Die Ergebnisse der Bohrung Savigny 1 bei Lausanne

Autor(en): **Lemcke, Kurt**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **30 (1963-1964)**

Heft 78

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-192668

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., Vol. 30, Nr. 78, September 1963, S. 4—11

Die Ergebnisse der Bohrung Savigny 1 bei Lausanne*

Mit 2 Abbildungen im Text

Von Kurt Lemcke (Gewerkschaft Elwerath, Erdölwerke Hannover)[1])

A. Allgemeine Angaben

Die Bohrung Savigny 1 hatte die Aufgabe, unter der östlich Lausanne SW—NE streichenden Randüberschiebung der Subalpinen Molasse eine durch reflexionsseismische Untersuchungen erkannte Hochlage des Basisbereichs der autochthonen «Mittelländischen Molasse» auf Öl- und Gasführung zu untersuchen. Sie gehört zu dem mit der Bohrung Chapelle 1 (Lemcke 1959) im Kanton Waadt eingeleiteten Erdölaufschlußprogramm und wurde im Auftrag der S. A. des Hydrocarbures (Lausanne) vom 31. Mai bis 31. August 1960 durch eine Bohranlage der Gewerkschaft Elwerath (Hannover) abgeteuft. Ihr Ansatzpunkt liegt etwa 8,5 km ostnordöstlich des Stadtzentrums von Lausanne auf der Feldmark des Dorfes Savigny und hat folgende Koordinaten:

Landeskarte der Schweiz 1:25 000, Bl. Lausanne Nr. 1243;
x = 546 271,0, y = 155 312,0; Höhe über NN: 838,90 m.

Die Bohrung erreichte eine Endteufe von 2486,0 m. An Verrohrungen wurden eingebaut: 13 $^{3}/_{8}$"-Rohre bis 198,8 m (bis zu Tage zementiert), 9 $^{5}/_{8}$"-Rohre bis 988,9 m (bis zu Tage zementiert), 6 $^{5}/_{8}$"-Rohre bis 2432,9 m (zementiert bis ca. 2000 m, ab 1584 m gezogen). Von der Fa. Schlumberger (Hannover) wurden folgende el. Bohrlochsmessungen vorgenommen: Electriclog, Laterolog 7, Microlog/Microkaliber, Soniclog 3' und 1', Gamma-Ray-Log, Kaliber, Continous-Dipmeter, Abweichung, Soniclog 3' im Casing (zur Überprüfung der Rohrzementation). Ferner wurde durch die Fa. Prakla (Hannover) nach Beendigung der Bohrung eine Geophonversenkmessung ausgeführt. Bis 2319,3 m Teufe (tiefster Meßpunkt) betrug die Abweichung 71,8 m in Az. 299°, der Teufenverlust 2,64 m. Aus der Molasse wurden 3 Kerne, aus der Kreide 9 Kerne gezogen, außerdem nach Diagrammbefund aus der Molasse 13 und aus der Kreide 14 Seitenkerne. Der durchschnittliche Bohrfortschritt lag bis zur Tertiärbasis bei etwa 41,5 m pro Tag, wobei die Zeiten für Rohreinbau und Bohrlochsmessungen nicht eingerechnet sind.

* Nach einem Vortrag, gehalten auf der Jahrestagung der VSP in Solothurn am 6. Juli 1963.

[1]) Anschrift d. Verf.: München-Pasing, Fritz-Reuter-Str. 19

An der Bearbeitung der Bohrung waren folgende Herren beteiligt:

Spülproben und Kerne:	Dr. ZIMDARS	Gewerkschaft Elwerath
Stratigraphische Gliederung:	Dr. LEMCKE, Dr. ZIMDARS	
Sedimentpetrographische Untersuchungen:	Dr. DRONG, Dr. FÜCHTBAUER	
Mikropaläontologische Untersuchungen:	Dr. BISCHOFF	
Makrofossilien der Kreide:	Dr. F. BURRI (Basel)	

Der Verfasser dankt der S. A. des Hydrocarbures verbindlichst für die Publikationserlaubnis.

