

## Erdölgeophysikalische Untersuchungen im europäischen Teil der Sowjetunion

Von Direktor Professor Dr. O. Barsch und Bezirksgeologe Dr.-Ing. R. v. Zwinger,

Reichsamt für Bodenforschung, Berlin

Die planmäßige wirtschaftliche Erschließung der durch die Siege der deutschen Truppen im Osten erkämpften Gebiete ist eine der dringendsten Aufgaben der Gegenwart und der nahen Zukunft. Hierzu gehören in erster Linie Aufsuchung und Gewinnung der grundlegenden Rohstoffe, vor allem des Erdöls. Wie im Altreich muß auch im Osten ein wichtiger Teil der vorbereitenden Arbeiten in einer geophysikalischen Untersuchung der erdölhaltigen und erdölführenden Gebiete bestehen. Die geophysikalische Erforschung des deutschen Bodens hat unter der zusammenfassenden Leitung des Reichsamts für Bodenforschung, unter der Führung von Staatssekretär *Keppler*, rasche Fortschritte erzielt und in den letzten Jahren bereits ausgedehnte Teile der eingegliederten Ostgebiete und des Generalgouvernements erfaßt.

In Anbetracht des Umfangs und der Mannigfaltigkeit der Aufgaben, die nun weiter im Osten vor uns stehen, wird es für die Fachwelt von Interesse sein, einen gedrängten Überblick über die bisherigen geophysikalischen Untersuchungen in den weiten erdölhaltigen Gebieten des Ostraumes zu erhalten, da sich hieraus Fingerzeige ergeben, wo, in welchem Umfang und auf welche Art und Weise die Geophysik dort die Arbeit des Erdölgeologen fördern kann, welche Verfahren mit Aussicht auf Erfolg angewandt werden können und welche geologischen Bedingungen, Schwierigkeiten usw. voraussichtlich die Auswahl der Verfahren und die Art ihres Einsatzes bestimmen werden. Ein solcher Überblick erscheint um so angebrachter, als die Veröffentlichungen in der russischen Literatur weit verstreut und im allgemeinen für den deutschen Leser schon aus sprachlichen Gründen schwer zugänglich sind.

Selbstverständlich wird schon des hier zur Verfügung stehenden Raumes wegen im folgenden eine auch nur annähernde Vollständigkeit nicht zu erreichen sein, so daß wir uns außer einigen zusammenfassenden Angaben über bisherige Untersuchungsmethoden und -ergebnisse auf die Darstellung verhältnismäßig weniger ausgewählter Beispiele beschränken müssen. Eine etwas eingehendere Berücksichtigung sollen dabei jene Gebiete finden, die für uns gegenwärtig im Vordergrund des Interesses stehen.

Die Mitwirkung der Geophysik an der Erschließung eines ölhaltigen Beckens gliedert sich in zwei Teilaufgaben, welche durch die Art der Lagerstättenbildung bestimmt werden. Einmal sind die Umgrenzungen der tieferen Teile einer Senke, ihre großtektonischen Linien und deren alte Anlagen durch regionale Untersuchungen zu erfassen, weil dadurch Anhaltspunkte für die Ausdehnung der Erdölbildungsräume und für Lage und Anordnung der eigentlichen „Ölfallen“ oder „Strukturen“ — Antiklinen, Salzstöcke, Verwerfungen usw. — gewonnen werden; zum anderen sind jene Strukturen selbst zu umgrenzen und auf ihren geologischen Bau im einzelnen zu unter-

suchen, um Ansatzpunkte für Aufschluß- und Förderbohrungen im Einvernehmen mit dem Geologen festlegen zu können. Obwohl beide Aufgaben gleich wichtig für die Praxis sind, soll hier auf die regionalen Untersuchungen nur kurz eingegangen werden, weil das vorliegende Material hierüber vielfach sehr lückenhaft ist und weil, soweit Einzelstrukturen und diesbezügliche geophysikalische Ergebnisse bereits bekannt sind, diese gegenwärtig naturgemäß unmittelbarer zu untersuchen. Werfen wir zunächst einen kurzen Blick auf die Entwicklung der geophysikalischen Verfahren und ihre Anwendung in der sowjetischen Erdölindustrie im allgemeinen.

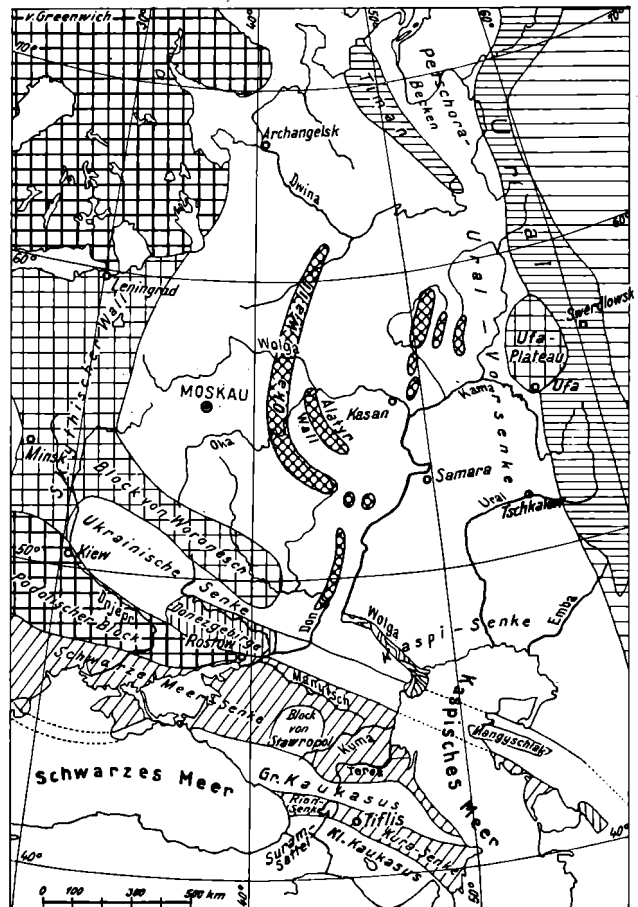


Abb. 1. Tektonische Skizze von Osteuropa (nach Archangelski und von Bubnoff)

### Anfänge der angewandten Geophysik in Rußland

Ähnlich wie in anderen Ländern fanden die ersten geophysikalischen Untersuchungen mit geologischer Zielsetzung erst im Laufe des ersten Weltkrieges statt. Von *P. K. Sternberg* wurde in den Jahren 1916 bis 1917 die Moskauer Schwereanomalie, auf die man durch Beob-

achtung von Lotabweichungen aufmerksam geworden war, durch Pendelmessungen untersucht. Die magnetische Vermessung der Kursker Anomalien hatte bereits vor dem Weltkrieg begonnen (Leist); im Laufe der Auswertung der Untersuchungen wurden geologische Fragen aufgeworfen und zu ihrer Lösung kurz nach dem

Bei der im Jahre 1933 angeordneten allgemeinen gravimetrischen Landesaufnahme durch Pendelmessungen entfällt auf 1000 km<sup>2</sup> jeweils ein Pendelpunkt; in besonders wichtigen Gebieten auf je 200 bis 300 km<sup>2</sup>. Mit der Ausführung einer planmäßigen allgemeinen magnetischen Landesaufnahme I. Ordnung wurde

Zahlentafel 1. Entwicklung der geophysikalischen Tätigkeit (Zahl der Trupps)

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
Drehwaage .....	2	2	4	5	7	7	8	10	11	15
Pendel .....		1	2	4	4	5	8	7	6	6
Seismik .....				3	(?) 2	1	3	4	5	9
Elektrik .....				1	5	5	5	7	15	14
Elektr. Kernen .....				1	1	4	8	10	14	26
Magnetik .....					1	5	6	8	8	9
Gasverfahren .....								5	12	19
Summe .....	2	3	6	14	20	27	38	51	71	98

Weltkriege im Jahre 1921 unter Lasarew mit der Ausführung gravimetrischer Arbeiten begonnen (Pendel und Drehwaage). Erdölgeologische Untersuchungen fanden wie überall erst nach dem Weltkriege statt.

#### Die Entwicklung der erdölgeophysikalischen Tätigkeit nach dem Weltkrieg

Mit einer planmäßigen Anwendung geophysikalischer Untersuchungen durch die Erdölindustrie wurde erst im Jahre 1926 begonnen. Zahlentafel 1 gibt einen Überblick über die Anzahl der in der Erdölindustrie eingesetzten geophysikalischen Trupps, nach Verfahren gegliedert<sup>1)</sup>.

Die Entwicklung der gravimetrischen Tätigkeit wird durch Zahlentafel 2 veranschaulicht. Aus ihr ist zu ersehen, daß sich der Einsatz der gravimetrischen Verfahren in der Erdölindustrie, sowohl was Pendel- als auch Drehwaagemessungen anbelangt, in einer ziemlich stetigen Aufwärtsentwicklung befand, während die Gesamtzahl der Meßpunkte in manchen Jahren einige auffällige Sprünge aufweist. Die plötzliche Zunahme der

Zahlentafel 2. Übersicht über gravimetrische Untersuchungen

Jahr	Pendelstationen		Drehwaagestationen	
	Gesamtzahl	davon für d. Erdölindustrie	Gesamtzahl	davon für d. Erdölindustrie
1921 bis 1927 ...	476	—	2 628	645
1927 .....	76	20	2 673	909
1928 .....	136	36	2 900	1 681
1929 .....	178	72	3 878	2 283
1930 .....	246	85	6 070	3 349
1931 .....	621	170	16 400	4 016
1932 .....	768	210	24 000	4 741
1933 .....	1 850	ca. 220	—	6 800
1934 .....	1 100	210	—	8 824
1935 .....	1 187	380	—	10 800

Pendelpunkte im Jahre 1933 z. B. ist durch den Beginn einer systematischen regionalen Aufnahme I. Ordnung zu erklären, während der starke Anstieg der Drehwaagemessungen in den Jahren 1931 bis 1932 auf die Wiederinangriffnahme der Spezialuntersuchungen im Bereiche der Kursker Anomalien zurückzuführen ist.

1930 begonnen. Der Punktabstand betrug 20 km in den besser zugänglichen Gebieten, in denen eine netzförmige Verteilung der Meßpunkte erfolgen kann. Die verkehrsmäßig unerschlossenen Gebiete sollten durch Routenaufnahmen mit einem Punktabstand von 40 km erschlossen werden. Die Vermessung von 9700 Netz- und 3500 Profilpunkten sollte auf acht Jahre verteilt werden<sup>2)</sup>. Nach Selski arbeiteten vierzig Trupps an der Ausführung dieses Planes, die jeden Sommer 3500 bis 4000 Punkte untersuchten. Die Truppszahl soll 1938 auf siebzig erhöht worden sein, wobei jedoch möglicherweise die Zahl der mit der Schmidt'schen Feldwaage arbeitenden Trupps mit inbegriffen ist. Diesen lag die nähere Untersuchung der bei der Vermessung I. Ordnung gefundenen positiven Störgebiete ob, wobei es sich zum größeren Teil um regionale Untersuchungen für die Zwecke der Erdölindustrie handelte. Die Entwicklung der Anwendung der Magnetik im Rahmen der Erdölindustrie sowie die zunehmende Verwendung der sonstigen geophysikalischen Verfahren (Seismik, Elektrik, Gasaufnahme) sind aus Zahlentafel 1 zu ersehen.

Die Seismik wurde in der Sowjetunion erst verhältnismäßig spät technisch soweit entwickelt, daß ihr Einsatz in breiterem Umfang erfolgen konnte. In den Jahren 1929 bis 1931 waren nur ein bis zwei seismische Trupps tätig; ab 1933/34 wurde die Truppszahl erhöht. Mit dem Reflexionsverfahren wurde erstmalig 1933 im Emba-Bezirk sowie in einigen asiatischen Gebieten gearbeitet. In größerem Maßstabe wurden reflexionsseismische Untersuchungen ab 1934 im Ischimbajewo-Gebiet in Baschkirien ausgeführt<sup>3)</sup>. 1935 waren acht Trupps mit mechanischen Bohreinrichtungen in Tätigkeit. Es wurden Seismographen sowjetischen Ursprungs (Gamburzew)

<sup>1)</sup> V. A. Selski, The Development of applied Geophysics and the principal Results of its Application in the UdSSR Oil Industry [russ.]. Akad. d. Wiss. der UdSSR, Publ. Inst. Séismologique Nr. 79 [1938].

<sup>2)</sup> N. W. Rose, Die allgemeine Magnetvermessung der UdSSR. Verh. der Baltischen Geodätischen Kommission, 7. Tagung, 2, 53 [1935].

<sup>3)</sup> E. A. Koridalin, S. J. Massarskij u. A. E. Ostroskij, Reflected Waves in Seismic Prospecting from the Field Work Experience at Ischimbajewo. Akad. d. Wiss. der UdSSR, Publ. Inst. Séismologique Nr. 74 [1936].

benutzt. Die im Verhältnis zu dem riesigen Umfang der erdöhlöffigen Flächen (Emba-Gebiet allein 500000 km<sup>2</sup>) geringe Truppszahl ließ es mit einer Ausnahme (Ebene nördlich des Terek) nicht zu einem regionalen Einsatz zwecks Aufsuchung unbekannter Strukturen kommen, so daß man sich sowohl hinsichtlich der Anwendung der

So verschieden auch die geologischen Bedingungen jeweils sind, so hat sich doch gezeigt, daß sowohl bei der Aufsuchung neuer als auch bei der Weiterverfolgung oder genaueren Untersuchung und Umgrenzung bereits bekannter Strukturen die Mitarbeit der Geophysik in steigendem Maße in allen Bezirken in Anspruch genommen werden

Zahlentafel 3. In der Erdölindustrie im Jahre 1939 tätige geophysikalische Trupps

Gebiet	Elektrik (Oberfl.- messung.)	Seismik	Dreh- waage	Pendel	Magnetik	Gas- aufnahme	Summe
Ural-Wolga (2. Baku), Untere Wolga, Emba, russ. Tafel .....	8	2	1	4	2	4	21
Apscheron, Nordkaukasus, Krim .....	2	2	—	—	—	4	8
Ukraine, Weißruthenien .....	—	1	4	—	2	—	7
Sibirien, Mittelasien .....	1	1	1	2	1	—	6
Sonstige Gebiete .....	1	—	—	—	1	—	2
Summe .....	12	6	6	6	6	8	44

Refraktions- als auch der Reflexionsseismik auf die Spezialbearbeitung bereits gefundener Strukturen beschränken mußte, wie z. B. einer Reihe von Salzstöcken im Emba-Gebiet, von Antiklinen und Aufwölbungen im „Zweiten Baku“ (Wolga-Ural) und ab 1935 von Salzstöcken in der ukrainischen Senke.

