

Die geologische Erforschung der Qum Gegend, Iran

Autor(en): **Gansser, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **23 (1956-1957)**

Heft 65

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-188509>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die geologische Erforschung der Qum Gegend, Iran

Von A. GANSSER

Abstract

The Iran Oil Company's exploration well Alborz No. 5, situated in the Qum region, Central Iran, blew out end of August 1956 producing initially over 80 000 barrels of light paraffinic crude per day.

The discovery well was the fifth exploration well drilled by this company following an intensive geological field investigation, partly based on photogeological mapping of the wider Qum area. Two large anticlines were found N and E of Qum, the Alborz structure and the Saradje structure respectively. Both are closed in the Upper Red Formation, an equivalent of the Fars formation. Drilling operations began 1951 on the Alborz structure.

The drilling object was the marine Qum formation, of Oligo-Miocene age, containing three main limestone zones, somewhat reminiscent of the Asmari limestones. They alternate with marine marls and are capped by evaporite deposits which caused great drilling difficulties. Very promising oil shows were observed in Alborz No. 3 at 2288 m depth; Alborz No. 1 passed a thrust zone which was subsequently confirmed by Alborz No. 2. Alborz No. 3 had to be abandoned within the salt section, as well as a further attempt, Alborz No. 4. Alborz No. 5 was drilled as replacement well for No. 3. After great drilling difficulties while passing over 300 m of evaporite deposits, the top of the marine Qum formation was reached at 2677 m, when the well blew out. The abnormal high pressures prevented a successful closing of the wild well which produced over 1½ millions barrels of oil in the first three weeks. This excessive pressure may be connected with diapiric saltmasses underlying the structure.

The oil of Alborz No. 5 must have been generated within the Qum formation. Migration from older deposits is unlikely, owing to their unfavorable lithological aspect (Volcanics etc.).

Einleitung

Um halb vier Uhr morgens des 26. August 1956 erfolgte in der Bohrung Alborz No. 5 der Iran Oil Company schlagartig ein Ausbruch. Eine Oelfontaine von 100 m Höhe produzierte über 10 000 Tonnen Oel im Tag, neben unschätzbaren Mengen von Gas. Es handelte sich um den größten «Blow Out», den der bekannte Oel-spezialist aus Texas, Myron Kinley, in seiner 35jährigen Karriere der Bohrausbruch-bekämpfung zu meistern hatte.

Die Geschichte, die diesem in seiner Größe unerwarteten Erfolg zu Grunde liegt, ist eine Summation von vielen Anstrengungen, unglaublichen Bohrschwierigkeiten und unverdientem Pech. Die bohrtechnischen Schwierigkeiten, über die im folgenden kurz berichtet wird, hätten manchen größeren Konzern zur Aufgabe veranlaßt. Die große Ausdauer der Iran Oil Company und ihre Zuversicht auf einen kommenden Erfolg haben letzten Endes zu diesem äußerst wichtigen Resultat geführt.

Die Entdeckungsbohrung Alborz Nr. 5 befindet sich im zentral-iranischen Becken, welches zwischen dem Elburz- und dem Zagros-Gebirge gelegen ist. Die Bohrung liegt 115 km SSW von Teheran und 8 km nördlich der heiligen Stadt Qum. Die Koordinaten sind $34^{\circ} 42'$ Breite und $50^{\circ} 52'$ Länge. Es handelt sich dabei um die erste produktive Bohrung Irans außerhalb des wichtigen Oelgebietes des Persischen Golfes, und somit um ein vollständig neues Oelgebiet. Diese Tatsache ergibt sich deutlich aus Fig. 1, welche zeigt, daß das nächste Oelfeld, Lali, 330 km im SW liegt, während das russische Feld Chikishlar, am Ostufer des Kaspischen Meeres, 430 km gegen NE entfernt ist.

Ueber die Geologie Zentral Irans (Gansser 1955) sowie die Stratigraphie des Qum Gebietes (Furrer und Soder 1955) ist im Rahmen des Weltölkongresses in Rom publiziert worden. Im folgenden soll nur die Geologie, die direkt im Zusammenhang mit der Bohrung Alborz Nr. 5 steht, behandelt werden.

Die ersten Oelanzeichen in der Qum Gegend wurden 1934 bekannt, als man beim Bau eines Khanates (unterirdischer Wasserkanal) auf Oelspuren stieß. Dieses Oel, das sich jetzt noch in einem der Luftschächte des Khanates beobachten läßt, sickert aus einem stark zerbrochenen, eher dichten Kalk, welcher zur mittleren Zone der oligo-miozänen marinen Formation gehört. Erst anfangs 1951 wurde durch eine Feldgruppe der Iran Oil Co. eine bedeutende Oelfundstelle in der Mil Gegend, 25 km westlich von Qum, entdeckt. Diese Oelquelle muß schon seit längerer Zeit einheimischen Schafhirten bekannt gewesen sein, doch ist merkwürdigerweise nichts davon an die Oeffentlichkeit gelangt.

Die Mil Oelquelle befindet sich am westlichen Ende der engen, oligo-miozänen Kalkantiklinale, welche südlich Qum einen markanten und komplexen Hügelzug bildet, der sich auf über 70 km erstreckt. Hier taucht diese enge Antiklinale axial plötzlich senkrecht unter. Ein Gipsmergel-Mantel legt sich teilweise disharmonisch um die steile Kalkstruktur. Aus dem Gips fließt ein schwarzes, ziemlich schweres Oel, begleitet von etwas schwefelhaltigem Wasser. Der Gips ist an mehreren Stellen stark durchtränkt mit Oel.

Im Jahre 1938 ließ die Petroleumabteilung des Iranischen Finanzministeriums auf der Ostseite des bekannten Salzdomes Kuh-i-Namak, 22 km WNW von Qum, zwei Probebohrungen ausführen. Sie erreichten eine Tiefe von 450 m. Fragwürdige schwache Oel- und Gasanzeichen wurden gemeldet.

Kurz vor und auch während des zweiten Weltkrieges wurde die Qum Gegend von einer holländischen Gesellschaft untersucht, doch war der Befund, nach einem ihrer geologischen Experten zu schließen, vollständig negativ. Die Qum Gegend war zudem vorher schon in der ersten Großkonzession der ehemaligen Anglo-Iranian Oelgesellschaft eingeschlossen, wurde jedoch bei der starken Reduktion der Konzession ausgeschieden.

Gegen Ende 1949 wurde die Iran Oelgesellschaft gegründet, die das gesamte Gebiet Irans außerhalb der Konzession der britischen Gesellschaft auf Oelmöglichkeiten zu untersuchen und zu erschließen hatte. Zu diesem Zweck stellte die Iran