B. Die Schichtenfolge der Bohrung

1) Das Kurzprofil

Das von der Bohrung durchfahrene Profil entspricht im wesentlichen den Voraussagen der Seismik. Es lautet (Abb. 1):

0— ca. 17 m	Quartär
— ca. 655 m	Untere Süßwassermolasse (wohl Chattien)
———————	Überschiebung ———————————————————
— ca. 895 m	Untere Süßwassermolasse (wohl Aquitanien)
———————	Überschiebung ———————————————————
— ca. 1323 m	Untere Süßwassermolasse (Aquitanien)
— ca. 1660 m	Süßwasserkalk-Anhydritserie (Chattien)
— ca. 2307 m	Untere Süßwassermolasse (Chattien)
— ca. 2321 m	?Grès de Vaulruz (Rupelien)
———————	Transgression ———————————————————
— ca. 2331,5 m	Cénomanien
— ca. 2338 m	Albien-Mergel
— ca. 2352,5 m	Albien-Grünsand
— ca. 2364 m	Aptien-Kalkstein
— ca. 2367 m	Aptien-Mergel
—?ca. 2435 m	Ober-Barrémien (Urgonien blanc)
— 2486,0 m	Unter-Barrémien (Urgonien jaune) + Ober-Hauterivien

Da im Tertiär keine stratigraphisch verwertbaren Fossilien gefunden wurden und auch die Mikro- und Makrofossilführung der Kreide wenig typisch war und nur allgemeine stratigraphische Hinweise lieferte, nicht aber die Festlegung von Grenzen erlaubte, erfolgte die Profilgliederung vor allem nach Gesteinsausbildung und elektrischen Bohrlochsmessungen. Die im Profil verzeichneten Überschiebungen wurden dort angenommen, wo im Continuous-Dipmeter deutliche Änderungen des Schichteinfallens zu erkennen sind. Die mit 22—72° am stärksten geneigte oberste Serie der USM bis ca. 655 m gehört wohl sicher zur «Überschobenen Molasse»; sie könnte nach gewissen Diagrammindikationen sowie nach lithologischen und sedimentpetrographischen Befunden in sich verschuppt sein, doch läßt sich dies nicht sicher nachweisen. Darunter folgt von ca. 655—895 m eine mit 4—17° wesentlich flacher einfallende Serie, an deren Basis ein aus diesem Rahmen fallender Dipmeter-

Wert von 30° vielleicht die Neigung der unteren Überschiebungsfläche andeutet. Der tiefste Teil dieser Schichtenfolge könnte nach Diagrammvergleich eine Repetition des obersten Abschnittes des kaum noch geneigten Liegenden darstellen, das bereits als autochthone Molasse anzusehen ist. Hiernach liegt es nahe, die obere Überschiebung als Hauptüberschiebung zu betrachten, während an der unteren anscheinend lediglich der höchste Teil der Unterlage abgeschürft und wenig weit überschoben worden wäre. Leider konnten aus apparativen Gründen mit dem Dipmeter die jeweiligen Richtungen des Einfallens nicht gemessen werden, doch kann hierfür vielleicht die Neigung des Bohrlochs gewisse Anhaltspunkte geben. Dieses hatte bei 900 m Teufe bereits eine Abweichung von ca. 45 m (= etwa 63 % der Gesamtabweichung), und zwar einheitlich nach NW, so daß man wohl ein allgemeines Einfallen der Schichten nach SE wird annehmen dürfen, was ja auch dem regionalen Bild entsprechen würde.