Einen breiten Raum nahmen die elektrischen Widerstandsmessungen sowie in den letzten Jahren die Messungen mit der induktiven „Schleifen“-Methode ein, die mit pulsierendem Gleichstrom arbeitet und die Bestimmung des Einfallens und des Widerstandes elektrisch anisotroper Schichten gestattet<sup>4)</sup>. Man begann 1929 in Grosny mit Widerstandsmessungen<sup>5)</sup>, und um dieselbe Zeit setzte auch der Aufschwung der elektrischen Bohrlochmessungen ein, deren Ausführung seit 1933 in der Erdölindustrie durch Verordnung für alle Bohrungen zur Pflicht gemacht wurde. Zwecks Korrelation innerhalb sonst schwer zu gliedernder Schichtenfolgen wurden die Bohrlochmessungen besonders im Baku-Bezirk und in Grosny mit Erfolg angewandt, ebenso aber auch zur Ermittlung der Permeabilität und der Erdölsättigung ölführender Horizonte. 1929 bis 1931 wurden Widerstandsmessungen auf großen Flächen nördlich des Kaukasus bis in die Gegend der Manytsch-Senke ausgeführt; 1932/33 regionale und Spezialuntersuchungen auf der Halbinsel Apscheron und in angrenzenden Teilen des Kaspischen Meeres.

Die von Sokolow ausgearbeitete Gasmethode<sup>6)</sup> hatte die Aufgabe, Methan und schwerere Kohlenwasserstoffgase getrennt voneinander in der Bodenluft nachzuweisen (Probenahme aus 2 bis 6 m Tiefe) und aus ihrer Konzentration auf das Vorhandensein und den Umfang von Erdöllagerstätten Schlüsse zu ermöglichen. 1931/32 fanden die ersten Untersuchungen statt, 1933 waren erst fünf geochemische Trupps im Gelände, 1935 bereits einundzwanzig Trupps, von denen rd. 12000 Proben entnommen wurden. Die Analyse der Proben soll zum größten Teil zentral in Moskau ausgeführt worden sein.

Die Verteilung der vorhandenen geophysikalischen Trupps auf die öhlöffigen Gebiete war ziemlich gleichmäßig, wie z. B. eine Übersicht über ihre Anwendung im Jahre 1939 zeigt (Zahlentafel 3).

mußte, und daß für jedes Ölgebiet eine bestimmte Kombination geophysikalischer Verfahren jeweils am zweckmäßigsten ist, und zwar in Abhängigkeit von der geologischen Beschaffenheit und der entsprechenden praktischen Zielsetzung in den einzelnen Ölbezirken. Da geologische Aufgabestellung und Ergebnisse für uns am wichtigsten sind, wird die folgende Darstellung unter regionalen Gesichtspunkten — nach Erdölgebieten — gegliedert.

#### Krimkaukasischer Trog und südkaukasische Senken

Im Anfang der geophysikalischen Tätigkeit in den russischen erdöhlöffigen Gebieten konzentrierte sich naturgemäß das Interesse auf die Erkundung des neuen, aussichtsreichen und geologisch noch wenig erforschten Gebietes der Kaspisenke, wo — ähnlich wie an der Golfküste von Texas und Louisiana — ideale Voraussetzungen für die Anwendung der Geophysik, insbesondere der damals noch bei weitem im Vordergrund stehenden Drehwaagemessungen, vorlagen. Im letzten Jahrzehnt jedoch verteilte sich mit der technisch-physikalischen Entwicklung der seismischen und elektrischen Verfahren das Schwergewicht der geophysikalischen Tätigkeit auf die neuen Aufschlußgebiete der krimkaukasischen Senke (Kertsch, Taman, Kuban-Senke, Stawropol-Bezirk, Terek-Tal), und zwischen Wolga und Ural.

Der Rückgang der Förderung im Felde von Neu-Grosny, das seinen Höhepunkt in den Jahren 1932/33 erreichte<sup>7)</sup> und die Anforderungen, welche die Durchführung der Fünfjahrespläne an die Steigerung der Erdölförderung stellte, zwangen dazu, auch jene Gebiete der krimkaukasischen Senke für Aufschlußbohrungen vorzubereiten,

<sup>4)</sup> W. N. Dachnow, Die Schleifenmethode [russ.]. Arbeiten des geophysikalischen Untersuchungstrusts bei der Hauptverwaltung der Erdölindustrie, Heft 4 [1935].

<sup>5)</sup> C. Schlumberger, M. Schlumberger u. P. Charren, Geophysikalische Untersuchungen mit den elektrischen Methoden in der UdSSR [russ.]. Bull. Erdölgeophysik 1936, Heft 1, S. 22.

<sup>6)</sup> W. A. Sokolow, Sammlung von Arbeiten über die Gasaufnahme. (Zahlreiche Mitarbeiter, russ.). Moskau-Leningrad 1939.

<sup>7)</sup> A. Mayer-Gürr, Die Erdölfelder des Grosny-Gebietes (Nord-Kaukasus). Oel u. Kohle 37, 919, 943 [1941].

welche mit Hilfe geologischer Kartierung und zu geologischen Zwecken angesetzter Flachbohrungen entweder überhaupt nicht oder nicht ausreichend nach Strukturen durchforscht werden konnten. In diesen Gebieten sind die ölführenden Falten und Monoklinalen

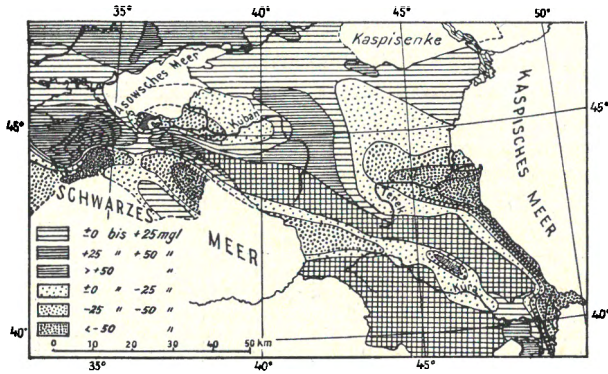


Abb. 2. Schwerekarte des Kaukasusgebietes und der krimkaukasischen Senke (totale Schwereanomalien), nach A. D. Archangelski. Kreuzschraffiert: Gebirgszüge

zum großen Teil von jungpliozänen (Apscheron- und Aktschagyl-Stufe) und postpliozänen Ablagerungen in solcher Mächtigkeit überdeckt, daß die Fortsetzung bekannter Strukturzüge und die Auffindung neuer Strukturen dort häufig nur mit Hilfe geophysikalischer Methoden erfolgen kann. Das trifft z. B. für den SW-Teil der Halbinsel Kertsch zu, ferner für die Muldengebiete der Halbinsel Taman, wo — ähnlich wie in Rumänien — zwischen den bis zu Tage durchspießenden, morphologisch erkennbaren oder durch Kartierung, durch Schlammvulkane oder Gas- und Ölaustritte feststellbaren diapiren Falten tiefere, von Jungpliozän überdeckte Antiklinalen vermutet werden; des weiteren für den ganzen nördlichen Teil des Kubangebietes (Maikop usw.) und für die im Grosny-Gebiet nördlich der Terekantiklinale gelegenen Strukturen, von denen einige — wie z. B. die Falte von Adu Jurt — bereits ausschließlich durch geophysikalische Verfahren — ohne irgendwelche geologische oder direkte Erdölanzeigen — gefunden wurden. Aber auch die Strukturen der Terek-Antiklinale selbst, auf der die große Mehrzahl der neuen Felder des Grosny-Bezirk liegt, wurden durchweg geophysikalisch untersucht, da durch Oberflächenkartierung und Schürfe meist nur die Überschiebungszonen als solche zu verfolgen sind, während die Festlegung der Scheitelzonen der Falten und vor allem das Einfallen der Flanken und das Achsentauchen durch geophysikalische Spezialmessungen und Bohrungen ermittelt werden müssen.

Bevor wir mit der Darstellung der wichtigsten Ergebnisse und Aufgaben der Geophysik in den verschiedenen kaukasischen Ölgebieten beginnen, wollen wir einen kurzen Blick auf die Verteilung der regionalen Schwerestörungen des Kaukasus und seiner weiteren Umgebung werfen. Die Karte der totalen Schwereanomalien (Abb. 2) gibt die Hauptzüge des großtektonischen Bildes wieder. Die Anomalien im Bereich der Gebirgszüge des großen und kleinen Kaukasus, auf die allein sich der Fortfall der Bouguer-Korrektur stärker auswirkt, sind besonders gekennzeichnet. Deutlich treten im Nordkaukasus der

Block von Stawropol als Schwerehoch, die auf die Halbinseln Kertsch und Taman übergreifende Kubansenke im W und die Terekensenke im O dagegen als Schweretiefs hervor. Ferner geht aus dieser Karte hervor, daß die Gegend des Siwasch (Depression zwischen Steppenkrim und Festland) als verhältnismäßig flachgründige Fortsetzung der Kubansenke aufzufassen ist. Diese wird nach N durch die östliche Fortsetzung des Asow-Podolischen Blocks begrenzt, die Terekensenke durch das im Untergrund der Kalmückensteppen verborgene Verbindungsstück zwischen jungpaläozoischem Donez- und Mangyschlak-Gebirge.

### Bakubezirk und Transkaukasien

Die mehr ins einzelne gehende Karte der totalen Schwereanomalien des östlichen Kaukasus (Abb. 3 nach Fedinski, bei Dachnow u. a.<sup>8)</sup>) läßt auf Grund eines, wenn auch sehr weitmaschigen Pendelstationsnetzes einige wichtige tektonische Grundzüge erkennen. Der Beginn des stärkeren topographischen Anstiegs aus der mit Pliozän, Postpliozän und Quartär überdeckten Ebene ist eingezeichnet (punktierte Linie). Der von dieser Grenze ab nach S und N einsetzende kräftige Schwereanstieg ist morphologisch bedingt. Würde man die Karte auf Grund der Bouguer-Werte entwerfen, bei denen die über dem Meeresniveau liegenden Massen in Abzug gebracht sind, so würden die Gebirge umgekehrt fast durchweg als Schweretiefs in Erscheinung treten und die Kuraniederung als relatives Schwerehoch<sup>9)</sup>. Für die Deutung der Untergrundtektonik dürfen wir also unmittelbar nur die im Bereich der Ebene gelegenen totalen Schwereanomalien — vor allem die östlich der stark ausgezogenen Linie — hereinziehen, auf die es hier auch allein ankommt.

Von Rengarten wird die Auffassung vertreten, daß die Kura-, „Platte“ sich über Kabristan — zwischen Kuramündung und der Halbinsel Apscheron — bis unter die letztere selbst erstreckt. Gubkin<sup>10)</sup> dagegen findet in den zahlreichen geologischen und Bohrergebnissen der letzten zwei Jahrzehnte die Ansicht von Abich und Bogdanovicz bestätigt, daß die Halbinsel Apscheron tektonisch und stratigraphisch-faziell das untertauchende SO-Ende der Hauptkette des Kaukasus darstellt. Er sieht in der 1934 bereits teilweise veröffentlichten Schwerekarte einen weiteren Beweis jener Auffassung, der auch wir uns anschließen. Der steile Schwereabfall im Untergrund der Ebene der Kuramündung beträgt etwa 125 mgal, er setzt sich in Gestalt eines allmählichen Absinkens bis zur Ostküste der Halbinsel Apscheron fort (um weitere 50 mgal). Dieser intensive Schwereabfall längs der Linie Schemacha—Kysyl Agatschgolf trennt die Kuraplatte von dem tiefen kaukasischen Trog, in welchem die orogenetische Auffaltung der Hauptkette des Gebirges aus hier nicht zu erörternden Gründen un-

<sup>8)</sup> W. N. Dachnow, L. M. Rjabinkin u. B. L. Schneerson, Geophysikalische Methoden der Aufsuchung von Erdöllagerstätten [russ.]. Moskau-Leningrad 1939.

<sup>9)</sup> A. D. Archangelski, A. A. Michailow, V. V. Fedynsky u. E. N. Lustich, Geological Significance of gravitational Anomalies in the USSR [russ., engl. Zusammenfassung]. Bull. de l'Acad. de l'URSS, Leningrad, S. 701, 742 [1937].

<sup>10)</sup> I. M. Gubkin, Tectonics of Southeastern Caucasus and its Relation to the Productive Oil Fields. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists 18, 603 [1934].

terblieben ist, und durch die Aufpressung der vielen ölführenden, von zahllosen Schlammvulkanen begleiteten diapiren Falten ersetzt wird. Am Fuße des Schwereabfalles finden wir bereits die erste Strukturlinie dieser Art, die vom vulkanischen Massiv des Nial-Dag bei

Die wenig bedeutenden Ölfelder im Bereich der flachgründigen Kurasanke bzw. der Kuraplatte<sup>11)</sup> (Abb. 3) sind an zahlreiche kleine Strukturen von ziemlich komplizierter germanotyper Tektonik gebunden; ihre Förderung ist gering. Sie bietet der Erdölgeophysik — eben-