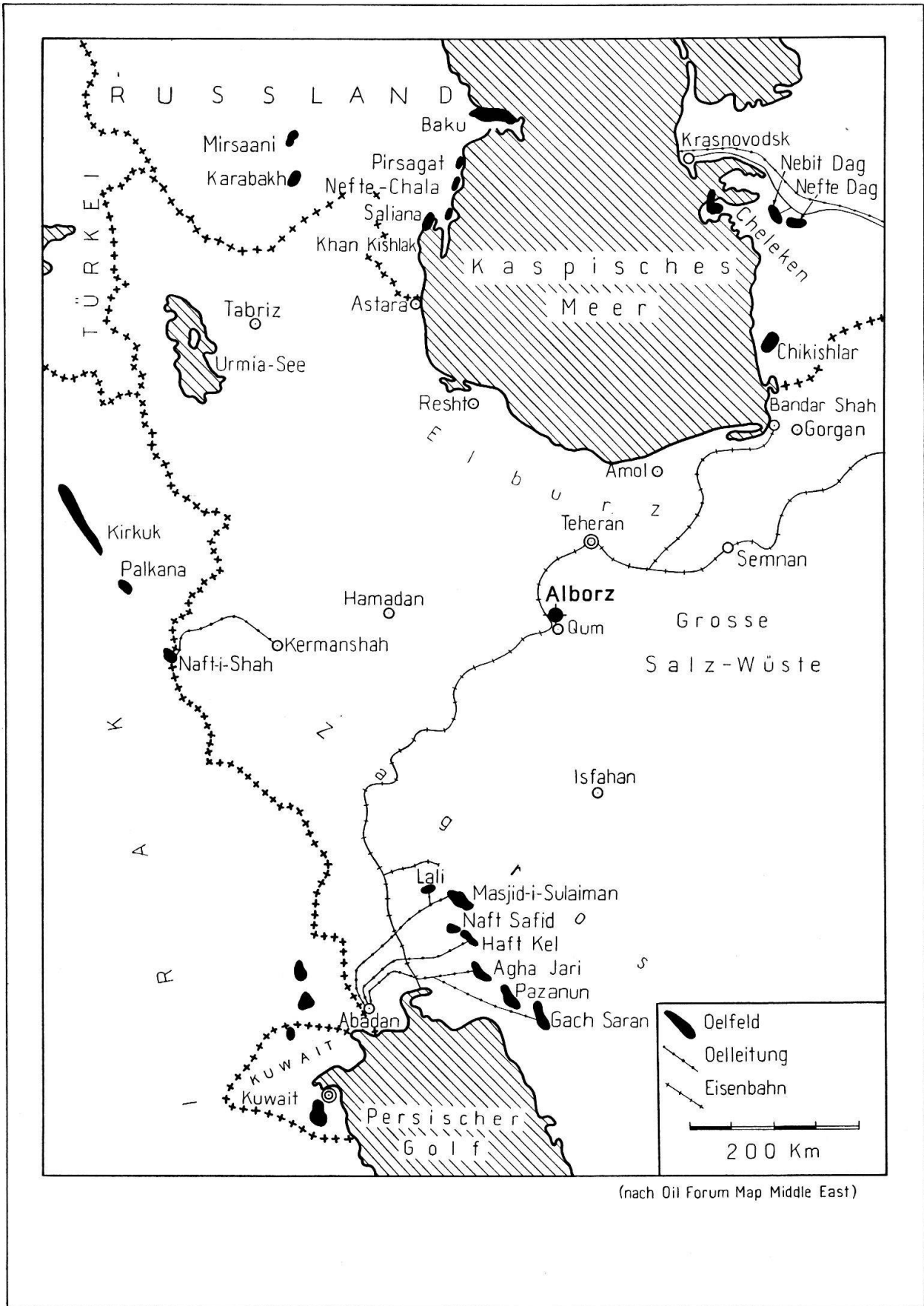


Fig. 1 – Das Alborz Gebiet (Zentral Iran) und die umliegenden Oelfelder.

Oil Co. eine Gruppe von 8 Schweizer Geologen an, die, zusammen mit einem Dutzend iranischer Assistenten, an diese große Aufgabe herantraten. Alle haben an dem großen Erfolg von Qum aktiv mitgearbeitet.

Die Explorationsarbeiten im Qum Gebiet

Anfang 1950 begannen intensive geologische Explorationsarbeiten in Iran, vom äußersten Zipfel in Beluchistan bis ans Kaspische Meer. Im Qum Gebiet fingen die geologischen Feldarbeiten im April 1950 an. Die Iran Oil Co. hatte seit Beginn des Jahres Bohrmaterial bestellt, und zwar ein «National 50»- und kleineres «Franks 4000»-Bohrgerät. Dieses Material war eigentlich für das Kaspische Gebiet bestimmt. Als jedoch unvorhergesehene Schwierigkeiten das Bohren in den nördlichen Gebieten nicht gestatteten, mußte ein neues Arbeitsgebiet gesucht werden, und zwar wurde dafür Zentral Iran bestimmt.

Zwei Gebiete schienen vielversprechend, erstens das Gebiet nördlich der großen Salzwüste (Semnan Gegend) und zweitens das Gebiet von Qum. Da das letztere leichter zugänglich und geographisch günstiger gelegen ist (es kreuzen sich dort die Straßen nach allen Landesecken und Hauptstädten), wurde beschlossen die Bohrtätigkeit bei Qum zu beginnen. Jetzt mußte so schnell wie möglich eine Bohrstelle im Qum Gebiet festgelegt werden, denn die Iran Oil Co. hatte schon einen Kontrakt mit der Drilling and Exploration Co. (Los Angeles) abgeschlossen.

Während zwei Erkundigungsflügen im Mai und Oktober 1950 wurde die vollständige Umgrenzung von zwei großen Antiklinalen, die schon durch Feldaufnahmen bekannt waren, festgelegt. Da sich das Gebiet für photogeologische Bearbeitung besonders gut eignet, wurde eine sofortige Luftaufnahme des Interessegebietes beschlossen und zu diesem Zwecke die Luftwaffe mobilisiert. Trotz mangelnder Erfahrung und Ausrüstung erhielten wir recht brauchbare Photographien, und in kurzer Zeit wurden, durch konzentrierte Arbeit mehrerer Geologen, geologische Karten im Maßstab 1 : 20 000 erstellt. Diese Karten umfaßten das weitere Gebiet der beiden erwähnten Strukturen und ermöglichten einen guten Ueberblick der tektonischen und stratigraphischen Verhältnisse (siehe Fig. 2).

Die beiden Strukturen wurden Alborz und Saradjeh benannt. Die Alborz Antiklinale ist über 50 km lang und 12 km breit und enthält im abtauchenden Westende den Kuh-i-Namak Salzdom. Die Oberflächenstruktur ist asymmetrisch, und zwar ist im östlichen Teil die Nordflanke, im westlichen die Südflanke steiler. Die Oberflächenkulmination fällt auf den östlichen Teil. Die Saradjeh Antiklinale ist mehr symmetrisch, 30 km lang und 8 km breit. Beide Strukturen sind im unteren Teil der Oberen Roten Formation geschlossen, welche sich mit dem unteren Teil der Oberen Fars Formation aus dem südlichen Oelgebiet vergleichen läßt (ungefähr mittleres Miozän).

Das Ziel der geplanten Bohrung waren die oligo-miozänen Qum Kalke, die faunistisch und teilweise auch lithologisch dem bekannten Asmari Kalk der südlichen Oelfelder entsprechen. Die Qum Kalke bilden drei Hauptzonen innerhalb der komplexen, oligo-miozänen Qum Formation, welche südlich von Qum gut aufgeschlossen ist (Fig. 2). Die Feldaufnahmen in den benachbarten, tektonisch und stratigraphisch recht komplizierten Strukturen ergaben folgende Unterteilung der Qum Formation (siehe Fig. 3).