2) Quartär und Tertiär

Nach Durchteufen von ca. 17 m kiesig-sandigem Quartär kam die Bohrung in die Untere Süßwassermolasse, die die längste Strecke des Profils einnimmt. Sie besteht größtenteils wie auch sonst aus mehr oder minder bunt gefärbten Mergelsteinen und verschieden grauen bis bräunlichen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen in unregelmäßigem Wechsel, enthält aber einige lithologische Merkmale und Einschaltungen, die zu einer Gliederung beitragen können. In dieser Hinsicht ist am wichtigsten eine Serie mit relativ viel Süßwasserkalk (oben) und Anhydrit (unten), die in den Spülproben der autochthonen Molasse von ca. 1325—1660 m erkennbar ist. Die Süßwasserkalke sind oft bituminös, bisweilen auch kohlig und werden nicht selten von Kohleton oder etwas Kohle begleitet. Ziemlich häufig kommen in verschiedenen Gesteinen der ganzen Serie kleine Schalentrümmer, seltener Pflanzenreste vor, in der anhydritischen Partie auch etwas Pyrit. Wahrscheinlich kann man diese Abfolge, die auch in Chapelle 1 in ähnlicher Ausbildung beobachtet wurde, annähernd gleichsetzen mit der zwischen Neuenburger und Genfer See (z. B. Jordi 1955, S. 39 ff) sowie in Savoyen (Schroeder 1957, S. 24; Rigassi 1957, S. 22) anstehenden, z. T. brackischen Süßwasserkalk-Gipsmergel-Serie, an deren Oberkante die Chatt/Aquitan-Grenze gezogen wird. Dabei sollte man sich nicht zu sehr daran stoßen, daß die Ausscheidungsfolge am Beckenrand umgekehrt verläuft, daß dort also die Süßwasserkalke unten und die Gipsmergel oben liegen, weil die Kombination dieser beiden Gesteinsarten im Anstehenden wie in den Bohrungen jeweils nur einmal in der USM vorkommt. Man wird daher wohl keinen allzu großen Fehler machen, wenn man entsprechend dem Vorgehen am Beckenrand auch im Beckeninnern die Chatt/Aquitan-Grenze an die Oberkante dieser Süßwasserkalk-Anhydritserie legt.

In dem so ausgegrenzten Aquitanien ist etwa 200 m über dessen Unterkante eine markante Süßwasserkalkbank besonders bemerkenswert, die in ähnlicher Position auch in Chapelle 1 angetroffen wurde, aus dem Anstehenden aber offenbar nicht bekannt ist (vgl. Jordi 1955, S. 56). Die Tongesteine des Aquitanien sind durch starkes Zurücktreten rötlicher Farbtöne gekennzeichnet. Farblich ganz ähnlich sind auch die Tongesteine der unteren Schuppe ausgebildet, so daß die vorhin gegebene Deutung derselben als abgeschürftes Liegendes auch von dieser Seite her gestützt wird. Man wird sie daher ebenfalls ins Aquitanien stellen dürfen. Demgegenüber treten im Chattien schon in dessen oberem Teil rötliche Farbtöne mehr hervor, und unterhalb der Anhydritserie sind die Tongesteine sodann bis zur Basis überwiegend rot-