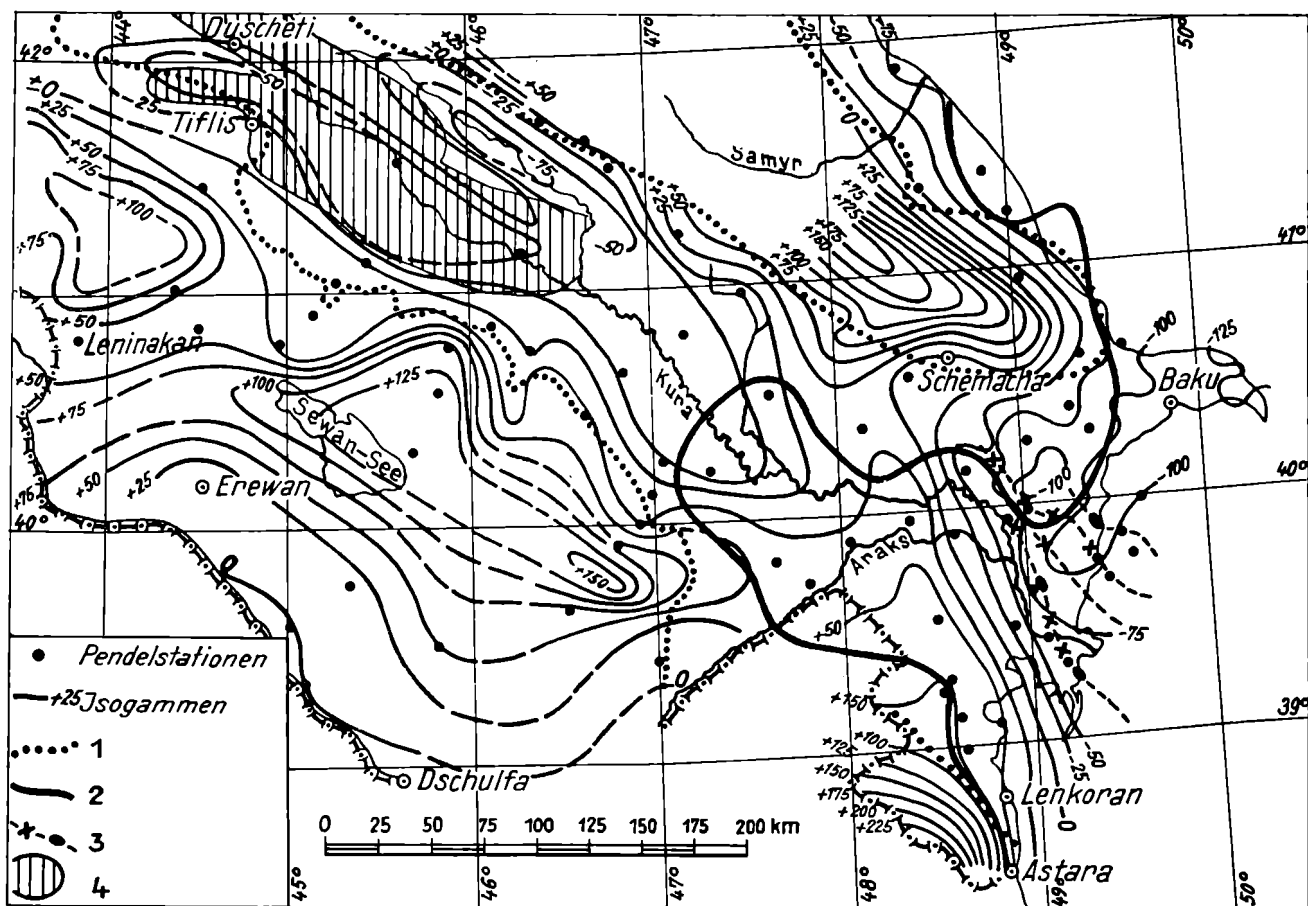


Abb. 3. Schwerekarte des östlichen Kaukasus (totale Schwereanomalien)

- 1: Umgrenzung der Gebirgsgegenden;
- 2: Westgrenze des Gebietes mit geringfügigen Unterschieden zwischen den totalen und den Bouguerschen Schwerestörungen;

- 3: Tektonische Linien in den tieferen Teilen des Tertiärbeckens (schwarz: Ölfelder, Kreuze: Antiklinalen mit Schlammvulkanen). Die bekannten Antiklinalen der Halbinsel Apscheron sind nicht mit eingezeichnet;
- 4: Ölhöfliche Gebiete der Kuraplatte (Georgien)

Schemacha über eine Kette von Schlammvulkanen und das Ölfeld Baba Sanan bis zum Ölfeld Neftetschala, südwestlich der Kuramündung, verfolgt werden kann.

Westlich dieser Linie, über dem Schwerehoch, sind keine weiteren Diapirstrukturen vorhanden. So hat also mit Hilfe noch recht lückenhafter regionaler Schwereuntersuchungen eines der wichtigsten Probleme der Kaukasusgeologie eine Lösung gefunden, die völlig im Einklang mit den neueren geologischen Erfahrungen steht.

Nordöstlich des Schwereabfalles finden wir die ungeheuren Mächtigkeiten von Ablagerungen eines tiefen Meeres vom Jura bis hinein ins Tertiär (nach Gubkin insgesamt mindestens 11500 m Tertiär, Kreide und Jura). Paläogen und Miozän der Halbinsel Apscheron sind in einer Flysch- bzw. Diatomeen-Schieferfazies entwickelt, die nichts mit der Fazies der gleichaltrigen Schichten über der Kuraplatte gemeinsam hat, wohl aber mit der der Ablagerungen im Bereich der Kaukasushauptkette.

so wie die kleineren Felder der Rionsenke und des Suchumbezirkes am Schwarzen Meer — bestenfalls Spezialaufgaben ganz lokaler Natur. Ergebnisse sind von dort nicht bekannt geworden. Die Erschließung dieser Gebiete wird im wesentlichen wohl Aufgabe der geologischen Kartierung und der Schürfböhrungen bleiben.

Speziellere Messungen zur Aufsuchung und Umgrenzung der diapiren Falten des Bakubezirkes wurden im Jahre 1930 mit Hilfe des elektrischen Widerstandsverfahrens ausgeführt (Abb. 4). Auch seismische Untersuchungen wurden in den letzten Jahren dort, vor allem in den flachen Küstengewässern des Kaspisees, vorgenommen, doch sind deren Ergebnisse bisher nicht bekannt ge-

<sup>11)</sup> Der Ausdruck „Platte“ ist hier eher im Sinne eines Zwischengebirges als im Sinne eines hochgelegenen metamorphen präkambrischen Sockels zu verstehen; die Kuraplatte ist daher z. B. nicht mit dem Block von Stawropol zu vergleichen.

worden. Die in der Zwischenzeit niedergebrachten Tiefbohrungen erlauben eine teilweise Überprüfung des durch die Geoelektrik erhaltenen Bildes. Durch die planmäßige Untersuchung fast der gesamten Halbinsel Apscheron innerhalb einer Fläche von etwa 400 km<sup>2</sup> war es möglich, die Deutung der Meßergebnisse auf eine breite Grundlage zu stellen und dabei an die durch Bohrungen bereits bekannten Antiklinen anzuschließen. Alle untersuchten Diapirstrukturen treten als Widerstandsminima hervor. Das Kartenbild zeigt im Westen zunächst den

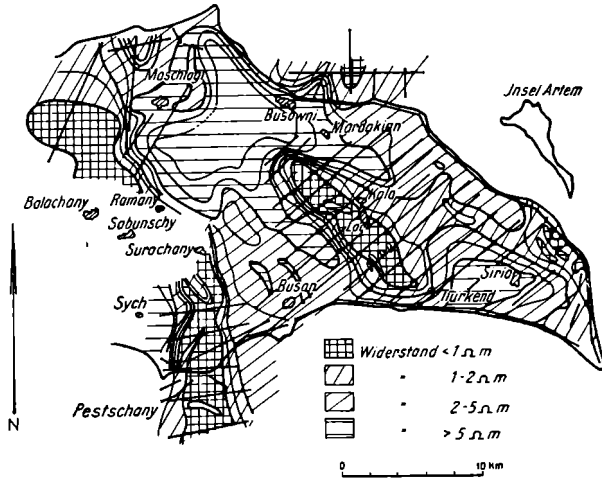


Abb. 4. Elektrische Widerstandskarte des Ostendes der Halbinsel Apscheron, mittlere Eindringungstiefe: 250 m (nach Schlumberger)

altbekannten Antiklinalzug von Balachany—Ramany—Surachany—Sych und im O die Kalaantiklinale. Dadurch, daß es gelang, auch in den flachen Küstengewässern (bis zu einigen 10 m Tiefe) geoelektrisch zu arbeiten, konnten die Strukturfortsetzungen in den Kaspisee hinein verfolgt und neue Strukturen im Kaspisee selbst umgrenzt werden. Im einzelnen wurden festgestellt:

1. Die Fortsetzung der Surachany-Sych-Falte bis zur Insel Pestschany; diese wurde später bestätigt, wie eine Strukturkarte der Unterkante des ersten Horizontes der produktiven Serie zeigt<sup>12)</sup>.
2. Die Fortsetzung der seit 1932 in Förderung befindlichen Kalafalte nach S über den Kalasee hinaus, wo eine geologische Kartierung infolge der Überdeckung durch die postpliozänen Terrassen nicht möglich war.
3. Eine Zone sehr niedrigen Widerstandes an der N-Küste der Halbinsel innerhalb des Kaspisees bei Mardakian, wo von geologischer Seite eine Struktur vermutet wurde. Hier entwickelte sich in der Zwischenzeit ein Ölfeld.
4. Nördlich von Ramany wurde bei Maschtagi ein Gebiet mit relativ niedrigen Widerstandswerten gefunden, wo nach den Angaben von Schlumberger durch spätere Bohrungen eine Antiklinale nachgewiesen wurde; in Produktion scheint sich diese gegenwärtig noch nicht zu befinden.
5. Fortsetzung der Bibi-Eibat-Falte in den Kaspisee hinaus (westlich des Kartenausschnittes in Abb. 4).

Als Leithorizont dienten die vorwiegend tonigen Schichten der unteren Apscheronstufe und der darunter folgen-

den Aktschagylstufe (Oberpliozän) mit einem Widerstand von durchschnittlich 1  $\Omega$ . Die liegende „produktive Serie“ wurde durch die auf eine Eindringungstiefe von 250 m abgestellten Untersuchungen nicht mehr erfaßt. Die obere Hälfte der Apscheronstufe wird von einer stark kalkigen Schicht mit einem verhältnismäßig hohen Widerstand von 3 bis 5  $\Omega$  gebildet. Der Leitfähigkeitsunterschied Kalk/Ton bildete die physikalische Grundlage der geoelektrischen Kartierung (Antiklinalen als Widerstandsminima). Der Widerstand der jüngsten (postpliozänen) Ablagerungen ist noch bedeutend höher als der der Apscheronkalke.

Bei der elektrischen Aufnahme der untermeerischen Fortsetzung der Bibi-Eibat-Falte wurde umgekehrt die nicht leitende Schicht der Kalke des oberen Apscheron unter den besser leitenden jungen Schlammablagerungen des Kaspisees verfolgt. Bei allen diesen Untersuchungen beeinflusste die leitende Schicht des Seewassers (etwa 0,5  $\Omega$ ) der geringen Wassertiefe wegen die Ergebnisse kaum.

In der Kura-Ebene wurden 1000 km<sup>2</sup> elektrisch vermessen und dabei die Pirsagat-Falte und -Bruchzone näher untersucht.

### Der Grosnybezirk

Im Grosnybezirk wurden 8000 km<sup>2</sup> elektrisch aufgenommen. Das tonige Sarmat stellte sich als sehr geeigneter Leithorizont heraus (2 bis 4  $\Omega$ ), während die liegenden produktiven Schichten des mittleren Miozäns (Widerstände von 2  $\Omega$ , höhere Werte bei Ölführungen) durch die Aufnahme nicht erfaßt wurden, da die Eindringungstiefe wie auf Apscheron nur 250 m betrug. Die über dem Sarmat lagernden Schichten besitzen nach oben zunehmende Widerstände: Mäot: 5 bis 10  $\Omega$ ; Aktschagyl und Apscheron: durchschnittlich etwa 10  $\Omega$  (Schwankungen zwischen 10 und 30  $\Omega$ ); Quartär: 100 bis 500  $\Omega$ . Diese stetige Zunahme des Widerstandes nach oben zu ließ somit die Antiklinalkerne als deutliche Widerstandsminima hervortreten.

Die Widerstandsaufnahme hatte folgende Ergebnisse:

1. Ermittlung und Umgrenzung des südöstlichen, untertauchenden Endes der Neugrosny-Falte; die beim Hügel Goiten Kort weiter im O auf Grund topographischer und unsicherer geologischer Anhaltspunkte vermutete Fortsetzung der Antiklinale dagegen fand keine Bestätigung.
2. Die Altgrosny-Überschiebung besitzt keine Fortsetzung im Untergrund des transgredierenden Oberpliozäns der Alchan-Schurt-Ebene (zwischen Sunja und Terek-Antiklinale, vgl. Abb. 5<sup>13)</sup>).
3. Unter dem Nasran-Plateau — südlich der Sunja-Antiklinale — sind keine Strukturen vorhanden; infolge stratigraphischer Fehlbestimmungen und morphologischer Anzeichen war dort zunächst irrtümlicherweise eine Struktur vermutet worden.

Alle diese Angaben wurden in der Folgezeit durch Bohrungen bestätigt.

Waren in den eben angeführten Fällen vorwiegend unbekannt Strukturfortsetzungen von geologischen, durch Kartierung und Schürfen bereits gefundenen Antiklinalen zu verfolgen, so lagen in der Terek-

<sup>12)</sup> 17. Internat. Geologenkongreß 1937, 4, 125 [1940].

<sup>13)</sup> Vgl. auch A. Mayer-Gürr, Oel u. Kohle 37, 920/21 u. 924 (Abb. 3 u. 4) [1941].

ebene Aufgaben regionalen Charakters vor, mit dem ausgesprochenen Ziel der Aufsuchung neuer Strukturen. Die postpliozäne und jungpliozäne Bedeckung wird hier einige 100 m mächtig, so daß die Eindringungstiefe der Widerstandsmessungen auf 1000 m gesteigert werden

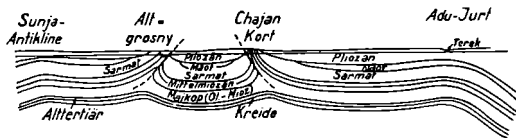


Abb. 5. Profile durch die östlich untertauchende Sunjaantiklinale, das Altgrosny-Feld, die östliche Fortsetzung der Terekfalten (Chajan Kort) und die ölführende Aufwölbung von Adu Jurt (nach Brod<sup>14)</sup>)

Surja- und Terekantiklinalen kommen in den Schwereprofilen deutlich (als Maxima) zum Ausdruck.

### Der Stawropolbezirk

Die östlichen und westlichen Randgebiete des Stawropolmassivs, in denen ein Auskeilen und Auslinnen produktiver tertiärer Sandhorizonte zu erwarten ist — also paläogeographisch grundsätzlich ähnliche Verhältnisse wie im Maikopbezirk oder im Osttexasfeld am Rande des Sabinemassivs —, waren in den letzten Jahren ebenfalls der Schauplatz geophysikalischer Untersuchungen. U. a. soll hier Seismik, Gravimetrie (Drehwaage und die elektrische „Schleifen“-Methode zur Anwendung gekommen sein. Bisher wurde in diesem Bezirk nur Erdgas gefördert.

### Nordwestkaukasus, Taman und Kertsch

Dem stärksten Einsatz der Geophysik begegnen wir im Maikop-Kubanbezirk. Auch dort lassen sich die Untersuchungen trennen in solche spezieller, ± lokaler Natur zur Förderung des Aufschlußprogramms in der unmittelbaren Nachbarschaft oder in der Randzone bekannter Ölfelder und Strukturen und die Untersuchungen regionalen Charakters nördlich der Zone der Alttertiär- und Miozänabrisse im weiteren pliozän- und quartärbedeckten Vorlande.

