

Erdölgeologische Forschungen im Jura

Autor(en): **Bitterli, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1972-1973)**

Heft 95

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-198496>

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.

Erdölgeologische Forschungen im Jura

mit 5 Figuren und 1 Tafel

von P. BITTERLI, Den Haag*)

Résumé

Les forages exécutés pendant les derniers trente ans dans le Jura français ont abouti dans la découverte de gaz à Valempoulières, dans des couches dolomitiques du Trias (Lettenkohle), en quantités sémi-économiques. Des indices de pétrole ont été rencontrés à différents horizons et des indices de gaz furent trouvés dans le Grès bigarré du Triassique inférieur. Au pied du Jura suisse un peu de pétrole de bonne qualité fut trouvé dans des grès peu poreux du Lias/Rhétien du forage d'Essertines (S.A.d.H.). Les forages exécutés autour de Lons-le-Saunier ont rencontré un plan de charriage horizontal d'âge post-Pontien et le forage du Risoux (Jura Suisse) a révélé un étage tectonique inférieur à l'anticlinal de surface charrié.

Les méthodes sismiques modernes appliquées par Shellrex dans le permis de Champagnole-Mouthe montrent que le Keuper lagunaire (Triassique supérieur) contient de l'anhydrite et du sel qui varie fortement en épaisseur, ce que serait dû à des mouvements halokinétiques. Cette formation forme une couverture étanche à l'égard des roches réservoir sousjacentes du Muschelkalk et du Grès bigarré.

Un levé aéromagnétique a révélé des anomalies distinctes quoique faibles qui reflètent quatre alignements différents du soubassement dont deux réapparaissent dans le modèle tectonique de surface.

Ces résultats favorables encouragent de nouvelles recherches dans la région frontalière Franco-Suisse. En Suisse un consortium formé par SWISSPETROL et Shell a demandé des permis dans le Jura dans quatre cantons.

Summary

During the last three decades drilling in the French part of the Jura mountains has resulted in the discovery of semi-commercial gas at Valempoulières from dolomitic Triassic Lettenkohle; in addition oil shows were encountered in different horizons, including gas indications in the Lower Triassic Buntsandstein. In Switzerland, at the foot of the Jura, S.A.d.H.'s well Essertines discovered some good quality oil in thin Liassic/Rhaetian sandstones of poor porosity.

Around Lons-le-Saunier drilling has established very young (post-Pontian) horizontal thrusting, and in 1960/61 PREPA's Mt. Risoux wildcat in Switzerland found the well-pronounced surface anticline to be thrust over a previously unsuspected deeper tectonic tier.

Modern seismic in Shellrex's Champagnole-Mouthe concession clearly shows the Upper Triassic Gipskeuper, containing anhydrite and rock salt, to be governed by strong thickness variations probably caused by halokinetic movements. This formation has excellent sealing characteristics as regards the underlying prospective Muschelkalk and Buntsandstein.

An aeromagnetic survey revealed a series of well defined, though weak, anomalies which are interpreted to be caused by basement influences of mainly four lineament directions, only two of which can be reconciled with the tectonic surface pattern.

These encouraging results initiated a new lease play on both sides of the French/Swiss border. In Switzerland, a Consortium of SWISSPETROL and Shell applied for acreage covering the Jura areas of four cantons.

*) Shell Internationale Petroleum Mij. N.V., Den Haag, Postbus 162. Der Autor möchte der Direktion der S.I.P.M., Den Haag, für die Erlaubnis zur Veröffentlichung und der «Shellrex», Paris, für das Überlassen einiger Angaben bestens danken.

1. Einleitung

Die erdölgeologische Erforschung des Juras einschliesslich der angrenzenden Tertiärzonen hat sich in den vergangenen drei Jahrzehnten hauptsächlich auf der französischen Seite abgespielt, und zwar konzentriert in zwei Gebieten:

- a) Die Region von Lons-le-Saunier/Salins-les-Bains und den im Westen anstossenden Bresse Graben,*) und
- b) die Zone im Südwesten des Genfersees, auf die wir hier nicht eintreten werden.

Als wichtigste Resultate dieser Exploration (Fig. 1) wären auf der ökonomischen Seite die zwar bescheidenen Gasfunde der PREPA/SNPA in der Lettenkohle von Valempoulières (Jahresproduktion 1970: 11,8 Millionen m³; Reserven: 200 Millionen m³) und der ERAP bei Lons-le-Saunier/Macornay zu nennen. Ferner haben aber auch gute Ölanzeigen in der Kreide, im Muschelkalk und in der Lettenkohle mancher Bohrungen oder von Gas im Buntsandstein, immer wieder Anlass zur weiteren Erforschung gegeben.

Auf geologischem Gebiet sind durch die zahlreichen Explorationsbohrungen sehr bedeutende Resultate, sowohl stratigraphischer als auch tektonischer Natur, bekannt geworden (WINNOCK, 1967). Interessant ist die Feststellung, dass im westlichen Jura der Keuper grossen Mächtigkeitsschwankungen unterliegt, und zwar oft über kurze Distanz, was auf die Ausbildung von Anhydrit- und Salzgesteinen zurückzuführen ist, die dann halokinetisch ausgedünnt oder angehäuft sind (Fig. 2 und 4). Aus dem Liegenden des Mesozoikums ist zu erwähnen, dass sowohl Perm (Saxonien) als auch Oberkarbon (Stephanien) in stark schwankenden Mächtigkeiten über dem kristallinen Grundgebirge angetroffen worden sind (LIENHARDT, 1962).

Als grössere Überraschung sind aber die tektonischen Resultate zu nennen: Am Ostende der Bresse haben sich durch Bohrungen eindeutig flache Überschiebungen von einigen Kilometern nachweisen lassen. Die Front der Juraketten ist im Jungtertiär (Post-Pontien) über eine hauptsächlich zur Eozän-Oligozänzeit entstandene Erosionsfläche nach Westen – in den Graben von Bresse hinein – überschoben worden (MICHEL et al. 1953, LIENHARDT, 1962; LEFAVRAIS-RAYMOND, 1957 und 1962).

Neben diesen Resultaten aus Frankreich wollen wir aber auch die schweizerischen Ergebnisse nicht unerwähnt lassen. So haben die Molassebohrungen wichtige stratigraphische Erkenntnisse über den mesozoischen Untergrund ergeben. Die Bohrung Essertines der SAdH hat mächtiges Keupersalz nachgewiesen, dazu bekanntlich gute Ölanzeigen im Lias/Rhät gefunden.

In tektonischer Hinsicht hat die 1960/61 niedergebrachte Mt. Risoux-Bohrung der PREPA nicht nur einen durch Aufschiebungen gekennzeichneten Antiklinalkern erwiesen, sondern manchem Geologen die Augen geöffnet, dass die Infrastruktur des Juras auch hier im Westen wesentlich komplizierter gebaut sein dürfte, als bisher allgemein angenommen wurde (WINNOCK, 1961; RIGASSI, 1962^b; CAIRE, 1960).

Nach einer Pause von verminderter Aktivität sind dann im französischen Jura erneut Konzessionen angefragt worden. Vorerst durch die «Shellrex» im Gebiet von Champagne-Mouthe, später im Südteil des Rheintalgrabens und schliesslich bei Montbéliard, die dann durch die SNPA überdeckt worden ist. Diese drei Konzessionsgebiete stossen alle an die Schweizergrenze. Später hat die ESSO anschliessend an Champagne-Mouthe im südlichen, französischen Jura eine Anfrage eingereicht.

*) Zahlreiche Bohrungen sind hier vorerst nach Kali und Kohle abgeteuft worden.

