

# Sedimentpetrographische Ergebnisse der Bohrung Fendringen 1 (Kt. Fribourg)

Autor(en): **Maurer, Heinz**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **49 (1983)**

Heft 117

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-207421>

## **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.

## Sedimentpetrographische Ergebnisse der Bohrung Fendringen 1 (Kt. Fribourg)

von Heinz MAURER<sup>1)</sup>

Abstract + Zusammenfassung

### Abstract

Sedimentpetrographic examinations of the 1970 m deep drill hole Fendringen 1 revealed four heavy mineral (= SM) assemblages through a continuous sequence of the tertiary and one heavy mineral assemblage in the mesozoic part.

#### Mittelländische Molasse

Grouping E<sub>3+4</sub>: 30–940 m, „Aquitanian“, epidote assemblage.

Grouping E<sub>2</sub>γ: 940–1220 m, late „Chattian“, garnet-epidote-apatite assemblages.

Grouping E<sub>2</sub>β: 1220–1617 m, upper part of early „Chattian“, garnet-apatite-epidote-tourmaline assemblages with the index-minerals spinel and alkali amphibole.

Grouping E<sub>2</sub>ℓ: 1617–1781 m, middle part of early „Chattian“, garnet-apatite-tourmaline assemblages with index mineral spinel.

#### Mesozoic part

Grouping Cretaceous/Malm: 1781–1970 m, tourmaline-zircon-ti<sub>2</sub> group assemblages

Comparison with drill holes in the vicinity of Fendringen 1 reveals an older Val d'Illeiez alluvium and a younger Fribourg alluvium.

### Zusammenfassung

Durch sedimentpetrographische Untersuchungen an der Bohrung Fendringen 1, die eine Endteufe von 1970 m erreichte, konnten vier Schwermineral (= SM) Vergesellschaftungen im tertiären Teil der Bohrung und eine SM-Vergesellschaftung im mesozoischen Teil der Bohrung bestimmt werden.

#### Mittelländische Molasse

Einheit E<sub>3+4</sub>: 30–940 m, „Aquitaniens“, Epidot-Vergesellschaftung

Einheit E<sub>2</sub>γ: 940–1120 m, „Chattien“ supérieur, Granat-Epidot-Apatit-Vergesellschaftung.

Einheit E<sub>2</sub>β: 1220–1617 m, oberes „Chattien“ inférieur, Granat-Apatit-Epidot-Turmalin-Vergesellschaftung mit den Indexmineralen Spinell und Alkalihornblende.

Einheit E<sub>2</sub>ℓ: 1617–1781 m: mittleres „Chattien“ inférieur, Granat-Apatit-Turmalin-Vergesellschaftung mit dem Indexmineral Spinell.

#### Mesozoischer Anteil:

Einheit Kreide/Malm: 1781–1970 m, Turmalin-Zirkon-SM der ti<sub>2</sub>-Gruppe-Vergesellschaftung.

Anhand der Korrelationen mit Bohrungen der näheren Umgebung konnten in der Bohrung Fendringen 1 eine ältere Val d'Illeiez-Schüttung und eine jüngere Fribourg-Schüttung erkannt werden.

1) Dr H. MAURER, Geologisches Institut der Universität Bern, Baltzerstrasse 1, CH-3012 Bern

## Einleitung

Im Herbst 1982 wurde die Bohrung Fendringen 1 mit den Koord. 585, 160/192, 460 niedergebracht (vgl. Fig. 1). Sie erreichte eine Endteufe von 1970 m. Von Seiten der „P.B. Petroleum Development Limited“ wurde mir das Spülprobenmaterial zur Verfügung gestellt.

Frühere sedimentpetrographische Untersuchungen an der Bohrung Romanens 1 (MAURER et al., 1980) zeigten, dass die Schwermineralvergesellschaftung in den jüngeren Stufen des Oligozäns sehr konstant ist und demzufolge auf ein möglichst kleines Probenintervall verzichtet werden konnte. So wurde von 0 – 900 m Teufe ein Probenintervall von 30 m, ab 900 m ein Intervall von 20 m gewählt. Auf einer Länge von 1970 m wurden 86 Proben auf ihren Schwermineralgehalt und Karbonatgehalt untersucht.

Die Aufbereitung des Probengutes geschah nach der am Geologischen Institut der Universität Bern entwickelten Methode (vgl. MAURER, 1980, 1983).