Der tektonische Typus der Lagerstätten im NO des Kaukasus (Abb. 7) ändert sich vom SO nach NW, wie Abb. 8 schematisch veranschaulicht. An sich ist der gesamte Streifen des schräggestellten Tertiärs am Gebirgsrande erdöhlöffig; bei Maikop sind die sandigen Horizonte des Oligozäns und Untermiozäns ölführend (Mai-

mußte. Der untersuchte Raum umfaßte 30000 km<sup>2</sup> und erstreckte sich bis in die Manytsch-Senke (Abb. 1). Es konnte dort eine parallel zum Kaukasus streichende Aufwölbungszone im Untergrund der Terek-Ebene festgestellt werden. Ob diese mit der ausschließlich geophysikalisch ermittelten Struktur Adu Jurt (Profil in Abb. 5) in Verbindung steht, wo im mittleren Miozän in den letzten Jahren gute Erdölsuren entdeckt wurden, oder ob jene Aufwölbung weiter nördlich unter noch mächtigerem Pliozän lagert, geht aus dem veröffentlichten Schlumbergerbericht nicht hervor. Nördlich jenes Rückens im Untergrund der Terekniederung soll eine tiefe O-W streichende Mulde folgen, worauf ein allmählicher monoklinaler Schichtenanstieg bis zum Kumatal und weiter bis zur Manytschsenke einsetzt (vgl. weiter unten, Abb. 19).

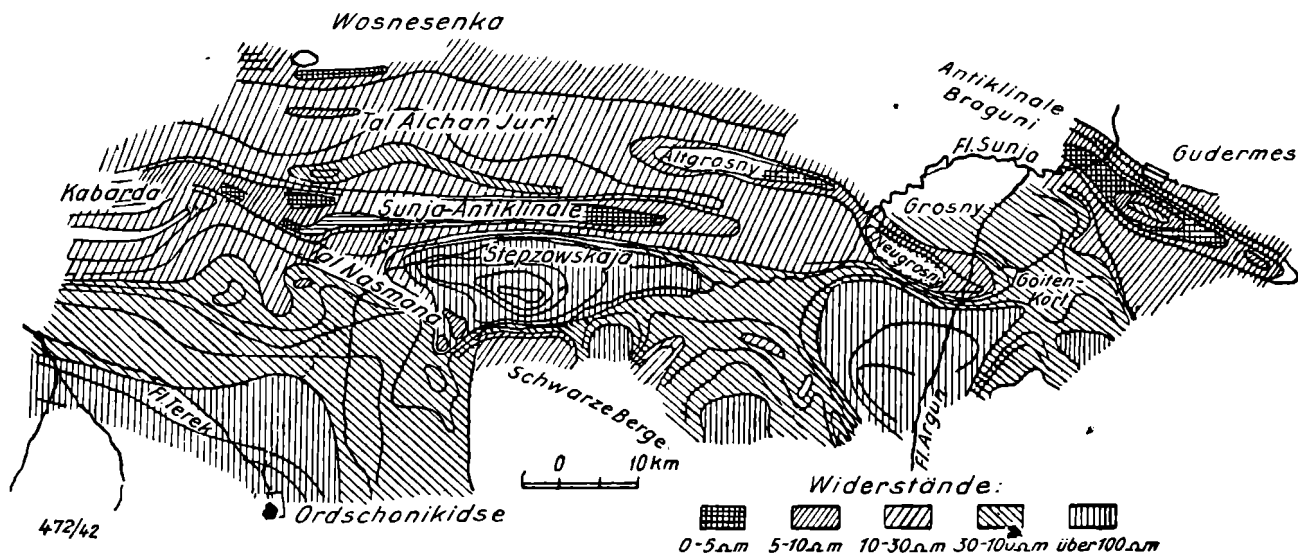


Abb. 6. Widerstandskarte des Grosnybezirkes, Eindringungstiefe: 250 m (nach Schlumberger)

Das TerektaI wurde auch seismisch regional untersucht; die Ergebnisse sind aber nicht veröffentlicht. Gute Leit-horizonte sind im Untersarmat, im obersten Teil des mittleren Miozäns (Sandsteine der Karagan-Stufe) in der Nähe der Maikop-Oberkante (Ton-Sideritschicht) und besonders an der Eozän-Oberkante (harte Mergel) vorhanden. Über gravimetrische Ergebnisse im Grosny-bezirk berichtete Numerow<sup>14a)</sup>. Nicht nur der regionale Anstieg des Grundgebirges nach N, sondern auch die

kopschichten, Abb. 9), bei Kalusch (Abb. 10) greift die Ölführung ins Miozän hinauf, in den weiter nordwestlich gelegenen Bezirken tritt sie sporadisch außerdem bis ins

<sup>14)</sup> I. O. Brod, Über die Klassifikation der Erdöllagerstätten nach ihrer Form (unter besonderer Berücksichtigung der Lagerstätten des nordöstlichen Kaukasus), [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, 4, 23 [1940].

<sup>14a)</sup> B. Numerow, Results of gravity observations in the Grosny region in 1928. Trans. Geol. Pros. Serv. USSR 36, 140 [1931].

Pont und Daz (Rudny- bzw. „Erz“-Schichten) hinein auf. Lokal ist die Ölführung der Maikop-Monoklinalen bedingt durch die Querundulationen der mit 10° bis 25°

bedingen eine entsprechende Zunahme der Zahl der Reflexionen. Durch Interferenz elastischer Wellen werden gelegentlich Ausfälle von Reflexionen verursacht, obwohl die entsprechenden Sandhorizonte in Wirklichkeit vorhanden sind. Solche Interferenzerscheinungen sind von dem Verhältnis der Wellenlänge zur Mächtigkeit der tonigen Zwischenschichten abhängig. Mit den reflexionsseismischen Untersuchungen wurde im Jahre 1935 begonnen; 1936/37 wurden sie in größerem Umfange fortgesetzt.

Zur Auffindung neuer Strukturen im quartärbedeckten Vorlande wurden in großem Maße elektrische Widerstandsmessungen angewandt; daneben wurde auch die Umgrenzung bekannter Strukturen — wie Kalusch und Apscheronskaja — untersucht. Die elektrisch vermessenen Bezirke sind in Abb. 7 angegeben. Abb. 13 gibt einen geoelektrischen Schnitt durch den Horst von Tulsckaja, südöstlich von Maikop, wieder,

aus dem die maßgebenden Widerstandsunterschiede zu ersehen sind. Im Unter-Tschokrak (Mittl. Miozän) findet sich dort ein markanter elektrischer Leithorizont. Auch das Gasverfahren wurde ab 1935 planmäßig und anscheinend mit Erfolg im Maikopgebiet eingesetzt. Es

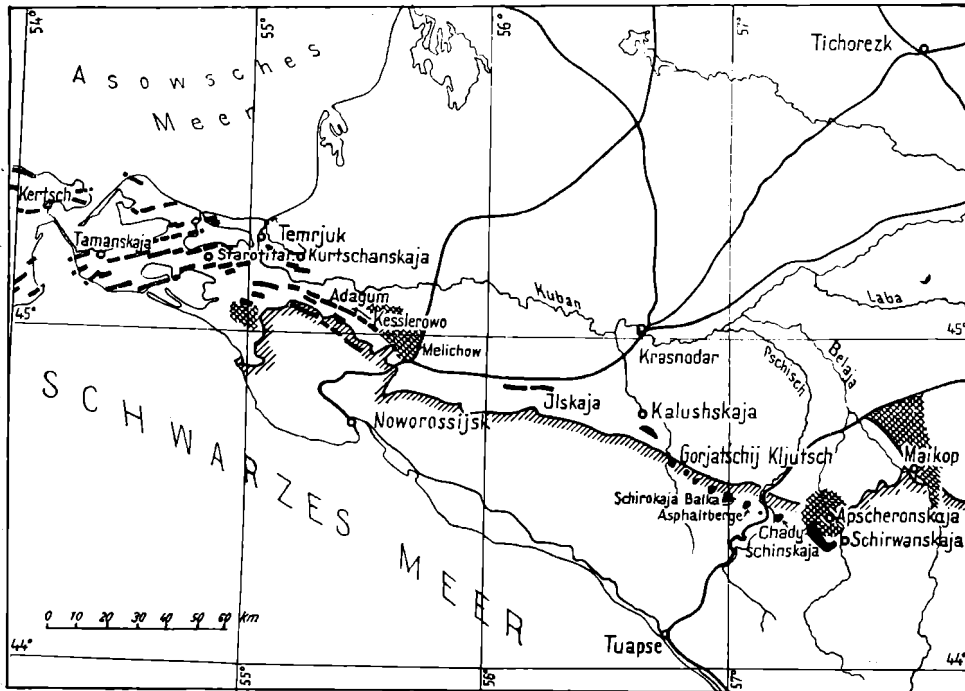


Abb. 7. Übersichtskarte der Erdölgebiete des nordwestlichen Kaukasus (Maikop, Kuban, Halbinsel Taman) nach Prokopow (Die geoelektrisch untersuchten Flächen sind, im Gegensatz zu der Zeichenerklärung, auf der Karte durch Kreuzschraffur gekennzeichnet)

nach N einfallenden Maikopserie, ferner durch das Relief der liegenden Foraminiferenschichten (Eozän), welches ein verschiedenes weites, buchtenartiges Vorspringen und damit auch ein Anschwellen der Mächtigkeit der sandigen Fazies der Maikopschichten verursacht (Abb. 12), und schließlich vor allem durch die Zahl und Mächtigkeit der sandigen Einschaltungen innerhalb der Maikopserie<sup>15,16</sup>).

Abb. 11 stellt ein reflexionsseismisches Profil dar, in welchem zum Vergleich die geologischen Bezugshorizonte der Bohrungen mit eingetragen sind. Als reflektierender Hauptleithorizont wird in der Regel die auch in den elektrischen Bohrlochdiagrammen stets deutlich hervortretende Oberkante der Foraminiferenschichten benutzt, jedoch nur bedingt, da die Reflexionseinsätze nicht immer kontinuierlich zu verfolgen sind. Zur Kontrolle der Reflexionsergebnisse wurden geschlossene Polygonzüge geschossen (Entfernung der Schußbohrlöcher meist 500 m). Die Reflexionen stammen aus Tiefen von 500 bis 1000 m. Eine Korrektur für den Einfluß der Verwitterungsschicht brauchte nicht angebracht zu werden.

Je mehr Sandsteinschichten auftreten, um so mehr Reflexionen wurden erhalten. Es wurden daher u. a. Karten mit Linien gleicher Reflexionshäufigkeit konstruiert und die Bohrungen daraufhin im Bereich der vermuteten größten Gesamtsandmächtigkeiten angesetzt. Einschaltungen von Sandlinsen in den mittleren Maikopschichten

aus dem die maßgebenden Widerstandsunterschiede zu ersehen sind. Im Unter-Tschokrak (Mittl. Miozän) findet sich dort ein markanter elektrischer Leithorizont.

Auch das Gasverfahren wurde ab 1935 planmäßig und anscheinend mit Erfolg im Maikopgebiet eingesetzt. Es

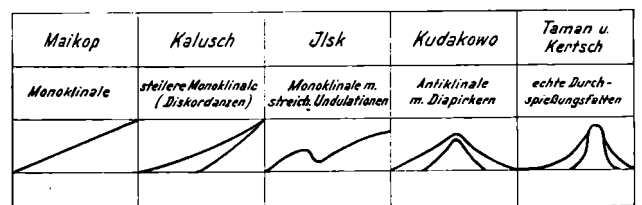


Abb. 8. Der tektonische Typus der Lagerstätten des Nordwestkaukasus (nach Prokopow)

wurde ein Gebiet von 40 km Länge durch die Gasaufnahme überdeckt, wobei die Profile senkrecht zum Kaukasusstreichen angelegt wurden. Eine hohe Gaskonzentration wurde z. B. über dem eben erwähnten, elektrisch festgestellten Horst von Tulsckaja beobachtet, wo später durch Bohrungen eine Gaslagerstätte erschlossen wurde.

<sup>15</sup>) K. A. Prokopow, Abriß der Geologie und der Bedingungen der Erdölführung des nordwestlichen Kaukasus [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, 4, 67 [1940].

<sup>16</sup>) P. A. Pospelow, Ergebnisse der seismischen Arbeiten im Maikop-Gebiet [russ.]. [Raswedka Nedr] = Lagerstättenforschung 1940, Nr. 9, S. 28.



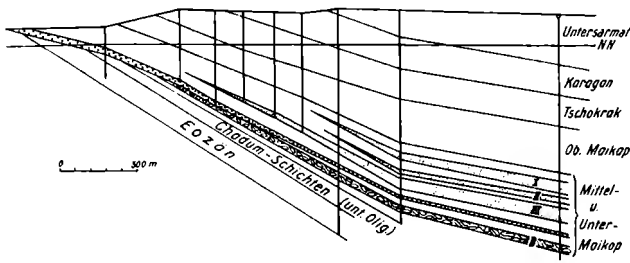


Abb. 9. Geologisches Profil durch die Maikop-Monoklinale (nach Prokopow)

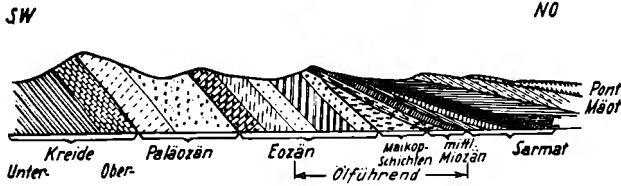
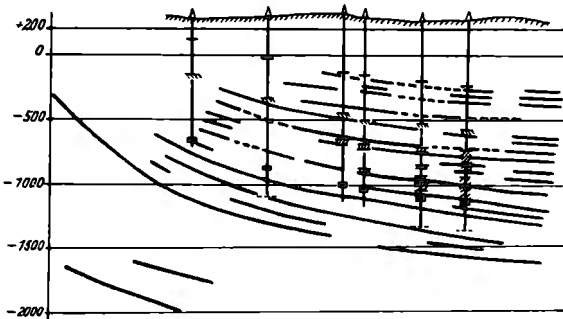


Abb. 10. Geologisches Profil durch die Kalusch-Monoklinale (nach Prokopow)



Berechnung der Horizonte in den Bohrungen:  
 1 - ; 2 ■; 3 ■; 4 ■; 5 ---

Abb. 11. Reflexionsseismisches Profil im Bereich der Apscheronskaja-Chadyschinskaja-Lagerstätte des Maikopbezirkes (Profil V, s. Abb. 12), nach Pospelow

- 1: Elektrischer Leithorizont für Bohrlochmessungen;
- 2: Oberkante der Maikopschichten;
- 3: Sande des 1. bis 4. Horizontes der erdölführenden Schichten (Maikopschichten);
- 4: Haupterdölhorizont B an der Basis der Maikopschichten;
- 5: Oberkante der Foraminiferenschichten.