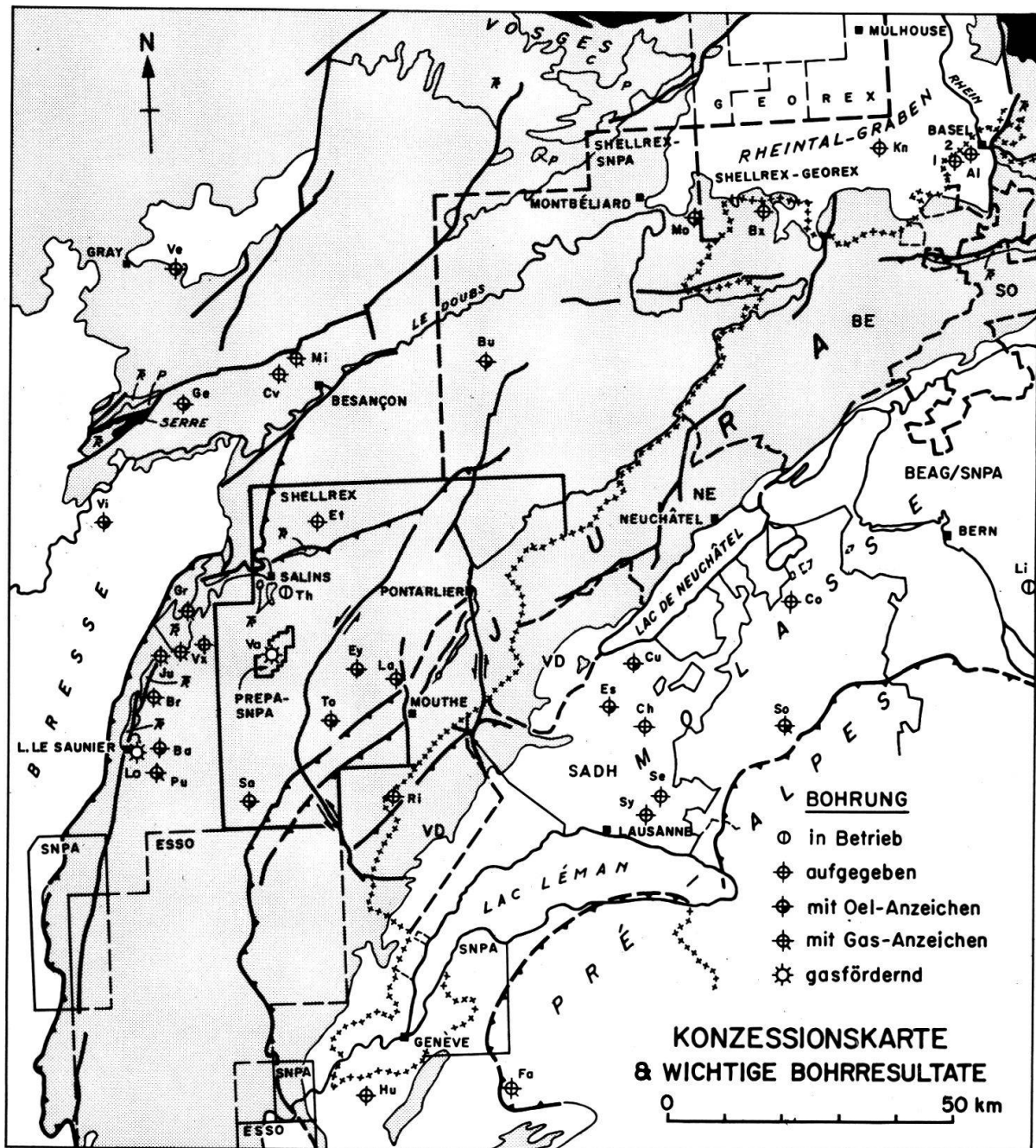


Fig. 1

Konzessionen

1. *Juragebiet*

a) Schweiz

Konzessionsanfragen der SWISSPETROL/Shell
Kantonale Gesellschaften (z. T. in Gründung)
VD = Jura Vaudois Pétrole S.A.
NE = Jura Neuchâtelois Pétrole S.A.
BE = Jura Bernois Pétrole S.A.
SO = Jura Soleurois Pétrole S.A.

b) Frankreich

PREPA/SNPA = Ausbeutungskonzession bei Valempoulières
SHELLREX = Konzession «Champagnole-Mouthe»
SHELLREX + SNPA = Anfrage «Montbéliard»
SHELLREX (+ GEOREX) = Anfrage «Huningue»
ESSO (+ SNPA) = Anfrage «Südjura»

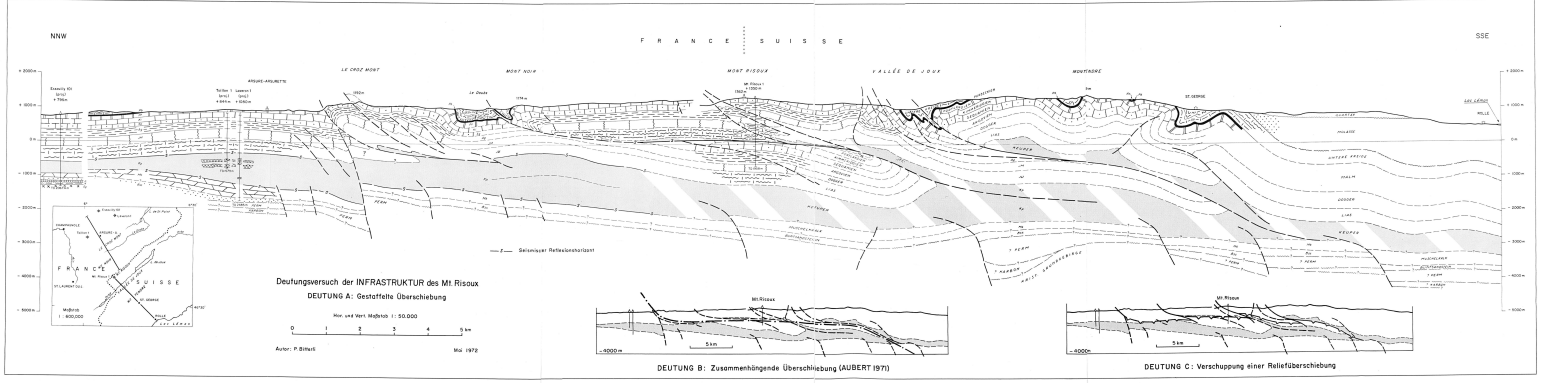
2. *Molasse*

Bestehende Konzessionen

SADH = Société Anonyme des Hydrocarbures (Kt. Waadt)
BEAG/SNPA = Consortium Pétrolier Bernois (Kt. Bern)

Liste der Bohrungen

Al Allschwil 1 und 2	La Laveron 1
Ba Baume-les-Messieurs 1	Li Linden 1
Br Briod 2	Lo Lons-le-Saunier
Bu Buez 1	Mi Misery 1
Bx Buix 1	Mo Montbouton 1
Ch Chapelle 1	Pu Publy 101
Co Courtion 1	Ri Mont Risoux 1
Cu Cuarny 1	Sa Saugeot 1
Cv Champvans 1	Se Servion 1
Es Essertines 1	So Sorens 1
Et Eternoz 1	Sy Savigny 1
Ey Essavilly 101	Th Thésy 1
Fa Faucigny 1	To Toillon 1
Ge Gendry 2	Va Valempoulières 1
Gr Grozon 1	Ve Velesmes 1
Hu Humilly 1	Vi Villette-les-Dôle 1
Ju Jura 106	Vx Vaux-sur-Poligny 1
Kn Knoeringue 1	



Deutungsversuch der INFRASTRUKTUR des Mt. Risoux
 DEUTUNG A: Gestaffelte Überschiebung
 Maßstab 1:50.000
 Autor: P. Bittel
 Mai 1972