## Gliederung des Profiles

Die Schwermineralassoziationen sowie ihre Karbonatgehalte wurden als sedimentpetrographische Einheiten (sensu Formation) ausgeschieden. Für die Abgrenzung jeder Einheit war ein Wechsel in den Hauptgemengteilen der Schwerminerale massgebend. Zusätzlich spielten jedoch auch charakteristische Indexminerale (sogenannte Marker) eine wichtige Rolle.

In der Bohrung Fendringen 1 konnten anhand der sedimentpetrographischen Resultate 5 verschiedene sedimentpetrographische Einheiten (E<sub>3+4</sub>, E<sub>2γ</sub>, E<sub>2β</sub>, E<sub>2ℓ</sub> und Kreide/Malm) erkannt werden. Sie sind folgendermassen, von oben nach unten betrachtet, charakterisierbar (vgl. Tab. 1 und Fig. 2):

Die Einheit E<sub>3+4</sub>, die von 30 – 940 m reicht, besteht aus den Hauptgemengteilen (>10%) Epidot (im Mittel 66,4%) und Apatit (im Mittel 20,8%), mit Nebengemengteilen (2 – 10%) von Turmalin Zirkon und Titanit. Die Mehrzahl der Proben besteht aus Epidoten, die stark korrodiert sind. Untergeordnet kommt auch Klinozoisit (= eisenarmer Epidot) vor. Sehr selten (Probe 60 m, 90 m und 120 m) tritt das Mineral Pumpellyit auf. Nach M. MANGE (mündliche Mitteilung) ist dieses Mineral leitend für das Burdigalien und weist durch sein Auftreten auf die sehr nahe gelegene Grenze Aquitanien/Burdigalien hin. Der Granat, der nach der Formel  $\text{Granat}/100 \text{ Schwerminerale} + \text{Granat}$  berechnet und prozentual dargestellt wurde, zeigt mit einer Ausnahme bei 180 m Teufe (hier erreicht er 61%) einen konstanten Wert von 20% im Mittel. In ihrem Aussehen bestehen die Granatkörner fast ausschliesslich aus unregelmässigen von Einschlüssen durchsetzten zum Teil getrübbten Formen mit muscheligen Bruch (= Typ I, MAURER, 1982).

Der Karbonatgehalt liegt im Mittel bei 20%. Lediglich die Probe 150 m zeigt einen auffallend hohen Dolomitgehalt (18,5%).

Die Einheit E<sub>2</sub> lässt sich sedimentpetrographisch in 3 Subeinheiten E<sub>2γ</sub> E<sub>2β</sub> und E<sub>2ℓ</sub> unterteilen.

In der Einheit E<sub>2</sub>γ, die von 940 – 1220 m reicht, zeichnet sich eine merkliche Abnahme des Epidot, verbunden mit einer Zunahme des Apatit ab. Zusätzlich bekundet der Granat einen deutlichen Anstieg (im Mittel 41,3%), unterliegt jedoch deutlichen Schwankungen (Standardabweichung 16,3). Neben den in der Einheit E<sub>3+4</sub> beschriebenen Habitus der Granatkörner, treten auch Formen auf, die authigen gewachsene Subindividuen zeigen (= Typ II, vgl. MAURER, 1982). Titanit ist nurmehr akzessorisch vorhanden (<2%), hingegen tritt der Staurolith erstmals als Nebengemengteil auf.

In der Einheit E<sub>2</sub>β (1220 – 1617 m) haben der Epidot und der Apatit ihre Positionen getauscht. Die stabilen Minerale Zirkon und Turmalin treten vermehrt auf, letzterer fällt bereits in die Hauptgemengteile. Der Granat erreicht in der Einheit E<sub>2</sub>β seinen grössten prozentualen Anteil mit 59,5% im Mittel und zeigt einen relativ gleichmässigen Anteil pro Probe (Standardabweichung 9,5). Der Granat des Typs II nimmt ebenfalls zu. Erstmals treten in dieser Einheit E<sub>2</sub>β Spinell und Alkalihornblende auf. Diese beiden Schwerminerale, die als Indexminerale mit ihrem Erstauftreten die Grenze Chattien supérieur zu Chattien inférieur.