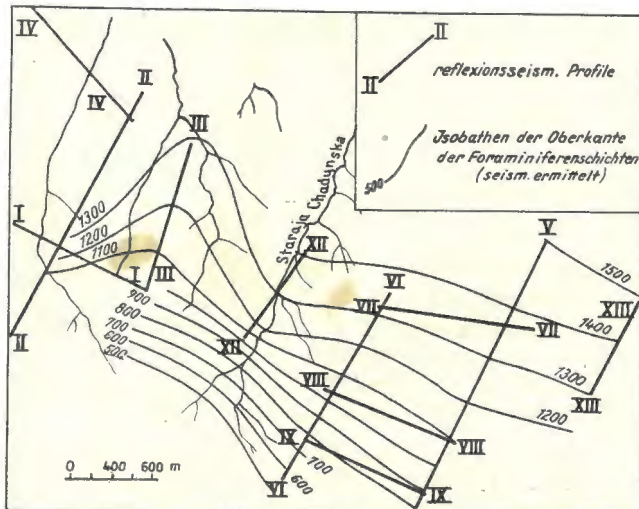


Abb. 12. Isobathen des reflexionsseismischen Leithorizontes (Oberkante der Foraminiferenschichten), nach Pospelow

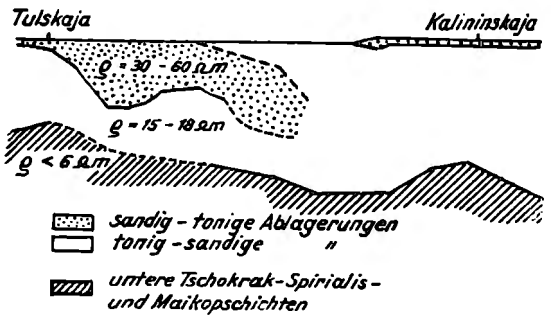


Abb. 13. Geoelektrisches Profil der gasführenden Tulsakajaauflöschung (Maikopbezirk), nach Leljawin

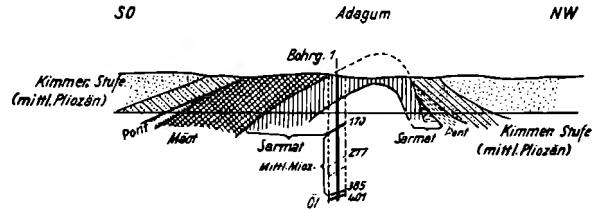


Abb. 14. Geologisches Profil durch die Adagum-Antiklinale (nach Prokopow)

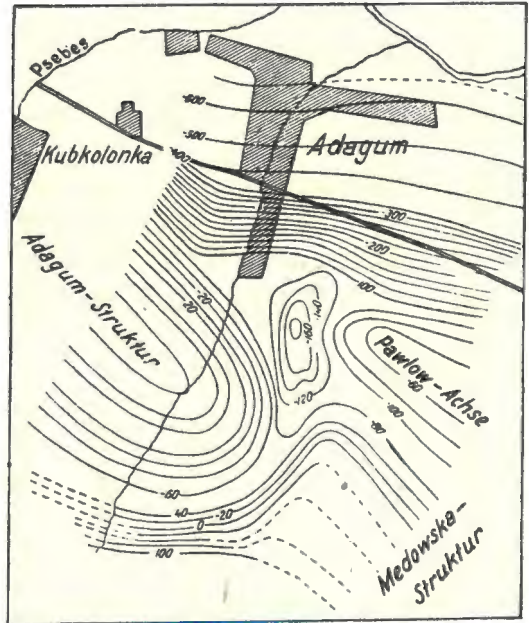


Abb. 15. Tiefenlinienkarte des Adagumbezirkes auf Grund einer elektrischen Widerstandsaufnahme (nach Leljawin)

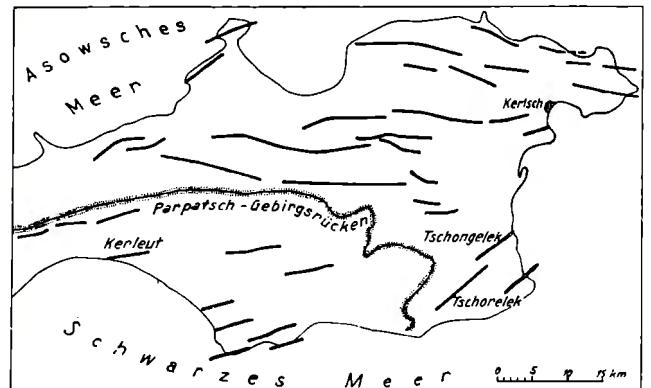


Abb. 16. Die Diapirfalten der Halbinsel Kertsch

Im Chadyschinskgebiet wurde nordwestlich des bekannten Ölfeldes, am rechten Ufer des Pschisch, ein neues Ölfeld entdeckt. Die nachträglich ausgeführten Bohrungen sollen die gefundenen Anomalien bestätigt haben<sup>16)</sup>. Beim Aufschluß der Lagerstätten Schirokaja Balka

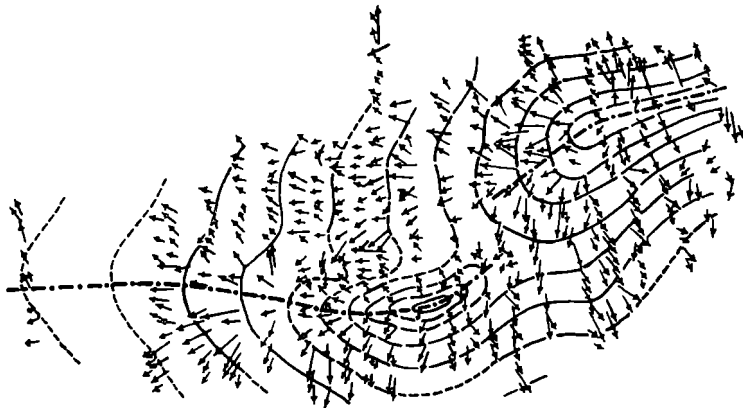


Abb. 17. Karte der Schleifenvektoren (geoelektrische Aufnahme) der Kerleutstruktur auf der Halbinsel Kertsch (nach Sagarmistr)

und „Asphaltberg“ wurde nach den gleichen Verfassern das Gasverfahren ebenfalls erfolgreich angewandt. Zwischen den beiden genannten Ölfeldern wurde kein Gasmassimum beobachtet und bei später niedergebrachten Bohrungen auch kein Erdöl erschlossen.

Im Bezirk der Diapirstrukturen des nordwestlichen Kubanbezirkes (Kesslerowo, Adagum usw., Abb. 14) wurden die Umrisse der bekannten Falten mit dem Widerstandsverfahren vermessen und dabei die Struktur Adagum auf ihre axiale Fortsetzung und ihre Verbindung mit der Medowskajastruktur untersucht (Abb. 15). Die richtige Lage der Pawlowo-Achse (Fortsetzung der Kesslerowostruktur) konnte, entgegen vorherigen geologischen Angaben, erst mit Hilfe der Geoelektrik festgestellt werden<sup>17)</sup>.

Die Durchspießungsfalten der Halbinsel Kertsch (Abb. 16) sind im SW der Halbinsel unter einer eluvialen Decke verborgen und daher nur mit Schwierigkeit und unter einem Aufwand von zahlreichen Schürfen und Flachbohrungen geologisch zu kartieren. Hier gelang es mit Hilfe der Schleifenmethode, Umgrenzung und axialen Verlauf der Kerleutstruktur zu ermitteln (Abb. 17). Elektrische Probeuntersuchungen wurden an den seit langem bekannten, geringe Ölmengen fördernden Strukturen Tschorelek und Tschongelek ausgeführt.

Der nördliche Teil der Kubansenke — bis in die Gegend von Jeisk und Tichorezk — wurde magnetisch, gravimetrisch und seismisch regional untersucht. Der subkaukasische Trog ist in diesem Bezirk durch stärkere Queraufwölbungen untergliedert, welche der uralischen Richtung folgen und somit wohl als Fortsetzung der Wälle im östlichen Teil der russischen Tafel zu betrachten sind.

In der Fortsetzung der Kubansenke, auf der W-Seite des Asowschen Meeres, wurden in den letzten Jahren im Melitopol-Gasgebiet — am N-Rand der Senke — umfangreiche refraktionsseismische und Drehwaageuntersuchungen vorgenommen, durch welche bei Genitschesk und am Molotschnoje-Liman neue Strukturen gefunden

wurden, die wahrscheinlich ergiebiger sein werden als die bisher bekannten oberflächennahen Lagerstätten im Daz und Sarmat an der Küste des Asowschen Meeres, in nächster Nachbarschaft des östlich von Melitopol auftauchenden Kristallins des Asowschen Blocks. In letzterem Bezirk wurden auch Untersuchungen mit der Gasmethode ausgeführt und hierbei über den Gassanden des Daz, welche der Oberfläche am nächsten liegen, die stärksten Gaskonzentrationen beobachtet, während über den tieferen Sarmat-horizonten, welche eine bedeutend größere Fläche einnehmen als die Sande des Daz und von denen der tiefste der Hauptförderhorizont ist, schwächere Anomalien festgestellt wurden<sup>18)</sup>.

### Die Kalmückensteppe

Zwischen die krimkaukasische Senke einerseits und die mesozoische Dnjepr-Donzesenke (Ukrainische Senke) und Kaspisenke andererseits schiebt sich die südöstliche Fortsetzung des Donezgebirges (Abb. 18), dessen Faltenzüge von der Kreide transgressiv überlagert werden, während die känozoische Tektonik in den Kalmückensteppen ihrerseits von pliozänen und postpliozänen Ablagerungen verdeckt wird. Eine vorläufige großregionale gravimetrische Aufnahme (Pendelkarte, Abb. 19) hat die wesentlichsten Strukturzusammenhänge klären können, gleichzeitig aber eine Reihe neuer Fragen aufgeworfen, zu deren Beantwortung ein dichteres Netz von Schwerestationen erforderlich wäre.



Abb. 18. Tektonische Übersichtskarte des Gebietes zwischen Südural und Donez-Mangyschlag-Gebirge (nach Bujalow<sup>18)</sup>)

Deutlich ist in der linken oberen Hälfte der Karte das Ausheben der Schweresenke zu erkennen, welche geologisch der Dnjepr-Donze-Senke entspricht. Sie wird durch ziemlich hohe Schwerewerte von dem Tiefland der unteren Wolga (Salzstockgebiet am W-Rand der

<sup>17)</sup> M. G. Leljawin, Geoelektrische Geländeuntersuchungen im Maineft-Gebiet [russ.]. [Raswedka Nedr] = Lagerstättenforschung 1940, Nr. 10—11, S. 40.

<sup>18)</sup> N. I. Bujalow, Die Erdölführung des Emba-Gebietes [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, 4, 181 [1940].

Kaspisenke) getrennt. Dieser N—S streichende Schwererücken ist wahrscheinlich als Fortsetzung des Don-Medwediza-Walles aufzufassen (Abb. 1, vergl. auch die Strukturkarte bei v. Bubnoff). Südlich der ukrainischen und der Kaspisenke streicht der vom Donez-

reich des Donezschwererückens nach N; es ist nicht ausgeschlossen, daß hier im N des Stawropolblocks, wo das frühere, noch weitmaschigere Stationsnetz die kräftige Schweresenke bei Salsk nicht erkennen ließ (Abb. 2), eine Fortsetzung der Salztektionik und der devonischen

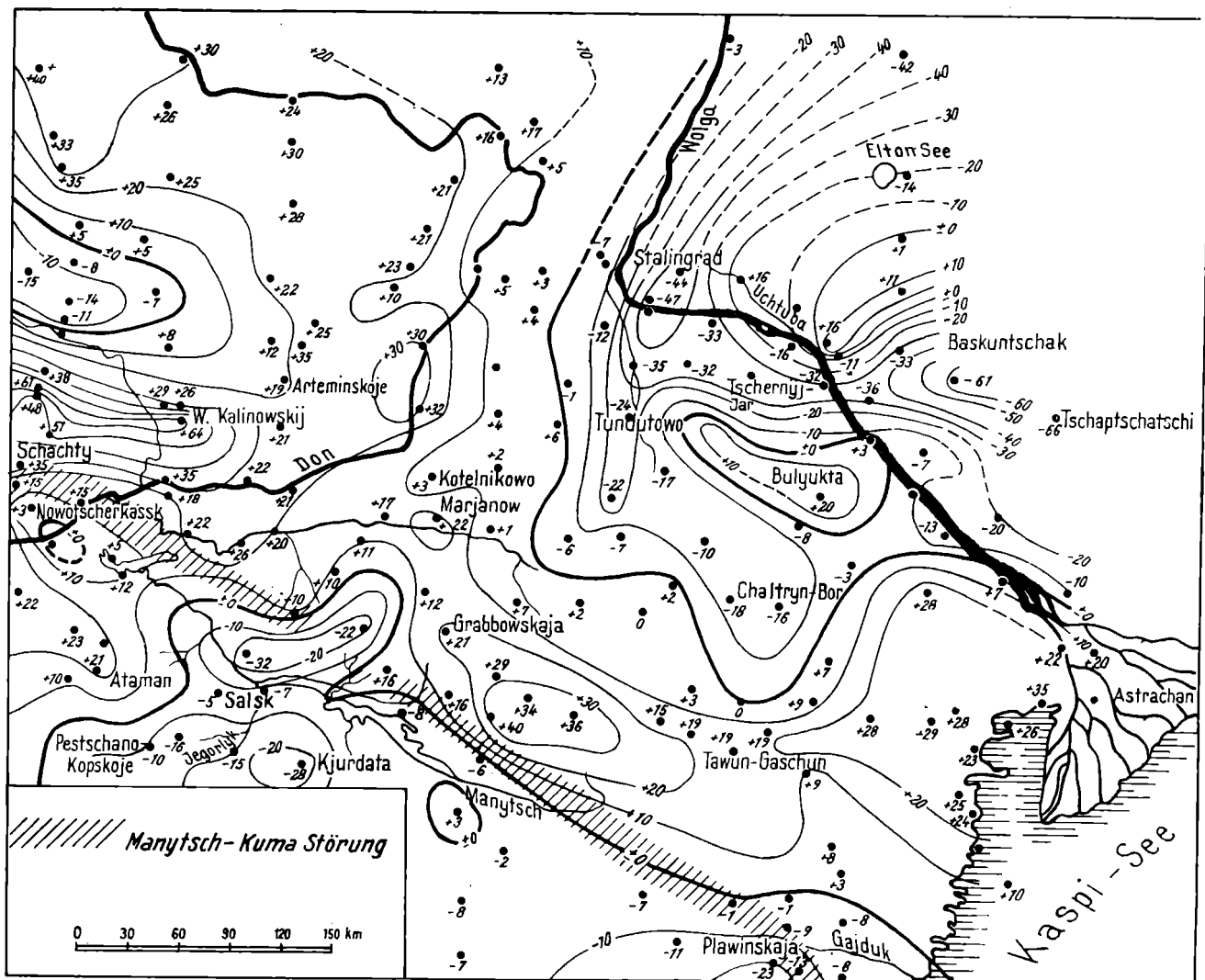


Abb. 19. Schwerekarte der Kalmückensteppen und der angrenzenden Gebiete (totale Schwereanomalien), nach Uspenskaja

gebirge herkommende Schwererücken östlich des Dons über Elista weiter nach SO. Damit hat die Ansicht Karpinskis von den Zusammenhängen des jungpalaozoischen Donezgebirges mit den Mangyschlakfalten östlich des Kaspisees durch die Schweremessungen eine Bestätigung gefunden, was auch Uspenskaja<sup>19)</sup> betont. Das SO-Ende des Schwererückens wird längs einer NNO streichenden Querstörung nach N in die Gegend der Wolgamündung versetzt. Eine weitere parallele Querstörung streicht unmittelbar östlich des Dons, etwa bei Kotelnikowo, nach SSW in Richtung auf Salsk durch, so daß der um Elista gelegene Teil des Schwererückens zwischen beiden Querdislokationen nach S versetzt erscheint und das nördlich davon gelegene Salzstockgebiet der Kaspisenke in dieser Gegend besonders weit nach S vordringt.