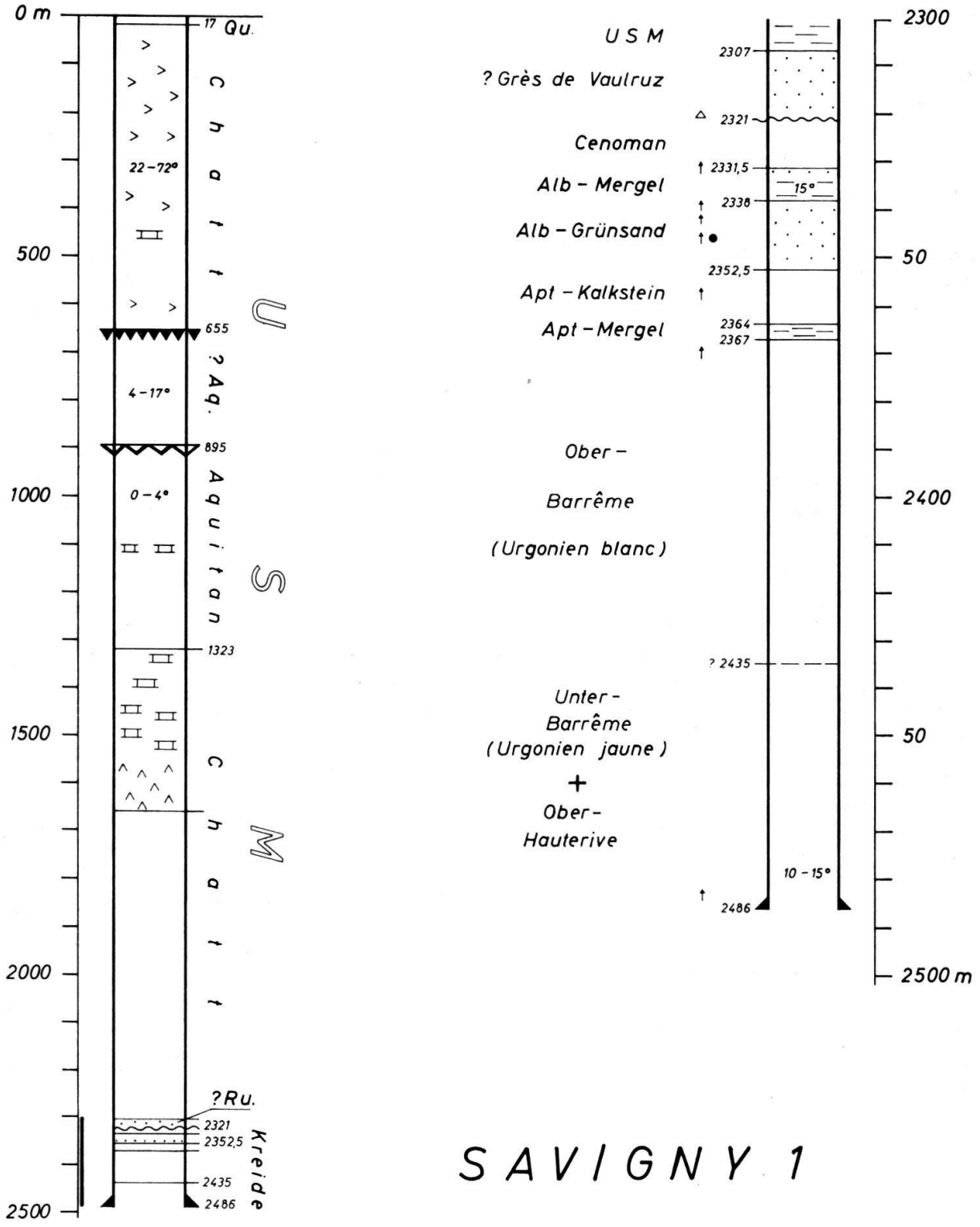

Abb. 1 — Das Profil der Bohrung Savigny 1 (links: Gesamtprofil, rechts: unterer Profilteil vergrößert).
Gezähnte Linien: Überschiebungen (ausgefüllte Zähnung: Hauptüberschiebung). Qu. = Quartär, Aq. = Aquitanien, Ru. = Rupélien. Offenes Dreieck: Asphaltspur. Ausgefüllter Kreis: Ölspur. Kleine senkrechte Pfeile: Gasspuren. Gradangaben: Einfallen n. Kernen oder Dipmeter.

braun gefärbt. Ganz ähnlich rotbraune Farben sind in den Tongesteinen besonders der oberen Hälfte der oberen Schuppe häufig, oft verbunden mit mehr oder minder kräftiger Gipsführung. Gegen eine Zuordnung dieser Schuppe zum Chattien, die man auch nach der Oberflächengeologie vornehmen würde, bestehen daher kaum Bedenken.

