Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 73 (1980)

Heft: 1

Artikel: Sedimentpetrographie in der Molasse-Abfolge der Bohrung Romanens I und in der benachbarten subalpinen Molasse (Kt. Fribourg)

Autor: Maurer, Heinz / Nabholz, Walter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-164950

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 73/1	Seiten 205-222	6 Textfiguren und 1 Tafel	Basel, März 1980

Sedimentpetrographie in der Molasse-Abfolge der Bohrung Romanens 1 und in der benachbarten subalpinen Molasse (Kt. Fribourg)

Von HEINZ MAURER und WALTER NABHOLZ[1])

ZUSAMMENFASSUNG

Die 8 km NNW Vaulruz gelegene Bohrung Romanens 1 durchteufte bis 2857 m Tiefe eine durchgehende Abfolge des tertiären Anteils und erreichte eine Endteufe von 4022 m. Unsere sedimentpetrographischen Untersuchungen an den in 10 m Abstand genommenen Proben wurden an Schwermineralen, Leichtmineralen, Karbonatgehalt und Siliciklastikaanteil vorgenommen. Aus der Summe des zahlreichen Datenmaterials konnten unter Zuhilfenahme statistischer Verfahren folgende sedimentpetrographischen Einheiten ermittelt werden:

Subalpine Molasse
Einheit E_{sub}: 30-110 m, «Chattien» supérieur, Epidot-Granat-Apatit-*Staurolith*-Assoziation.

Mittelländische Molasse
Einheit E_{3+4}: 120-1230 m, «Burdigalien», «Aquitanien», *Epidot*-Apatit-Assoziation.
Einheit $E_{2\gamma}$: 1240-1500 m, «Chattien» supérieur, Epidot-Apatit-Assoziation.
Einheit $E_{2\beta}$: 1510-2100 m, oberes «Chattien» inférieur, *Apatit*-Granat-Epidot-Turmalin-Assoziation.
Einheit E_{2a}: 2110-2500 m, mittleres «Chattien» inférieur, *Apatit*-Granat-Turmalin-Assoziation.
Einheit E_1: 2510-2857 m, unteres «Chattien» inférieur und «Rupélien», Apatit-Granat-Turmalin-*Spinell*-Assoziation, erhöhter Dolomitgehalt.

Die Bohrung Romanens 1 liegt unmittelbar alpeneinwärts vom Südrand der mittelländischen Molasse und lässt sich mit der 60 km östlich gelegenen Bohrung Linden 1 sinnvoll vergleichen. Die SM-Spektren der mittelländischen Molasseabfolge beider Bohrungen sind sehr ähnlich mit Ausnahme der Einheit E_{2a}, für die sich in Linden kein Korrelat findet.

Aus der subalpinen Molasse, die sich von der Bohrung bis zum Alpenrand erstreckt, wurden eine Reihe von Oberflächenproben mit gleichaltrigen Proben aus der Bohrung (mittelländische Molasse) verglichen. Bei einer solchen Gegenüberstellung fallen die kräftigen Unterschiede der entsprechenden SM-Spektren auf. Ursache hiefür kann sein:

- Unterschiedliche Transportweite des Sediments, wodurch die SM Staurolith und Alkalihornblende (Charakteristika der subalpinen Molasse) zertrümmert wurden.
- Unterschiedliche Liefergebiete (Herkunft der in der Bohrung angetroffenen Sedimente nicht aus der Mont-Pèlerin-, sondern aus der Fribourg-Schüttung).

ABSTRACT

The drill hole Romanens 1, located at 8 km NNW of Vaulruz, drilled to the depth of 2857 m through a continuous sequence of Tertiary and reached a final depth of 4022 m. The samples taken at intervals of

[1]) Geologisches Institut der Universität Bern, Sahlistrasse 6, CH-3012 Bern.

10 m were tested for their content of heavy and light minerals, carbonate and siliciclastica. The results permitted to distinguish by statistical methods the following sediment-petrographic groupings:

Subalpine Molasse
Grouping E_{sub}: 30-110 m, late "Chattian", epidote-garnet-apatite-*staurolite* assemblages.