In der Gegend von Kotelnikowo greift ferner ein tiefes Schwereminimum aus der Gegend von Salsk in den Be-

oder älteren Muttergesteinsfazies der ukrainischen Erdölprovinz vorhanden ist. Die Klärung dieser Frage durch Gravimetermessungen wäre sehr wichtig, da etwaige Salzstöcke dieses Gebietes in Verbindung mit dem weiten Einzugsgebiet der Terekensenke im O und der Kubansenke im W stehen würden und sich dadurch in einer ölgologisch günstigen Position befänden. Die Schweresenke von Salsk wird durch die Manytsch-Kuma-Störung gekreuzt (Abb. 19), die sich nach SO bis zum Kaspischen Meer fortsetzt. Längs dieser Störungszone von disjunktivem Charakter treten an zahlreichen Stellen heliumhaltige Stickstoff- und Methangase auf; im Schor-Buluk-Bezirk wurden sogar Anzeichen für Erdölführung festgestellt. Die die Bruchzone begleitenden flachen Antiklinalstrukturen sind

<sup>19)</sup> N. J. Uspenskaja, Die Erdölfähigkeit der unteren Wolga und der Kalmückensteppe [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937. Ber. d. 17. Tagung, 4, 201 [1940].

vom Standpunkt der Lagerstättenbildung in diesem Bezirk daher von großem Interesse. Die hier ausgeführten Drehwaage-, reflexionsseismischen und geoelektri-

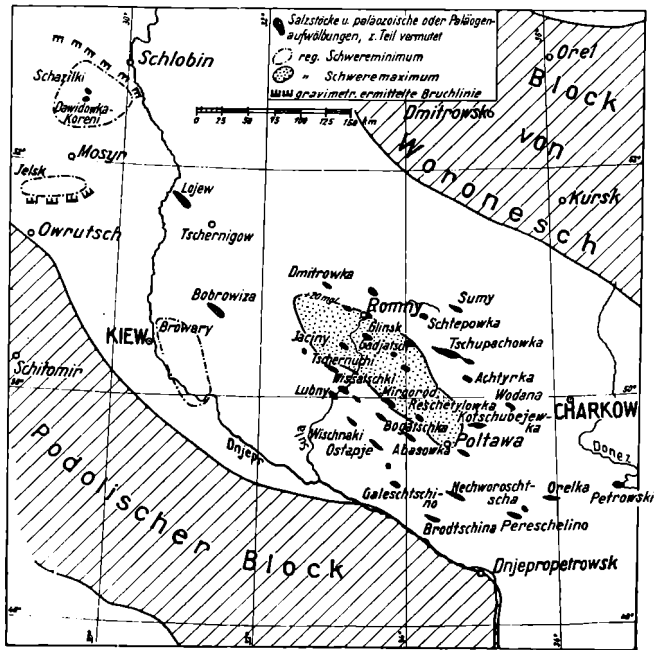


Abb. 20. Übersichtskarte der vermuteten Strukturen der ukrainischen Senke

den Salzstöcke von Romny und Wissatschki durch Tiefbohrungen unmittelbar folgte, warfen neues Licht auf den Bau der Senke als Ganzes und auf den tektonischen Charakter, die Verbreitung und Anordnung ihrer Salzstrukturen. Regionale Pendeluntersuchungen, welche die gesamte ukrainische Senke überdeckten, vervollständigt durch regionale Drehwaageprofile, deckten eine langgestreckte positive Schwereanomalie im Tiefsten der mesozoischen Senke auf.

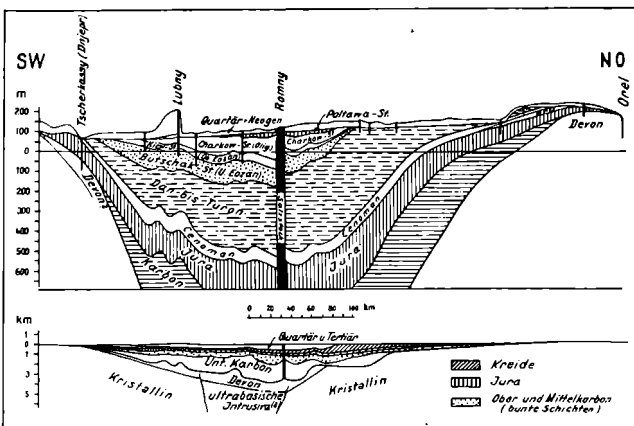
Ohne auf die unter den sowjetischen Geologen stark umstrittene Frage der Beziehungen der Salzstockbildung zur posthumen Tektonik der untertauchenden Brachyantiklinalen in der Fortsetzung der jungpaläozoischen Donezfalten einzugehen, kann doch gesagt werden, daß die „Steilränder“ der positiven Schwereanomalie in engstem Zusammenhang mit der Begrenzung des während des Alttertiärs und bereits auch während der Oberkreide im zentralen Teil der Senke an streichenden Flexuren und Brüchen abgesunkenen Beckengrabens stehen und daß auch bis zur Oberfläche aufgedrungene Salzstrukturen<sup>20)</sup> tektonisch unmittelbar mit jenen Flexuren oder Bruchlinien verknüpft sind. (Man beachte die verschiedene Tiefenlage der Oberkreide und der Butschak-Oberkante in Abb. 21.)

Darüber hinaus gibt es aber eine große Zahl tiefliegender ± flacher Karbonaufwölbungen, in deren Bereich Hebungs- und Faltungsbewegungen mitunter bis ins Alttertiär hinein angedauert haben, so daß sie sich häufig in schwachen Verbiegungen der Oberkreide und der Butschakstufe (Mitteleozän) bemerkbar machen. Diese hinsichtlich ihrer möglichen Erdölführung wichtigen tiefen Falten sind vor allem im Bereich des zentralen Grabens — bei Glinsk, Gadjatsch, Lochwiza usw. — zu finden. Sie wurden mit Hilfe von refraktionsseismischen Untersuchungen nachgewiesen, welche mittels einiger regionaler Profile den gesamten Senkenquerschnitt erfaßten<sup>21)</sup> und anschließend daran einige Karbonaufwölbungen näher untersuchten.

schon Untersuchungen sind nicht veröffentlicht worden. Die gravimetrischen Maxima und Minima sollen sich teilweise im Oberflächenrelief der Steppe ausprägen, was durch Luftbildaufnahme überprüft werden könnte.

### Die Ukrainische Senke

Die Gips- und Diabasauflüsse des Berges Solutucha bei Romny und des Berges am Dorfe Wissatschki bei Lubny



Zur Aufsuchung der Salzstöcke wurden in erster Linie Drehwaagemessungen, ferner auch magnetische Messungen mit der Schmidt'schen Vertikalfeldwaage ausgeführt. Die in der Hut- und Mantelbreccie — aus der bisher allein produziert wurde — enthaltenen Diabasschollen rufen lokal engbegrenzte, sporadische magnetische Anomalien hervor, welche bei oberflächennahen Salzstöcken einige 100 γ erreichen können. Da jedoch Gründe zu der Annahme bestehen, daß während der kimmerischen und der subherzynischen Phase jüngere Diabasergüsse und Intrusionen stattfanden, so sind — abgesehen von der hohen Netzdichte, welche die magnetischen Messungen bei Aufsuchung von Salzstöcken auf Grund von Diabasschollenindikationen haben müßten — lokale magnetische Anomalien noch kein Beweis für das Vorhandensein eines Salzstockes. Seismische und Schwere-messungen sind daher ein weitaus sichereres Mittel zur Auffindung der Salzstrukturen. Von sowjetischer Seite

<sup>20)</sup> Von diesen sind Romny, Wissatschki (Abb. 22) und Dmi-trowka geophysikalisch (Drehwaage und Seismik) genau umgrenzt worden.

<sup>21)</sup> Vgl. das schematische Profil in Abb. 21, welches auf Grund von seismischen Beobachtungen und von Bohrungen konstruiert wurde.

Abb. 21. Schematisches Querprofil durch die ukrainische Senke und den Salzstock von Romny (unteres Profil 10fach, oberes Profil 200fach überhöht)

wurden schon länger von verschiedenen Seiten auf Salzstöcke zurückgeführt. Aber erst die seit 1935 in größerem Umfang einsetzende Durchforschung der ukrainischen Senke, welcher die Aufschließung der erdölführen-



wurde die Drehwaage zur Aufsuchung der Salzstöcke verwendet, die Refraktionsseismik zur Tiefenbestimmung über den Scheitelzonen. Abb. 22a zeigt die Umgrenzung des Salzstockes Wissatschki auf Grund von seismischen und von Drehwaagemessungen, Abb. 22b ein Gradientenprofil durch die gleiche Struktur<sup>9)</sup>.

relativ dichten Mantelzone oder durch steil aufgeschlepptes Mittel- und Unterkarbon.

Die große Zahl der vermuteten Strukturen (Abb. 20) erklärt sich dadurch, daß in dieser Zusammenstellung nahezu sämtliche geologischen und geophysikalischen Hinweise, welche in der sowjetischen Literatur für das

Vorhandensein von Salzstöcken an den betreffenden Stellen angeführt werden, verwertet sind (magnetische Lokalstörungen; gravimetrische Minima, welche die Maxima der bis in Oberflächennähe aufgedrungenen Salzstöcke konzentrisch umschließen; lokale Schweremaxima; seismisch festgestellte paläozoische und Kreideaufwölbungen und durch Bohrungen ermittelte Alttertiärkuppeln). Eine genaue Überprüfung dieser Anzeichen wird voraussichtlich ergeben, daß eine Anzahl dieser vermuteten Strukturen gestrichen werden muß. Gleichzeitig wird aber im Laufe solcher Untersuchungen höchstwahrscheinlich eine große Anzahl neuer, noch gänzlich unbekannter Strukturen gefunden werden, so daß insgesamt schließlich wohl eher eine Zunahme als eine Abnahme der hier verzeichneten Strukturzahl (etwa 40) zu erwarten ist. Salzstrukturen sind nach NW wahrscheinlich nur bis zum Oberlauf des Dnjepr vorhanden; auch die Karbonfalten scheinen dort auszuklingen<sup>22)</sup>. Der breite jüngere Einbruch des skythischen Walles in der Fortsetzung der ukrainischen Senke enthält jedoch ebenfalls paläozoische Aufwölbungen, die wegen der Ölführung des Paläozoikums im SO von praktischem Interesse sind und von denen einige von sowjetischer Seite bereits refraktionsseismisch nachgewiesen wurden (Koreni, Dawidowitschi, Abb. 20). Auf einer dieser Strukturen wurde eine Tiefbohrung angesetzt, deren zwar lückenhafte Ergebnisse darauf hindeuten, daß entweder kein Karbon oder nur geringe Karbonmächtigkeiten über dem Devon vorhanden sind, somit die Vermutung v. Bubnoffs von der jungen Entstehung dieses Senkenteiles vielleicht bestätigend.

Die reichen Ölsuren in den unter- und mittelkarbonischen Schichten

(Sandsteine) von Romny, deren Fazies jedoch keineswegs auf eine Muttergesteinserie innerhalb des Karbons schließen läßt<sup>23)</sup>, machen es wahrscheinlich, daß nicht nur das Salz, dessen Herkunft aus einer präkarbonischen Salzfolge durch die Bohrungen von Romny aus nachgewiesen gelten darf, sondern auch das

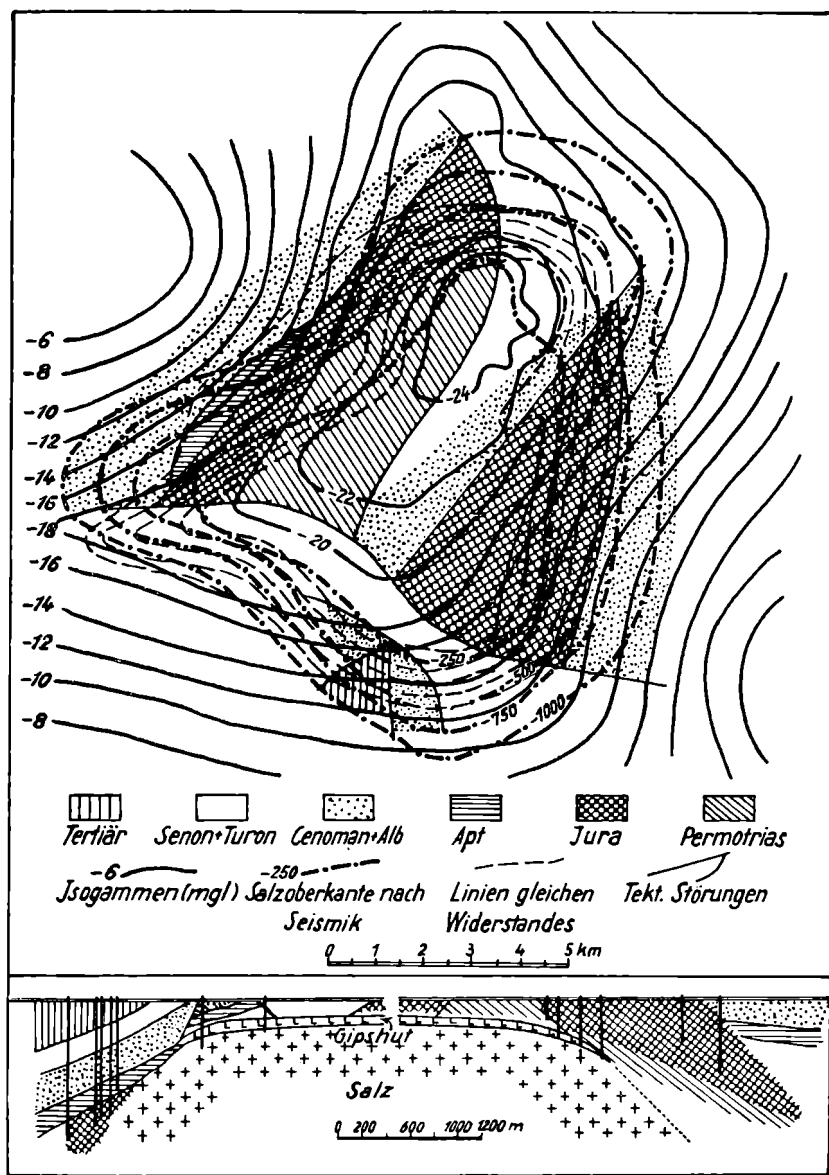


Abb. 26. Geophysikalische Ergebnisse (Gravimetrie, Seismik, Elektrik) und geologisches Profil über dem Salzstock von Iskine (nach Bujalow)

Ebenso wie die anderen oben erwähnten, bis zur Oberfläche durchspießenden Salzstöcke wird auch Wissatschki durch ein Schweremaximum gekennzeichnet, das durch die dichten Hut- und Mantelgesteine hervorgerufen wird. Während jedoch diese Schwerwirkung (auf den Salzstock bzw. die Mantelzone hinweisende Gradienten) bei den anderen erwähnten Strukturen eine (entgegengesetzte) Salzflucht tendenz im Bereich der steilen Salzstockflanken zu übertönen scheint, zeigt Wissatschki einen inneren konzentrischen Kreis von Salzfluchtgradienten (Abb. 22b), möglicherweise verursacht durch eine besonders mächtige Ausbildung der

<sup>22)</sup> S. v. Bubnoff, Grundzüge der Geologie Osteuropas. Z. dtsh. geol. Ges. 94, 213 [1942].