An der Basis des Tertiärs wurden von ca. 2307—2321 m Sandsteine angetroffen, die durch mehrere Seitenkerne näher untersucht wurden. Es handelt sich bei ihnen um mittel- bis dunkelgraue, z. T. etwas grünstichige, wechselnd tonige und kalkige Feinsandsteine mit Feinglimmergehalt. Nach mineralogischen Kriterien wie dem Vorkommen roter Biotite und bestimmter Turmalin-Varietäten schließt Herr Dr. FÜCHTBAUER bei ihnen auf ein Ablagerungsmedium, das nicht limno-fluviatil war. Man wird sie somit am ehesten zu den Grès de Vaulruz stellen dürfen, ohne daß allerdings eine letzte Sicherheit gegeben wäre.

3) Kreide

Die fraglichen Grès de Vaulruz transgredieren über einen grüngrauen, bisweilen rötlichstichigen Kalkstein, der nach Mikrofauna und Lage im Profil sehr wahrscheinlich zum Cénomanien gehört. Nach unten wird er zunehmend glaukonitisch und führt mehr und mehr dunkelbräunliche Phosphoritknollen und geht schließlich in einen etwa 1 m mächtigen, grünlichen Feinsandstein mit Phosphoritknollen über, den man wohl dem obersten Albien zuordnen kann. Darunter folgen 5,5 m bunter Tonmergelstein, der vermutlich den «Gaultmergeln» des Faltenjura entspricht. Er enthält an seiner Basis zahlreiche Phosphoritknollen und geht allmählich durch Sandaufnahme in einen ca. 14,5 m mächtigen grünlichgrauen Mittelsandstein über, der auf Abb. 1 als «Alb-Grünsand» bezeichnet wird. Dieser könnte z. T. bereits zum Aptien gehören, doch ließ sich dies mangels Fossilien nicht entscheiden. Sicheres Aptien ist sodann vertreten durch einen darunter liegenden mittel- bis dunkelgrauen, grünstichigen oder grünfleckigen Orbitolinenkalk sowie etwas tiefer durch einen grauen bis olivgrauen, z. T. fossilreichen Mergelkalkstein. Aus dem basalen Aptien-Mergel liegen keine Kerne vor; er ist nur nach Schlumberger-Diagramm zu vermuten. Darunter folgt dann ein weißlichgrauer zoogener Trümmerkalkstein, der als Ober-Barrémien in der Fazies des Urgonien blanc anzusprechen ist. Die Grenze zum liegenden Unter-Barrémien, dem Urgonien jaune, ließ sich nach Spülproben und Schlumberger-Diagramm nur ungenau festlegen, so daß sie mit Fragezeichen zu versehen ist. Der tiefste Kern der Unterkreide schließlich ist nach Herrn Dr. Burri typische «Pierre jaune de Neuchâtel», so daß auch das Ober-Hauterivien noch nachgewiesen ist. — Das Einfallen der gesamten hier angetroffenen Unterkreide dürfte nach Kernen bei 10—15° liegen.

C. Einige regionalgeologische Ergebnisse

Eine stratigraphische Verbindung von Savigny 1 mit der nur knapp 4 km entfernten alten Bohrung Servion 1 (ALTHAUS 1947, S. 9) ließ sich nicht mit Sicherheit durchführen; nach Lithologie und Mächtigkeitsverhältnissen kann man lediglich vermuten, daß Servion 1 seinerzeit wohl unweit oberhalb der Süßwasserkalk-Anhydritserie eingestellt wurde. Demgegenüber gelang eine Verknüpfung mit den weiter nördlich stehenden Bohrungen Chapelle 1 und Cuarny 1 (ALTHAUS 1947, S. 12)