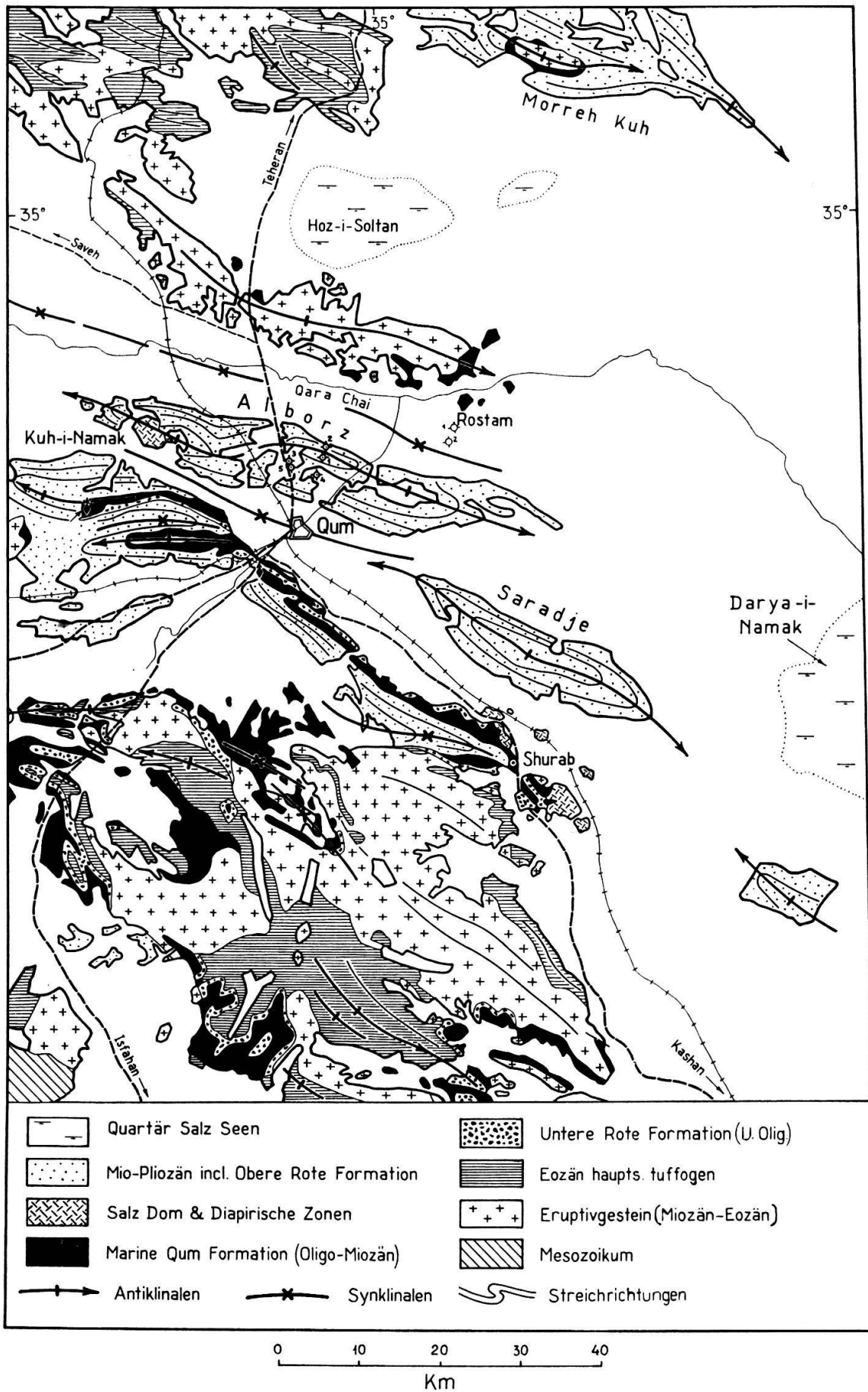


Fig. 2 — Geologische Karte der Qum Gegend, Zentral Iran.

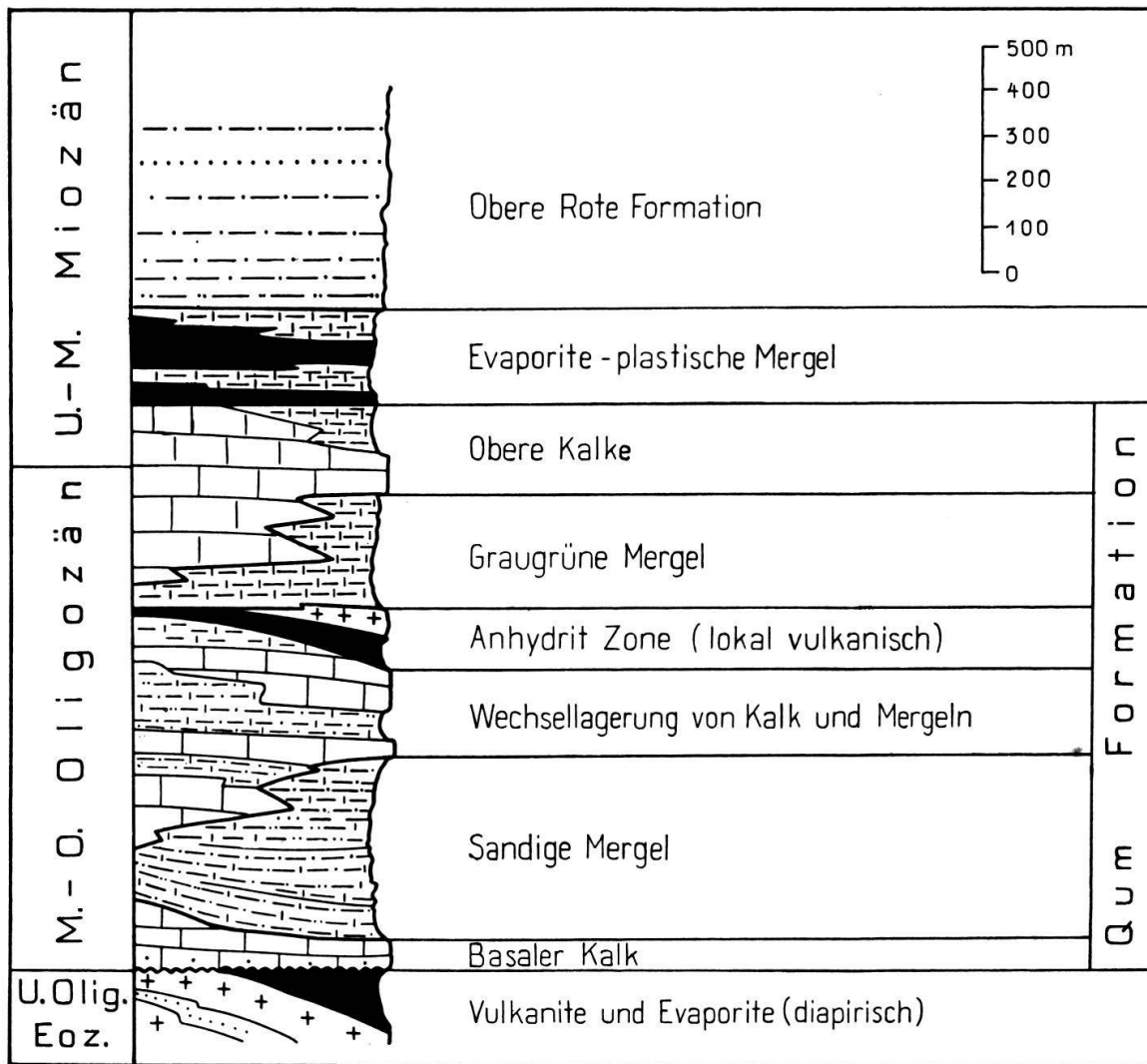


Fig. 3 — Stratigraphisches Sammelprofil der Qumformation.

a) *Basaler Kalk:*

50—150 m mächtig. Der basale Kalk transgrediert entweder direkt auf vulkanischem Eozän oder auf einem komplexen Gemisch von roten Mergeln, Gips, Salz und basischen vulkanischen Einschlüssen, die ins Untere Oligozän gestellt werden. Der basale Kalk ist zur Hauptsache ein Bryozoenkalk mit guter primärer Porosität. Die unteren Partien sind konglomeratisch und enthalten das aufgearbeitete Material des Liegenden.

