nach der Formel $p = P \sin \alpha$, bei einer Streifstelle in z. B. 700 m. Tiefe für den Schacht No. 25 auf 16,75 kgr. während der Druck an der Pressrolle über 1.100 kgr. beträgt. Ein so geringer Druck ist nicht imstande, eine nennenswerte Ölmenge aus dem Bande auszupressen. Mit normaler Abweichung von der Senkrechten, d. i. 2 m. auf 1.100 m. würde der Druck gar nur 0,85 kgr. betragen.

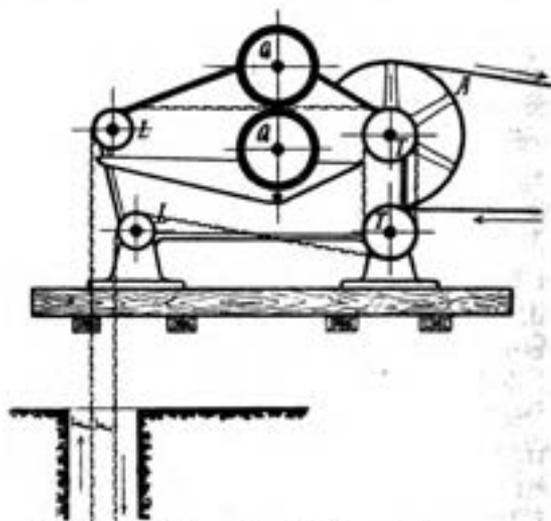
Anders liegt der Fall bei den Kanten der Rohrverschraubungen und an den Verengungsstellen der schlecht aufgeschnittenen Gewinde. Hier könnte allerdings von den Spitzen der Saugdochte des Besatzes das lose angehängte Öl abgestreift werden. Ich zweifle auch nicht, dass dies geschieht. Aber verloren geht es trotzdem nicht. Versuche haben mir bewiesen, dass es nicht einerlei für die Meterleistung und für den Wirkungsgrad ist, mit welcher Geschwindigkeit gefahren wird. Ist die Bandgeschwindigkeit zu gross, also bei Schacht No. 35 über 1,2 m/sec., so wird das Band überflüssig stark in Anspruch genommen und keine wesentliche Mehrleistung erzielt. Es nimmt einfach die Meterleistung ab. Ist sie aber klein, so sinkt die Leistung des Bandes ganz bedeutend, fast plötzlich herab. Für den Schacht No. 25 liegen die richtigen Fahrgeschwindigkeiten je nach der Stärke des Zuflusses zwischen 0,9 m/sec und 1,2 m/sec. Die Sache verhält sich offenbar folgendermassen: Wenn das Band an einer Rohrkante so stark streift, dass von dem nur oberflächlich anhaftenden Öl etwas abgestreift wird, so muss der weiche Besatz schon so dicht anliegen, dass das Öl keinen Platz hat, zwischen Band und Rohr abzulaufen. Da sich das Band verhältnismässig rasch an dem feststehenden Rohr vorüberbewegt, so wird das Öl durch Adhäsion und Massenmoment eine kurze Strecke zwischen Band und Rohr mitgezogen werden.

Dabei kommt es aber über das Hindernis hinüber und kriecht dann infolge der grossen Aufsaugungsfähigkeit der Saugdochte sofort wieder in das Band zurück. Es hat also nur vorübergehend, bis das Hindernis überwunden ist, seinen Platz verlassen und kommt doch mit dem Bande empor. Läuft das Band aber zu langsam, so beginnt tatsächlich das Abstreifen und abtropfen von bereits aufgesaugtem Öle, was sich aber beim Schacht No. 25 nur im Wirkungsgrad der Anlage, nicht auch in der Meterleistung direkt, ausdrückt, da bei langsamerem Gange das Band länger am Ölspiegel bleibt und sich besser vollsaugen kann. Indirekt zeigt sich das Abtropfen bei zu langsamem Maschinengang auch in der Meterleistung insofern, als diese im Schacht No. 26 bei geringerer Geschwindigkeit grösser werden sollte.

Bei dem hohen Wirkungsgrad der neuen Anlage kommt noch in Betracht, dass die Rohrkanten in Erdölschächten stets mit sogenanntem Rohrwachs oder weichem, schmierigem Schmutz verkleidet sind. Das Band kann also, da der nachgiebige Besatz diese Schutzringe schon, leicht darüber gleiten. Jener Teil der Rohrkrümmungen, der seitlich vom aufgehenden Trum oder auf der Seite des abgehenden Trummes liegt, ist natürlich einflusslos. In Betracht kämen daher überhaupt nur ca. 15% des inneren Rohrumfanges.

Die bedeutende Leistungserhöhung des Schachtes nach seiner Verlängerung, die gegenüber dem Plungerbetrieb mehr als 50% betrug, rührt daher, dass das Band tatsächlich die ganze Ölsäule bis auf 16½ m. aus dem Schacht wegnimmt und diesen kontinuierlich bis 1170 m. Tiefe trocken hält, während der Plunger im besten Falle wegen der perforierten Rohre den Schacht nur bis auf 1064,5 m. Tiefe zu entleeren vermag, also mindestens 122 m. Ölsäule mit rund 11,5 Atm. Gegendruck im Schacht belässt. Ausserdem arbeitet der Plunger diskontinuierlich und kann nur so arbeiten, denn wenn die Ölsäule nicht über die perforierten Rohre hinausreicht, so bringt er kein Öl herauf, weil es beim Anfahren des Plungers durch die Rohrlöcher wieder zurückläuft. Schacht No. 18 der A.-G. für Naphtha-Industrie hatte z. B. bei 152 m. perforierten Rohren so wenig Produktion, dass der Betrieb eingestellt werden musste. Dafür ergab ein Nachbarschacht täglich 2½ bis 3½ Zisternen. Nachdem die perforierte Rohrtour auf 45 m.

verkürzt worden war, ergab der Schacht No. 18 anfangs ca $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zisternen täglich, worauf sich sein Nachbar sehr bald zur Einstellung des Plungerbetriebes veranlasst sah, da nunmehr der andere Schacht kein Öl mehr hatte. Ist die perforierte Rohrtour aber zu kurz, dann sperrt man sich selbst den Zufluss ab.