DEUTUNG B: Zusammenhängende Überschiebung (AUBERT 1971)
 Maßstab 1:50.000

DEUTUNG C: Verschiebung einer Reliefüberschiebung
 Maßstab 1:50.000

JURA - BOHRPROFILE

Stratigraphische Korrelation

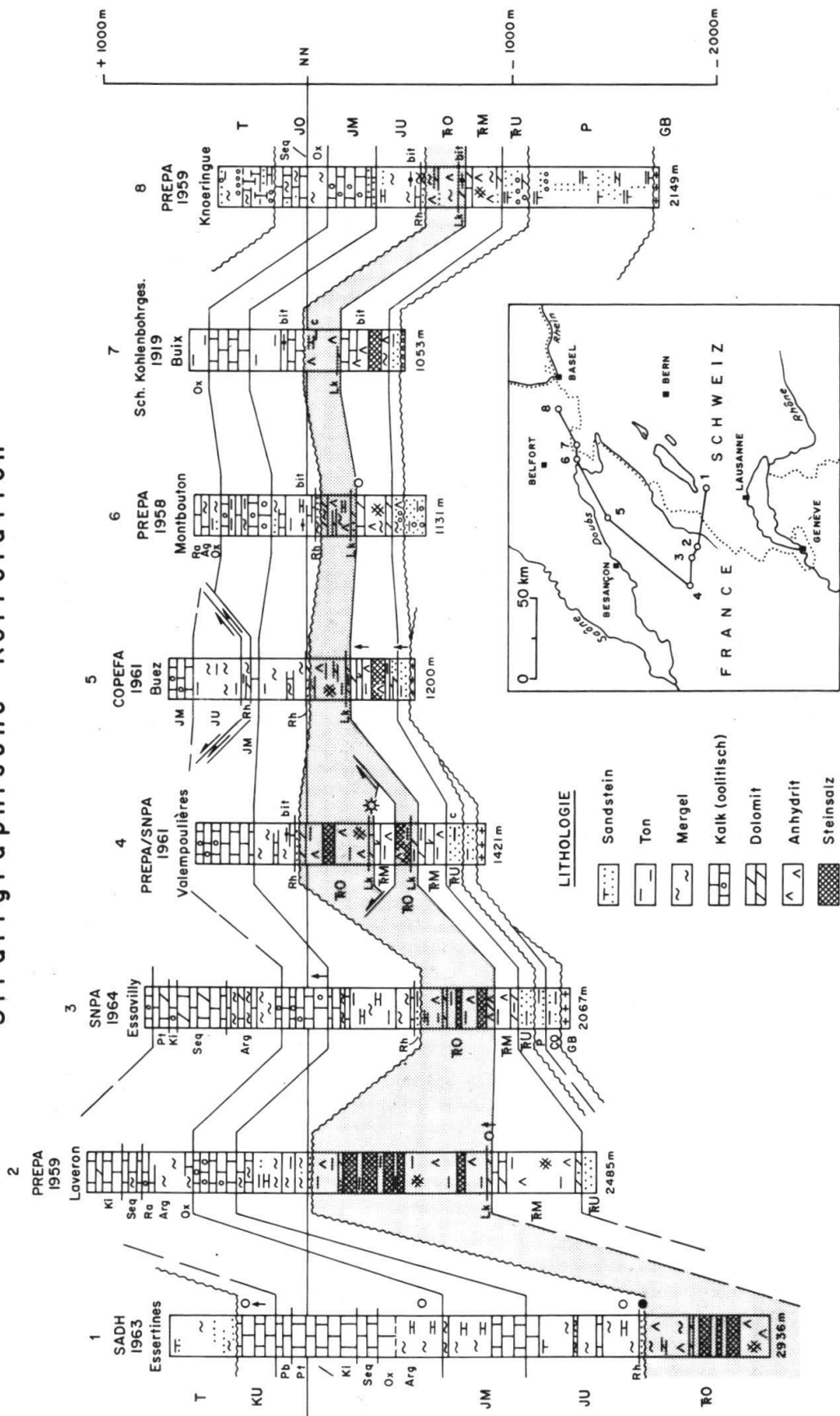


Fig. 2

Diese erneute Aktivität ist hauptsächlich auf verbesserte seismische Methoden zurückzuführen, die Reflexionen aus dem erdölgeologisch interessanten Schichtniveau unter den Keuperevaporiten ergeben haben. Als Folge ergibt sich, dass die sich im französischen Jura abzeichnenden Prospekte möglicherweise auch auf das schweizerische Juragebiet ausdehnen könnten. Zu diesem Zwecke ist am 16. September 1971 zwischen SWISSPETROL und Shell (Switzerland) nach längerer gemeinsamer Vorarbeit ein Konsortialvertrag abgeschlossen worden, der die Grundlage zur Einreichung von Konzessionsgesuchen und zur Errichtung der diesbezüglichen kantonalen Gesellschaften bildet.

2. Stratigraphische Bedingungen

Zusammenfassungen der Stratigraphie der Bohrungen finden sich bei WINNOCK et al. (1967), bei BÜCHI et al. (1965) und in anderen Publikationen.

Die für die Erdöl-Erdgas-Exploration massgebenden stratigraphischen Voraussetzungen sind das Vorhandensein von Muttergesteinen, von Speichergesteinen und von Fallen, die durch überdeckende, undurchlässige Schichten versiegelt werden (Fig. 3).

Muttergesteine

Was im Juragebiet die potentiellen Erdöl-Erdgas-Muttergesteine anbetrifft, so kommen als älteste Schichten die oberpaläozoischen in Frage. Aus dem Ober-Karbon (Stephanien), das ja im Gebiet von Le Creuzot-Blanzay und Ronchamps ansteht und aus mehreren Bohrungen der Bresse und des Juras bekannt geworden ist (600 m Stephanien bei Lons-le-S.), sind hauptsächlich kohlige (humose) Einlagerungen, die hier bis 30 m Totalmächtigkeit erreichen, als Erdgas-Muttergestein möglich. Aus dem Perm sind von Autun (Lokalität Surmoulin) und aus der Bohrung Wintersingen zum Teil mächtige bituminöse Ablagerungen sapropelitischer Natur bekannt, die als günstige Erdöl-Muttergesteine angesprochen werden können (FALKE, 1959; SCHMASSMANN & BAYRAMGIL, 1946).

Auf Grund der bis jetzt bekannten Karbon- und Permvorkommen kann angenommen werden, dass solche oberpaläozoische Schichten, auf jungvariszische Mulden und Grabenzonen beschränkt, auch im Juragebiet vorkommen.

Aus der Trias sind potentielle Erdöl-Erdgas-Muttergesteine hauptsächlich aus dem Unteren Muschelkalk (Wellenkalk, Wellenmergel, Orbicularismergel) zu nennen. Primärbituminöse Substanz kommt ferner als lokale Einlagerung in der Anhydritgruppe, in der Lettenkohle (Estherienschiefer) und kohlige Substanz auch im Keupermergel vor. Zudem kennen wir Stinkkalke und -dolomite aus dem oberen Muschelkalk, wobei der Trigonodusdolomit möglicherweise lokal Muttergesteinscharakter aufweist.

Was den Jura anbetrifft, so sind die Posidonienschiefer aus dem Lias epsilon in bituminöser Ausbildung weit verbreitet und wohl am eingehendsten untersucht worden (BITTERLI, 1960; TISSOT, 1971).

Ferner könnten sowohl der Opalinuston als auch das tonige Oxfordien möglicherweise einen bescheidenen Gehalt an sapropelitischer oder humoser Substanz enthalten. Systematische diesbezügliche Untersuchungen stehen aber noch aus. Im französischen, südlichen Jura sind im Gebiet von Bellegarde-Belley-Vaux-Seyssel schon lange primärbituminöse Mergelkalke des Kimmeridge beschrieben und auch für pharmazeutische Zwecke ausgebeutet worden (Orbagnoux). Hingegen sind solche mögliche Muttergesteine aus dem Schweizer Jura nicht bekannt.

Die Kreide und das Tertiär kommen als mögliche Muttergesteinsformationen im Juragebiet nur sehr lokal in Betracht.