b) *Sandige Mergel:*

100—400 m mächtig. Diese grünlichen Mergel sind raschem lateralem Fazieswechsel unterworfen. Der Sandgehalt ist sehr unterschiedlich. Im oberen Teil stellen sich sandige Kalkbänke ein. Eine reiche Kleinforaminiferenfauna ist vorhanden.

c) *Wechsellagerung von Kalk und Mergeln:*

200—500 m mächtig. Kalk- und Mergelanteil wechseln stark. Dicke Kalkkomplexe von 100—200 m Mächtigkeit können seitlich nach einigen hundert

Metern in sandige Mergel übergehen. Diese Zone deutet auf besonders unruhige Sedimentation hin, stellen sich doch lokal im oberen Teil auch vulkanische Einlagerungen ein.

d) *Anhydrit Zone:*

10—40 m mächtig. Diese charakteristische Zone folgt auf die unruhige Mergel-Kalk-Sedimentation. Lokal kann sie durch vulkanische Einlagerungen ersetzt werden. Die Anhydritbänke sind in normalen Mergeln eingelagert und die Feldbeobachtungen deuten nicht auf eine Regression hin.

e) *Graugrüne Mergel:*

50—250 m mächtig. Diese recht ruhig sedimentierten Mergel folgen direkt über der Anhydritzone. Abgesehen von Mächtigkeitsschwankungen ist ihr lithologischer Aspekt recht konstant. Sie enthalten eine sehr reiche Mikrofauna von über 300 Spezies, die ein oberoligozänes Alter andeuten.

f) *Oberer Kalk:*

0—400 m mächtig. Lokale Transgressionen des Mio-Pliozän mit vorhergehender Erosion des oberen Kalkes sind teilweise für die großen Mächtigkeitsschwankungen verantwortlich. Der obere Kalk ist in verschiedener Hinsicht das interessanteste Glied der Qum Formation. In günstiger Lage und Ausbildung dürfte er der erste Reervoirhorizont sein, den eine Bohrung antreffen würde. Er zeigt lokal riffartige Ausbildung mit rapidem seitlichem Fazieswechsel in sandige Mergel. Innerhalb des oberen Kalkes fällt die Grenze Oligozän-Miozän.

Normalerweise werden der obere Kalk oder die ihm entsprechenden Mergel von der Oberen Roten Formation überlagert. Als Uebergang stellen sich Anhydrit-Gipsablagerungen ein, die nach oben allmählich in rote Mergel und untergeordnete Sandsteine übergehen. Leider sind normale Kontakte selten aufgeschlossen. Salzablagerungen sind im Qum Gebiet in dieser Uebergangszone oberflächlich nicht festgestellt worden (abgesehen davon, daß der Kuh-i-Namak Salzdom möglicherweise miozänen Alters sein könnte). Sie wurden erst durch die Bohrungen festgestellt. Ungefähr 1700 m recht monotone, braunrote, feinsandige harte Tone und Mergel mit Einlagerungen von feinen Sandsteinen folgen über den Anhydritablagerungen. Es handelt sich wahrscheinlich zur Hauptsache um Ablagerungen in einem seichten, geschlossenen Becken bei wüstenartigem Klima. Eine deutliche, kurzfristige marine Transgression ist durch ein 10—20 m mächtiges, grünes Mergelband charakterisiert, kurz «grünes Band» benannt, das neben Ostrakoden auch Milioliden enthält. Dieses grüne Band ist der beste Leithorizont in der Oberen Roten Formation, und sehr wichtig für die Korrelation der verschiedenen Bohrungen. Ueber dem grünen Band wird die Obere Rote Formation blasser. Es stellen sich mehr Sandsteine ein, auf welche weitere, typisch ledergelbe, sandige Mergel folgen. Allmählich setzen nach oben dünne Konglomeratbänke ein, die am Beckenrand zu mächtigen Ablagerungen anwachsen. Diese Konglomerate dürften teilweise der Mio-Pliozänen Bakthiari Konglomeratfazies in den Zagros und den südlichen Oelfeldern entsprechen.

Die Gesamtmächtigkeit des Mio-Pliozän über der marinen Qum Formation kann im Qum Gebiet auf etwa 6000 m angenommen werden.

Das beschriebene stratigraphische Profil war natürlich nur teilweise bekannt, als wir die Lokation der ersten Bohrung festlegen mußten. Wegen der leichteren Zu-

gänglichkeit wurde die Alborz-Struktur der Saradjeh-Antiklinale vorgezogen. Die Bohrstelle Alborz Nr. 1 wurde 900 m südlich der Hauptkulmination festgelegt. Aus der eher harmonischen, wenn auch steilen Faltung der aufgeschlossenen Formationen südlich von Qum zu schließen, wurden anfänglich keine großen Differenzen im Falungsstil zwischen Oberfläche und Untergrund angenommen. Salzlagen, als plastische Gleithorizonte disharmonischer Faltung, wurden den Aufschlüssen entsprechend, nicht erwartet. Alborz Nr. 1 begann am 17. Juni 1951 und erreichte ohne Schwierigkeiten Ende Juli 1200 m Tiefe. Plötzlich zeigten sich in den Bohrkernen unter 1200 m steile Schichtflächen und das grüne Band wiederholte sich. Wir mußten feststellen, daß die Alborz-Antiklinale nicht nur asymmetrisch, sondern sogar nach Norden überschoben ist. Nach dieser Feststellung mußte die Qum-Formation erheblich tiefer angenommen werden und konnte mit dem «National 50»-Bohrgerät nicht erreicht werden. Bei 2047 m wurde die Bohrung im September 1951 aufgegeben. Trotzdem zeigte Alborz Nr. 1 etwas Gas und Oel, sowie Salzwasser. Der Druck stieg auf 13 Atm. an. Diese Oel- und Gasanzeichen mußten mit der Schubfläche zusammenhängen.

Es war nun äußerst wichtig das Einfallen der Schubfläche festzustellen. Zu diesem Zwecke wurde eine Strukturbohrung mit dem «Franks»-Bohrgerät 1 km nördlich von Alborz Nr. 1 angesetzt. Dort wo die vermutete Schubfläche die Oberfläche erreichen sollte, wurden Schürfungen ausgeführt. Die Strukturbohrung Alborz Nr. 2 durchfuhr die Schubfläche bei 380 m. Die Störungszone reichte bis 500 m Tiefe und enthielt stark Oel-imprägnierte Sandsteine. Unter 500 m wurden wieder die jüngeren Formationen angetroffen. Nachdem die Schubzone deutlich festgestellt worden war, wurde die Bohrung bei 629 m eingestellt. Unterdessen hatten auch die erwähnten Schürfungen steile, stark gestörte Schichtlagen gezeigt, ein weiterer Beweis für das Vorhandensein einer Aufschiebung (Fig. 4).