Schematische Darstellung des Förderverfahrens nach dem System Leinweber.

In der Tabelle I sind die Betriebsmessungen für 102,5 m. Tiefe zusammengestellt.

Tabelle I. Bandförderanlage in Schacht No. 25 der A.-G. für Naphthaindustrie in Boryslaw.
Ermittlung der richtigen Regulierung. Das Band arbeitet in 1 102,5 m. Tiefe und 116 mm. auf 110 mm verengter lichter Rohrweite. Der Schacht hat zu wenig Zufluss.

No. der Beobachtung	Datum	Schachtabgaben	Angaben über das Band	Minutl. Umdrehungen der Förderseilwinde	Bandgeschwindigkeit in Meter per Sekunde	Dauer der Messungen		Oildförderung in kg.			Dampfverbrauch		Industrielle Förderkräfte ohne Ventilator	Dampfverbrauch per Förderkraftwinde	Wirkungsgrad nach Abzug der einfachen Leertouren	1 kg Dampf fordert	Zustand der Gase	Bemerkungen
						Stunden	Minuten	im Ganzen	entspricht Leistung von einer Tagesleistung von	per Meter Bandweg	per Stunde	per 1 kg gefördertem Öl						
4. V				8,8	1,15	38	0,63	2.150	51.800	0,530	—	—	—	—	—	—	Schwach	Wegens des Öl. die bei 20° unter 20° we. abfließen. Ist nicht alles im Band, sondern in wenig bei
8. VII				8,8	1,15	6	6	6.750	1.150,27	0,278	—	—	7,08	—	—	—	—	—
10. VII				7	0,91	4,01	4,67	4.630	870,21	0,266	—	—	—	—	—	—	—	—
21. VII				7	0,91	5,30	5,5	4.200	765,18	0,234	—	—	—	—	—	—	—	—
31. VII				7	0,91	8	8,0	6.440	805,19	0,276	—	—	—	—	—	—	—	Die Manschette schlüsselt nicht gut.
4. IX. VII				8	1,04	3,40	3,67	2.100	570,14	0,152	—	—	—	—	—	—	—	Band falsch einreguliert.
5. IX. VII				7,2	0,94	10,12	10,7	10.180	955,23	0,283	—	—	—	—	—	—	—	Der neue Öl-fänger bewährt sich nicht.
6. IX. VII				6,2	0,81	6,56	6,93	1.950	298	7.150	0,102	—	—	—	—	—	—	Versuche mit Öl-fängern. Verbesserer Öl-fänger.
7. IX. VII				6,2	0,81	6,30	6,5	2.100	324	7.180	0,115	—	—	—	—	—	—	—
8. IX. VII				8,0	1,09	1,55	1,9	1.670	880,21	0,240	422	0,48	6,5	—	—	—	—	—
9. IX. VII				8,0	1,09	10,05	10,05	7.700	770	18.500	0,210	412	0,54	8,2	—	—	—	—
10. IX. VII				6,0	0,78	1,58	1,97	750	382	9.150	0,137	380	10,0	6,32	60,0	25	abnehmend	Das neue Öl-fänger ist nicht so schnell abnehmend wie der alte.
11. IX. VII				9,0	1,17	1,30	1,5	1.350	900	21.600	0,215	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle II. Betriebsanalyse des chlorulierten Bandes in 1.165 m. Tiefe.
 Bei Versuch 12 und 13 fördert das Band außer dem Ölzufluss noch in den Rohren angesammeltes Öl und erreicht bei Versuch 13 infolgedessen nahezu seine normale Leistungsfähigkeit. Wegen des geringen Schachtzuflusses arbeitet das Band dann mit wesentlich reduzierter Meterleistung. Die günstigste Geschwindigkeit liegt bei diesem Schacht bei $v = 1.3$ m/sec. Die Regulatorseibe wurde dementsprechend abgeändert.

No. des Versuches	Datum	Schachtangaben	Angaben über das Band	Minutliche Umdrehungszahl der Förderschleibe	Bandgeschwindigkeit in Meter per Sekunde	Dauer der Messungen		Ölforderung in kg.		Dampfverbrauch	Indizierte Pferdestärken ohne Ventilator	Dampfverbrauch per 1 Pferdekraftstunde	Wirkungsgrad		Zustand der Gase	Bemerkungen		
						Stunden	Minuten	Stunden	in einer Stunde				per Stunde	Totale			nach Abzug der einfachen Leergangsarbeit	1 kg. Dampf fördert Öl in kg.
1225, VII				8	1,02	2	2,00	3,900	1,950	16,800	0,322	—	—	—	—			
1326, VII				7	0,91	4,25	4,40	6,650	1,480	35,500	0,454	—	—	—	—			
1426, VII				7	0,91	7,05	7,10	7,200	1,020	24,900	0,312	—	—	—	—			
1527, VII				7,8	1,01	6,02	6,03	6,600	1,100	26,400	0,304	270	0,246	5,95	45,2	80,5	93,0	4,08
1627, VIII				6	0,78	13,57	13,95	11,250	885	21,200	0,316	366	0,346	5,25	58,5	72,5	81,0	2,90
1728, VIII				10	1,30	4,27	4,45	5,700	1,280	30,600	0,275	372	0,290	7,52	19,4	74,0	94,5	3,45
1828, VIII				10 ohne Regulator.	1,30	5,22	5,37	7,400	1,380	33,000	0,297	390	0,282	—	—	nicht indiziert	3,55	

Wie in Tabelle I. Durch zweitägiges Pumpen mit dem Bande begann die Ergiebigkeit des Schachtes wesentlich zu steigen von rund 20.000 kg. auf über 30.000 kg.