Gegenüber der Einheit E<sub>2</sub>γ ist ein leichter Anstieg des Karbonatgehaltes (19,9% im Mittel) zu verzeichnen.

Die Einheit E<sub>2</sub>ℓ reicht von 1617 – 1781 m. Der Apatit zeigt hier einen nochmaligen Anstieg (52,5% im Mittel) gegenüber der Einheit E<sub>2</sub>β, während der Epidot unterhalb der 10% Marke (5,4% im Mittel) zu liegen kommt. Eine Zunahme ist gleichfalls bei den stabilen Schwermineralen zu verzeichnen. Erstmals treten die Minerale der TiO<sub>2</sub>-Gruppe mit mehr als 2% auf. Der Granat hat gegenüber der Einheit E<sub>2</sub>β leicht abgenommen (52,5%).

Bei den Karbonatwerten ist ein steigender Trend (20,4%) vorhanden.

In der nächst folgenden Einheit (Kreide/Malm<sup>2</sup>) beginnt sich eine Umgestaltung in der Schwermineralgesellschaft abzuzeichnen. Hand in Hand geht eine Änderung in der Form und der Farbvarietät bei den Turmalinen. Ein weiteres Merkmal ist das Auftreten von Glaukonit, sowie der rasch ansteigende Karbonatgehalt mit Spitzenwerten bei 80%.

Die hangendste Probe dieser Einheit – 1802 m – zeigt gegenüber Probe 1781 m, die der Einheit E<sub>2</sub>ℓ zugeordnet ist, eine deutliche Veränderung der Schwermineralassoziation. Granat und Apatit haben prozentual stark abgenommen, Epidot fehlt vollständig, dafür ist ein deutlicher Anstieg der stabilen Schwerminerale zu verzeichnen. Die stabilen Schwerminerale, die gegenüber einer Umlagerung äusserst resistent sind, besitzen eine auffallende Rundung. So sind bei den Turmalinen 50%, bei den Zirkonen 95% der Körner sehr gut gerundet. Als ein zusätzliches Kriterium erweisen sich bei den Turmalinen die Farbvarietäten. So sind 37% der Turmaline von gelbbrauner bis hellgelber Farbe, untergeordnet treten auch blaue Farben auf.

Mit zunehmender Tiefe manifestiert sich eine Schwermineralvergesellschaftung der stabilen Schwerminerale, sowie ein zwischen 60% und 80% liegender Karbonatgehalt.

Zusammenfassend ergeben sich für die Bohrung Fendringen 1 folgende sedimentpetrographischen Resultate: der tertiäre Anteil der Bohrung (0 – 1781 m) besteht aus einem jüngeren, epidotreichen Abschnitt mit mässigem Granatgehalt, einem mittleren Abschnitt, indem sich Epidot und Apatit gegenseitig verfangern mit steigendem Granatgehalt und einem älteren, apatitreichen Abschnitt mit Spinell und der akzessorisch auftretenden Alkalihornblende

---

2) Die Zuordnung dieser Einheit in die Kreide bzw. Malm erfolgte lediglich durch Korrelation mit der Bohrung Courton 1, die ca. 13 km westlich der Bohrung Fendringen 1 liegt.

bei konstant hohem Granatgehalt. Die Karbonatwerte liegen zwischen 15 und 20% im Mittel und erlauben keine weitere Unterteilung.

Den basalen Teil der Bohrung (1781 – 1970 m) bildet der mesozoische Sockel, indem sich die stabilen Schwerminerale manifestiert haben. Lithologisch betrachtet, bestehen die Gesteine aus Karbonaten, finden sich hier Karbonatwerte zwischen 60 und 80%.

### **Sedimentpetrographischer Vergleich der Bohrung Fendringen 1 – Courtion 1**

Die Bohrung Courtion 1 liegt ca. 13 km westlich der Bohrung Fendringen 1. Sie wurde 1960 mit einer Gesamtteufe von 3083 m niedergebracht. Der tertiäre Anteil erreichte dabei eine Mächtigkeit von 1323 m. Die sedimentpetrographischen Untersuchungen des tertiären Anteiles wurden erst im Jahre 1980 durchgeführt. (vgl. MAURER, 1983).