<sup>23)</sup> W. B. Porfiriew, Zur Frage der Erdölführung der Dnjepr-Donzsenke [russ.]. Materialien zur Frage der Erdölführung der Dnjepr-Donzsenke 1, S. 5—40. Akad. d. Wiss. d. Ukr.SSR [Kiew 1941].

Erdöl aus präkarbonischen Schichten stammt, die nach Porfiriew wohl älter als Oberdevon sind und möglicherweise dem Silur angehören. Eine solche Auffassung, die unsere bisherige Ansicht über Alter und erste Anlage der ukrainischen Senke umstoßen würde, findet eine gewisse Stütze in den refraktionsseismischen Tiefenbestimmun-

eines auf Abb. 24 umrandeten, später untersuchten Gebietes südöstlich von Nowousensk, welches etwa 4350 km<sup>2</sup> umfaßt, 16 Salzstöcke gravimetrisch nachgewiesen werden konnten (1 Salzstock auf rd. 270 km<sup>2</sup>). Die durch die riesigen Salzmassen der Erbadome (Durchmesser 5 bis 12 km!) hervorgerufenen Schwere-

Zahlentafel 4. Übersicht über die geologischen und geophysikalischen Erkundungsarbeiten in den erdöhlöffigen Gebieten des Emba-Aktjubinsk-Bezirks

Art d. Arbeit		1925	1926	1927	1928	1929	1936	1937	1938
Geolog. Aufnahmen u. Schürfböhr.	Bohrmeter .....	7 172	26 203	15 178	8 359	6 087	14 436	17 000	25 600
	Davon mit mechan. Bohrgeräten .....	636	1 680	513	423	679	14 436	17 000	25 600
Gravimetrie	Zahl d. Strukturen, auf denen die Schürfarbeiten vor sich gingen ...	2	8	4	4	3	3	4	5
	Untersuchte Fläche i. km <sup>2</sup>		325		1 730	3 570	4 506	8 500	—
Elektrik	Anzahl der gefundenen Strukturen .....				7	10	39	40	—
	Anzahl der untersuchten Strukturen .....					1	—	—	2
Seismik	Anzahl der untersuchten Strukturen .....						8	5	

gen, die im Tiefsten der mesozoischen Senke noch hinreichende Sedimentmächtigkeiten über dem Kristallin und damit die Einschaltung einer silurischen Schichtenfolge wahrscheinlich machten. Abb. 23 gibt ein Beispiel einer solchen refraktionsseismischen Tiefenbestimmung des kristallinen Beckenuntergrundes aus dem nordwestlichen Teil der Senke.

#### Das Wolga-Emba-Gebiet (Kaspisenke)

Das Embagebiet war — hierin vergleichbar mit der Golfküste von Texas/Louisiana — der erste Schauplatz umfangreicher geophysikalischer Tätigkeit in der Sowjetunion. Drehwaageuntersuchungen standen bei seiner Durchforschung bei weitem im Vordergrund. Regionale Profile durchzogen das Gebiet in Ergänzung der Pendelmessungen, wobei der Stationsabstand mitunter bis zu mehreren km betrug, ein freilich recht unzureichender Ersatz für regionale Gravimeteruntersuchungen, der nur unter den günstigen Verhältnissen des Bezirks trotzdem zu praktischen Ergebnissen führen konnte (Zahlentafel 4). Die Aufsuchung der Salzstöcke war ausschließlich Sache der Gravimetrie, während die Refraktionsseismik sich auf Spezialuntersuchungen, wie z. B. die Kartierung der Salzberkante der Scheitelzonen über den bereits gefundenen Salzstöcken, beschränkte (Abb. 24). Aus der Übersichtskarte (Abb. 25) ist die große Anzahl von Salzstöcken zu erkennen, die bisher ausschließlich durch die Gravimetrie nachgewiesen wurden, während die große Zahl der übrigen Salzstrukturen — mit Ausnahme der Antiklinale des Aktjubinskbezirkes — ebenfalls von der Drehwaage aufgefunden, in der Zwischenzeit aber bereits durch Tiefbohrungen bestätigt wurde. Die Gesamtzahl der Salzstöcke der Kaspisenke (1000 km<sup>2</sup>) wurde von Gubkin auf 1500 bis 1600 geschätzt. Hierbei wurde von der Erfahrung ausgegangen, daß im Durchschnitt im mittleren erforschten Teil des Embabezirkes auf je 300 bis 310 km<sup>2</sup> ein Salzstock entfällt<sup>24)</sup>. Daß obige Schätzung nicht zu hoch gegriffen war, geht daraus hervor, daß innerhalb

anomalien sind so beträchtlich (Abb. 26 und 27), daß ein gravimetrisch gefundener Salzstock schon vor der Nachprüfung der geophysikalischen Ergebnisse durch eine Tiefbohrung als „nachgewiesen“ betrachtet werden kann. In den hier abgebildeten Beispielen finden wir Schwereunterschiede von 15 bis 20 mgal; doch rufen manche oberflächennahen Dome geschlossene Minima von 34 mgal (Makat) bis zu Gesamtstörbeträgen von 36 bis 50 mgal hervor, wie z. B. das Minimum nördlich des Indersees.

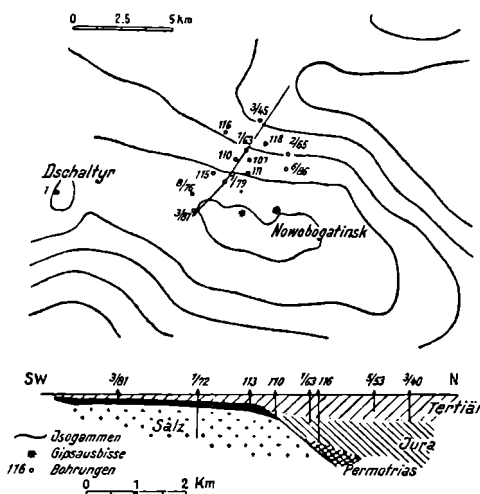


Abb. 27. Die Schwerestörungen (Isogammenkarte) über der Doppelstruktur von Nowobogatinsk-Dschaltyn; Abstand der Isogammen vermutlich 4mgal

Das Erdöl befindet sich in oberpermischen, jurassischen, mitunter auch in jüngeren mesozoischen Speicher-

<sup>24)</sup> N. Polutoff, Der geologische Bau des Wolga-Emba-Erdölgebietes und seine wirtschaftliche Bedeutung. Kali, verwandte Salze, Erdöl 1939, Heft 18 bis 20.

gesteinen, meist Sanden, und zwar bei den tiefen Domen über den Domscheiteln, bei den flacheren Domen vielfach an Verwerfungen im Flankenbereich. Beim Ansatz

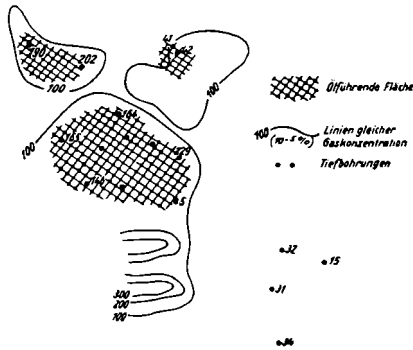


Abb. 28. Gasaufnahme über dem Salzstock von Kotschagyl (nach Jurowski bei Sokolow<sup>6)</sup>)

von Tiefbohrungen haben sich daher seismische und elektrische Spezialuntersuchungen als sehr nützlich erwiesen, da sie in der Lage sind, die geologische Deutung zu vervollständigen und Angaben über die ungefähre Tiefe der Scheitelzonen und das Einfallen der Flanken zu machen.

Auch Gasuntersuchungen zwecks näherer Umgrenzung der ölführenden Fläche wurden über zahlreichen Salzdomen ausgeführt, wie berichtet wird meist mit befriedigenden Ergebnissen. Zahlreiche Beispiele von Probeuntersuchungen wurden veröffentlicht, von denen wir in *Abb. 28* eines wiedergeben. Es wurden drei Zonen mit höherem Gasgehalt festgestellt. Die vor der Gasaufnahme niedergebrachten Bohrungen 146, 165, 190 u. a. fördern Öl aus dem Neokom und Jura. Die Bohrungen 42 und 202 sind nach der Gasaufnahme ausgeführt und wurden im mittleren Jura fündig. In der Zone der auf *Abb. 28* rechts unten liegenden Bohrungen wurde eine relativ niedrige Gaskonzentration beobachtet; diese Bohrungen blieben trocken<sup>6)</sup>.

Die Salzdomen des westlichen Teiles der Kaspisenke — zwischen Ural und unterer Wolga sowie westlich dieses Flusses — sind bisher nur mit Gasvorkommen verknüpft; Erdölaustritte an der Oberfläche scheinen zu fehlen. Es ist nicht bekannt, ob eine systematische Untersuchung tieferer Horizonte auf Erdöl stattgefunden hat. Das Gebiet befand sich augenscheinlich noch im Stadium der geologisch-geophysikalischen Erkundung. In der nächsten Umgebung des Salzstockes von Tscherny Jar wurden durch die Drehwaagemessungen unmittelbar westlich der Wolga drei weitere Salzstöcke gefunden, während in dem Streifen zwischen den bekannten Salzstöcken von Baskuntschak, Bogdo und am Eltonsee (Ulagan und Presnyj Liman) nach den vorliegenden Karten keine weiteren Strukturen entdeckt wurden. Die Wolgalinie (die südwestliche Randzone der Schweresenke) scheint somit durch eine relativ hohe Salzstockhäufigkeit und intensivere tektonische Beanspruchung ausgezeichnet zu sein. *Polutoff*<sup>25)</sup> erwähnt noch teils durch Gravimetrie, teils durch morphologische Erhebungen wahrscheinlich gemachte Salzstöcke in diesem Bezirk bei Bischschoko (80 km südöstlich von Tschaptschatschi) und in den Chudajbergen.

## Uralvorsenke und angrenzende Gebiete der russischen Tafel

Alle bisher bekannten Öllagerstätten der ostrussischen Senke und der angrenzenden Teile der russischen Tafel — auch unter dem Namen „Zweites Baku“ bekannt — sind an wallartige Antiklinalen, an Flexuren oder an oberkarbonisch-unterpermische Kalkaufwölbungen und -riffe gebunden. Die Ölspeichergesteine befinden sich teils (Ischimbajewo, Tschussowskije Gorodki) in Kalken der Artinskstufe, anderwärts (Buguruslan) in Sanden der Ufa- und Kungurstufe (Ober- und Unterperm) oder — wie in Sysran und Tuimasy — in den Sanden an der Grenze zwischen Mittel- und Unterkarbon und in Kalken der Visstufe. *Abb. 30* zeigt als Beispiel ein Profil durch das bekannte Ischimbajewofeld. Die Karbonstrukturen sind im großen und ganzen insofern einfacher gebaut, als sie weniger durch den starken Fazieswechsel (Gips/Anhydrit/Salz) im Kungur sowie die in bezug auf die Oberkante der Artinskalken disharmonische Faltung der Kungurschichten betroffen werden, was beides die geologische und geophysikalische Erkundung in den weiter östlich, im tieferen Teil der permischen Vortiefe gelegenen Aufschlußgebieten vielfach so schwierig gestaltet. Aber auch in jenen Bezirken können mitunter, wie z. B. bei Buguruslan, sehr einfache, seismisch und gravimetrisch leicht zu erfassende tektonische Formen auftreten. Trotz der genannten erschwerten Bedingungen wurde auch im Ural-Wolga-Gebiet die Geophysik in größerem Maßstab eingesetzt. Die Mehrzahl der Strukturen dieses Bezirks (insgesamt über 100) verdankt ihre Auffindung geophysikalischen Verfahren.