STRATIGRAPHIE S.W. JURA

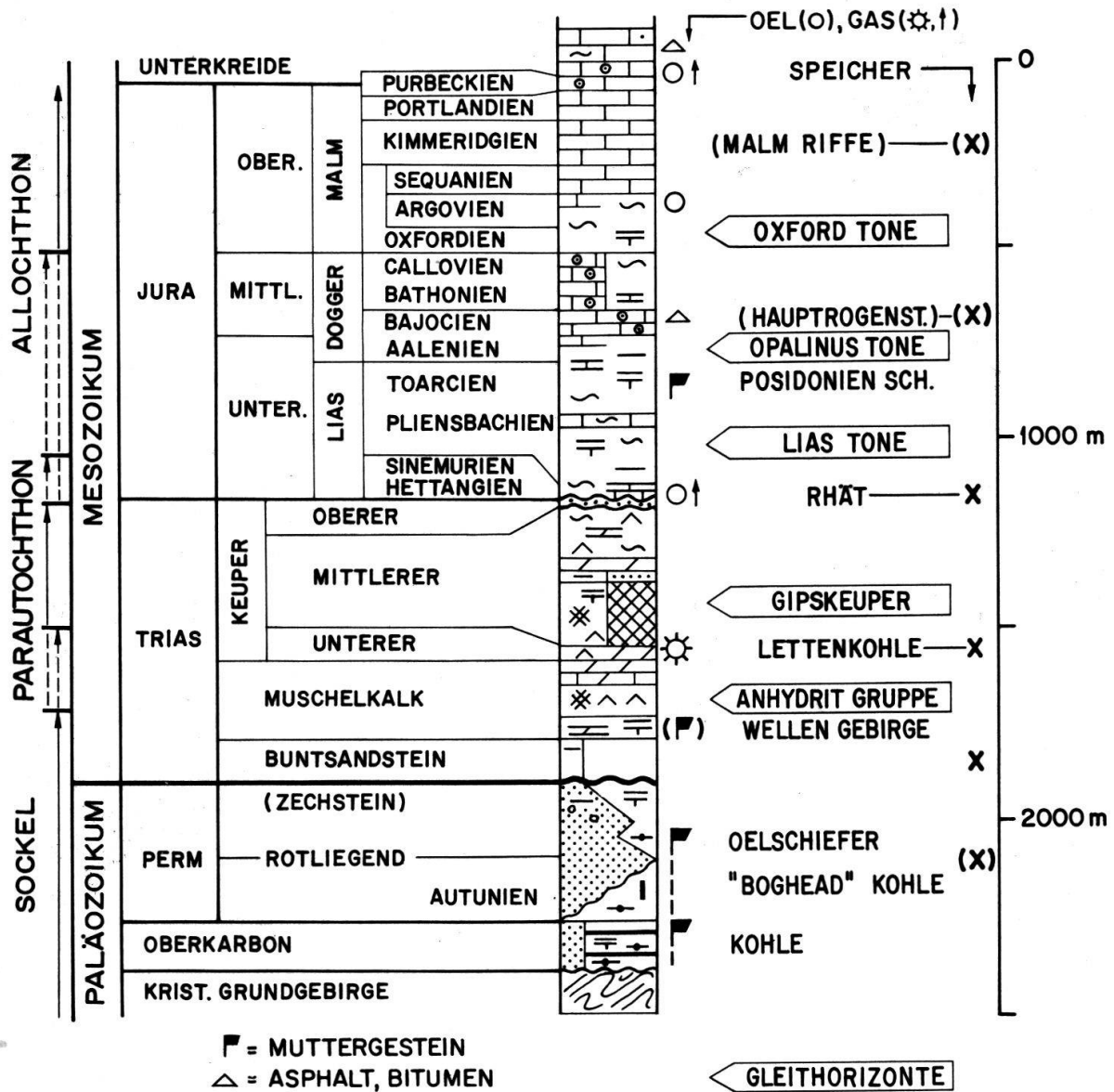


Fig. 3

Speichergesteine

Als älteste mögliche Reservoirgesteine sind die klastischen Schichten des Permokarbons zu nennen, sowohl des Oberkarbons als auch des Ober-Rotliegenden. Über ihre Verbreitung und Ausbildung im Untergrund des Juragebietes ist aus zahlreichen Bohrungen einiges bekannt geworden (LIENHARDT, 1962). Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass die grossen Mächtigkeitsschwankungen hauptsächlich auf eine erst stellenweis bekannte, sehr unterschiedliche Verteilung hinweisen. Ferner erscheint die Porosität dieser Sandsteinserien durch Zementierung meist stark reduziert (Essavilly: max. Porosität 11%, Permeabilität 0,7 md).

Über dem erodierten Variszikum transgredierend, treffen wir den Buntsandstein als wichtigen potentiellen Speicher wahrscheinlich im ganzen Westteil des Jura-Untergrundes an. Obwohl er in den ostschweizerischen Molassebohrungen fehlt, erreicht er im westlichen Jura zwischen 50 und 100 m Mächtigkeit (Essavilly 91 m, Eternoz 94 m).

Die Porosität ist durchschnittlich über 10% und kann in einzelnen Lagen 25% und mehr erreichen.

Aus der übrigen Trias kommen Dolomite des Muschelkalkes und der Lettenkohle (Porosität um 10%) als redliche, allerdings nur einige Meter mächtige Speichergesteine in Frage (z. B. Gas in Valempoulières, zahlreiche Ölzeichen um Lons-le-Saunier).

Was den Jura anbetrifft, so sind aus dem Rhät/Lias von Essertines und von anderen Bohrungen gute Anzeichen von Kohlenwasserstoffen gemeldet worden, doch sind die diesbezüglichen Speicherhorizonte zu dünn und zu wenig porös (4 bis 10%) vorgefunden worden.

Die Kalke des Doggers und des Malms sind in der Regel ziemlich dicht, ausgenommen in Gebieten der Riffausbildung. Detaillierte Untersuchungen sind nötig, um die Gebiete solcher möglicher Speicher lokal abzugrenzen. Auch ist eine neue ausgebreitete Untersuchung der zahlreichen Oberflächenimprägnationen der mesozoischen Kalke im Jura angezeigt.

Die hangenden Kreidekalke und tertiären Sande weisen im Jura nur wenig Möglichkeiten als Reservoirformationen auf. Doch müssen vor allem die feinporösen Asphaltkalke des Urgoniens im Val de Travers erwähnt werden, die in guten Lagen 5–10% Bitumen aufweisen (FREY, 1922).

Abdeckungsgesteine

Während im östlichen Jura die Anhydritgruppe als ausgezeichnete Abdeckformation der darunterliegenden Reservoirs in Frage kommt, übernehmen im westlichen Jura-gebiet die Keuperevaporite diese Rolle. Damit ergibt sich für die potentiellen Speicher der Lettenkohle, des Muschelkalkes und des Buntsandsteins eine undurchlässige Überdeckung.

Auch die tonig-mergeligen Lagen des Lias, Doggers, Oxfordiens, Argoviens und der Kreide könnten darunterliegende Reservoirs wahrscheinlich wirksam abdecken.

3. Tektonische Erwägungen

Die Erforschung des Juras im Hinblick auf mögliche Erdöl-Erdgas-Lagerstätten hat eigentlich schon seit der Abscherungstheorie BUXTORFS (1907, 1916) mit zwei völlig getrennten Prospekten rechnen müssen. Nämlich erstens mit den oberflächennahen Fallen, die sich theoretisch in vielen Jura-Antiklinalen vorfinden könnten und zweitens mit möglichen Fallen, die sich in der Tiefe unterhalb der Anhydritgruppe eventuell nachweisen liessen. *) Einen Versuch, das Sockelrelief und dessen Hauptstörungen in einer Kartenskizze darzustellen, hat LAUBSCHER bereits 1961 vorgenommen.

Die einzige erbohrte Antiklinale in der Schweiz ist der Mt. Risoux, wenn wir von den überdeckten Molasse-Aufwölbungen wie Cuarny und Essertines, ferner von den Bohrungen im Tafeljura absehen. Auf französischer Seite sind allerdings zahlreiche Sonden sowohl auf Grund von Oberflächengeologie als auch von geophysikalischen Untersuchungen ausgeführt worden.

Wenn auch schon früh in der Erforschung des Juras die flachen Aufschiebungen auf den Tafeljura und an verschiedenen Stellen Randüberschiebungen festgestellt worden sind, so wären die durch Bohrungen am Ostrand des Bresse Grabens ermittelten horizontalen Überschiebungen in ihrem Ausmass doch eine Überraschung (MICHEL, 1953; RICOUR, 1956; LIENHARDT, 1962).

Hieraus ergab sich, dass für eine strukturelle Erfassung allfälliger Speicher im Bunt-

*) Die Unvereinbarkeit, die tiefen Lagen konkordant in die Oberflächenfallen hineinzubringen, und die Vermutung, dass die auf dem Sockel liegenden Schichten eventuell gar nicht gefaltet sind, hat MÜHLBERG seit 1889 vermutet und BUXTORF 1908 klar ausgedrückt.