Mittelländische Molasse
Grouping E_{3+4}: 120-1230 m, "Burdigalian", "Aquitanian", *epidote*-apatite assemblages.
Grouping $E_{2\gamma}$: 1240-1500 m, late "Chattian", epidote-apatite assemblages.
Grouping $E_{2\beta}$: 1510-2100 m, upper part of early "Chattian", *apatite*-garnet-epidote-tourmaline assemblages.
Grouping E_{2a}: 2110-2500 m, middle part of early "Chattian", *apatite*-garnet-tourmaline assemblages.
Grouping E_1: 2510-2857 m, lower part of early "Chattian" and "Rupelian", apatite-garnet-tourmaline-*spinel* assemblages, slight increase in dolomite contence.

The drill hole Romanens 1 is located immediately south of the southern boundary of the "Mittelländische Molasse" and can be compared to the drill hole Linden 1. The distribution of the heavy minerals of both holes are similar, except for the grouping E_{2a}, for which there is no counterpart at Linden 1.

A number of surface samples were taken from the subalpine Molasse, which extends from the boring to the alpine front and compared to the samples of the same age from the "Mittelländische Molasse". This comparison shows marked differences between the respective assemblages of heavy minerals. They may be the effects of:

— Difference in distance of transport of the sediment, which lead to destruction of the heavy minerals staurolite and alkali-amphiboles (typical of the subalpine Molasse).
— Different sources of sediment-origin of the sediment in the boring from the alluvium of Fribourg instead of the alluvium of Mont-Pèlerin.

1. Einleitung und Problemstellung

Unsere Untersuchungen an Molasse-Abfolgen der Bohrung Linden 1 und ihrer Umgebung (MAURER, FUNK & NABHOLZ 1978) hatten zu einigen interessanten Ergebnissen geführt und legten es nahe, dass wir nun auch den Molasse-Anteil der Bohrung Romanens 1 sedimentpetrographisch bearbeiteten. Diese Bohrung (siehe Fig. 1) befindet sich etwa 13 km östlich Moudon und wurde auf 947 m Höhe bei Koord. 564.200/167.400 angesetzt (Blatt 1224 Moudon der Landeskarte der Schweiz 1:25000). Für Romanens war, wie für Linden 1, das Bernische Erdölkonsortium mit elf aquitaine (suisse) exploration-production s.a. (Biel) als Operator verantwortlich. Die Bohrung wurde von Juni bis November 1977 abgeteuft und erreichte eine Endtiefe von 4022 m.

Von der Bohrung sind bisher keine biostratigraphisch auswertbaren Resultate bekanntgeworden; die elf aquitaine hat deshalb die Unterteilung der Molasse-Abfolge nach lithostratigraphischen Kriterien vorgenommen und dabei die in der Schweiz üblichen Stufenbezeichnungen verwendet.

Da von der Bohrung nur Cuttings und keine Kerne zur Verfügung standen, mussten wir uns vorerst ein Bild über die lithologische Abfolge machen. Hiezu erstellten wir aus den gewaschenen Spülproben - in Abständen von 50 m - ein Klebeprofil, woraus sich einerseits Farbvariationen, andererseits Sandstein-Mergel-Abfolgen erkennen lassen. Ferner verglichen wir die Bohrung Romanens 1 mit der Bohrung Tschugg (SCHLANKE et al. 1978) sowie mit der Molasse-Abfolge der Umgebung von Yverdon (JORDI 1955). Daraus ergaben sich eine Reihe von Schicht-

bezeichnungen, die auf der Tafel und der Figur 2 verwendet sind. Schliesslich gelangten wir zur folgenden lithostratigraphischen Gliederung:

Subalpine Molasse
0–110 m: *Untere Süsswassermolasse*
Couches du Gérignoz, «Chattien» supérieur, olive bis gelbliche Mergel mit dünnbankigen Sandsteinlagen.