Bei einem schwermineralogischen Vergleich der Bohrung Courtion 1 mit der Bohrung Fendringen 1 ergeben sich folgende Übereinstimmungen bzw. Unterschiede: auch hier erkennt man eine Dreigliederung in der Schwermineralführung, nämlich die Abfolge Epidot-, eine Verfingerung von Epidot und Apatit und eine Apatitfacies mit den charakteristischen Indexmineralen Spinell und Alkalihornblende. Gegenüber der Bohrung Fendringen 1 liegt jedoch ein bedeutend höherer Anteil an Alkalihornblende vor. Anhand dieser Merkmale besteht kein Zweifel, dass die Bohrung Courtion 1 zur Zeit des tieferen Chattien ( $E_{2\mathcal{L},\beta}$ ) der axialen WSW-ENE verlaufenden Genfersee-Schüttung angehört. Die Bohrung Fendringen 1 wird von dieser Schüttung nur mehr sporadisch beliefert und dürfte der radialen Val d'Illicz-Schüttung (vgl. MAURER, 1983) zugesprochen werden. Obgleich die Bohrung Courtion 1 fast auf gleicher Höhe mit der Bohrung Fendringen 1 liegt, sind diese schwermineralogischen Unterschiede durch die Beckenkonfiguration vorgegeben (Bohrung Fendringen mehr südlicher). Die unterschiedliche Mächtigkeit des tertiären Anteiles beider Bohrungen ist ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal.

Ein weiterer Unterschied der Bohrungen ist die Schwermineralvergesellschaftung des mesozoischen Anteiles der Bohrungen. In Fendringen 1 besteht die Kreide und der Malm aus einer Zirkon-Turmalin-Apatit-Vergesellschaftung, die sich sehr gut mit der Unteren Hauterivien (Probe 398 m) der Bohrung Essertines korrelieren lässt. In der Bohrung Courtion 1 findet man in der Unteren Kreide (Proben 1370, 1380, 1400 und 1430 m) Pyroxene und Hornblenden als Hauptgemengteile der Schwermineralassoziaton.

### **Die Bohrungen Hermrigen 1, Fendringen 1 und Sorens 1 als Spiegel der Molassesedimentation (vgl. Fig. 3)**

Durch die gezielte Wahl dieser Bohrungen ist es möglich eine Aussage über den Ablauf der paläogeographischen Verhältnisse wiederzugeben. Anhand der unterschiedlichen Mächtigkeiten, die gegenüber Norden im Süden um das achtfache zunehmen, ergibt sich eine asymmetrische Form des Sedimentationsbeckens. Aus der Analyse der Schwermineralverteilung in den jeweiligen Bohrungen zeigen sich bei einer Korrelation der sedimentpetrographischen

Einheiten deutliche Unterschiede. Diese sind durch ein unterschiedliches Epidot-Apatit-Verhältnis und durch das Vorkommen der beiden Indexminerale Spinell und Alkalihornblende gekennzeichnet. Epidot und Apatit stellen in allen drei Bohrungen die Hauptgemengteile der Schwerminerale dar, wobei ersterer in den jüngeren-, letzterer in den älteren Stufen dominant ist. Das Verhältnis beider Minerale, in Korrelation mit den drei Bohrungen gebracht, zeigt in den Einheiten E<sub>3+4</sub> und E<sub>2β</sub> eine deutliche Abnahme, in den Einheiten E<sub>2γ</sub> und E<sub>2ℓ</sub> eine deutliche Zunahme von S nach N. Die am S-Rand des Molassebeckens gelegene Bohrung Sorens 1 besitzt das höchste bzw. das niedrigste Epidot-Apatit-Verhältnis, d.h. wir haben hier zwei Schüttungen vorliegen, nämlich eine ältere Val d'Illiez-Schüttung<sup>3)</sup> und eine jüngere Fribourg-Schüttung, die durch ihre proximale Lage in bezug zum Liefergebiet keine „Fremdeinflüsse“ besitzen.