Während der Indizierungen in 1.165 m. Tiefe, nachdehnd bis 1.170 m. Tiefe. Sonst wie in Tabelle I.

Bei raschem Stillstand der Maschine scharf blasend, sonst auch bei abgestelltem Ventilator in ruhigem, gleichmäßigen Ströme fließend.

Der Ölzufluss wechselt scheinbar mit der Tageszeit und war um 6 Uhr früh und gegen Abend am stärksten.

Leitung frisch isoliert, noch teilweise nass. Fehler in der Dampfverbrauchsrechnung.

ÜBER DEN EINFLUSS DES SCHÖPFENS AUF DEN ZUFLUSS VON WASSER UND ERDÖL NACH DEM BOHRLOCHE

VON
R. SORGE.

Es gibt drei Arten, aus den Bohrlöchern die Flüssigkeiten zu entnehmen: das Fördern 1. mittelst Schöpfens, 2. mittelst Pumpen, 3. mittelst Pressluft. Die letzte Art hat in neuerer Zeit viel von sich reden gemacht, ist auch vielfach versucht worden, hat sich aber nicht recht einbürgern können und zwar hauptsächlich deshalb, weil der Betrieb mit Pressluft an einige einschränkende Bedingungen gebunden ist, vor allem daran, dass die Flüssigkeit im Bohrloch ungefähr so weit ansteht, wie ihr Spiegel von der Mündung entfernt ist. Diese Bedingungen werden nicht überall, am allerwenigsten in Rumänien erfüllt, so dass sich der Betrieb des Schöpfens mittelst Pressluft nicht verbreitet hat. Wo aber diese erwähnte Bedingung gegeben ist und es sich darum handelt, recht grosse Mengen von Flüssigkeit zu bewältigen, ist dieser Betrieb mit Pressluft ausserordentlich vorteilhaft. Die 2. Art der Förderung, die des Pumpens, ist die einfachste und billigste. Auch sie ist nicht überall anwendbar, weil sie auch an Bedingungen gebunden ist, die nicht überall erfüllt werden, z. B. daran, dass das Öl ohne Sand, der Gaszutritt gering ist und der Spiegel der Flüssigkeit nicht schwankt. Wo man weder mit Pressluft noch mittelst Pumpen fördern kann, fördert man allgemein mittelst Schöpfens. Dies ist wirklich das Universalmittel, überall anwendbar und gebräuchlich. Es ist allerdings, feuerwirtschaftlich, gesprochen, nicht vorteilhaft, dagegen seiner allgemeinen Anwendbarkeit wegen sehr beliebt. Das Fördern mittelst Schöpfens hat—abgesehen davon, dass die Flüssigkeitssäule im Bohrloch erniedrigt wird—noch einen hydrodynamischen Einfluss, von dem wir hier sprechen wollen.

Es gibt zwei Arten Drucke, die über Flüssigkeiten auftreten: die hydrostatischen, die von der Höhe der Flüssigkeitssäule abhängen, und die nicht recht erkannten hydrodynamischen, die ganz allein von der Bewegung als solche abhängen. Diese hydraulischen Drucke üben einen ausserordentlich grossen Einfluss beim Schöpfen aus; darum denke ich, wird es sich lohnen, die hydraulischen Drucke näher zu besprechen.

Auf den festen Körper, der sich in einer unbegrenzten ruhenden Flüssigkeit bewegt, übt auch diese Flüssigkeit einen Druck aus, der von der Grösse des Körpers, der Dichte der Flüssigkeit, worin er sich bewegt, und von der Geschwindigkeit der Bewegung abhängt. Dieser Druck entspringt einerseits aus der Veränderung des Zustandes, die bei der Bewegung in der Flüssigkeit verursacht wird, anderseits aus der Kraft des Zusammenhanges der Flüssigkeitsteilchen. Der bewegte Körper erzeugt vor sich einen erhöhten Druck, schiebt die Flüssigkeit vor sich her und staut sie an, so dass bei fortwährender Bewegung ein Zuwachs der Flüssigkeit und nach unten ein Abfluss entsteht. Was hier von der Bewegung des Körpers in der unbegrenzten Flüssigkeit gilt, gilt in viel höherem Masse von der Bewegung in einem engbegrenzten Raume, und wie es hier der Fall ist, im Bohrloche. Der Schöpfeimer im Bohrloch schiebt das Wasser vor sich her, drückt darauf, und umgekehrt drückt die Kraft auf das Wasser, das anstaut, nach unten fließt und sich unter dem Körper vereinigt. Da sich aber die Wasserfäden nicht plötzlich unter dem Körper schliessen können, so entsteht eine Wirbelbewegung, hierdurch eine Lockerung des Zusammenhanges und eine Druckverminderung. Diese ebenfalls nach unten gerichtete Druckverminderung nennen wir p_2 . Ausserdem bestehen hydrostatische Drucke auf den Körper und zwar auf die obere Fläche der Druck K_1 und auf die untere Fläche K_2 . Es drückt also auf die obere Fläche des Körpers eine Kraft, die gleich ist dem hydrostatischen Drucke K_1 , vermehrt um den hydrostatischen Druck p_1 . Der Druck auf die untere Fläche des Körpers ist gleich dem hydrostatischen Druck K_2 , vermindert um den hydrostatischen Druck p_2 . Jetzt kommt es darauf an, die Grösse dieser Druckverminderung p_2 zu bestimmen. Nach den Gesetzen des Stosses kann man die Wirkung der Bewegung der festen Körper auf das ruhende Wasser oder umgekehrt den Widerstand des ruhenden Wassers gegen die Bewegung des Körper aus-