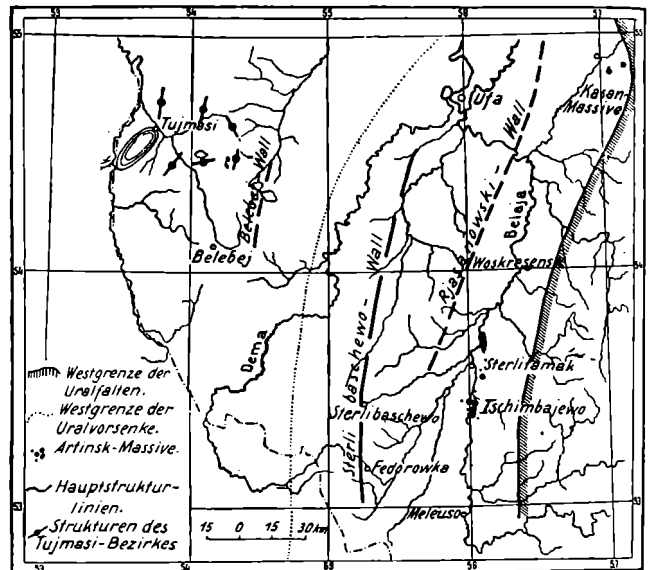


Abb. 29. Tektonische Übersichtsskizze des südlichen Teiles der Uralvorsenke

Bei den Untersuchungen im Ischimbajewobezirk treten die produktiven Artinskalken bei Drehwaagemessungen als Schweremaxima hervor (*Abb. 31*), doch können auch die Anhydrite und Dolomite des Kungur die gleiche Wirkung haben, obwohl sie in bezug auf die Artinsk-Ober-

<sup>25)</sup> N. *Polutoff*, Steinsalzlagerstätten, Solquellen und Salzseen. Aus „Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine“, III. Bd., 2. Teil, S. 169–202, Stuttgart 1938.



kante in einer Mulde liegen (rechte Hälfte in *Abb. 30*). Wie derartige Mulden gravimetrisch in Erscheinung treten, hängt ganz davon ab, in welchem Maße die Anhy-

suchungen ausgeführt und hierbei anscheinend gute Übereinstimmung zwischen der Tektonik des Okawalles und den positiven magnetischen Störungen fest-

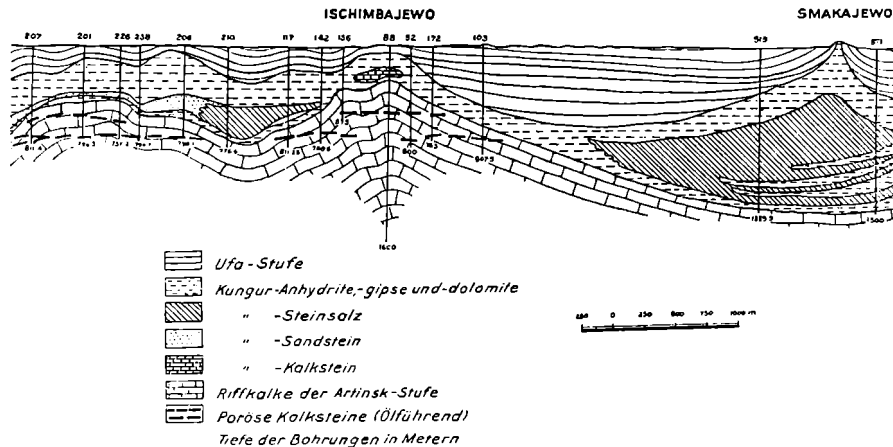


Abb. 30. Profil durch die Lagerstätte von Ischim Bajewo (Sterlitamak-Bezirk, Uralvorsenke), nach *Kugler*<sup>26</sup>

drite des Kungurs in ihnen faziell durch Steinsalz vertreten werden. *Abb. 31* stellt einen Ausschnitt aus den Ergebnissen einer flächenhaften Drehwaageaufnahme des Sterlitamakbezirkes aus dem Jahre 1936 dar. Der Stationsabstand betrug hierbei 500 m, was für dieses geologisch so schwierige Gebiet offensichtlich zu viel ist.

Die Isogammen sind im Abstand von 0,5 mgal gezeichnet. Auf einer untersuchten Fläche von 450 km<sup>2</sup> wurden 20 Schweremaxima festgestellt; bei ihrer Deutung wird man, wie wir oben sahen, nicht sicher sagen können, ob es sich um Aufwölbungen von Artinskalken oder von Kunguranhydriten handelt.

Auch die Refraktionsseismik kann wegen des geringen Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen Anhydrit und Kalk nur die Kunguroberkante ermitteln. Der Reflexionsmethode, welche ähnlich wie die Refraktionsseismik die infolge fazieller Änderungen in horizontaler Richtung rasch wechselnden Wellengeschwindigkeiten als ersten Unsicherheitsfaktor in Kauf nehmen muß, soll es in letzter Zeit durch Einführung neuzeitlicher Geräte mit Amplitudenreglung und Frequenzfilter gelungen sein, Kungurgipse und -anhydrite von dem liegenden Kalk der Artinskstufe zu unterscheiden. Bereits von *Koridalin u. a.*<sup>3</sup>) werden einige Seismogramme gebracht, in denen Reflexionen sowohl an der Artinsk- als auch an der Kunguroberkante auftreten. Doch gelang es damals nur in einigen der untersuchten Probepprofile Reflexionen von beiden Horizonten zu erhalten.

Elektrische und magnetische Messungen wurden ebenfalls in größerem Umfang eingesetzt, die Magnetik vorwiegend regional zur Erforschung der Grundgebirgsstruktur (vor allem im Gebiet von Perm), die elektrischen Untersuchungen im wesentlichen zur Kartierung von Horizonten höheren Widerstandes.

Im Bereich der russischen Tafel, in der nördlichen Fortsetzung des Okawalles (Iwanowo- und Soligalitschbezirk), wo die Bohrung Dubenki Ölsuren enthaltendes Wasser im Karbon antraf, wurden magnetische Unter-

gestellt (*Maksimow*). Von *Tolkaschew* (1941) wird eine elektrische Widerstandskarte aus dem gleichen Bezirk veröffentlicht. Als Leithorizont von hohem spezifischen Widerstand dienen der Kalkstein der Kasanstufe und der ebenfalls vorwiegend kalkige Ogutinowhorizont der tatarischen Stufe.

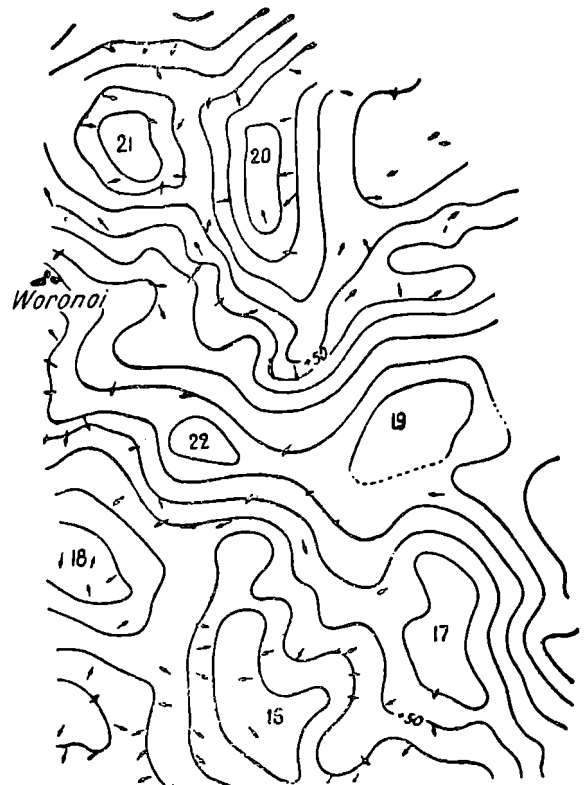


Abb. 31. Gradienten- und Isogammen-Karte aus dem Sterlitamak-Meleuso-Bezirk (nach *Dachnow u. a.*)

<sup>26</sup>) *H. G. Kugler*, Visit to Russian Oil Districts. *J. Instn. Petrol. Technologists* **25**, Nr. 184, S. 68 [1939].

## Schlußbemerkungen

Bei der regen Tätigkeit auf allen geophysikalischen Gebieten fällt es auf, daß in der Sowjetunion bisher keine regionalen Gravimeteruntersuchungen ausgeführt wurden, obwohl diese seit dem Jahre 1934/35 in allen Ölländern einen großen Umfang angenommen haben. Die ersten Messungen mit statischen Schweremessern wurden erst 1940 in der westsibirischen Ebene ausgeführt<sup>27)</sup>. Weitere Untersuchungen waren für das Jahr 1941 in der Ukraine und einigen anderen Gebieten geplant. In der regionalen Schwereaufnahme klappt somit in den meisten Gebieten eine breite Lücke zwischen dem äußerst weitmaschigen Pendelnetz einerseits und den Drehwaagemessungen andererseits, die nur stellenweise, wie z. B. in einem großen Teil des Embagebietes, in den Kalmückensteppen und in der Ukraine, durch Verdichtung des Pendelnetzes — hierbei fanden Holweck-Lejay-pendel stärkere Anwendung — und durch regionale Drehwaageprofile mangelhaft geschlossen werden konnte. Der große Stationsabstand, der bei den regionalen Drehwaageaufnahmen üblich war, ermöglicht nur einen ungenügenden Überblick über den Charakter der regionalen Schwerstörungen und ihre Beziehungen zu den den Geologen interessierenden Struktur-anomalien. Auf diesem Gebiete ist daher — auf lange Sicht — noch sehr viel Arbeit zu leisten. Das gleiche gilt für die flächenhaft-regionale Anwendung der Refraktionsseismik, die — mit Ausnahme des Wolga-Ural-Gebietes — für regionale Aufgaben in der Sowjetunion nur in ganz beschränktem Maße eingesetzt wurde, während sich bei der deutschen Reichsaufnahme gerade die refraktionsseismische Übersichtsmessungen und ihre Auswertung durch Laufzeitpläne bei der Aufsuchung und ersten Umgrenzung von Strukturen besonders bewährt haben. In der Ukraine, im äußersten Vorland des Kaukasus (Terek- und Kubansenke) und in den Kalmückensteppen wurde die Refraktionsseismik wohl auch zur regionalen Erkundung und zur Bestimmung der Tiefe des Grundgebirges herangezogen; dieser Einsatz erfolgte jedoch meist nur in Form sehr weit voneinander entfernter Profile (Linienbeobachtungen). Eine Ausnahme hiervon scheinen die mehr flächenhaften Untersuchungen in der Tereksenke zu bilden, über deren Ergebnisse jedoch nichts veröffentlicht wurde.

Eine beträchtliche Arbeit, auf die im vorstehenden nicht eingegangen werden konnte, wurde auf dem Gebiete der Entwicklung einiger neuer Verfahren geleistet, wie z. B. der radioaktiven und der noch in den Anfängen stehenden magnetischen Bohrlochuntersuchungen, ferner der Weiterentwicklung der elektrischen Bohrlochmethoden in Richtung auf ihre Anwendung zu Permeabilitäts- und Ölsättigungsbestimmungen. Die Anwendung der radioaktiven Bohrlochuntersuchungen ( $\gamma$ -Strahlung) gewinnt — neben ihren Arbeitsmöglichkeiten in verrohrten Bohr- löchern — im sowjetischen Raum noch dadurch an Interesse, daß in einigen Bezirken, vor allem im Uchta, in letzter Zeit aber auch im Bakugebiet, ein gewisser Radiumgehalt der Erdölwässer festgestellt wurde, mit dessen wirtschaftlicher Ausnutzung bereits begonnen war<sup>28)</sup>.

Wie weit die im vorstehenden skizzierten geophysikalischen Erfahrungen bei der zukünftigen Spezialuntersuchung  $\pm$  bekannter Strukturen, die gegenwärtig als vordringliche Aufgabe anzusehen ist, und — auf längere

Sicht und in Aufschlußgebieten — bei der Aufsuchung neuer Strukturen von Nutzen sein können, wird allein die praktische Überprüfung von Fall zu Fall entscheiden können. Aufgabe dieser Zeilen konnte es zunächst nur sein, den ungefähren Umfang und die Art und Weise aufzuzeigen, in der die Geophysik bisher auf dem Erdölgebiet Einsatz gefunden hat, und welche Aufgaben den geophysikalischen Spezial- und Regionaluntersuchungen bei der Erschließung sowjetischer Erdölbezirke voraussichtlich gestellt sein werden.

<sup>27)</sup> A. M. Sagarmistr, Ergebnisse und Aussichten der Anwendung geophysikalischer Untersuchungen in der Erdöl- und Kohlenindustrie der Sowjetunion [russ.]. [Raswedka Nedr] = Lagerstättenforschung 1940, Nr. 10, S. 29.

<sup>28)</sup> „Die Chemische Industrie“ Nr. 27/28 vom 10. Juli 1942, S. 283/284.

### Weiteres Schrifttum:

- A. D. Archangelski, Beitrag zur Frage der Beziehung zwischen geologischem Bau und Schwerstörungen in Osteuropa [russ.]. Ber. der Akad. d. Wiss., Nr. 1 [1932].
- I. A. Balabuschewitsch, Resultate der geophysikalischen Forschungen und Untersuchungen über Salzstrukturen der Dnjepr-Donzsenke [russ.]. Materialien zur Frage der Erdölförderung der Dnjepr-Donzsenke I, 99. Akad. d. Wiss. d. Ukr.SSR [Kiew 1941].
- K. G. Bronschtein, Die Magnetometrie bei den Nachforschungen nach Erdöl in der Ukraine [russ.]. Arb. d. Erdölkonferenz 1938, S. 179—186. Akad. d. Wiss. [1939].
- S. v. Bubnoff, Die Struktur Osteuropas (Eine Analyse neuerer Arbeiten). Geol. Rdsch. **31**, 554 [1940].
- A. I. Kossygin, Das Melitopol-Gasgebiet [russ.]. Arb. d. erdöl-geol. Untersuchungsinst. **64** [1935].
- N. A. Kudrjzew, Die Erdöllagerstätten Georgiens [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, **4**, 107 [1940].
- B. I. Maksimow, Geologischer Bau des Erdölbezirks von Maikop [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, **4**, 81 [1940]; ders., Die vorläufigen Ergebnisse der magnetischen Messungen im Sudogda-Bezirk des Iwanowo-Gebietes [russ.]. [Raswedka Nedr] = Lagerstättenforschung 1940, Nr. 2.
- A. A. Michailow, Gravimetrische Aufnahme der UdSSR [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, **4**, 427 [1940].
- L. von zur Mühlen, Einige neue Tiefbohrungen im Gebiete der russischen Tafel und ihre Bedeutung für die Paläogeographie und Erdölgeologie, Z. dtsh. Geol. Ges. **93**, 215 [1941].
- L. A. Nesterow, N. C. Bibikow u. A. Sch. Usmanow, Kursus der elektrischen Untersuchungen [russ.]. Leningrad-Moskau 1938.
- N. Polutoff, Das neue Erdölgebiet zwischen der Wolga und dem Ural, „Das zweite Baku“. Oel u. Kohle **36**, 113, 137 [1940].
- W. S. Sawistowski, Die Ergebnisse der regionalen geophysikalischen Forschungen im Dnjepr-Donzbecken [russ.]. Materialien zur Frage der Erdölförderung der Dnjepr-Donzsenke, I, S. 89—97. Akad. d. Wiss. Ukr.SSR [Kiew 1941].
- A. D. Sergejew u. J. M. Jamnitschenko, Der geologische Bau der Dnjepr-Donzsenke nach Bohrungen und geophysikalischen Forschungen [russ.]. Materialien zur Frage der Erdölförderung der Dnjepr-Donzsenke, I, S. 41—57. Akad. d. Wiss. d. Ukr.SSR [Kiew 1941].
- L. Sorokin, Die Anwendung gravimetrischer Aufschlußmethoden in der USSR. Verh. der Baltischen Geodätischen Kommission, 7. Tagung, **2**, 379 [1935].
- Die Erdöllagerstätten Aserbajdschans. Geol. Koll. des Asnetaraswedki [russ.]. Int. Geol. Kongreß 1937, Ber. d. 17. Tagung, **4**, 117 [1940].
- Das große Emba. (Zahlreiche Mitarbeiter.) Akad. d. Wiss. d. UdSSR. Moskau-Leningrad 1937.