In der Bohrung Fendringen 1, die mehr oder weniger in der Mitte des Molassebeckens liegt, hat das Epidotverhältnis gegenüber Sorens 1 leicht zu – bzw. abgenommen. Die Ursache dafür liegt nicht in einem Transportmechanismus, sondern durch die im Norden parallel zum Becken streichende Genfersee-Schüttung (vgl. Maurer, 1983). Diese besitzt bereits im tieferen Chattien (E<sub>2ℓ</sub>, E<sub>2β</sub>) Epidot und als Indexmineral Alkalihornblende. In der Bohrung sind in der Einheit E<sub>2ℓ</sub> und E<sub>2β</sub> bis zu 20% Epidot vorhanden, hingegen kommt Alkalihornblende nur mehr sporadisch vor. Damit dürfte die Bohrung nur mehr bei stärkeren Schüttungsmechanismen von der Genfersee-Schüttung beliefert worden sein, der grössere Teil gehört noch der Val d'Illiez-Schüttung an. In den jüngeren sedimentpetrographischen Einheiten E<sub>2γ</sub> und E<sub>3+4</sub> verfangern sich Fribourg-Schüttung und Genfersee-Schüttung. Eine Unterscheidung anhand der Schwerminerale ist nicht möglich.

Die distale Bohrung Hermrigen 1, nahe des Jurasüdfusses gelegen, zeigt die typischen Merkmale der Genfersee-Schüttung. In der Einheit E<sub>2ℓ</sub>, E<sub>2β</sub> und E<sub>2γ</sub> tritt ein gegen das Hangende zunehmender Epidotgehalt verbunden mit den Indexmineralen Alkalihornblende und Spinell auf. In der Einheit E<sub>3+4</sub> besteht die Genfersee-Schüttung aus einer Epidot-Apatit Vergesellschaftung.

Gegenüber Sorens 1 ist jedoch in Hermrigen 1 ein viel grösserer Anteil an Apatit vorhanden.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass sich mit der Schwermineralanalyse nicht nur die Gliederung eines Sedimentprofiles durchführen lässt, sie bietet auch einen Schlüssel für Korrelationen und führt zum Erkennen von distributiven Provinzen, wie es der Profilschnitt Hermrigen 1 – Fendringen 1 und Sorens 1 widerspiegelt.

### *Dank*

Der Verfasser dankt der P.B. Petroleum Development Limited für das Probenmaterial sowie der Genehmigung zur Veröffentlichung.

---

3) In der 1980 erschienenen Arbeit „Sedimentpetrographie in der Molasse-Abfolge der Bohrung Romanens 1 und in der benachbarten subalpinen Molasse (Kt. Fribourg)“ wurde dieser Abschnitt in Unkenntnis der Schüttungsverhältnisse der Mt. Pélerin-Schüttung zugewiesen. Sedimentpetrographische Untersuchungen am Mt. Pélerin und im Val d'Illiez (vgl. MAURER, 1983) erbrachten eine Aufschlüsselung der Paläoströmungen.

