

Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure
Band: 36 (1969-1970)
Heft: 89

Artikel: Ein nächster Schritt in der Erdölexploration der Schweiz
Autor: Wiener, Gabriel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-196631>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein nächster Schritt in der Erdölexploration der Schweiz *

VON GABRIEL WIENER¹⁾

Zusammenfassung

Die neuere Kohlenwasserstoffexploration in der Schweiz wies zwar reichlich vorhandene Erdölmutterformationen nach, doch zeigte es sich, dass Großstrukturen und günstig gelegene gute Speichergesteine eher selten sind.

Im Hinblick auf die durch Faltung, Brüche und mögliche Salztektonek verursachte intensive Zerbrechung kompetenter Gesteine wird vorgeschlagen, das laufende Explorationsprogramm durch Untersuchung ausgewählter Kluftlagerstättenmöglichkeiten zu ergänzen.

Abstract

While the recent exploration for hydrocarbons in Switzerland showed a fair amount of good mother rocks, very large structures and sufficiently permeable reservoir rocks in appropriate position are rather scarce.

In view of the intensive tectonic jointing of competent rocks due to folding, faulting and possibly salt-tectonics it is proposed to supplement the current exploration program by testing selected fractured-rock possibilities.

Die banale Feststellung, dass bei der Suche nach wirtschaftlichen Lagerstätten von Kohlenwasserstoffen der Misserfolg dem Erfolg sehr nahe steht, hat sich bisher in der Schweiz bestätigt. Dass hier in den letzten Jahren der konjunkturellen Blüte überhaupt nach Erdöl gesucht wurde, zeigt ein vernünftiges Denken der beteiligten Finanzkreise, deren Wagemut und Spekulationsfreudigkeit aber doch als aussergewöhnlich zu beurteilen ist. Immerhin wurde bisher ein ansehnlicher Betrag in die Erforschung der Erdöl- und Erdgasmöglichkeiten der Schweiz gesteckt, der im ungünstigsten Falle nur zur wissenschaftlichen Bereicherung führt. Weltweit gesehen, existiert andererseits kaum ein so hoffiges Erdölgebiet in das trotz jahrzehntelanger Vorarbeiten im Ganzen bisher nur so wenig Kapital in den Aufschlussarbeiten investiert wurde. Kurz – die seit dem Ersten Weltkrieg zögernd in Angriff genommene und in den letzten Jahren intensiviert und modernisierte Erdölexploration in der Schweiz steckt noch in den Anfängen.

In der Westschweiz seit 1952 und in der Zentral- und Ostschweiz seit 1957 sind einige Tatsachen, die früher als Hypothesen stark umstritten waren, zum grossen Teil nach seismischen Vorarbeiten durch Bohrungen und Tests bewiesen worden:

Erstens: Die Existenz von *Erdölmuttergesteinen* bzw. stark bituminösen Gesteinen in mehreren z. T. mächtigen Gliedern der Schichtenfolge des Untergrundes der Schweiz, sicher jedenfalls im Mesozoikum. So im Muschelkalk, im Keuper, im Lias, im untern Dogger, im Malm (Quintner Facies) und in der Kreide. Ebenso sind in der untersten

* Nach einem an der Jahresversammlung der VSP am 21. Juni 1969 in Liestal gehaltenen Vortrag.

¹⁾ Dr. Gabriel Wiener, Rathausstrasse 40, CH-4410 Liestal

Molasse und in der Unteren Süsswassermolasse erdöhlaltige Gesteine möglicherweise in Muttergesteinsfacies vorhanden.

Zweitens: Das Vorhandensein von *Speichergesteinen*, besonders im Tertiär in der USM, wenige auch im Mesozoikum. So im Bundsandstein/Perm, im Muschelkalk, in dolomitischen und in sandigen Horizonten des Keupers, im Rhät, möglicherweise im Lias, im Dogger, im oberen Malm, in der Kreide und in der untersten Molasse, sowie in der Unteren Süsswassermolasse.