SEISMISCHES QUERPROFIL CHAMPAGNOLE GEBIET

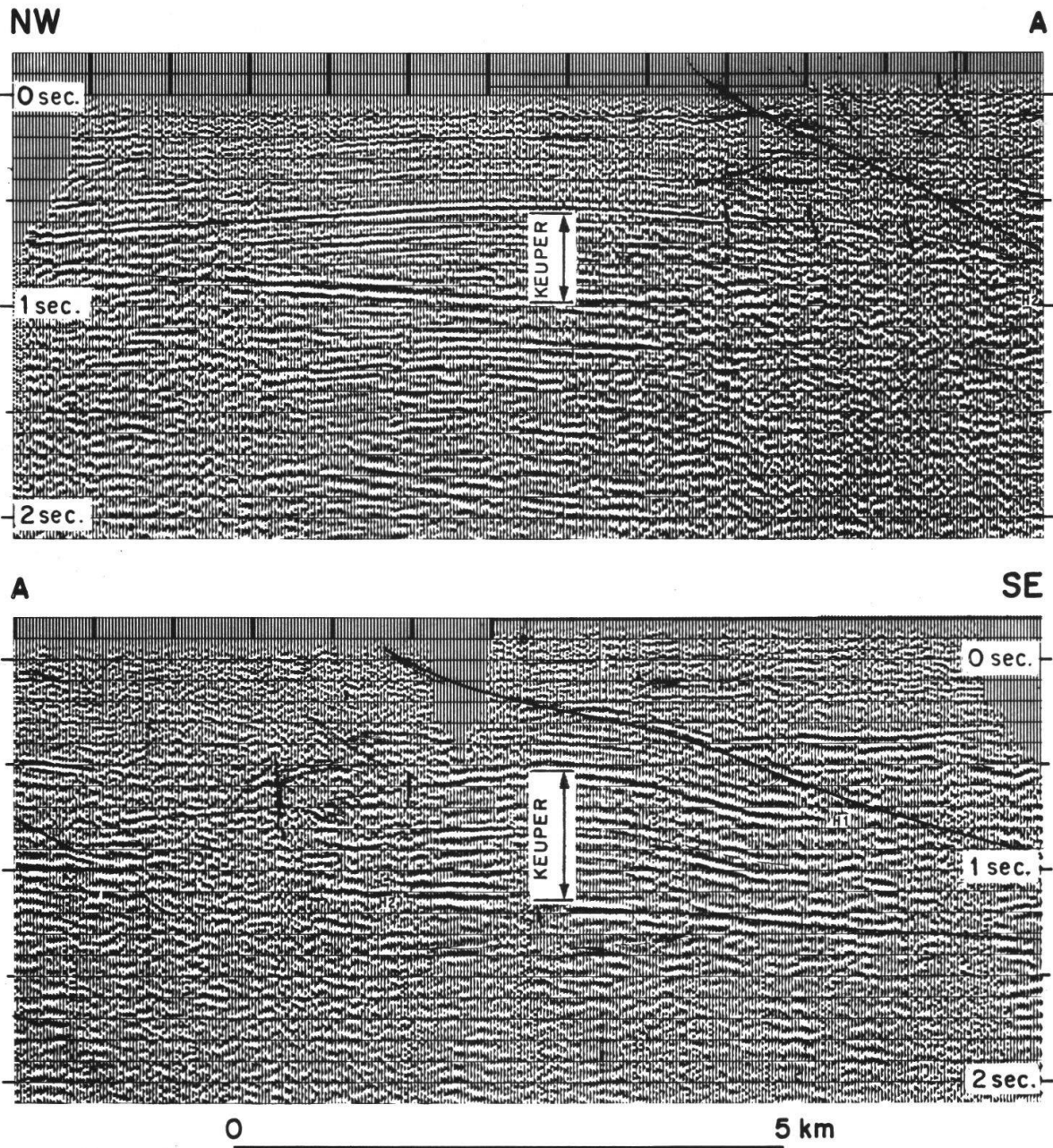


Fig. 4

sandstein und im Muschelkalk des südwestlichen Juragebietes die Oberflächentektonik beinahe völlig wertlos ist. Die Resultate der Mt. Risoux-Bohrung haben dies bestätigt, wenn auch die um 1960 zur Verfügung stehende Seismik nur andeutungsweise etwas über die Tiefentektonik aussagen konnte. Somit sind prinzipiell verschiedene Interpretationen möglich gewesen (WINNOCK, 1961; RIGASSI, 1962^b; LAUBSCHER, 1965).

Im Gegensatz zu WINNOCKS Annahme einer Hauptüberschiebung (Lias auf Malm) von mindestens 7 km Schubweite nach NW hat RIGASSI eine komplizierte SE-Überschiebung angenommen, während BERGOUGNAN (1969) an eine Unterschiebung denkt. LAUBSCHER hat, an der NW-Vergenz festhaltend, das Mt. Risoux-Profil nach der Tiefe

hin ergänzt und anschliessend gegen SE eine gefaltete Überschiebung im Kern des Mt. Tendre angenommen. AUBERT (1971) sieht die Deckenstirn bei Haute Joux-Les Planches und die Wurzel möglicherweise am Jurafuss (Schubweite 25 km!).

Basierend auf ein dichtes seismisches Netz im Champagnole-Mouthe-Gebiet (Fig. 4) und die Bohrungen Eternoz, Laveron, Essavilly und Toillon einbeziehend können wir heute das Querprofil durch die Mt. Risoux-Kette in französischen Anteil besser korrelieren und nach der Tiefe hin ergänzen. Die südöstliche Fortsetzung in den schweizerischen Jura bleibt aber vorläufig immer noch nur ein Deutungsversuch, wobei allerdings die Erkenntnisse aus der Nachbarregion extrapolierend mitverwendet wurden (Profiltafel 1).

Hieraus ergibt sich für den Mt. Risoux, Mt. Tendre und andere Juraketten eine tektonische Grossgliederung in drei Stockwerke: An der Basis das kristalline Grundgebirge und das gebietsweise eingefaltete oder eingebrochene Permo-Karbon als Sockel.

Über diesem prä-triadisch erodierten Variszikum transgredierend liegt das Schichtpaket des Buntsandsteins und des untersten Muschelkalkes (Wellengebirge), das ebenfalls als autochthon angesprochen und zum Sockel gerechnet werden muss.

Mit der Anhydritgruppe beginnt bereits eine schwache Allochthonie, die durch die zwar dünnen Salz- und Anhydriteinlagerungen verursacht ist. Es muss aber betont werden, dass im westlichen Jura – zum mindesten im Bereich der seismischen Messungen – der darüberliegende Obere Muschelkalk und die Lettenkohle immer noch mehr oder weniger schichtparallel mit dem Buntsandstein verlaufen.

Die unteren, grossen tektonischen Disharmonien werden aber durch die Evaporitlagen des Keupers verursacht. Typische Salzkissen-Aufwölbungen sind feststellbar (Fig. 4). Horizontale Abscherungen der überlagernden Juraformationen sind aus den Randüberschiebungen bekannt. Dabei liegt im ledonischen Jura der Hauptgleithorizont meist nahe der Untergrenze des Gipskeupers. Hiermit wäre die Basis des zweiten Stockwerkes, das wahrscheinlich durchgehend mehr oder weniger allochthon (= «parautochthon») ist, festgelegt. Die Basis kann dabei auf Formationen von verschiedenem Alter aufliegen.

Hiermit sind wir im Mt. Risoux-Bohrprofil aber erst beim unteren Malmpaket angelangt. Darüber aufgeschoben finden wir nochmals vom Lias bis in den Malm und die Kreide, ein oberstes (drittes) Stockwerk, das nun bereits den Charakter einer wahrscheinlich annähernd horizontalen Überschiebungsdecke besitzt.

Reliefüberschiebung hat hier stattgefunden. Es liegt auf der Hand, dass eine genaue Vorstellung der tektonischen Verhältnisse, hauptsächlich deren Ergänzung in die Tiefe, erst nach zusätzlichen seismischen Untersuchungen erarbeitet werden kann, worauf auch eine palinspastische Rekonstruktion versucht werden sollte. Vorläufig ist dieses Konzept (Tafel 1) nur als Arbeitshypothese anzusehen.

4. Die neue Jura-Erforschung

Konzessionen

Anfangs Dezember 1971 wurde in einem Presse-Communiqué bekannt gemacht, dass die SWISSPETROL Holding AG und die Shell (Switzerland) eine Vereinbarung zur gemeinsamen Erforschung des schweizerischen Juragebietes abgeschlossen haben. Diese in einem Konsortium (51% SWISSPETROL, 49% Shell) vereinigten Partner haben sich zum Ziel gesetzt, den kaum bekannten Untergrund des Juras in möglichst umfassenden, über mehrere Jahre sich erstreckenden geologischen und geophysikalischen Arbeiten nach Erdöl und Erdgas zu untersuchen.