ohne besondere Schwierigkeiten (Abb. 2). Sie läßt sich in der Unteren Süßwassermolasse recht plausibel vor allem nach der Süßwasserkalk-Anhydritserie vornehmen, deren stratigraphischer Charakter somit auch von dieser Seite her wahrscheinlich gemacht wird, sowie nach der aus dem Aquitanien erwähnten Süßwasserkalkbank. Diagrammkorrelationen, von denen eine auf Abb. 2 als gestrichelte Linie dargestellt ist, sind nur in der tiefsten USM möglich. Sie zeigen, daß in Chapelle 1 die untersten ca. 110 m der Molasse von Savigny 1 nicht abgelagert wurden. Die Tertiärbasis hätte danach zwischen den beiden Bohrungen ein Südfallen von ca. 0,5° besessen, als die Molassesedimentation den Raum von Chapelle erreichte, während sie heute in Savigny 1 um etwa 800 m tiefer liegt als in Chapelle 1, was einem durchschnittlichen Einfallen von ca. 3,5° entspricht.

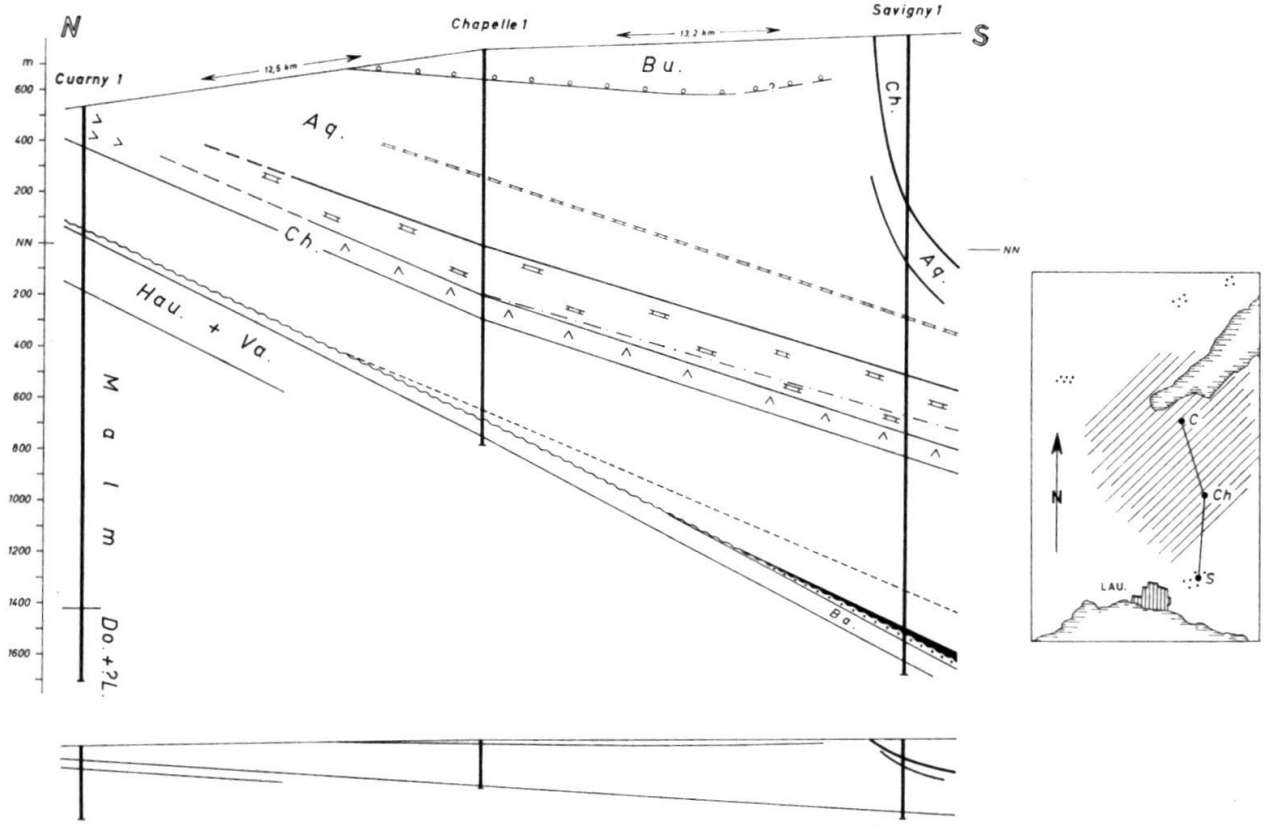

Abb. 2 — Nord-Süd-Schnitt Cuarny 1 — Savigny 1 (oben 8fach, unten nicht überhöht; rechts Lageplan).
Bu. = Burdigalien, Aq. = Aquitanien, Ch. = Chattien, Ba. = Barrémien, Hau. = Hauterivien, Va. = Valanginien, Do. = Dogger, L. = Lias; schwarz: ?Grès de Vaulruz, punktiert: Albien-Grünsand. — Auf dem Lageplan: C = Cuarny 1, Ch = Chapelle 1, S = Savigny 1, Lau. = Lausanne; punktiert: Aptien, Albien, Cénomanien anstehend oder als Unterlage der Molasse; schraffiert: Tiefere Unterkreide anstehend oder als Unterlage der Molasse.

Nach sedimentpetrographischen Untersuchungen, deren Einordnung in einen größeren Rahmen noch im Gange ist, läßt sich die in der tieferen USM von Chapelle 1 vorhandene Schüttung mit ihrem kennzeichnenden Glaukophangehalt (Lemcke 1959, S. 27) im Chattien von Savigny 1 nicht nachweisen. Beide Bohrungen stehen also für diese Stufe offenbar in verschiedenen Schüttungsbereichen, während