drücken durch $p = F\gamma\varphi \frac{v^2}{2g}$; hierbei ist F der Querschnitt des Körpers, γ die Dichte der Flüssigkeit, v die Geschwindigkeit, mit der sich der Körper bewegt, und φ ein Widerstand, ein Erfahrungskoeffizient, der durch Beobachtungen und Versuche festgestellt werden muss. Dieser Koeffizient wurde bei der Bewegung eines Körper im unbegrenzten Raum durch Versuche ziemlich genau festgestellt; über dessen Grösse bei der Bewegung in einem geschlossenen Raum sind aber keine Versuche angestellt worden. Ich habe daher im Januar 1905 in der grubentechnischen Abteilung der Deutschen Petroleum — A. G. unter Mitwirkung meines damaligen Assistenten Walter Emminger Versuche angestellt, diesen Koeffizienten φ zu finden, und ich kann sagen, es ist geglückt, diesen Koeffizienten für alle in der Praxis vorkommen den Durchmesser von Schöpfheimern zu bestimmen. Nun kommt es nicht so sehr auf den Durchmesser an, als vielmehr auf das Verhältnis der Querschnitte von Schöpfheimer und Bohrloch. Bei den Versuchen wurde das Bohrloch durch ein ungefähr 4 m langes eisernes Rohr dargestellt, der Schöpfheimer durch zylindrische Blechgefässe von 300 mm. Länge und verschiedenen Durchmessern. Das Bohrloch stand in Verbindung mit einer kommunizierenden Röhre von beliebigem Durchmesser; auf dieser Röhre war ein Vakuummeter. Wenn beide Röhren so weit gefüllt sind, dass zwischen der Platte des Vakuummeters und der Oberfläche kein Raum ist, so kann man beim Vakuummeter jede in der Flüssigkeit entstehende Druckverminderung messen. Die Bewegung wurde auf folgende Weise hergestellt. Beim Blechgefäss K geht eine Schnur über eine Rolle, in horizontaler Richtung über eine zweite Rolle, und an der Schnur hängt ein Gewicht g . Man lässt das Gewicht fallen und misst die Zeit, in der das Gewicht g die Fallhöhe H durchfällt. Nach den Gesetzen des freien Falls ist $H = \frac{1}{2}gt^2$. Bei uns handelt es sich nicht um die durch g dargestellte Beschleunigung der Schwere, sondern um eine Bewegung im widerstehenden Mittel. Während das Gewicht g fällt, steigt der Körper K mit genau derselben Beschleunigung aufwärts. Deshalb geben uns die Verhältnisse des Falles von g alle Verhältnisse des Steigens von K an. Nennen wir die Zeit, in der der Körper fällt, t_1 und die dabei entstehende Beschleunigung g_1 , so haben wir:

$$H = \frac{1}{2} g_1 t_1^2$$

Nun ist g_1 die Beschleunigung, die der Körper bei seiner Bewegung in der Flüssigkeit erfährt, auf die schon der Widerstand der Flüssigkeit Einfluss gehabt hat, also zu dem gesuchten φ in Beziehung steht.

Ein anderes Gesetz ist: $v = gt$, in unserm Fall $v_1 = g_1 t_1$. Aus der ersten Gleichung berechnen wir:

$$v_1 = \frac{2H}{t_1}$$

und setzen den Wert für g_1 ein:

$$v_1 = \frac{2H_1}{t_1} = \frac{2H}{t_1}$$

oder in die Beschleunigung in der Flüssigkeit. Die Druckverminderung hat uns das Vakuummeter angezeigt. Tragen wir die Werte V_1 und H_1 in ein Koordinatensystem mit der Ordinatenachse y , der Abszissenachse x und dem Schnittpunkt A ein, so finden wir einen Punkt der gesuchten Kurve. Ebenso suchen wir einen zweiten Punkt der Kurve: wir legen auf das Gewicht eine Platte, das Gewicht fällt schneller, die Bewegung des Körpers in der Flüssigkeit ist auch schneller. Nun messen wir wieder die vom Körper benötigte Steigzeit, nennen sie t_2 und finden dann beim Einsetzen in die Gleichung $= H \frac{1}{2} g_2 t_2^2$ die Beschleunigung, die dieser neuen Bewegung entspricht. Daraus finden wir wieder v_2 und so einen zweiten Punkt der Kurve. Auf diese Weise suchen und finden wir so viel Punkte als nötig und erhalten eine genaue Kurve. Untersuchen wir nun die Art dieser Kurve. Wir haben die Gleichung:

$$p = F\gamma\varphi \frac{v^2}{2g}$$

Die Druckverminderung ist das Gewicht einer Flüssigkeitssäule, die den Querschnitt F , die Höhe h und das spezifische Gewicht γ hat. Das Gewicht der Wassersäule ist dasjenige derselben, um die es sich handelt, also