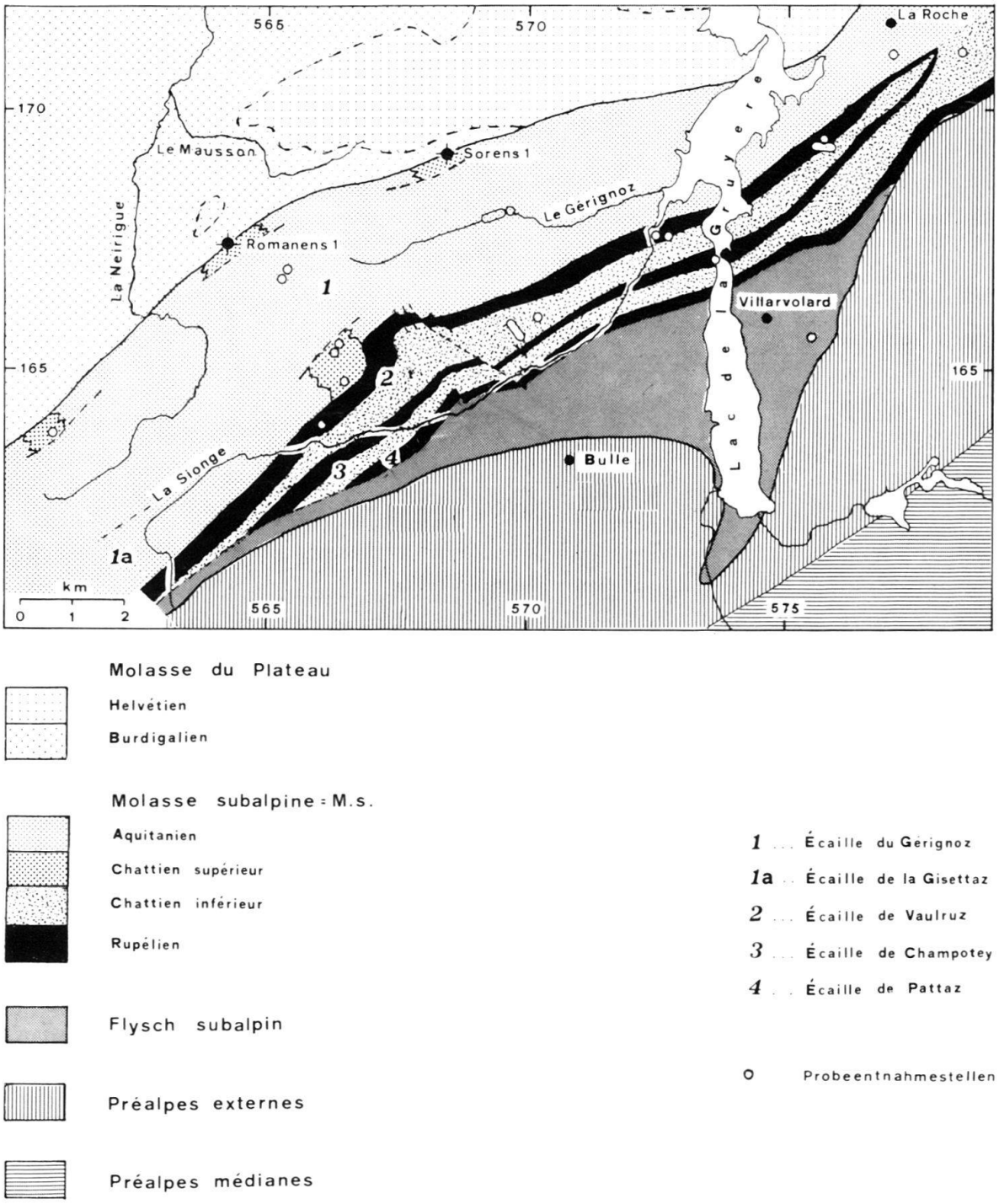


Fig. 1. Geologisch-tektonische Übersichtskarte mit den Probeentnahmestellen (nach MORNOD 1949, ergänzt von MAURER et al. 1979).