Drittens: Die Existenz von *Strukturen*, von denen ein Teil als Fangstrukturen oder Erdölfallen funktionieren könnten. Bruchschollentektonik komplizierter Art zwischen Alpen und Jura, Schuppentektonik im südlichen Molassebecken und z. T. in der Tiefe stark gestörte Antiklinalstrukturen in der Nähe des Jurasüdrandes und im Faltenjura. Das Vorhandensein stratigraphischer Fallen (Facieswechsel) ist ebenfalls in mehreren Schichtgliedern wahrscheinlich, beziehungsweise nachgewiesen.

Die Exploration der letzten Jahre hat sich geographisch über weite Teile des schweizerischen Mittellandes erstreckt. Dabei hat man in Anlehnung an die Molassebecken-Funde im benachbarten Süddeutschland vor allem die Tertiären und Mesozoischen Schichtglieder im zentralen Molassenbecken untersucht. Die Antiklinalen des Jurasüdfusses und die Schollen der subalpinen Molasse, der Alpennordrand, der Südtessin und das Südende des Rheintalgrabens bei Basel wurden bisher nur am Rande in die Exploration einbezogen. Dies vor allem wegen der möglichen Auswaschung der Reservoirs (flushing) oder wegen der nach Auffassung verschiedener Fachleute allzu grossen Kosten jeder Exploration auf möglicherweise sehr tiefe und schwer zu definierende Prospekte, oder auch, weil mit den bisherigen Methoden keine genügend gesicherten Unterlagen über diese Areale erhältlich waren. Im weiteren sind neuerdings kaum untersucht worden: die von mächtiger Nagelfluh bedeckten, schwer erschliessbaren Areale von Napf und Hörnli, sowie mit einer Ausnahme (Mt. Risoux) der Jura selber und das ganze Gebiet der Alpen. Die Ergebnisse, welche in zahlreichen Publikationen von LEMCKE, BÜCHI und anderen zusammengefasst sind, sind vielversprechend. Es haben sich in der Schweiz einige bevorzugt hoffige Gebiete und Schichtglieder gezeigt, wobei vor allem die relativ zahlreichen, mächtigen Erdölmutterformationen im Muschelkalk, im Lias/Dogger und im Malm ermutigend sind. Die wenigen und meist schlechten Speichergesteine im Mesozoikum sind das Hauptproblem, während das Auffinden von genügend grossen, geschlossenen Strukturen nicht auf schwierigere Probleme als üblich stösst. Der zweifellos schwierigste Teil der Exploration in der Schweiz ist die Suche nach guten Speichergesteinen möglichst im direkten Migrationsbereich von Erdölmuttergesteinen. Der bisher beste Erfolg eines Tests war ohne Zweifel das niedrigviskose, benzinöse Erdöl aus dem Lias/Rhät der Bohrung Essertines-1. Auch hier war die grosse Enttäuschung das Fehlen eines geeigneten Speichergesteins. Die Permeabilität des «Speichers» war so gering, dass auch nach mehrfacher Stimulierung keine wirtschaftliche Förderung des Öls möglich war.

In der Hydrologie der Felsgrundwässer wird im Zusammenhang mit dem Problem der Wasserführung von harten Karbonatgesteinen und Quarziten immer wieder das Hauptgewicht auf die sekundäre Verkarstung gelegt. Sehr oft ist in diese Verkarstung durch eine tektonische Frakturierung schichtparallel und schräg zur Schichtung vorbereitet, die schon an sich dazu führt, dass dem strömenden Wasser ein geringerer Widerstand entgegengesetzt wird als im kaum durchlässigen unzerbrochenen also dichten Kalk, Dolomit oder Quarzit.