$$p = hF\gamma;$$

andererseits ist:

$$p = F\gamma\varphi \frac{v^2}{2g}$$

Mithin sind die beiden Ausdrücke gleich. Dividieren wir beiderseits durch F und γ , so erhalten wir:

$$h = \varphi \frac{v^2}{2g}$$

Schreiben wir die Gleichung um, so ist:

$$v^2 = \frac{2hg}{\varphi},$$

also:

$$\gamma_1 = \frac{2g}{\varphi} x,$$

d. i. die quadratische Gleichung der Parabel. Der Parameter der Parabel kann bekanntlich sofort abgemessen werden, und daher

bekommt man: $2p = \frac{2g}{\varphi}$

Auf diese Weise haben wir φ berechnet. Diese Versuche lassen sich überprüfen. Bei allen Versuchen laufen Fehler der Beobachtung unter; es war auch sehr schwierig, den Ausschlag des Zeigers und das Fallen auf Bruchteile von Sekunden zu messen, und deshalb haben wir den Versuch auf eine andre Art wiederholt und sind, wie ich gleich sagen will, zu ganz denselben Resultaten gekommen. Wir nahmen dasselbe Bohrloch, unten eine Gummibläse, der gefüllte Körper von einer Art Flasche umgeben, die wieder ein kommunizierendes Rohr hat. Wenn man jetzt 4 m. Flüssigkeit auffüllt, so dehnt sich die Gummibläse aus und verdrängt das Wasser aus dem Gefäß; wenn man von der Flüssigkeit abschöpft, so zieht sich die Blase zusammen. Auf diese Weise können wir am Röhrchen die Druckentlastung genau ablesen. Wir kamen hier bei auf dieselben Grössen φ . Es stellte sich heraus, dass bei einem Durchmesser des Schöpfeimers von 13,3, einem Durchmesser des Bohrloches von 26,6, in einem Querschnitt von 1,4 das $\varphi = 1,07$, wir dann Druckverminderung h erhalten, wenn wir die Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ mit 1,07 multiplizieren. Bei einem Durchmesser

des Schöpfheimers von 17,9 bei demselben Bohrlochdurchmesser (das entspräche in Wirklichkeit einem Schöpfheimerdurchmesser von 200 mm. bei einem Bohrloch von 300 mm.) ist $\varphi = 3,77$. Beim Schöpfen mit einem solchen Eimer haben wir während des Schöpfens unter dem Schöpfheimer die Höhe der Druckverminderung h ; ferner haben wir die Druckverminderung bei unserem Schöpfen. Wir wissen genau, um wieviel, abgesehen von jeder Veränderung der Flüssigkeitssäule, der hydrostatische Druck durch das Schöpfen vermindert wird. Wird der Eimerdurchmesser grösser, dann wird $\varphi = 15,7$; dann ergibt sich bei der in Rumänien gebräuchlichen Geschwindigkeit eine Druckverminderung von etwa 10 m. Einem Querschnitt von 0,74 entspricht ein Widerstands-koeffizient von 45,6. Auf die rumänischen Verhältnisse angewandt ist dann

$$h = \frac{45,6 \times 6,25}{19,62} = 14,59$$

Beim Schöpfen mit dem Schöpfheimer von 260 mm Durchmesser erzeugen wir also eine Druckabnahme unter dem Eimer von 14,59 m. In Baku, wo man mit 4 m. Geschwindigkeit schöpft, vermindern wir den Druck unter dem Eimer um eine Flüssigkeitssäule von 37,01 m und bei einem 230 mm Schöpfheimer erhalten wir eine Druckabnahme von 42,4 m. Es ist recht interessant, diese Rechnung rein wissenschaftlich fortzusetzen; für uns Grubentechniker hat es keinen Wert. Wenn wir die Querschnittverhältnisse als Abszisse und die Koeffizienten als Ordinate auftragen, so bekommen wir eine logarithmische Kurve. Wenn das Querschnittverhältnis 1 wird, dann ist der Koeffizient ∞ . So sagt uns diese kurze mathematische Formel: Wenn wir das Querschnittverhältnis von Bohrloch und Durchmesser vergrößern, so können wir den Koeffizienten φ unendlich gross machen, d. h. wir können jede nur irgend nötige Druckverminderung schaffen, jede Belastung der Schichten aufheben.

DESCRIPTION OF THE L. W. BROWN OIL AND SAND SEPARATOR

OBJECTS

The object of the apparatus is to enable oil which is laden with sand to be separated and delivered to storage simultaneously with the production from ground; heretofore, the oil was separated by leeching in open sumps.

THE APPARATUS PROVIDES ADVANTAGES AS FOLLOWS :

- 1st. Saves loss from absorption.
- 2nd. Saves loss from evaporation.
- 3rd. Saves all the oil adhering to sand particles and leaves the sand particles entirely free and clean of oil.
- 4th. Saves the live steam and appliances necessary to heat oil and to handle same, when the oil is leeching in open sumps.
- 5th. Obviates any loss from the accidental breaking or overflow of the open sumps.
- 6th. Reduces the danger of loss by fire, as no oil is contained in sumps or unprotected storage.
- 7th. Admits of the positive and satisfactory gauging in proper storage of the production, each twenty-four hours, or as often and whenever desired.
- 9th. Utilizes the heat contained in the exhaust steam of the engine operating oil well, which heretofore has been allowed to waste.
- 10th. Provides means by which the water contained in the exhaust steam of the engine operating oil well, may be recovered and re-used in boilers, which on fields where water is poor in quality for boiler use, is of large value.
- 11th. The improving of standard of men employed on oil

fields by removing the dirty, roustabout work, incidental to the leeching of oil from sand, providing and making the work more attractive and interesting by conducting the operations upon more intelligent and improved lines.