Überschiebungsfläche

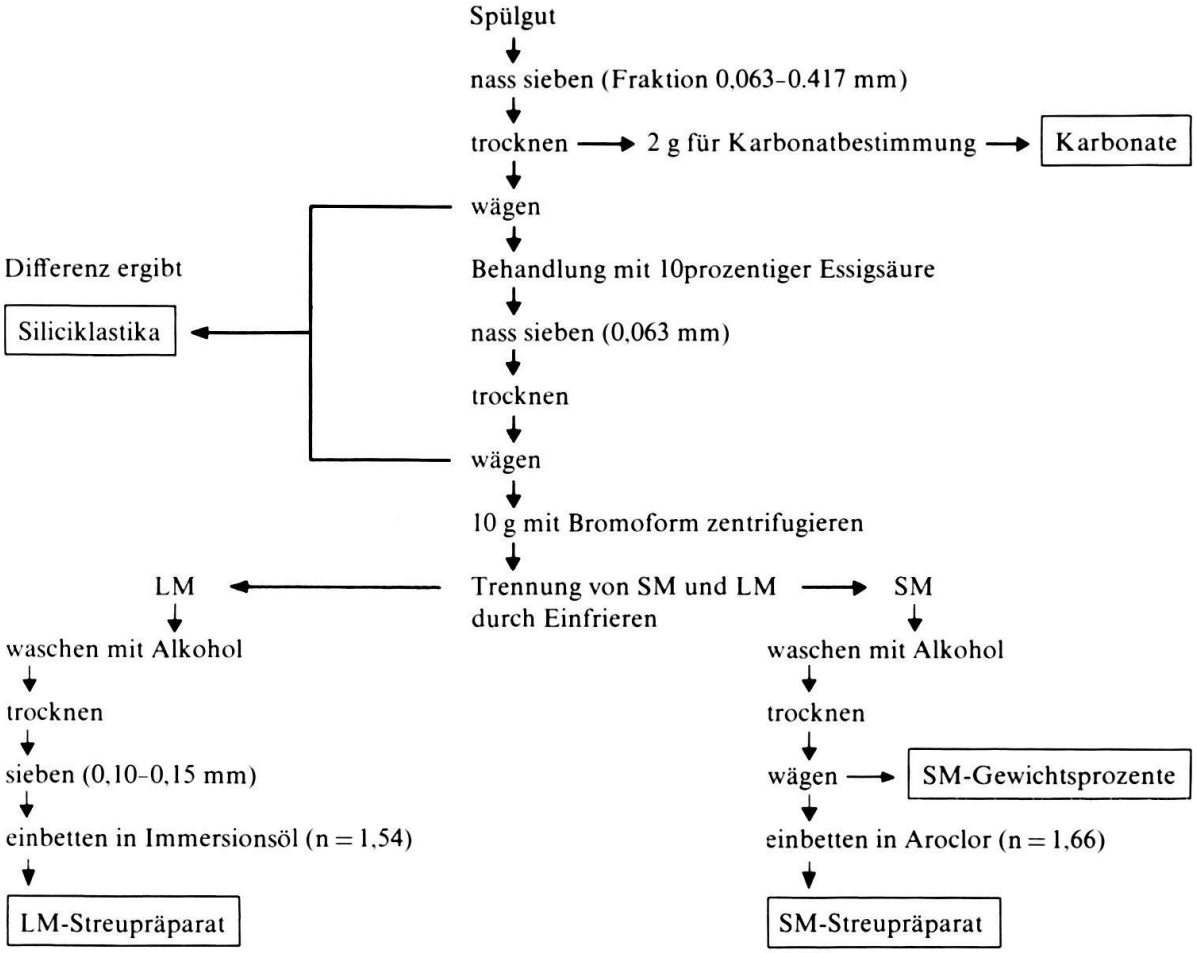
Mittelländische Molasse
110-366 m: *Obere Meeresmolasse*
Couches du Mausson, «Burdigalien», graue bis grünliche Sandsteine wechsellagernd mit gelblichen bis olive Mergeln.
366-2849 m: *Untere Süsswassermolasse*
366-1210 m: Molasse grise, «Aquitanien», sandig, bunt gefleckte Mergel mit grauen Sandsteinlagen.
1210-1260 m: Grés de Cuarny, glimmerhaltige, mittelkörnige Sandsteine von grünlich-hellgrauer Farbe (an der Grenze «Aquitanien»- «Chattien» gelegen).
1260-1500 m: Grés et marnes gris, korrelierbar mit den Grés et marnes gris à gypse/Calcaires d'eau douce et dolomie, «Chattien», monotone Wechsellagerung von Mergeln, Tonen, Silten und mergeligen Sandsteinen von gelblicher bis grauer Farbe. Gips sowie Süsswasserkalk konnten im Profil der Bohrung nicht nachgewiesen werden.
1500-1580 m: Grés de Mathod, «Chattien», feinkörnige, graue Sandsteine sowie erste rötliche bis violette Mergel.
1580-2250 m: Marnes bariolées s.str., «Chattien», Vorherrschen bunter Mergel, Silte und Tone. Im hangenden Abschnitt bis etwa 1900 m Teufe ist die Abfolge weniger bunt gefärbt als in jenem von 1900 bis 2260 m. Die beiden Abschnitte werden durch grünlichgraue Siltsteine getrennt.
2250-2320 m: Grés de Suscévaz, «Chattien», graue Sandsteine.
2320-2849 m: Marnes rouges, «Chattien», bunte, zum Teil fettige Mergel und Tone, die jedoch im Gegensatz zu den Marnes bariolées s.str. dunkelrote, weinrote und violette Farben aufweisen.
2849-2857 m: *Untere Meeresmolasse*
Wahrscheinlich Couches de Vaulruz (keine Probe), Rupélien.