das von ihnen durchteufte Aquitanien zu einer einheitlichen Schüttung gehört, die sich von den chattischen Zufuhren deutlich unterscheidet. Der Schüttungsumschlag liegt in beiden Fällen dicht über der Anhydritserie, also im obersten Chattien, was durch die strichpunktierte Linie auf Abb. 2 angedeutet wird. Dies gibt einen guten Hinweis darauf, daß die Süßwasserkalk-Anhydritserie eine erhebliche paläogeographische Bedeutung besitzt und wahrscheinlich mit Vorgängen im Liefergebiet zusammenhängt, die zu einer Umstellung der Sedimentzufuhr führten (vgl. ALTHAUS 1947, S. 5). Auch hier scheint sich also wie in anderen Beckenteilen dicht unterhalb der Chatt/Aquitan-Grenze eine beträchtliche Sedimentationsunruhe bemerkbar zu machen (vgl. LEMCKE 1962, S. 280).

Die auf Abb. 2 schwarz eingezeichneten fraglichen Grès de Vaulruz keilen sehr wahrscheinlich unweit nördlich Savigny 1 gegen die Tertiärbasis aus. Die gleichfalls erdölgeologisch interessanten Sande des Albien hingegen werden, wie die ganze höhere Unterkreide und das Cénomanien, von der Tertiärbasis wohl diskordant abgeschnitten. Da die Molasse in Chapelle 1 und Cuarny 1 auf Barrémien liegt, im Faltenjura nördlich und nordwestlich Cuarny 1 jedoch wieder Aptien, Albien und Cénomanien bekannt sind, deutet sich im Bereich der genannten Bohrungen ein präoligozänes Hochgebiet an, auf dem diese jüngeren Kreidestufen vermutlich abgetragen wurden (vgl. HEIM 1919, S. 521).