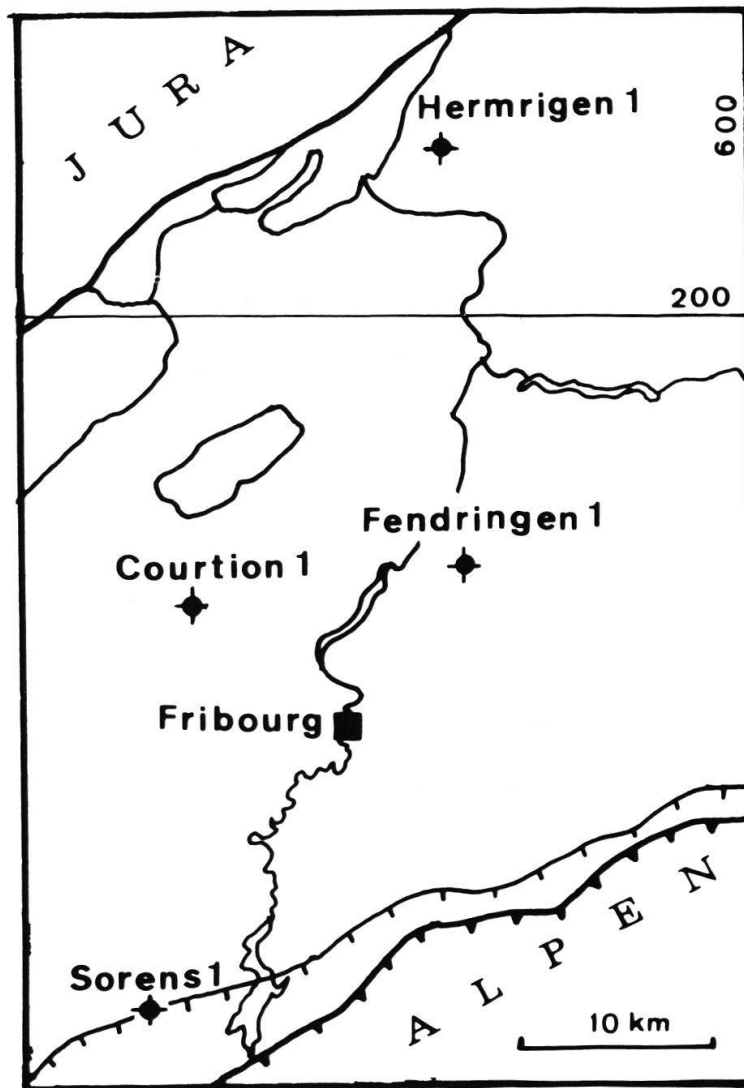


Fig. 1  
Situation

sedimentpetro- graphische Einheit	Probenzahl	Probenintervall	Granat	Epidot	Apatit	Zirkon	Turmalin	Spinell	Titanit	TiO <sub>2</sub> -Gruppe	Staurolith	Calcit	Dolomit
E <sub>3+4</sub>	33	30- 940 m	21.5 14.1	66.4 12.1	20.8 9.8	3.6 2.2	3.7 2.7		3.6 2.9			15.4 5.8	2.0 3.2
E <sub>2γ</sub>	14	960- 1220 m	41.3 16.3	52.4 11.6	28.9 11.6	4.6 4.8	5.6 3.1				4.6 3.4	12.1 4.0	2.8 1.4
E <sub>2β</sub>	20	1240- 1617 m	59.6 9.5	19.6 12.1	47.7 10.0	7.5 4.1	12.8 4.1	3.8 3.7			4.8 3.4	17.6 3.6	2.3 1.7
E <sub>2α</sub>	8	1641- 1781 m	52.5 5.6	5.4 1.6	56.1 5.5	6.9 3.0	16.1 3.6	8.0 2.4		2.3 2.4	3.8 1.8	19.3 2.4	1.1 0.9
Kreide/ Malm	11	1802- 1970 m	30.4 6.3	9.3 9.9	12.9 7.6	30.8 12.0	34.1 8.0			8.0 2.9	3.0 2.2	61.6 21.2	1.8 2.2

Tab. 1 Mittelwert (1. Zeile) und Standardabweichung (2. Zeile) in den jeweiligen sedimentpetrographischen Einheiten der Bohrung Fendingen 1.