Für die Bewegung von allen flüssigen Körpern gelten ähnliche Gesetze. Auch die

Migration und Akkumulation von Öl in kompetenten Gesteinen, wie in dichten Kalken bzw. Dolomiten oder kalkigen bzw. quarzitischen Sandsteinen, besonders aber eine Förderung daraus, ist durch die Feinheit der Poren und die resultierende geringe Permeabilität stark behindert. Bei der durch Faltung und entlang von Verwerfungszonen in solchen Sedimenten erzeugten «Tektonisierung» dürften vorerst die in unmittelbarer Nähe vorhandenen Kohlenwasserstoffe je nach Viskosität und Druckverhältnissen beweglicher werden. Es ist zwar häufig so, dass diese Öl, Gas und Wasser leitenden Klüfte wieder «verheilt», d. h. von neugebildeten Mineralien erfüllt werden. Im Falle einer Kalkausfällung wird eine Abkühlung der mineralisierten Lösung in Oberflächennähe vorausgesetzt. Beim Erfüllen von Klüften durch Silikate (z. B. Chalzedon) ist der Vorgang der Mobilisation und des Absatzes seit langem untersucht worden, eine abschliessende Beurteilung dieses Vorganges ist aber im Einzelnen leider noch nicht möglich gewesen. Die Wiederverheilung, d. h. die Erfüllung mit neuen Mineralien, von aufgerissenen Klüften ist ein Vorgang, der auch bei einer Überdeckung von mehreren tausend Metern Sediment nicht notwendig vorkommen muss; je kompetenter, d. h. je starrer ein Schichtpaket sich verhält, um so weniger dürften einmal aufgebrochene Partien sich allein durch den Überlagerungsdruck schliessen lassen.

Ein wichtiger Punkt in der Beurteilung von harten, ursprünglich wenig permeablen Schichtpaketen als mögliche Reservoirgesteine ist die Zeit ihrer Tektonisierung, besonders die chronologische Folge, Tektonisierung-Migration. Über diese Frage kann naturgemäss die Seismik allein keine Auskunft geben. Wohl können tektonische Linien und deren Strukturen an sich, damit relativ genau kartiert werden, doch bleiben die strukturellen Entwicklungen, d. h. der Zeitablauf der tektonischen Vorgänge, die zu Strukturen führen, weitgehend spekulativ. Immerhin können ganz allgemein Bruch- und Faltungsphasen aufgrund oberflächengeologischer Kartierungen und theoretischer Überlegungen datiert und auf tiefgelegene, überdeckte, nur seismisch kartierbare Strukturen projiziert werden ohne allzu grosse grundsätzliche Irrtümer in Kauf nehmen zu müssen. Ebenso wichtig ist die Erhöhung der Faltungsintensität, die in kompetenten Gesteinen eine Erhöhung der Klüftigkeit hervorrufen dürfte. Ein russisches Werk hat sich 1968 mit den Methoden des Studiums von klüftigen Reservoirgesteinen für Erdöl und -gas beschäftigt. In der Schweiz setzt sich gegenwärtig L. KIRALY an der Universität Neuchâtel mit einem ähnlichen Problem – der statistischen Analyse von Klüften – auseinander. Er hat an der 59. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung am 20. Februar 1969 in Karlsruhe darüber referiert. Die Frage nach der Zeitfolge ist allerdings noch gründlich zu studieren, denn darüber ist auch in produktiven Erdölgebieten nur wenig bekannt geworden.

Die grosse Mehrheit der Kohlenwasserstofflagerstätten stammt aus Gesteinen, die eine gute *primäre Porosität* und eine *ursprüngliche Permeabilität* besitzen. Immerhin sind auch beträchtliche Erdöl- und Gasfelder in sogenannten «fractured rocks» bekannt. Dabei dienen die Klüfte vor allem als Vergrösserer der vorhandenen Permeabilität.

Es existieren sogar Ölfelder im klüftigen Grundgebirge, dort wo dieses von Erdölmutterformationen direkt überlagert wird. In Kalifornien wurde z. B. bis ca. 165 m unter den Sedimenten noch Erdöl aus tektonischen Klüften gefördert. In Kansas existieren ähnliche Verhältnisse, doch stammte hier die Produktion aus Verwitterungszonen des Grundgebirges. Ein bekanntes Beispiel ist der Asmari-Kalk im Iran, wo Klüfte und Porenraum so kombiniert sind, dass eine beträchtliche Produktion aus primär wenig permeablen Gesteinen möglich wird. In vielen weiteren Feldern, wo in Kalken, in harten Sandsteinen und z. T. auch in tonigen Gesteinen Öllagerstätten vorhanden sind, kann erst durch die Klüftigkeit Erdöl wirtschaftlich produziert werden. Es wären neben nordamerikanischen Beispielen noch solche aus Mexico und Venezuela zu erwähnen.