Uns interessierte primär die Frage, ob es möglich ist, die fossilleere Molasse-Abfolge der Bohrung mittels sedimentpetrographischer Kriterien zu gliedern. Hiefür verwendeten wir die Schwer- und Leichtmineralanalyse und bestimmten den Karbonatgehalt sowie die Siliciklastika (Sand/Ton-Verhältnis). Diese Untersuchungen mussten ausschliesslich an Spülprobenmaterial (maximale Grösse der Cuttings: 1 cm) vorgenommen werden, denn es wurden keine Kerne gezogen. In zweiter Linie verfolgten wir das Ziel, die Schichtfolge der Bohrung mit Oberflächenproben zu vergleichen, die aus der näher am Alpenrand gelegenen Molasse stammen. Sie betreffen Fundpunkte in der subalpinen Molasse (vgl. Fig. 1), die in der durch die Tektonik noch ungestörten Schichtreihe bis zu 20 km von der Bohrung entfernt lagen (noch grösser war die primäre Entfernung zum Fundpunkt im subalpinen Flysch).

Als geologische Grundlage unserer sedimentpetrographischen Untersuchungen an den Oberflächenproben benutzten wir die vorbildliche Arbeit von MORNOD (1949), der das uns interessierende Gebiet kartiert und die Schichtreihe nach Lithologie und spärlichem Fossilgehalt in einzelne lithostratigraphische Einheiten gegliedert hatte. Von MORNOD haben wir die geologisch-tektonische Übersichtskarte (Fig. 1) übernommen und teilweise neu gestaltet. So interpretieren wir nach unseren Schwermineralbefunden die Schichtfolge in der äussersten Schuppe der subalpinen Molasse (Ecaille du Gérignoz) etwas anders als MORNOD (1949). Schliesslich sei beigefügt, dass wir auch einige Resultate von FÜCHTBAUER (1964) mit ihren Probenfundpunkten in unser Verteilungsmuster mit einbezogen haben.

2. Methodik

Die Spülproben aus der Bohrung wurden in Abständen von 10 m entnommen und nach folgendem Schema untersucht:



Die Behandlung der Oberflächenproben erfolgte auf ähnliche Weise, indem das Probenmaterial zunächst vorsichtig mechanisch zerkleinert und die Fraktion kleiner als 2 mm mit 10prozentiger Essigsäure versehen wurde. Nach dem Entkarbonatisierungsvorgang wurde das Probengut nass gesiebt (0,063-0,417 mm). Die Weiterverarbeitung geschah auf dieselbe Art wie oben beschrieben.

Siliciklastika: Darunter wird im Prinzip der Prozentgehalt des unlöslichen Essigsäurerückstandes der Fraktion 0,063-0,417 mm verstanden. Er dient als Mass für den prozentualen Sandanteil.

Karbonatgehalt: Die Karbonatgehalte wurden mittels komplexometrischer Titration (SCHWARZENBACH 1960) bestimmt.

Leichtminerale: Sie wurden in ein Immersionsöl (n = 1,54) eingebettet. Mittels der Beckeschen Linie wurden Quarz, Feldspat, Gesteinsbruchstücke und Glimmer unterschieden und bestimmt. Ausgezählt wurden 100 Körner, wobei der Glimmer gesondert gezählt wurde.