12th. Economies in the production of oil on fields where the wells are of capacity of two hundred barrels per twenty-four hours, or less, by providing means by which the oil from two or more wells can be cleaned and delivered to storage by the head contained in the exhaust steam of the engine which operates one of the wells direct, and the other wells by wire rope transmission, which transmission is so arranged as to not only pump but also pull tubing, run tools when necessary and do all work incident to the proper care of wells; this transmission of power is the subject of investigation at this time and will perhaps be the subject of future exhibit.

The satisfactory separating of sand from oil, as same is produced, requires that the apparatus shall have qualifications as follows, viz.:

- a.* To be absolutely continuous in its operation.
- b.* To admit of proper regulation of heat to suit the volume and grade of oil being treated.
- c.* To be non-cloggable and easily and readily cleaned.
- d.* To be simple and cheap in construction, and secure against any disarrangement in operation, and its proper operation readily adjusted by men not endowed with other than the most ordinary intelligence.
- e.* Such proportions and arrangements as will properly handle any grade of oil, containing any degree of saturated sand, in such volume as is susceptible of being properly treated by the total heat contained in the exhaust steam from the engine to which it may be connected, which for the San Joaquin Valley oil with gravity of 14° to 18°, and heavily charged with sand, is 500 to 600 barrels per twenty-four hours.
- f.* The apparatus must also be susceptible of such attachments being made as may be necessary for the treatment of oil from wells where large quantities of gas are eliminated, and in such manner as to admit of the proper collection and use of the gas.
- g.* For treating oil of very light gravity, where distillation takes place at low temperature, the apparatus must be such as to admit of but little or no loss from this cause.

DESCRIPTION OF APPARATUS

The following description of the apparatus is aided by the accompanying plans, which plans are a general arrangement showing apparatus in position and connected to well, and three sheets of details of construction (1).

In the main the apparatus consists of a separating tank about five feet in diameter and eight feet high, provided with dry heater, sand discharge, baffle plates, flow pipe connecting to the flow tank, oil and water injection, and piping for passage of exhaust steam.

A small flow tank, to receive the clean oil, from which the oil is delivered by usual devices to the oil pump by which it is delivered to storage; this pump may be of any design, either power or steam; a very satisfactory pumping arrangement is provided by using a 4" and 10" single acting power pump, attached by grip and knuckle joint to a connecting rod connected to the walking beam of well pumping outfit.

These tanks if located and arranged as shown on general plan provide perhaps as convenient an arrangement as is desired, and the construction of tanks somewhat on the lines shown provides the necessary rigidity and solidity.

The dry heater in separating tank is provided with a partition in the right hand leg for purpose of allowing the exhaust steam to flow through the lower ten cross pipes, and into the left leg and back to the upper right hand leg through the upper ten cross pipes; after leaving the dry heater the exhaust steam is either allowed to escape to the atmosphere, or is delivered to the oil injection pipe and mixed with the oil as it comes from the well and goes into the separating tank as a wet heater, or a portion is allowed to escape to the atmosphere and the balance used as a wet heater as may be desired, and as is determined by the volume and grade of the oil being treated. The regulation of the amount of heat from the exhaust steam, required as a wet heater is accomplished by the valves A and B.

A check valve C is provided in the exhaust steam lines to prevent any oil from entering same, and any condensed water contained in the exhaust steam which may be escaping to the

(1) Plans and sheets of details were not presented by author.

atmosphere is caught and delivered into the separating tanks by the pipe arrangement shown on general plans.

A gate valve D is placed on bottom of left leg of dry heater to drain the water from the heater when apparatus is idle or when first starting the machine.

The exhaust steam from engine operating the oil well is connected at the bottom of dry heater, as shown on general plan; in fields where wells are operated by jacks or gas engines or where no exhaust steam is available the heat required may be secured by live steam, in which event none would be allowed to escape to the atmosphere and only a very small amount would be required.

Baffle plates, about as shown, are provided to assist the precipitation of the fine sand.

An expansion tank for heavy oils, open on top, is provided to prevent slopping over when the expansion of the oil in the separating tank occurs, which takes place when first starting machine, or when a proper and uniform heat is not being maintained; for light oils this expansion tank is covered and provided with a safety valve set to about two pounds to guard against any collecting of pressure, which may be caused from any unforeseen reason, clogging flow pipe, or any sudden and intense variation of heat.

In the bottom of the separating tanks is provided a large, specially constructed valve by which the sand collecting in the separating tank is discharged, the sand being delivered into an inclined sluiceway, by which it is conveyed away from the machine and to such location as to require no further handling.

The special discharge valve constructed and operated as shown on general and detail plans, provides a very satisfactory arrangement for discharging the sand from separating tank; as will be observed the valve is made hollow, and provided with fifteen small holes, aggregating an area equal to that of a one inch pipe, and as shown on general plan, water under pressure is connected with the valve and used when cleaning the machine to break up any bridging or solidification of sand around the valve.

To provide the breaking up of any bridging or solidification of sand in the separating tank, a water-circulating system is

provided as shown on plans, which consists of the delivery of water through eight jets, aggregating the area of a one inch pipe and so placed as to act against every portion of the tank and completely break up any bridging of sand which may occur.

This water-circulating system is also used for delivering the necessary water to the separating tank when starting the machine and after cleaning the same.

The pipe delivering oil from well to separating tank is about as shown on general plan, the flanges in pipe are for purpose of ease in removal when it is desired to pull the tubing of well.