Die erste Konzessionsanfrage, nämlich die für den Waadtländer Jura, umfasst etwa 800 km² und wurde durch die SWISSPETROL für die «Jura Vaudois Pétrole S.A.» eingereicht (im «Feuille des Avis officiels» vom 30. Nov. 1971 publiziert). Die Anfrage für das Berner Juragebiet umfasst etwa 1500 km² und wurde durch die BEAG namens der «Jura Bernois Pétrole S.A.» eingereicht (s. Amtsblatt des Kt. Bern Nr. 96, 8. Dez. 1971). Im weiteren sind Konzessionsanfragen resp. diesbezügliche Unterhandlungen mit den Kantonen Neuenburg und Solothurn für die ca. je 800 km² grossen Kantonsgebiete im Gange. Die kantonale Souveränität und das Vorhandensein (bzw. Nicht-Bestehen) von sehr verschiedenen Erdölgesetzen sind natürlich – wenn auch keine unüberwindbaren Hindernisse – nicht gerade förderlich für einen grosszügigen und möglichst rationellen Explorationsbetrieb; in mancher Hinsicht werden die administrativen Arbeiten vervielfacht.

Forschungsprogramm

Das Rahmen-Forschungsprogramm sieht vorerst eine reflexions-seismische Erkundungsphase über das ganze Gebiet von etwa 400 km Profillänge vor, der nach Studium der Resultate und im ermutigenden Falle eine zweite, etwa gleich grosse Phase zur Verdichtung des Netzes in günstigen Gebieten folgen wird. Sollten geschlossene, bohrwürdige Strukturen gefunden werden, so sind je nach Prognose 2 bis 4 Explorationsbohrungen von etwa 1500–2500 m Durchschnittstiefe vorgesehen. Dies schliesst somit ein, dass im Falle die Seismik keine strukturellen Aufwölbungen ermitteln kann, voraussichtlich auch keine Bohrungen abgeteuft werden. Auch ist es durchaus möglich, dass nur eine einzige Bohrstelle vorgeschlagen werden kann. In welchem Kanton eine allfällige Bohrung ausgeführt werden soll, ist vor Abschluss der seismischen Untersuchungen nicht vorauszusagen.

Unter optimalen Bedingungen dürften sich die Gesamtkosten des vollständigen Programmes auf 21–25 Millionen Franken belaufen. Sollten wirtschaftlich abbauwürdige Kohlenwasserstoff-Vorkommen gefunden werden, ist für deren Förderung die Gründung von Ausbeutungsgesellschaften vorgesehen, bei denen die im Kreisschreiben des Bundesrates vom 28. November 1952 geforderte Wahrung der schweizerischen Interessen gewährleistet ist.

Die Untersuchungen werden durch die Shell als Operator geleitet und ausgeführt unter Berücksichtigung der bisherigen, bekanntgewordenen Forschungsergebnisse der im Juragebiet und in der angrenzenden Molasse arbeitenden Erdölgesellschaften.

Aeromagnetische Resultate

Der Gedanke an die Möglichkeit, Gas- oder Erdölakkumulationen in Speichergesteinen des Sockels im Untergrund des Juras vorzufinden, hat zum Versuch geführt, die morphologische Gestaltung dieser Sockeloberfläche mittels Aeromagnetometrie abzutasten. So hatte die Shell bereits 1966 diese Möglichkeit ins Auge gefasst und 1968 intern eine Vorstudie ausgearbeitet; anschliessend auch einen Gesamtentwurf für eine allfällige Erforschung der Infrastruktur des Juras zusammengestellt. Als Vorphase sollte moderne Aeromagnetometrie (mittels «high-sensitivity magnetometer, Caesium vapour resonance type») versucht werden, ehe die als erheblich vorauszusehenden Konzessionsanfragen in Angriff genommen würden. Das Programm sah 55 N–S verlaufende Linien von etwa 3 km Abstand und 10 Querverbindungen vor, die in einer konstanten Flughöhe von 6500 Fuss geflogen werden sollten. Das Flugprogramm konnte schliesslich nach Überwindung einiger Schwierigkeiten und nach Erteilung der Bewilligung durch das Eidg. Luftamt im Juni/Juli 1971 während 19 Operationstagen durch die CGG ab-

gewickelt werden, wobei dann zusätzlich zum schweizerischen Jura auch ein französischer Anteil auf einer tieferen Flugebene miteinbezogen wurde.

Um die anfallenden Resultate ins richtige Licht zu setzen, wäre vorzuschicken, dass der Gesteinsmagnetismus eines vorwiegend granitischen Grundgebirges kaum viel grösser zu sein braucht als der der überlagernden Sedimente. Hingegen bestand nach Sachverständigen die Aussicht, dass sich grössere Permo-Karbonmulden oder Gräben, oder dann vor allem bedeutende tektonische Grundgebirgsstörungen, eventuell als magnetische Anomalien abzeichnen und interpretieren lassen würden.

Die Resultate ergaben ein klares Bild einer Verteilung verschieden starker magnetischer Anomalien. Die Intensität der an sich «geschlossenen» positiven Anomalien ist hingegen eher schwach, nämlich in der Regel nur 20 bis 50 (max. 100) Gammas (Fig. 5A).

Im französischen Teil zeichnen sich im Nordwesten von Eternoz und Moutier zwei ovale positive Anomalien ab, die nördlich und parallel der bekannten ENE-streichenden Störung (Randaufschubung) von Salins-Mouthier liegen. Da es nicht wahrscheinlich ist, dass das magnetische Bild durch die Oberflächen-Tektonik beeinflusst ist, muss geschlossen werden, dass es sich im Einflüsse des Grundgebirges handelt, vielleicht verursacht durch einen Sockelsprung.

Die positiven Anomalien auf Schweizergelände deuten teilweise NW-Streichen an. Im Süden ist ein starkes magnetisches Hoch im Gebiet des Genfersees bei Morges gerade am Rande des Aufnahmegebietes angedeutet. Eine kleinere Anomalie liegt bei Arzier; ein weiteres Zentrum bei St. Aubin und eine stärkere positive Anomalie im Chaseral-Gebiet. Weiter östlich liegen zwei kleinere Zentren bei Wiedlisbach und bei Langenthal, während sich im Norden einige schwache positive Anomalien auf einer W-E-Linie nördlich von Basel und über den Dinkelsberg abzeichnen (Positive Anomalien von Altkirch, Flugplatz Basel-Mulhouse, St. Chrischona, Rheinfelden).

Als starke negative Anomalien wären die von Chapelle, Neuenburgersee-Boudry und Pierre Pertuis zu erwähnen.

Die Frage nach den eingefalteten Permo-Karbonsedimenten kann vorläufig für das Schweizergelände ohne weitere seismischen Resultate oder Kontrollbohrungen nicht beantwortet werden. Das einzige Gebiet, worüber wir durch Bohrungen genügend informiert sind, liegt im Raume von Lons-le-Saunier. Hier hat hauptsächlich LIENHARDT (1962) demonstriert, dass die meisten Kohlenflöze des Stephanien in NNW-streichenden Linsen abgelagert wurden, andererseits das Saxonien eine etwa parallel verlaufende Sedimentationsschwelle aufweist. Ob diese NW-SE-Richtung als allgemeine Beckenrichtung interpretiert werden kann, ist aber noch nicht zu entscheiden. Hingegen lassen sich aus den magnetischen Resultaten eine Reihe von Störungslinien verschiedener Ordnung und Richtung interpretieren, die teilweise überraschend unerwartete Elemente anzeigen.

Abgesehen von wahrscheinlichen Verwerfungen rheinischer Richtung im Norden, sind starke Lineamente mit NW-Streichen im Waadtländer und Neuenburger Jura angezeigt, deren geotektonische Deutung nicht ohne weiteres in den bisher bekannten Baustil hineinpasst. Auch sind grosse Unterschiede (bis zu 2000 m) in der Tiefe der sogenannten «Oberfläche des magnetischen Grundgebirges» erfasst worden. Eine Stereo-Lineament-Interpretation, die «blind» ausgearbeitet worden war, ergab vier Richtungen, nämlich N 70° W, NW, N 40° E und N 80° E (Fig. 5B).

Die erste Richtung (N 70° W) ist ausser den etwas fraglichen Lineamenten durch Solothurn und Balsthal hauptsächlich im westlichen, französischen Teil des Aufnahmegebietes angedeutet, lässt sich aber nicht sehr scharf abgrenzen. Ungefähr parallel dazu (W-E) verlaufen die Lineamente am Südrand des Rheintalgrabens.