# FENDRINGEN 1

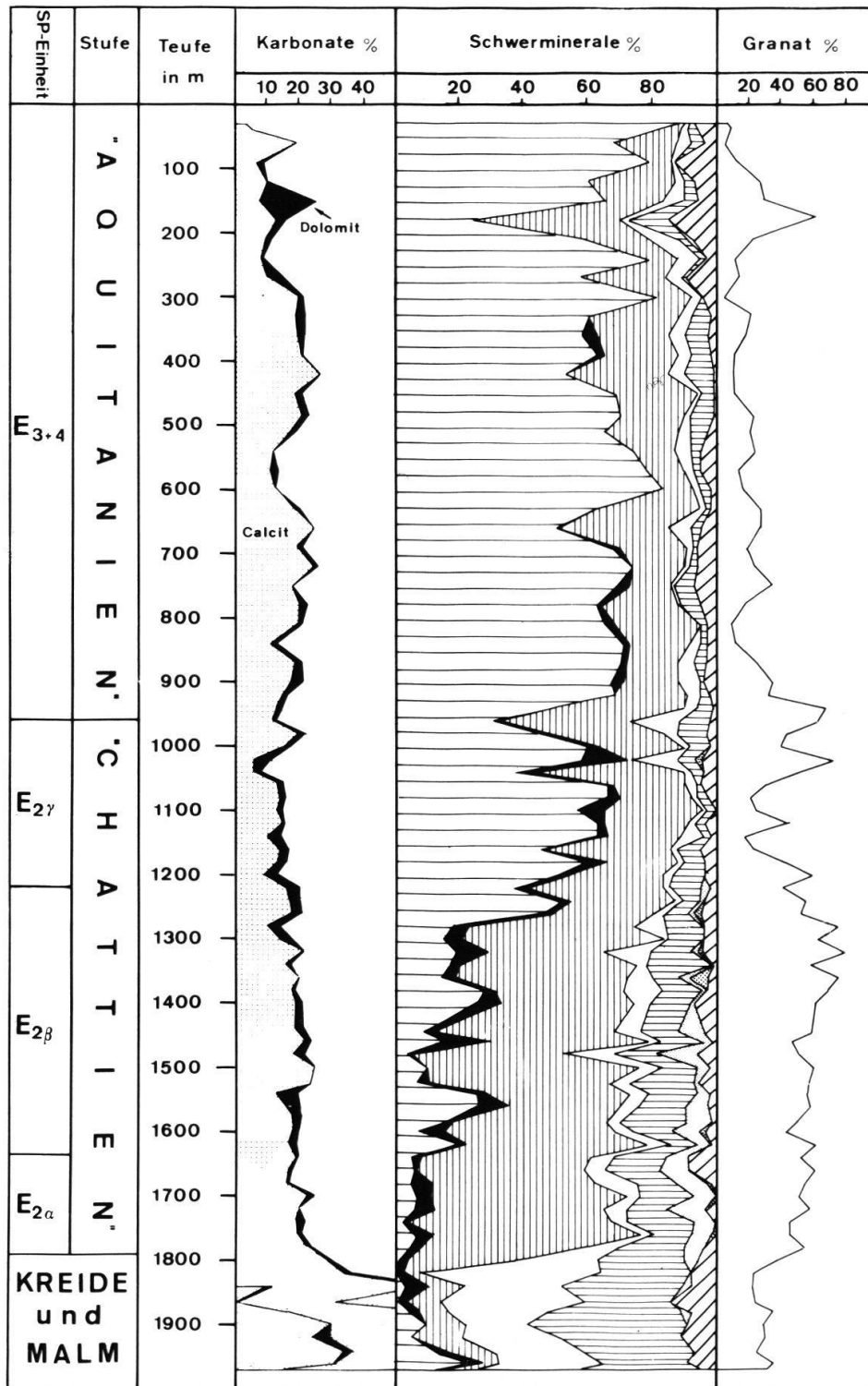
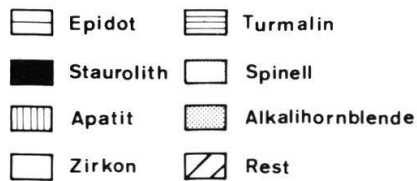


Fig. 2  
Sedimentpetrographische Einheiten. Bohrung Fendringen 1.