Die zweite Tiefbohrung, Alborz Nr. 3 wurde nun 5 km westlich von Nr. 1 angesetzt, in der Mitte der großen Alborz Struktur, wo die Asymmetrie der Faltung von N nach S wechselt. Nach weiteren regionalen Studien mußte angenommen werden, daß die Lage der Oberflächenkulmination nicht unbedingt mit derjenigen in der Qum-Formation im Untergrund übereinstimme. Die Überschiebung dürfte außerdem nach unten zu weniger ausgeprägt werden. Ueber die Wahl dieser Bohrstelle waren die Meinungen geteilt. Es zeigte sich jedoch im folgenden, daß diese etwas kühn angesetzte Bohrstelle außerordentlich gut gewählt worden war. Die Bohrung begann am 25. November 1951, immer noch mit dem «National 50»-Gerät, und erreichte ohne besondere Schwierigkeiten 2160 m. Hier wurde zu unserer großen Ueberraschung Salz erbohrt, zusammen mit plastischen roten Mergeln und Anhydrit. Von nun an begannen die Bohrschwierigkeiten. Mit großer Mühe konnte die Bohrung bis 2192 m verrohrt werden, nachdem ein Teil des Bohrgestänges stecken geblieben war und vorbei gebohrt werden mußte. Bei 2256 m Tiefe, immer noch zur Hauptsache im Salz, wurde Salzwasser unter großem Druck durchfahren. Am 2. Juli 1952 brach Oel und Gas aus der Bohrung, trotz Bohrschlamm von 1,5 Spez. Gewicht, was auf einen Bodendruck von 350 Atm. schließen ließ. Das Sicherheitsventil wurde sogleich geschlossen und die Spülung schwerer gemacht. Versuche, das Oel nachher mit Formationstester zu produzieren, blieben nach einem starken Gasaustritt erfolglos. Beim Weiterbohren zeigte sich, daß Oel und Gas aus einer Verwerfungszone innerhalb der Salzserie stammen, welche sehr wahrscheinlich mit der Hauptschubfläche zu verbinden ist. Nach weiteren Bohrschwierigkeiten mußte die Bohrung leider bei 2336 m, in Salz und plastischen Mergeln festgelaufen, aufgegeben werden.

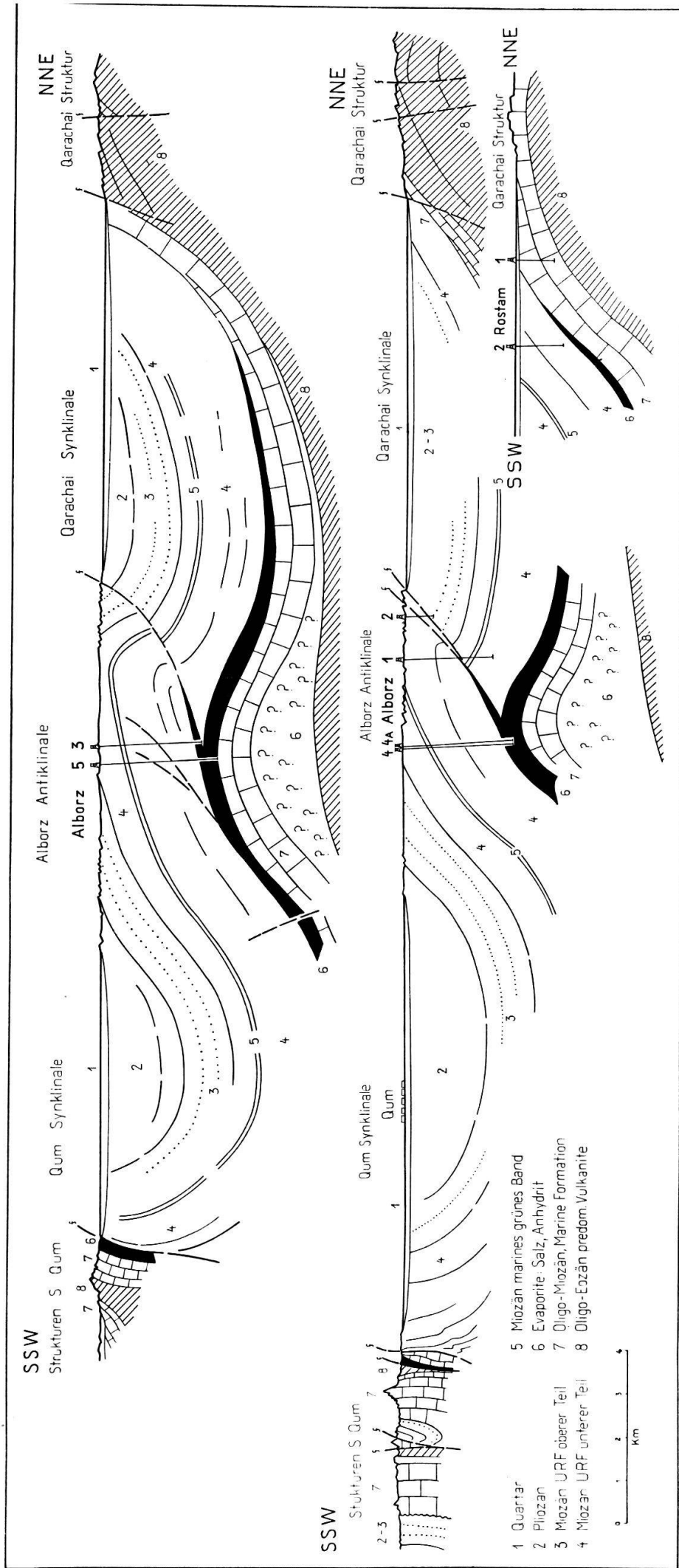


Fig. 4 — Geologische Profile durch die Alborz Struktur.

Die Bohrung zeigte mit der Zeit einen Oberflächendruck von 135 Atm. und produzierte mehrmals gasdurchmischtes Oel. Die Produktion hielt jedoch niemals länger an. Das Oel war stark paraffinisch mit folgenden Eigenschaften:

Spez. Gewicht bei 15 ° C	0,853 (34 API)
Fließpunkt	24 ° C
Schwefelgehalt	0,13 %
Wasser und Sedimente	0,2 %

Den äußerst günstigen Oelanzeichen in Alborz Nr. 3 wurde hierzulande große Beachtung geschenkt, insbesondere auch da nur zwei Monate vorher die gesamte iranische Oelindustrie nationalisiert worden war. Sie wurden jedoch auffallenderweise in der internationalen Oelpresse vollständig ignoriert. Ueberhaupt wurde die wichtige, sich auf ein Gebiet von 1 400 000 km² beziehende, geologische Explorations-tätigkeit der Iran Oil Co. weitgehend ignoriert. Der kürzlich erfolgte plötzliche Ausbruch von Alborz Nr. 5 kam darum für weite Kreise als eine große Ueberraschung.

Rückblickend können wir jetzt feststellen, daß, wenn Alborz Nr. 3 nur 350 m tiefer gereicht hätte, schon vor vier Jahren die gewaltige Produktion von Nr. 5 angetroffen worden wäre. Die Konsequenzen dieses Erfolges hätten ölpolitisch im Lande damals wohl einen großen Einfluß gehabt.

Das geologisch wichtigste Resultat von Alborz Nr. 3 war die über 200 m mächtige plastische Salzzone, die über der marinen Formation einen sehr günstigen Abschluß (Decklage) bilden dürfte.

Das sehr plastische Salz mußte bei den Faltungsvorgängen eine wichtige Rolle spielen, und für disharmonische Faltungserscheinungen verantwortlich sein. Die Schubfläche, welche in den Bohrungen Nr. 1 und 2 deutlich festgestellt worden ist, dürfte ihren Ursprung in dieser Salzzone haben und sehr wahrscheinlich den Kalk nicht beeinflussen. Zur Abklärung dieser Fragen lag es vor der Hand, seismische Untersuchungen zuzuziehen. Das Dach des vermutlich nicht allzu steilen Kalkgewölbes, oder wenigstens die dieses bedeckenden Salzsichten, konnten als Reflexionsmedien erwartet werden. Leider war es uns jedoch erst im Jahre 1955 möglich, eine gute geophysikalische Gruppe zu engagieren, die mit Reflexionsseismik in der Qum Gegend begann.