Eigentliche magnetische Querstörungen (NW) sind durch die Lineamente Noiraigue-Payerne, Montbéliard-Biel und Säkingen-Aarau angedeutet. Sie entsprechen im SW

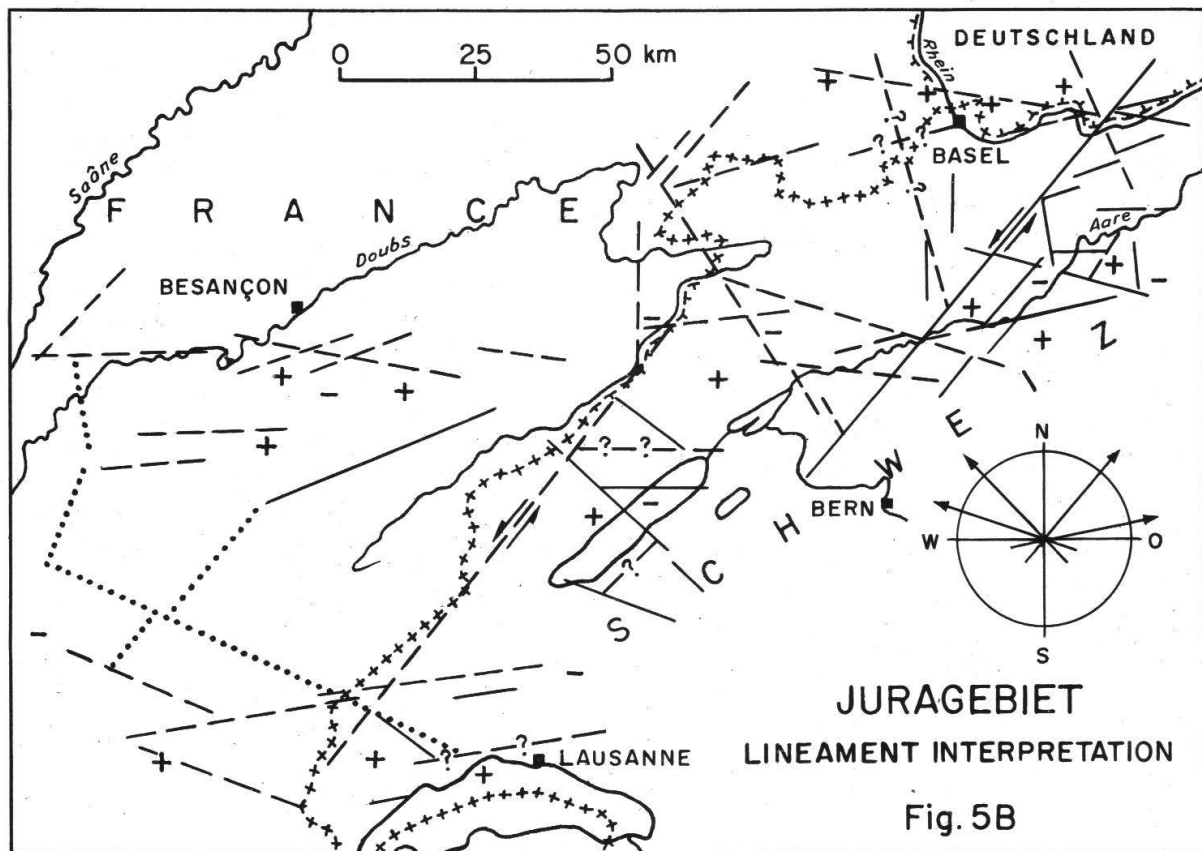
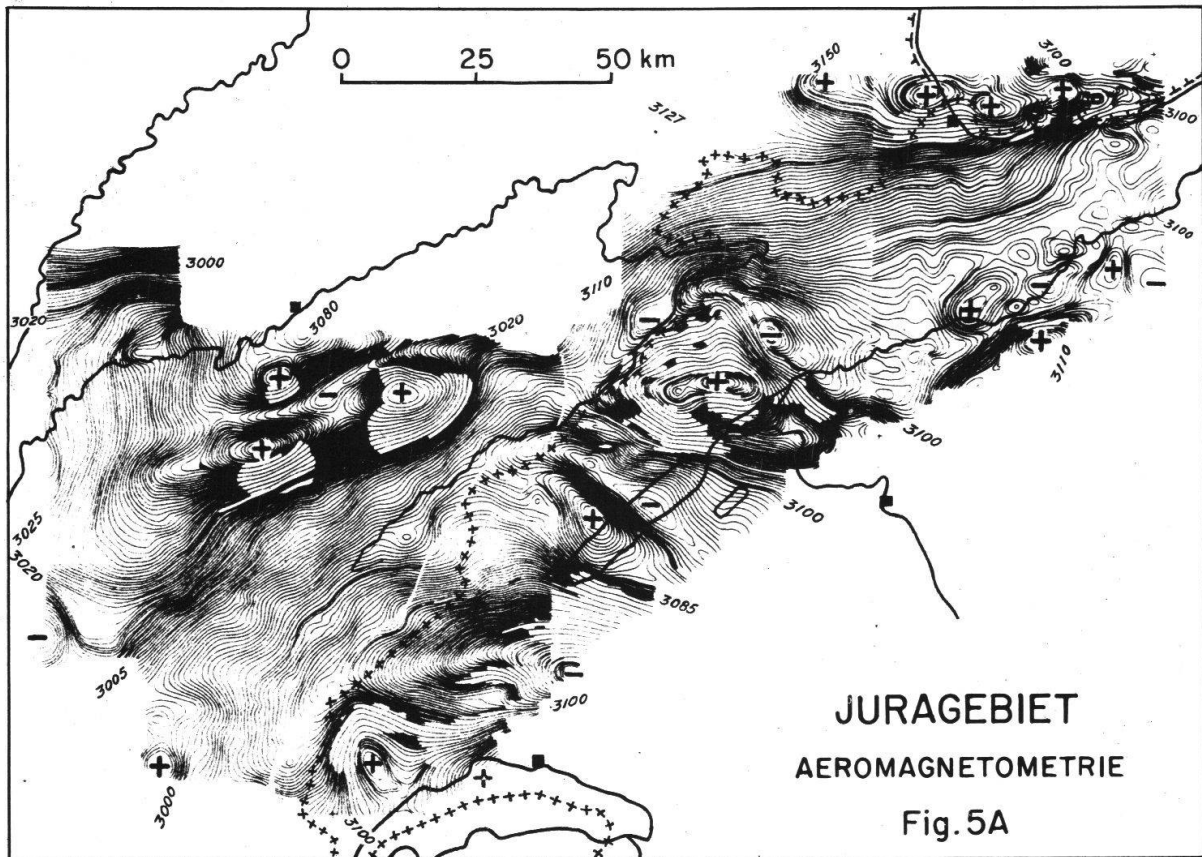


Fig. 5A und 5B

den deutlich ausgeprägten Queranomalien, wie z. B. der von St. Aubin. Eine Erklärung könnte in der Annahme einer ziemlich bedeutenden Querstörung des Grundgebirges (Sockelsprung) gefunden werden, andererseits könnte vielleicht eine querverlaufende, tiefe Permo-Karbonmulde oder dann aber eine entsprechende Differenzierung im kristallinen Grundgebirge angenommen werden.

Die dritte Richtung (N 40° E) ist im Westen durch ein Lineament Lac de Joux-Fleurier-Le Locle angedeutet, das unter einem Winkel von etwa 10° die NE streichenden Juraketten schneidet. Ein paralleles Lineament erstreckt sich von der Saane/Aare-Mündung über Solothurn und Gelterkinden bis an den Rhein. Eine linkslaterale Verschiebung längs dieser Lineamente ist möglich. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Lineamente mit Flexuren oder Sockelsprüngen des Grundgebirges zu tun haben.

Die vierte Richtung (N 80° E) ist durch einige kürzere Lineamente im ganzen Faltenjura angedeutet, ferner durch Störungen in der NE-Fortsetzung des ledonischen Juras, wie dies bereits einleitend festgestellt wurde. Ausser diesen vier ausgeprägteren Lineamentsrichtungen lassen sich auch wenige N-S streichende, magnetische Störungen interpretieren, die vornehmlich im Norden auftreten. Wie bereits erwähnt, fallen sie ungefähr mit der Rheintalgrabenrichtung zusammen und dürften durch Verwerfungen im Grundgebirge verursacht sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das jetzt vorhandene aeromagnetische Bild der Anomalien durch die Resultate der geplanten seismischen Erforschung und kontrolliert durch die allfälligen Explorations-Bohrungen ausser der gesuchten Information über die Sockeloberfläche wahrscheinlich auch Auskunft über den Verlauf, d. h. Ausdehnung und Richtung, von Störungen oder von den Kontakten verschiedener Gesteinsarten im Grundgebirge geben kann.