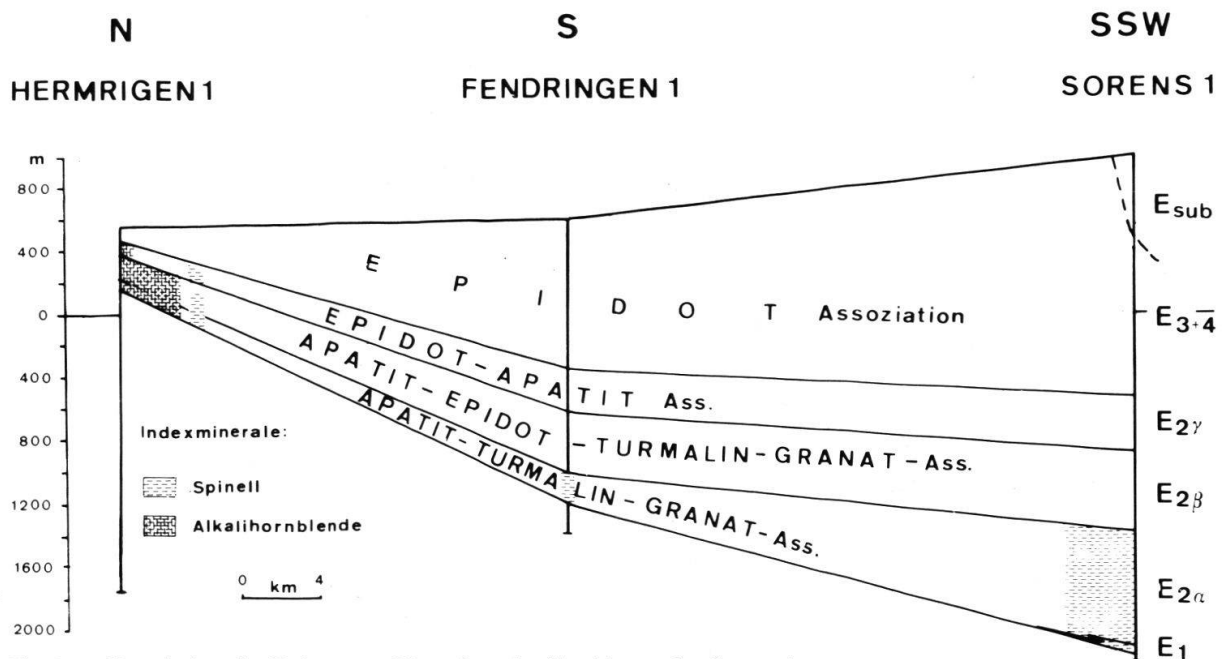


Fig. 3 Korrelation der Bohrungen Hermrigen 1 - Fendringen 1 - Sorens 1

## Literaturverzeichnis

- FISCHER, H. und LUTERBACHER, Hp. (1963): Das Mesozoikum der Bohrungen Courtion 1 und Altishofen 1 – Beitr. geol. Karte Schweiz (n. F.) 115.
- MAURER, H. und NABHOLZ, W. (1980): Sedimentpetrographie in der Molasse-Abfolge der Bohrung Romanens 1 und ihrer benachbarten subalpinen Molasse (Kt. Fribourg). – *Eclogae geol. Helv.*, 73/1, 205 – 222.
- MAURER, H. (1982): Oberflächentexturen an Schwerminerkörnern aus der Unteren Süsswassermolasse (Chattien) der Westschweiz. – *Eclogae geol. Helv.*, 75/1, 23 – 31.
- (1983): Sedimentpetrographische Analysen an Molasseabfolgen der Westschweiz. – *Jb. Geol. B. – A.* 26/1, 23 – 69.
- PERRY, J. T. O. (1960): Geological completion report for Courtion No. 1 Switzerland. – interner Rapport BP.

## Hydrates of Natural Gas

by Y. F. MAKOGON (1981)

IX + 237 p., 115 figs., 30 tabs.

PennWell Books, Tulsa, Oklahoma, US \$ 49.50 (Export)

Das Buch ist eine englische Übersetzung des 1974 erschienenen russischen Originals über Gashydrate, das sind Gas-Wasser-Kristalle. Die sechs Kapitel haben folgende Titel bzw. Inhalte: (1) «Gegenwärtiger Status des Gashydrat-Problems». In Kurven (in metrischem Mass-System!) werden die Gashydrat-Bildungsbedingungen dargestellt. (2) «Kinetik der Gashydrate». Es wird die experimentelle Erzeugung der Gashydrat-Kristalle besprochen. (3) «Vermeidung der Gashydrat-Bildung» schildert den Einfluss von verschiedenen Flüssigkeiten, deren Konzentration und Druck-Temperatur-Verhältnissen, speziell im Pipeline-Bereich.

(4) «Gashydrate in einem porösen Medium» ist das für den Geologen und den Seismiker interessanteste Kapitel. Es enthält eine Diskussion der Gashydrate nahe unter dem Tiefseeboden sowie zwei Profilskizzen über sibirische Kohlenwasserstoff-Lagerstätten. Hier wird die Frage von Gasfeld-Abdeckungen durch Gashydrate erörtert. Ein Teil der jetzt bekannten Gashydrate (auch in Kohlenflözen) werden als Spätfolgen der Quartär-Vereisung gedeutet. Die dazugehörige Karte der Eisverbreitung – inclusive Grossbritannien, Irland, Spanien und Norditalien – (Fig. 108) lässt allerdings am regionalgeologischen Wissen des Autors zweifeln. (5) «Zur Theorie der Gasgewinnung aus Gashydrat-Lagerstätten» heisst dies theoretisch-physikalische Kapitel. (6) «Die künftige Nutzung der Gashydrate» wird in der Gasdruck-Erhöhung, in Wasserentsalzungsverfahren, Gasspeicherung und in der (Flughafen-)Nebelauflösung gesehen.

Insgesamt ein interessantes und vielseitiges Buch, welches die Augen öffnet auf die bisher wenig beachtete «Methan-Wasser-Kristallisation».

Hans H. LOHMANN