Unterdessen mußte eine weitere Bohrung geplant werden. Es hatte sich jedoch gezeigt, daß mit unserem «National 50»-Bohrgerät, auch in günstiger Lokation, die marine Formation nicht mit Sicherheit erreicht werden konnte. Es wurde darum beschlossen, ein «National 100»-Gerät aus den südlichen Ölfeldern zu beschaffen. Bis zur Ankunft dieses Bohrgerätes wurden mit der vorhandenen Bohrmannschaft zwei stratigraphische Bohrungen mit unserem «Franks 4000» ausgeführt. Diese Bohrungen wurden 16 km NE von Alborz Nr. 1 auf der Nordseite der Qarachaisynklinale angesetzt und Rostam Nr. 1 und 2 bezeichnet (Fig. 2 und 4). Unser Vorhaben, den Salz/Qum-formation-Kontakt zu durchbohren, wurde aber durch eine Zunahme der Mächtigkeit des Kalkes verunmöglicht, indem in Nr. 1 der Kalk schon gleich nach 100 m Alluvium begann, und zwar anfänglich mit einer miozänen Fauna. Die zweite Bohrung, zwei Kilometer südlich angesetzt, kam nicht aus dem unteren Teil der Oberen Roten Formation heraus, wahrscheinlich wegen Bruches oder steiler werdenden Schichtfallens. Rostam 1 erreichte 900 m Endtiefe, wobei, kontinuierlich gekernt, 800 m mehr oder weniger mergeliger Kalk angetroffen wurde. Rostam Nr. 2 mußte

bei 1200 m aufgegeben werden. Von besonderem Interesse war die marine Sektion von Rostam Nr. 1. Der mergelige, typisch detritische Kalk war nicht leicht gliederbar, abgesehen von einem dünnen Anhydritband und einem faunistischen Wechsel von Miozän zu Oligozän. Die Fazies dürfte auf ein Vorriff hindeuten. Die Porosität des Kalkes war immer unter 5 %. Besonders auffallend war der vollständige Mangel irgend welcher Oelanzeichen. Wohl ist es bekannt, daß in anstehenden Kalken des Asmari Typus nur recht selten Oelanzeichen angetroffen werden. Ich möchte dabei als Beispiel den klassischen Asmarikalkberg erwähnen, direkt neben dem großen Masjid-i-Suleiman Oelfeld. Daß aber diese erbohrte Kalksektion mit wenn auch nur geringer Porosität nicht doch irgendwelche reliktsche Oelspuren gezeigt hat, ist, wenn wir den späteren Erfolg in Qum berücksichtigen, schwer verständlich.

Mit dem neuen Bohrgerät «National 100» sollte nun eine Ersatzbohrung für Nr. 3 ausgeführt werden. Dieser Plan wurde jedoch geändert, und Alborz Nr. 4, 5 km ESE von Nr. 3 und 2 km südlich von Nr. 1 angesetzt. Trotz dem schwereren Bohrgerät, verbesserter Spülung und der Erfahrung von Nr. 3 kam Alborz Nr. 4, nachdem die Salzzone bei 2346 m, fast 200 m tiefer als in Nr. 3, erreicht wurde, aus den Bohrschwierigkeiten nicht mehr heraus. Nach 15 Monaten, wovon über 8 Monate auf 170 m Salzformation fielen, zeigte es sich, daß es vorteilhafter war die Lokation um 8 m zu verschieben und neu zu bohren, als weiter zu «fischen» und ohne Erfolg Richtkeile zu setzen. Aber auch diese neue Bohrung, Alborz Nr. 4 A, war nicht erfolgreicher. Auch sie mußte nach unglaublichen Schwierigkeiten bei 2538 m aufgegeben werden.

Dieser schwerwiegende technische Mißerfolg verzögerte die weitere Bohrtätigkeit bis zum 5. Januar 1956. Erst dann wurde Alborz Nr. 5, endlich als Ersatz für die interessante Bohrung Nr. 3, 450 m südlich von 3 angesetzt. Unterdessen waren die seismischen Untersuchungen so weit fortgeschritten, daß sie eine Prüfung der Lokation von Nr. 5 ermöglichten. Trotzdem wir noch keine gute Kontrolle über die seismischen Geschwindigkeiten der verschiedenen Formationen hatten — der Zustand der vorherigen Bohrungen ließ keine Geschwindigkeitsmessungen zu — war Nr. 5, auch nach dem vorläufigen seismischen Bild zu schließen, gut angesetzt. Die verspätete seismische Untersuchung hinkte aber doch soweit nach, daß die erfolgreiche Bohrung Nr. 5 als eine auf rein geologische Informationen lozierte Bohrung angesehen werden muß. Für die Statistiker unter den Geologen und Geophysikern ist dies eine wichtige Tatsache.

Mit erneuter Hoffnung brachte man Nr. 5 ohne Mühe bis zur Salzzone, welche bei 2261 m, nur 9 m über der vorausgesagten Tiefe erreicht wurde. Gemäß den gemachten Erfahrungen wurde jetzt die Bohrung verrohrt, um bei kommenden Schwierigkeiten wenigstens den oberen Teil des Loches geschützt zu haben. Diese Schwierigkeiten begannen leider schon 30 m tiefer, als das Bohrgestänge zum ersten Mal festlief und nur mit Mühe herausgefischt werden konnte. Kurz nachher blieb man erneut stecken, wieder wurde ein «Fisch» im Loch gelassen, und als dann noch die Uberspülungsröhre stecken blieb, sah es wieder auffallend nach Alborz Nr. 4 aus! Nach anderthalb Monate dauernden Versuchen das Bohrgestänge herauszufischen, wurde endlich vorbeigebohrt, bis zu einer Tiefe von 2438 m. Hier lief die Bohrung wieder fest und bis Mitte August 1956 wurde erfolglos gefischt. Die Situation sah nun schon recht hoffnungslos aus, als man nach drei Fehlversuchen am «Fisch» vorbei bohren konnte. Bei 2550 m Tiefe wurde in den Spülmustern eine Menge gut erhaltener Globigerinen beobachtet. Leider ließ die delikate Bohrsituation nicht zu, diesen

neuen Horizont in einem Kern zu prüfen. Die Globigerinen wurden in den vorhergehenden Bohrungen nicht beobachtet, und es schien, daß die marine Qumformation jeden Moment erreicht werden konnte.

Die Gefahr bestand nun, daß man die schwere Spülung von 2,17 Spez. Gewicht beim Antreffen von einem permeablen Kalk verlieren würde. Wir hofften, sobald die noch bestehende Salzformation eine Aenderung zeigte, eine zweite Verrohrung setzen zu können. Die Möglichkeit auf marine Mergel zu stoßen war groß. Am Abend des 25. August machte sich ein Formationswechsel bemerkbar und ein halber Meter eines plastischen Anhydrites wurde durchbohrt. Dann setzte plötzlich eine harte Formation ein, und nach den Bohranzeichen mußte es sich um einen harten, zerklüfteten Kalk handeln. Man wollte nun 20 cm in diesen Kalk bohren, einen Kern ziehen und dann verrohren. Aber es kam anders. Um halb vier Uhr morgens des 26. August, nachdem nur 5 cm des Kalkes erbohrt worden sind, eruptierte die Bohrung. Anstatt den Bohrschlamm in die Formation zu verlieren wurde dieser aus dem Loch geblasen, gefolgt von Oel und Gas. Der Ausbruchsschieber wurde sogleich geschlossen, aber der unheimliche Druck riß die Packungen heraus und der Ausbruch konnte nicht mehr verhindert werden. Nach sofortigem Abstellen der Maschinen und Pumpen mußten die Bohrleute den Bohrturm fluchtartig verlassen.