D. Speichergesteine und Kohlenwasserstoffspuren

Die in der Kreide angetroffenen Kalksteine sind dicht und nur mäßig geklüftet; ihre Eignung als Speicher dürfte sehr gering sein. Demgegenüber weisen die Sandsteine im Tertiär und in der Unterkreide gewisse Speichereigenschaften auf, die aber gerade in den interessantesten Partien wenig ermutigend sind. So liegen nach Soniclog in den beiden USM-Schuppen die Sandsteinporositäten bei ca. 7—9 %, ausnahmsweise auch höher bis ca. 18 %. In den Sandsteinen der autochthonen USM erreichen nach Soniclog die Porositäten bis etwa 2000 m Teufe ziemlich oft Werte von ca. 13—15 %, bisweilen auch ca. 18 %; darunter liegen sie bei 2—10 %. In den fraglichen Grès de Vaulruz zeigt das Sonicolog Porositäten zwischen 0 und 5 % an, was mit den Labormessungen an Seitenkernen gut übereinstimmt. Im Grünsand des Albien endlich wurden an Kernen und Seitenkernen Porositäten zwischen 1,8 und 9,9 % und Durchlässigkeiten von 0,1—0,34 md gemessen. In den Kernverluststrekken könnten hier nach Soniclog vereinzelt noch etwas höhere Porositäten bis ca. 14 % vorkommen.

In der Unteren Süßwassermolasse wurden außer einer schwachen Asphaltspur an der Basis der fraglichen Grès de Vaulruz keine Gas- oder Ölspuren beobachtet. Demgegenüber zeigten die Kerne der Unterkreide mehrfach schwache bis sehr schwache Gasspuren, und zwar im obersten Albien, im Albien-Grünsand, im Kalkstein des Aptien, im obersten Teil des Urgonien blanc sowie im Ober-Hauterivien dicht über der Endteufe. Im Albien-Grünsand fanden sich außerdem in einem Kern vereinzelt dunkelbraune ölimprägnierte Flecken und Schlieren sowie etwas hellbraunes, hellgelb lumineszierendes Kluftöl. Nachdem ein während des Abteufens unternommener Open-hole-Test auf diesen Sand sich als technisch undurchführbar erwiesen hatte, wurde er im verrohrten Loch durch einen Casing-Test untersucht. Dabei erfolgte auch nach einer frac-Behandlung kein meßbarer Zufluß, so daß die Bohrung verfüllt wurde.

Literatur

ALTHAUS, H. F. (1947): Die ölführende Molasse zwischen Genfer und Neuenburger See (in «Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, I. Teil»). — Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 26, Teil 1, S. 1—18, 1 Taf., Bern.

BERSIER, A. (1938): Recherches sur la géologie et la stratigraphie du Jorat. — Mém. Soc. vaud. Sc. nat., Vol. 6, Nr. 3, Lausanne.

BERTSCHY, R. (1958): Geologie der Kreide und Molasse in der Umgebung von Grandson (Kt. Waadt). — Ecl. Geol. Helv., 51/2, S. 217—263, 3 Taf., Basel.

FREI, E. (1925): Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. — Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 55, 99 S., 3 Taf., Bern.

HEIM, A. (1919): Geologie der Schweiz, Bd. I (Molasseland und Juragebirge). — Verl. Tauchnitz, Leipzig.

JORDI, H. A. (1955): Geologie der Umgebung von Yverdon. — Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F. 99, 84 S., 5 Taf., Bern.

KOPP, J. (1941): Geologische Beobachtungen im Gebiet nördlich Lausanne. — Ecl. Geol. Helv., 34/2, Basel.

LEMCKE, K. (1959): Das Profil der Bohrung Chapelle 1. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 26, S. 25—29, Basel.

— (1962): Beziehungen zwischen Molassesedimentation und Alpentektonik an der Wende Oligozän/Miozän. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, S. 280—281, Hannover.

MORNOD, L. (1949): Géologie de la région de Bulle, Molasse et bord alpin. — Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F. 91, 119 S., 6 Taf., Bern.

RIGASSI, D. (1957): Le Tertiaire de la Région Genevoise et Savoisienne. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 24, S. 19—34, 1 Taf., Basel.

SCHROEDER, J. W. (1957): Géologie du pétrole des Régions lémanique, genevoise et savoyarde (bassin molassique périalpin). — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 23, S. 17—31, Basel.

VERNET, J.-P. (1956): La Géologie des environs de Morges. — Ecl. Geol. Helv., 49/1, S. 157—241, Basel.