Bisher ging die ganze wissenschaftlich fundierte Erdölexploration in der Schweiz darauf aus, möglichst ausgedehnte geschlossene Strukturen mit genügend Überdeckung, für die im untektonisierten Zustand permeablen, möglichen Speichergesteinen im direkten Migrationsbereich von im übrigen weitverbreiteten und relativ mächtigen Erdölmuttergesteinen zu entdecken. Dabei hat sich ergeben, dass solche gut permeable Speichergesteine in günstiger Lage ausgesprochen selten sind.

Ein nächster Schritt zum möglichen Erfolg der schweizerischen Erdölexploration wäre nun, das bisherige Explorationskonzept zu ergänzen und auch mit einer Suche in das in der Schweiz noch Neuland bedeutende Gebiet der tektonisierten, kompetenten Gesteine «fractured rocks» vorzustossen. Dabei wäre nicht nur an die durch Jura-Typ-Faltung und Einengungstektonik im Untergrund des Molassebeckens verursachten Störungszonen zu denken, vielmehr ist zusätzlich mit Salztektionik im Jura und im nördlichen Molassebecken der Zentral- und Westschweiz zu rechnen. Auch die Übernahme des Risikos der «blinden» Prospektion ohne seismische Vorbereitung, z. B. in der Subalpinen Molasse mittels tiefer Bohrungen, wäre aufgrund dieser neuen Aspekte durchaus zu vertreten.

Als erster Prospekt würde sich die langgezogene, seismisch kartierte Struktur von *Essertines* anbieten. Dies deshalb, weil hier sicher primär Erdöl bester Qualität in grossen Mengen und in einem relativ mächtigen Gesteinskomplex vorhanden ist. Die versuchte Stimulierung durch das Bohrloch war seinerzeit wirkungslos, es ist aber nicht auszuschliessen, dass die Tektonisierung entlang der Hauptstörung und eventuell auch durch zusätzliche Salztektionik eine sekundäre Permeabilität, welche zur wirtschaftlichen Produktion genügen würde, bereits geschaffen hat. Man müsste hier also ausnahmsweise die Tendenz der Verwerfungs-Flucht verlassen. Im weiteren könnte, ebenfalls in *Essertines*, unter dem hier angebohrten Salz die tiefere Trias getestet werden. Der unter dem Keuper-Salz vorhandene Obere Muschelkalk dürfte ein guter, wenn auch tiefer Prospekt sein. Sollte eine Gaslagerstätte in dieser Position vorhanden sein, so würde grosser Wahrscheinlichkeit nach eine wirtschaftliche Produktion möglich. Zusätzlich besteht unter dem möglichen Evaporitlager des mittleren Muschelkalks (Anhydritgruppe) noch die durchaus reelle Chance eines Öl- oder Gaslagers im untersten Muschelkalk/Perm, wobei eventuell nach Kenntnis der Ausdehnung der Evaporitlager an die Anwendung anderer geophysikalischer Methoden als der seismischen, z. B. an Gravimetrie zu denken wäre.

Am Jurasüdrand bietet sich im weiteren in einer nur konzessionstechnisch ungünstigen, sonst aber sehr bevorzugten Lage die *Bornantiklinale* als alter-neuer Prospekt an. Mit einer relativ untiefen Bohrung könnten hier die primär wahrscheinlich inexistenten Speicherqualitäten des Rhät (sofern vorhanden) sowie der Muschelkalk und möglicherweise unter der Anhydritgruppe, die tiefere Trias/Perm getestet werden. Der weitere Vorteil wäre hier ein möglicher Verzicht auf ausgedehnte seismische Voruntersuchungen, um so mehr als eine Exploration auch hier die Verwerfungszonen, welche im relativ eng gefalteten Jurasüdrand (mit möglicher Evaporittektonik) zu erwarten sind, nicht zu scheuen braucht.

Im übrigen wird sich im Molassetrogsegment im Kanton Bern, wo die oberflächlichen Erdölzeichen ausgesprochen selten sind, zeigen, ob in den Strukturen unter der Oberfläche erwartungsgemäss mit mehr gefangenen Kohlenwasserstoffen zu rechnen sein wird, davon sind neue Gesichtspunkte für die weitere Exploration zu erwarten.