Es wurde nun sofort versucht das ausgeblasene Oel abzdämmen und die große Feuersgefahr auf einem Minimum zu halten. Truppen umstellten in kurzer Zeit die ganze Gegend. Der Verkehr auf der Hauptstraße nach Qum sowie auf der transiranischen Eisenbahn mußte unterbrochen werden. Gegen Mittag des gleichen Tages wurde 5 km im NE der wild eruptierenden Bohrung der erste Damm errichtet, und sofort begann sich ein Oelsee zu bilden. Ein zweiter Damm wurde weiter flußabwärts gebaut für den Fall, daß der erste nicht mehr halten sollte, und ein dritter NW der Bohrung. Eine neue Umleitungsstraße wurde angelegt um den Hauptverkehr aufrecht zu erhalten. Mit spezieller Maschinerie, die so schnell als möglich aus Teheran bezogen wurde, konnten in kurzer Zeit in der nördlichen Ebene sechs große Erdreservoirs erstellt werden, jedes mit einem Fassungsvermögen von 60 000 m³. Das Oel der entstehenden Seen sollte allmählich in diese Reservoirs gepumpt werden, um es vor dem Ueberfließen bei etwaigem Regen zu schützen. In dem NE fließenden Hauptölbach wurde der Oeldurchfluß gemessen und eine Durchschnittsmenge von 10 000 Tonnen per Tag festgestellt. Dazu mußte noch jenes Oel gerechnet werden, das durch den Wind in andere Richtungen verblasen und teilweise im dritten Oelsee aufgefangen wurde. Die Schätzung von 80 000 Faß Tagesproduktion muß darum als ein Minimum angesehen werden.

Unterdessen hatte der berühmte Spezialist M. Kinley aus Texas die Bekämpfung der Bohrung übernommen. Spezielles Material mußte aus den südlichen Oelfeldern und aus den USA herbeigeflogen werden. Am 13. September, fast drei Wochen nach dem Ausbruch, konnte mit großer Mühe und Gefahr ein Spezialventil auf die freigemachte Verrohrung aufgesetzt werden. Es war Kinley jedoch nicht möglich, die Bohrung abzuschließen, denn der Ringraumdruck an der Oberfläche war bedeutend höher als erwartet. Beim teilweisen Schließen der Ventile stieg derselbe auf über 300 Atm. Dazu kam die hohe Temperatur des Oels, die 110 ° C überstieg. Als erkannt wurde, daß sich die Bohrung nicht in kurzer Zeit meistern lassen würde, mußten aus Sicherheitsgründen Oel und Gas durch eine speziell erstellte Leitung 1½ km E von der Bohrung weggebracht und dort am 16. September angezündet werden. Die riesengroße Flamme war ein neues Merkmal in der Wüstenlandschaft Zentralirans.

Bis zu diesem Zeitpunkt hatten sich in den Oelseen über 1½ Millionen Faß Oel angesammelt. Das in den Seen gesammelte paraffinische Oel hat folgende Eigenschaften:

Spez. Gewicht bei 15 ° C	0,831 (38,8 API)
Fließpunkt	21 ° C
Schwefelgehalt	0,1 %
Wasser und Sedimente	0,06 %

Bis zum Abschluß dieser Zeilen, Ende Oktober, hat der Druck in Alborz Nr. 5 nicht nachgelassen. Alle diese Tatsachen sprechen dafür, daß sich in der Qumformation der Alborzstruktur gewaltige Mengen Oel angesammelt haben. Wenn wir nun rückblickend auf unsere Feldbefunde, seismischen Resultate und allgemeine Vergleiche mit den Oelfeldern des Persischen Golfes abstellen, so müssen wir zugeben, daß wir alle durch die imponierenden Oelmengen überrascht waren, und daß unsere optimistischsten Erwartungen übertroffen wurden.

In den großen Oelstrukturen SW-Irans, die zur Hauptsache aus dem oligo-miozänen Asmarikalk produzieren, liegen die Verhältnisse an und für sich günstiger als in Zentral-Iran. Der Asmarikalk überlagert dort normal eine Schichtfolge rein mariner Sedimente, die mit dem mittleren Palaeozoikum beginnt und über 7000 m mächtig ist. Dieses gewaltige Sedimentpaket ist während der Ablagerung praktisch nicht gestört worden. Gewisse Regressions- und Transgressions-Tendenzen mit Faltung, die sich in der Oberen Kreide erkennen lassen, sind auf die Zagros Kette, d.h. auf Gebiete außerhalb der Oelfeldzone beschränkt. Vulkanische Gesteine spielen in dieser Sektion praktisch keine Rolle. Oelanzeigen sind von der Trias aufwärts fast in allen Stufen reichlich vorhanden. Oelproduktion ist bis jetzt in den SW-iranischen Feldern auf die Kreide, Eozän und hauptsächlich den oligo-miozänen Asmarikalk beschränkt, wurde jedoch in Iraq auch schon in Jura und Trias gefunden. (Die arabischen Felder und S-Iraq liegen außerhalb der tertiären Oelfeldzone). Ganz allgemein wird angenommen, daß der größte Teil des Oels, welches sich im Asmarikalk angesammelt hat, aus den älteren Formationen eingewandert sei. Oelanalysen scheinen dies in Iraq zu beweisen. Wie steht es nun in Zentraliran?

Vom Palaeozoikum bis zur marinen Qumformation haben wir nicht weniger als acht Faltungsphasen erkannt, mit Erosionserscheinungen und Transgressionen. Vulkanische Produkte wurden im Palaeozoikum, Jura, Oberer Kreide, Eozän, Oligozän, Mio-Pliozän und Pleistozän beobachtet. Die stärkste Faltungsphase von prae-mittelkretazischem Alter hat die Jurasedimente sogar metamorphosiert. Die bedeutendste vulkanische Phase fand im Eozän statt mit Laven und Tuffen bis zu 3000 m Mächtigkeit. Die marine Qumformation begann erst im Mittel-Oligozän. Auch dann fand in randlichen Gebieten noch reichlich vulkanische Tätigkeit statt, welche die Sedimentation der Qumformation überdauerte.

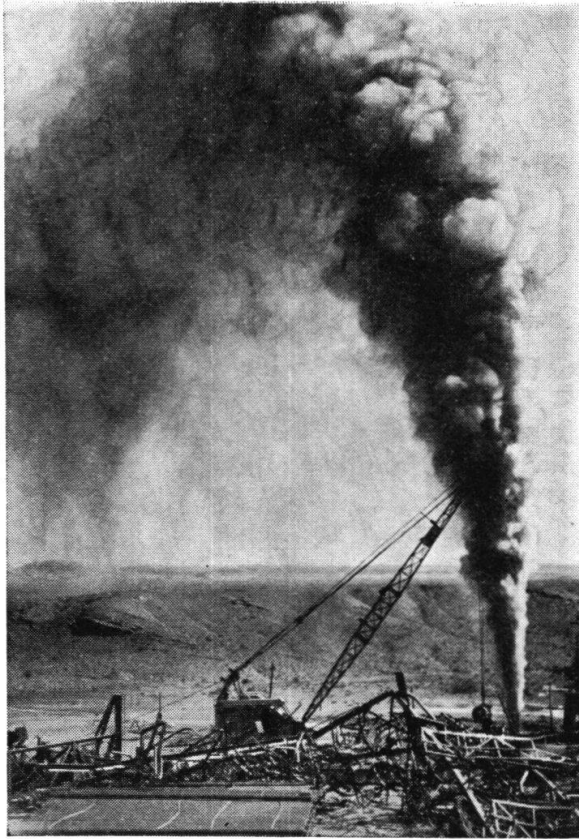
Verglichen mit den Asmarikalken im Süden, ist die Sedimentation innerhalb der Qumformation viel variabler, wie dies schon die äußerst schwankenden Mächtigkeiten andeuten. Innerhalb von weniger als 1 km können 3—400 m mächtige Kalklinsen in sandige Mergel übergehen. Auch die Gesamtmächtigkeit der Qumformation kann sich schnell ändern, wie dies besonders für das Gebiet 140 km WNW von Qum aus Fig. 5 ersichtlich ist. Hier findet sich die mächtigste Entwicklung der Qumformation mit 2300 m Sedimenten, welche hier jedoch nur praemiozänen Alters sind. Innerhalb von 10 km in nördlicher Richtung wechselt diese Formation in 500 m marine Ablagerungen von nur untermiozänem Alter. Oligozän wie Miozän bestehen hier aus ähnlichen Mergeln mit eingelagerten Kalkzonen.