Das Jura-Forschungskonzept

Nach diesen ermutigenden Resultaten und vor allem nach den reflexionsseismischen Ergebnissen in der anschliessenden Champagnole-Mouthe-Konzession der Shellrex ergibt sich die Möglichkeit, Strukturaufwölbungen der in erster Linie interessanten unteren und mittleren Trias mittels eines regional angelegten seismischen Profilnetzes zu erfassen. Dabei ergeben sich allerdings Schwierigkeiten wegen der Zugänglichkeit in zweierlei Hinsicht. Die konventionelle Sprengmethode ist in dichtbesiedelten Gebietsstreifen ausgeschlossen und zweitens sind die notwendigen Querprofile über die Juraketten hinweg hauptsächlich im östlichen Untersuchungsgebiet wegen des steilen Geländes besonders schwierig zu verwirklichen.

Einen Durchbruch erhoffen wir uns durch die vermehrte Anwendung der «Vibro-seis»-Methode, die auf Strassen auch durch Ortschaften hindurch angewandt werden kann. Auf jeden Fall sind detaillierte Geländerekognoszierungen eine Voraussetzung, um ein integriertes Programm über das ganze, vorgesehene Untersuchungsgebiet erfolgreich abwickeln zu können.

Im Falle das gesamte Rahmen-Forschungsprogramm einschliesslich der Bohrungen verwirklicht werden kann, darf erwartet werden, dass dann die Frage nach dem Vorkommen von Kohlenwasserstoffen in wirtschaftlich ausbeutbaren Mengen im Schweizer Jura weitgehend geklärt sein wird. Sollten sich die erdölgeologischen Erwartungen nicht erfüllen, so darf angenommen werden, dass durch die ausgeführte Exploration ein wissenschaftlich äusserst wertvoller Beitrag an die Erkenntnis der Infrastruktur des Juragebietes geliefert worden ist.

Wichtigste Literatur

- AUBERT, D., (1945): Le Jura et la tectonique d'écoulement. Bull. Labor. Géol. Univ. Lausanne, 83.
– (1971): Le Risoux, un charriage jurassien de grandes dimensions. Eclogae Geol. Helvet. 64/1, 151–156.
- BERGOUGNAN, H. (1969): La structure profonde du Risoux et le décrochement de Morez dans le Jura interne. Bull. Soc. Géol. France (7), 11/3, 338–344.
- BITTERLI, P. (1960): Bituminous Posidonienschiefer (Lias epsilon) of Mont Terri, Jura Mountains. Bull. V.S.P. 26/71, 41–48.
– (1963): Aspects of the genesis of bituminous rock sequences. Geologie en Mijnbouw, 42/6, 183–201.
- BÜCHI, U. P. & K. LEMCKE, et al. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. Bull. V.S.P. 32/82, 7–38.
- CAIRE, A. (1960): Problèmes de tectonique et de morphologie jurassiennes. Mém. Prof. P. Fallot, 2, Soc. Géol. France, 105–159, Paris 1963.
- DIRECTION DES CARBURANTS (1970): Rapport annuel. Serv. Conservation Gisements d'Hydrocarbures.
- FALKE, H. (1959): Die bituminösen Schiefer des Beckens von Autun. Eclogae Geol. Helv. 51/3, 623–634.
- FREY, M. (1922): Die Asphaltlagerstätten im schweizerischen Juragebirge mit besonderer Berücksichtigung des Val de Travers. Beitr. Geol. Schweiz, Geot. S., 9.
- LAUBSCHER, H. P. (1961): Die Fernschubhypothese der Jurafaltung. Eclogae Geol. Helv. 54/1, 221–281.
– (1965): Ein kinematisches Modell der Jurafaltung. Eclogae Geol. Helv. 58/1, 231–318.
– (1972): Some overall aspects of Jura dynamics. Amer. J. Sci. 272, 293–304.
- LEFARAI, A. et al. (1957): Données nouvelles sur le chevauchement de la bordure du Jura sur la Bresse dans la région de Lons-le-Saunier (Jura). Bull. Soc. Géol. France (6), 7, 1157–1166.
- LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1962): Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds. Mém. B.R.G.M. 16.
- LIENHARDT, G. (1962): Géologie du Bassin Houiller Stéphanien du Jura et de ses morts-terrains. Mém. B.R.G.M. 9.
- MICHEL, P. et al. (1953): Le contact Jura-Bresse dans la région de Lons-le-Saunier. Bull. Soc. Géol. France (6), 3, 593–611.
- PETROCONSULTANTS S.A. (1971): Some comment on the current petroleum situation in Switzerland. Foreign Scout. Serv., Dec. 1971, Geneva.
- RICOUR, J. (1956): Le chevauchement de la bordure occidentale du Jura sur la Bresse dans la région de Lons-le-Saunier. Bull. V.S.P. 23/64, 57–70.
- RIGASSI, D. (1962a): Le stockage souterrain du gaz. Possibilités suisses. Bull. V.S.P. 28/75, 35–41.
– (1962b): A propos de la tectonique du Risoux (Jura vaudois et franc-comtois). Bull. V.S.P. 29/76, 39–50.
– (1971): La prospection pétrolière en Suisse. Office de Petroplanning, Cointtrin. Edit. spéciale 3.
- RODIONOWA, K. F. & S. P. MAKSIMOW (1971): Kriterien der Diagnose von Erdöl-Erdgas-Muttergesteinen. Z. angew. Geol. 17/11, 460–463.
- SCHMASSMANN, H. & O. BAYRAMGIL (1946): Stratigraphie des Perms im schweizerischen Tafeljura. Eclogae Geol. Helv. 38/2, 380–385.
- SCHMASSMANN, H. (1951): Perm und Trias am Südrande des Schwarzwaldes. Mitt. Bl. Bad. Geol. L.-A., 29–37.
- SCHWAB, R. F. (1960): Einige Ergebnisse einer aeromagnetischen Studie im Gebiet des Waadtländerjuras. Bull. V.S.P. 26/71, 31–32.
- SUTER, H. (1956): Tektonische Juraprobleme, ein historischer Rückblick. Eclogae Geol. Helv. 29/2.
- TISSOT, B. et al. (1971): Origin and evolution of hydrocarbons in early Toarcian shales, Paris basin, France. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 55/12, 2177–2193.
- VITART, M.-J. (1969): Etudes géophysiques en Bresse. Bull. Soc. Géol. France (7), 11/3, 330–337.
- WEGMANN, E. (1960): Le Jura plissé dans la perspective des études sur le comportement des socles. Mém. Prof. P. Fallot, 2, Soc. Géol. France, 99–104, Paris 1963.
- WIENER, G. (1969): Ein nächster Schritt in der Erdölexploration der Schweiz. Bull. V.S.P. 36/89, 11–15.
- WINNOCK, E. (1961): Résultats géologiques du forage Risoux 1. Bull. V.S.P. 28/74, 17–26.
- WINNOCK, E. et al. (1967): Résultats des forages pétroliers français effectués dans la région voisine de la frontière suisse. Bull. V.S.P. 33/84, 7–22.

Geol. Atlas der Schweiz, 1:25000 (einschl. Erläuterungen)

AUBERT, D. (1941): Vallée de Joux, Bl. No. 17.

FALCONNIER, A. (1950): Les Plats – Marchairuz – Arzier – Gimel, Bl. No. 25.

Carte géol. détaillée de la France, 1:50,000

CHAUVE, P., S. GUILLAUME, M. DREYFUSS et al. (1960): Pontarlier; Feuille XXXIV-25.

– (1964): Mouthe; Feuille XXXIV-26.

GUILLAUME, S. et A. (1965): Champagnole; Feuille XXXIII-26.

CAIRE, A. et al. (1967): Salins-les-Bains; Feuille XXXIII-25.

GUILLAUME, S. et A., H. BERGOUGNAN et al. (1968): Morez-Bois d'Amont, Feuille XXXIII/IV-27.