When more than one well is delivering into one separator a check valve is placed in the oil lead line from each well.

The oil is delivered into the separating tank by allowing the same to flow through slotted openings as shown, of such dimensions as will resist clogging and at same time provide as great a dividing up of oil as is required for proper contact of each and every particle of the oil with the hot water contained in the separating tank.

A telltale, as shown, is provided on the separating tank to guide the operator in the proper operation of the machine.

A sand thief, constructed of a small rod with iron disc on bottom, is allowed to be moved, over proper pulleys, up and down in the separating tank, by which the operator can ascertain the depth of sand which may be collected in the tank and thus determine when necessary to clean.

The flow tank is provided with usual swing pipe and strainer placed on suction to oil pump, and for the entrainment and disposal of any fine particles of sand which may escape from the separating tank, a few inches of water, determined by a telltale, is carried in the bottom of the tank, and any collected base is discharged through the clean-out pipe, which is provided with a quick opening gate valve and with a water connection directly over same as shown on plan.

To guard against loss of oil from clogging or breaking of oil-pump the overflow from flow tank may be connected so as to deliver the overflowing oil back into the well; while it is desirable to have this safeguard, a continuous operation of the machine for six months has provided no occasion for its use.

In cold weather, and with heavy oil, it was found that where machine was shut down for day or so, to pull or repair the oil well, that the suction valve of pump would stick and the oil in line to storage, being cold, was hard to start moving; these conditions were very satisfactorily overcome by connecting a $\frac{3}{8}$ steam line to the suction valve and discharge pipe, — when within five minutes satisfactory working conditions of oil pump and discharge lines were secured.

The above description and the accompanying plans represent a machine which operates very satisfactorily on oil of about 15° gravity, containing very large quantities of sand and little or no gas and where heat required for satisfactory work is from 170° to 185°, and at which little or practically no loss arises from distillation.

For very light oil containing sand, the machine as above described would be modified by making separating and flow tank tight, by covering the expansion tank and flow tank, and providing a light pressure safety valve, connected with well casing, to guard against any danger from accumulated pressure and against loss, as it is possible that any vapor escaping would be condensed in well casing; and providing a coil for circulating water in flow tank and cooling fluid and condensing any vapors.

The heat in separating tank for light oil to be maintained at from, say 115° to 140°, or as low as can be maintained and proper work performed.

For wells which produce large quantities of gas, an upright pipe to connect the pipe delivering oil to separator from well with a sheet iron reservoir, say, 20" in diameter and 5 feet long, placed over top of separating tank, and connecting tank by proper sized pipe with the top of separator in order to return to separator any entrained fluid or condensed vapor; the gas reservoir to be connected to gasometer, or direct to gas burners and from top of same.

THE OPERATION OF APPARATUS IS AS FOLLOWS, VIZ :

Exhaust steam from engine operating well is allowed to flow into the dry heater and pass as a wet heater into separating

tank or to atmosphere, as the volume and quantity of oil being treated will determine; this regulation of heat required being made by valves A and B. Water is maintained in separating tank up to the tell tale; this water is heated and kept hot by the dry heater. The oil from oil wells is pumped direct into the separating tank through the slotted openings in the injection pipe and is there divided up; the oil falls direct into the hot water bath, which separates and washes the sand from the oil; the sand settles to bottom of separating tank and the oil rises till it overflows into the flow tank, where it is further cleaned if necessary and delivered to oil pump, discharging to place of storage, the oil in flow tank having such temperature as to enable its being pumped and flowed through pipe of proper proportion without further heat, or requiring further treatment; and this movement of oil as fast as produced from such wells as are attached to separator, is absolutely and positively continuous, without any stopping of machine, or oil well pump, for cleaning or from any cause whatsoever.

The operator, in making his rounds to attend to oil pumping machinery every two or three hours, drops the sand thief, and if he finds sufficient accumulations of sand he cleans the machine, which consists of his opening a one inch gate valve, and allowing water to flow into the main hollow valve, and then bear down on the lever operating main sand valve till all the sand is discharged, when he lets loose the valve lever and the valve seats itself! He then allows water to flow into tank till up to the tale, then closes valves and goes to the other wells on his beat. The actual work of cleaning sand from separating tank and delivering it away does not consume on an average one minute.

As will be observed, in the operation of machine there is required no hard work or drudgery, which is a very important feature to secure a proper attention on part of the operator; the whole work required being no more than that which is required for proper oiling of engine operating the oil well pump.

The present state of the method of separating oil from sand has been reached only by many months of close study and experimenting, and it has been considered wise, and as only fair and equitable that the gray matter expended in bringing the

art to its present state should be recompensed by such yellow matter as should properly and reasonably attend any measure providing economies in the world's work; hence, the appliance described in the foregoing is now being provided with such protection as the laws of the several countries provide.

ÜBER DIE WÜNSCHENSWERTE STELLUNG DER NAPHTHA-CHEMIE UND GEOLOGIE IN DER ALLGEMEINEN NATURWISSENSCHAFT

VON
K. CHARITSCHKOW.