In Fig. 5 läßt sich erkennen, daß das Oligo-Miozän in der Qum Gegend als mächtige Ablagerung eine enge Depression füllt, welche NW—SE streicht. Mit dieser großen Mächtigkeit hängt auch eine besonders unregelmäßige Sedimentation zusammen. Gegen Semnan zu, in der NE-Ecke des zentraliranischen Beckens, ist die Qumformation weniger mächtig, jedoch gleichmäßiger abgelagert und konstanter in ihrer Ausbildung.

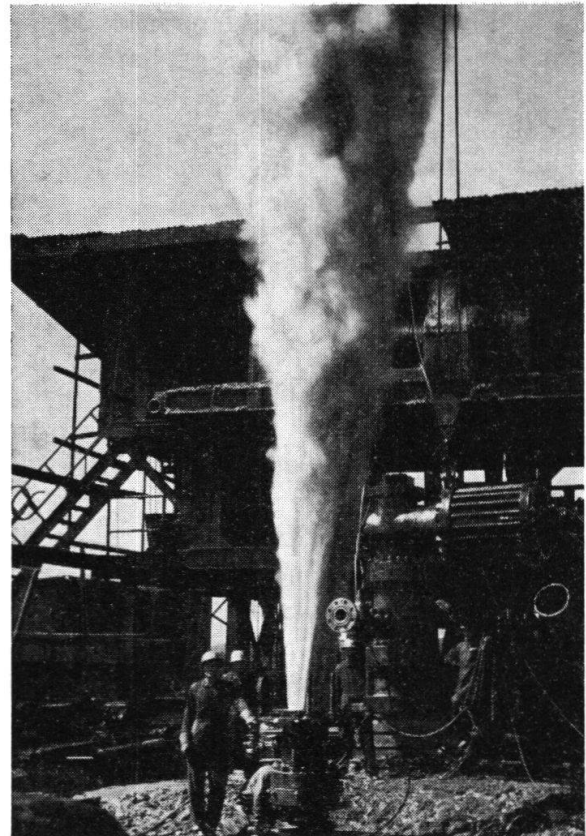
Aus dem Vorausgehenden läßt sich nun leicht verstehen, daß das Oel der Qumformation nicht aus tieferen ölführenden Ablagerungen eingewandert sein kann. Es muß sich innerhalb der Qumformation gebildet haben. Das Problem der Oelmuttergesteine dürfte hier von besonderer Wichtigkeit sein, doch mangeln uns vorläufig die nötigen Untersuchungen, um auf diese Fragen näher eingehen zu können. Foraminiferenmergel machen im Durchschnitt drei Viertel der Qumformation aus. Nur in randlichen Teilen des Beckens überwiegen die Kalke. Das primäre Oel aus den Mergeln muß sich in den zwischengelagerten Kalken angesammelt haben. Die 3—400 m mächtige Salzformation bildet einen guten, undurchlässigen Mantel. Die Dimension der Alborz Antiklinale dürfte die Größe der Oelansammlung erklären. Ein stark durchklüfteter Kalk muß sich in der Kulminationszone befinden. Wie weit sich dieser Kalk jedoch ausdehnt, und ob und wo er vermergelt, kann ohne weitere Bohrungen nicht erkannt werden. Die seismischen Aufnahmen haben in dieser Hinsicht noch nicht geholfen.

Wir müssen aber auch annehmen, daß weitere Bohrungen immer mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben werden. Der außergewöhnlich hohe Druck wird auch in den nächsten Bohrungen angetroffen werden. Er läßt sich jedoch mit der Tiefe des produzierenden Horizontes nicht vereinbaren. Dieser abnormale Druck könnte mit den möglicherweise diapirartigen Salzanhäufungen im Axialgebiet der Antiklinale zusammenhängen, die man zwischen der Qumformation und dem unterliegenden Eozän annehmen muß, wenn man das seismische Bild so interpretiert, wie dies auf dem kombinierten Profil Fig. 4 bezüglich der mit Fragezeichen erfüllten Zone geschehen ist. Ein Beispiel für diese Annahme ist in Shurab, 50 km SE vom Qum, zu beobachten (Fig. 2). Hier transgrediert die Qumformation direkt über eine diapirische Masse von Salz, roten Mergeln und andesitisch bis diabasischen Gesteinen. Diese Masse dürfte unteroligozänes Alter haben und noch über das vulkanische Eozän zu stellen sein. In der Shurab Gegend kann man deutlich erkennen, daß diese komplexen Salzmassen diapirisch aufgestiegen sind. Sie neigen zur Salzdombildung. Wenn wir nun annehmen, daß in der Alborz Struktur 3—400 m plastische Salzformation die Qumkalke überlagert und dazu noch eine bis 1000 m mächtige, axial angehäuften Salzmasse diese Kalke unterlagert, daß weiterhin die Faltung der Struktur noch die pleistozänen Terrassen gehoben hat, also fast noch aktiv ist, so kann ein außergewöhnlicher Formationsdruck innerhalb der gespannten Antiklinale eher verstanden werden. Außerdem hängt wahrscheinlich entweder die tiefere Salzmasse oder der 3—400 m mächtige, den Kalk überlagernde Salzhorizont mit dem Kuh-i-Namak Salzdom zusammen. Dieser Salzdom ist jetzt noch aktiv und behält trotz starker periodischer Erosion seine Höhe von 250 m über der Wüstenebene. Rezente Erosionsterrassen sind randlich des Domes gehoben.

Ein größeres Oelfeld wird sich mit der Zeit in Zentral-Iran erbohren lassen. Aber seine Entwicklung wird nicht leicht sein. Sie wird alle Energie und alles Können der Iran Oil Co. in Anspruch nehmen, aber es wird eine spannende und hochinteressante Aufgabe sein. Sie wurde eingeleitet durch einen der größten Oelausbrüche in der Geschichte der modernen Petroforschung.



Mit einem großen Kran wird das neue Ventil auf die wilde Bohrung aufgesetzt. Im Vordergrund der heruntergerissene Bohrturm.



Das große Cameron Ventil kurz vor dem Aufsetzen.

Angeführte Literatur

- Furrer, A. M., Soder, P. A.* (1955): The Oligo-Miocene Marine Formation in the Qum Region (Central Iran). Proc. Fourth World Petrol. Congr. Section I/A5. Rome.
- Gansser, A.* (1955): New Aspects of the Geology in Central Iran. Proc. Fourth World Petrol. Congr. Section I/A5. Rome.
- Heseldin, G.* (1956): Gusher at Qum. Petroleum Times, Vol. LX, 12. Oct.
- Lees, G. M.* (1953): The Middle East, Persia. In the Science of Petroleum, Vol. VI part I. London.
- Unpublished Geological Reports of Iran Oil Company, 1950–1956.*

Publiziert mit der Bewilligung der Direktion der Iran Oil Co.