Es ist hier nicht der Ort, um konkrete Vorschläge für neue Forschungskonzeptionen zu unterbreiten. Vielmehr lag mir daran, der Kohlenwasserstoff-Explorationstätigkeit in der Schweiz durch einen unkonventionellen Gedanken einen weiteren Impuls zu geben.

Es wäre gerade in unserem Lande sinnvoll, sich die reichlich vorhandene Tektonisierung von kompetenten Gesteinsverbänden für die Erdölexploration zu Nutze zu machen.

Ausgewählte Literatur

- ANDRESEN, K. H., BAKER, R. I. & RAOOFI, J. (1963): Development of Methods for Analysis of Iranian Asmari Reservoirs. – 6th World Petroleum Congress, Frankfurt-Main, 2, 14.
- BITTERLI, P. (1963): Classification of Bituminous Rocks of Western Europe. – 6th World Petroleum Congress, Frankfurt-Main, 1, 30.
- BÜCHI, U. P. & WIENER, G. (1965–1969): Switzerland, in «Petroleum Exploration and Production in Europe», 1964–1968. – AAPG Bull. 49 (1965) – 53 (1969), Nr. 8, August.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. und HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnis im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. – Eclogae Geol. Helv. 58, Nr. 1 (mit Literaturverzeichnis).
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G., ZIMDARS, J. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des Schweizerischen Molassebeckens. – Bull. VSP 32, Nr. 82 (mit Literaturverzeichnis).
- FREEMANN, H. A. & NATANSON, S. G. (1959): Recovery problems in a Fracture-Pore System: Kirkuk Field. – 5th World Petroleum Congress, New York, 2, 24.
- HEATON, R. L. (1929): Relation of Accumulation to Structure in Northwestern Colorado. – In: Structure of typical American Oilfields, AAPG 2, p. 108.
- HOWARD, W. V. (1934): Accumulation of Oil and Gas in Limestone. – In: AAPG, Problems of Petroleum Geology, A Symposium, Sidney Powers Memorial Vol., p. 365–375.
- HUBBERT, M. K. & WILLIS, D. G. (1955): Important fractured reservoirs in the United States. – 4th World Petroleum Congress, Roma, A 1, 3.
- KIRALY, L. (1969): Distribution statistique des diaclases: analyse de fréquence dans un synclinal du Jura neuchâtelois (Suisse). – (Vortrag 59. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung am 20. Februar 1969 in Karlsruhe.) Manuskript: Statistical Analysis of Fractures (Orientation and Density).
- KOLLEKTIVAUTOR (1968): Studiemethoden der Spalten-Reservoirs für Petroleum und Gas. – (Russisch), (nur Zitat).
- LEMCKE, K., BÜCHI, U. P. und WIENER, G. (1968): Einige Ergebnisse der Erdölexploration auf die mittelländische Molasse der Zentralschweiz. – Bull. VSP 35, Nr. 87 (mit Literaturverzeichnis).
- LEVORSEN, A. I. (1954): Geology of Petroleum. – San Francisco Freeman, p. 114ff.
- McFARLAND, P. W. (1929): Laredo District, Texas. – In: Structure of typical American Oilfields, p. 396.
- PAVONI, N. (1961): Faltung durch Horizontalverschiebung. – Eclogae Geol. Helv., 54, Nr. 2.
- RENZ, H. H. et al. (1958): The eastern Venezuelan Basin. – In: WEEKS, L. G.: Habitat of Oil, AAPG, p. 551–600.
- RUSSEL, W. L. (1955): Structural Geology for Petroleum Geologists. – New York McGraw-Hill p. 160ff.
- SCHEIDEGGER, A. E. (1958): Principles of Geodynamics. – Springer, Berlin.
- (1960): The Physics of flow through porous media. – Univ. of Toronto Press, 2nd ed.
- TSCHOPP, H. J. (1954): Erdölmöglichkeiten in der Schweiz. – Erdöl und Kohle, 7. Jahrg., Nr. 10, p. 617–622.