Naphtha, Bitumen und teils alle kohlenhaltigen Mineralien bilden ein neues Material für die wissenschaftliche Untersuchung. In den letzten Jahren hat dieses Studium viele Fortschritte gemacht und ein grandioses, allgemein interessantes, wissenschaftliches Material hervorgebracht. Es wurde die Bedeutung der Kohlenmineralien in den elementaren Naturprozessen, ihr Zusammenhang und die Klassifikation festgesetzt, ausserdem die physikalische und chemische Zusammensetzung der Erdöle und Bitumen bestimmt. Also entsteht die Frage, in welcher Weise man dieses reiche und hoch interessante wissenschaftliche Material mit der allgemeinen Wissenschaft verbinden könne. Die gegenwärtige Lage dieser Untersuchungsobjekte, so wie die Einteilung derselben unter Geologie und Mineralogie kann nicht als bequem und rationell bezeichnet werden, nicht nur wegen des grossen Volumens und der Wichtigkeit der genannten Teile dieser Kenntnisse, sondern auch wegen der Ungleichheit der Methoden: die kohlenhaltigen Mineralien stehen natürlich mit der organischen Chemie in Beziehung, weshalb auch die Methode derselben benützt werden sollen.

Die Bitumen und Erdöle und deren wissenschaftliches Gebiet finden sich allen mineralischen Welten, weil sie den Stoff aller drei physikalischen Zustände umfassen: feste Stoffe (Harze und Ozokerit), Flüssigkeiten (das Erdöl und Bergteer) und Gase (Schlagendes Wetter und Naturalgase). Andererseits haben die Forscher wie RICHTER und MUCK gezeigt, dass die Kohlen sich

als komplizierte organische Verbindungen mit komplizierter und schwer erklärlicher Struktur darstellen. Wir wissen, dass diese kohlenartigen Stoffe sich ausser anderen Eigenschaften auch durch die Unlöslichkeit in organischen Lösungsmitteln auszeichnen. Es soll dieser Unterschied aber nur eine relative Bedeutung haben: einige Mengen der extrahierbaren Stoffe enthalten viele Kohlen (bis 50) und der Übergang von denselben bildet eine vollkommene Gradation. Dieser Gesichtspunkt erlaubt uns, die Kohlen als unlösliche Bitumen zu betrachten und mit diesen eine ununterbrochene Reihe der komplizierten Stoffe darzustellen.

Es ist nur ein Weg, diese Gradation und Natur der genannten Stoffe, die alle kohlenhaltigen Mineralien (unlösliche Bitumen oder Fossilien, Kohlen, lösliche feste Bitumen und Harze, flüssige Bitumen und Naturgase) umfasst zu erklären und genauer zu studieren; nämlich dieses ganze Gebiet und dessen Studium als einen besonderen Teil der Naturwissenschaft unter dem Namen „Kohlenmineralogie“, „Organische Mineralogie“, oder die Lehre über kohlenhaltige „Fossilien“ zu betrachten.

Derartige Reformen sind ganz zeitgemäss und müssten in jener Weise durchgeführt werden wie jene auf dem Gebiete der Kohlenverbindungen bereits schon früher zur Durchführung gebracht wurden. Aus der Notwendigkeit, die anorganische Chemie von der organischen zu trennen, erwuchs die damalige Reform. Heute verlangt auch die Mineralogie eine solche wegen der Mengen der neu entdeckten Kohlenmineralien, welche sowohl in der Natur, als auch in unserem Leben eine wichtige Rolle spielen.

Jetzt erlaube ich mir, einen kurzen Überblick und ein Programm über die genannten wissenschaftlichen Subjekte festzustellen, um damit den Vorschlag zu dem Aufbau eines neuen Teiles der Naturwissenschaft zu geben.

1. Kohlenstoff und seine Verbindungen. Eigenschaften und Grundbegriff (Isomerie, Polymerie und and.). Natürliche Modifikationen der Kohlenstoffe, Diamant, Graphit und „amorphe Kohlen“. Erzeugen derselben durch künstliches Verfahren.

2. Amorphe Kohlen, als komplizierte (mit vielen Kohlenstoffatomen) Verbindungen. Ursache der Ähnlichkeit der Körper der Kohlen. Verkohlung der organischen Verbindungen und ihr Chemismus. Struktur der Kohlen nach Muck.

3. Klassifikation der Kohlen. Deren Verhältnis zu den Bitumen, Geologie und Geographie der fossilen Kohlen, deren Bildung, chemische und physikalische Eigenschaften, Untersuchungsmethoden. Braunkohle und Torf.

4. Zusammensetzung zwischen kohlenstoffhaltigen Substanzen und Bitumen. Klassifikation der festen Bitumea, Asphalt (Erdpech), seine Eigenschaften, Entstehung und Untersuchungsmethoden. Fossile Harze, deren Zusammensetzung, Eigenschaften, Geographie.

5. Ozokerit und Erdwachs. Chemische und physikalische Eigenschaften, Geographie, Geologie und Bildungsweise. Untersuchungsmethoden.

6. Flüssige Bitumen (Erdöle) und deren Klassifikation. Wichtigste Naphthafundorte. Physikalische und chemische Eigenschaften der Erdöle, Zusammensetzung zwischen geologischen und geographischen Umständen. Entdeckung der Tiefen in Bohrlöchern. Theorien der Naphthabildung. Veränderung der Erdöle (Verwitterung), Untersuchungsmethoden.

7. Bergteer oder teerartiges Erdöl, seine Entdeckung, Eigenschaften und Untersuchung.

8. Brennbare Natur-Gase. Schlagendes Wetter. Zusammensetzung der das Erdöl begleitenden Gase. Chemische und physikalische Eigenschaften. Gase der Schlammvulkane. Untersuchungsmethoden der brennbaren Gase. Vorhandensein der Erdölgase in Naphthagasen.

9. Das Wasser, das Erdöl und die Gase. Klassifikation der Bohrwasser, deren Ähnlichkeit mit den Mineralwässern. Wissenschaftliche Bedeutung, Untersuchungen des Bohrwassers.