Schwerminerale: Bei den Schwermineralpräparaten wurden 100 durchsichtige Körner (ohne Granat) ausgezählt und gleich 100% gesetzt. Der Prozentgehalt des Granates wurde nach der Formel Granat/(100 SM + Granat) ermittelt.

Die Karbonatanalysen, die Bestimmung des Siliciklastikagehaltes sowie die Auszählungen der Schwermineralpräparate wurden an 273 Proben der Bohrung Romanens 1 durchgeführt. Hingegen wurden nur etwa 100 Leichtmineralpräparate

in Abständen von 30 m ausgezählt. Von einer vollständigen Zählung aller Leichtmineralpräparate wurde abgesehen, da im 30-m-«Netz» keine Änderungen eintraten.

3. Schwermineralprofil der Bohrung Romanens 1

Zur besseren Verdeutlichung der Schwermineralverteilung in Verbindung mit den lithologischen Schichtbezeichnungen sowie den sedimentpetrographischen Einheiten wurden die Schwerminerale kolonnenweise auf Figur 2 dargestellt.

Unter Weglassung der obersten 110 m (aufgeschobene subalpine Molasse) - sie werden am Schluss dieses Kapitels besprochen - zeigen die Schwerminerale folgende Charakteristika:

Granat: Ist bis etwa 1100 m Teufe mit 10%, einer steigenden Phase bis 1560 m und von da ab mit Durchschnittswerten von 50% bis zur Basis der Molasse vorhanden.

Epidot: Ist bis 1250 m mit 75% im Mittel der häufigste Vertreter, bis 1500 m auf 20% abnehmend und von da bis 2848 m nur mehr mit 6% vorhanden.

Apatit: Verhält sich zum Epidot reziprok, beginnt mit 13%, hat einen mittleren Abschnitt von 32% und erreicht mit 65% im Mittel im untersten Abschnitt seine grössten Werte.

Turmalin und Zirkon: Diese beiden Schwerminerale nehmen nur eine untergeordnete Position ein. Sie zeigen im Profil von oben nach unten eine stetige minimale Zunahme.

Spinell: Ist für den Abschnitt 2600-2858 m als charakteristisches Schwermineral mit Maxima von 20% leitend.

Staurolith: Tritt in wenigen Prozenten im mittleren Abschnitt auf.

Für die obersten 110 m, die der subalpinen Molasse angehören, ergeben sich deutlich Unterschiede (Staurolith mit 11% im Mittel) in der Schwermineralführung. Ihr schwermineralogisches Äquivalent in der mittelländischen Molasse der Bohrung könnte am besten mit dem Abschnitt 1500 bis 1650 m Teufe verglichen werden.

4. Gliederung des Profils (vgl. Fig. 2, 5 und Tafel)

Die von uns vorgenommene Gliederung des Profils (sie ist nicht konform mit der Gliederung der elf aquitaine [suisse]) in verschiedene sedimentpetrographische Einheiten (sensu Formation) ist das Resultat der statistischen Auswertung verschiedener Rechenprogramme (siehe dazu Kapitel 5). Aus der Summe der durchgeführten Analysen (SM, LM, Karbonate und Siliciklastika) konnte mittels statistischer Verfahren eine Gruppierung in 6 verschiedene Einheiten (E_{sub}, E_{3+4}, $E_{2\gamma}$, $E_{2\beta}$, E_{2a} und E_1 auf der Tafel) vorgenommen werden.

Die *Einheit* E_{sub} umfasst den Bereich von 30 bis 110 m (9 Proben) und besteht aus einer Epidot-Granat-Apatit-*Staurolith*-Assoziation. Als akzessorischer Anteil (<2%) tritt Alkalihornblende auf. Nach dem optischen Befund handelt es sich bei diesem Mineral um Crossit. Mittelwerte der Einheit E_{sub}:

Granat	45,4	Quarz	66,0
Epidot	52,2	Feldspat	32,0
Apatit	22,3	Gesteinsbruchstücke	2,0
Staurolith	11,6	Calcit	17,1
Alkalihornblende	1,8	Dolomit	2,9
SM-Gewichtsprozente	1,1	Siliciklastika	26,7

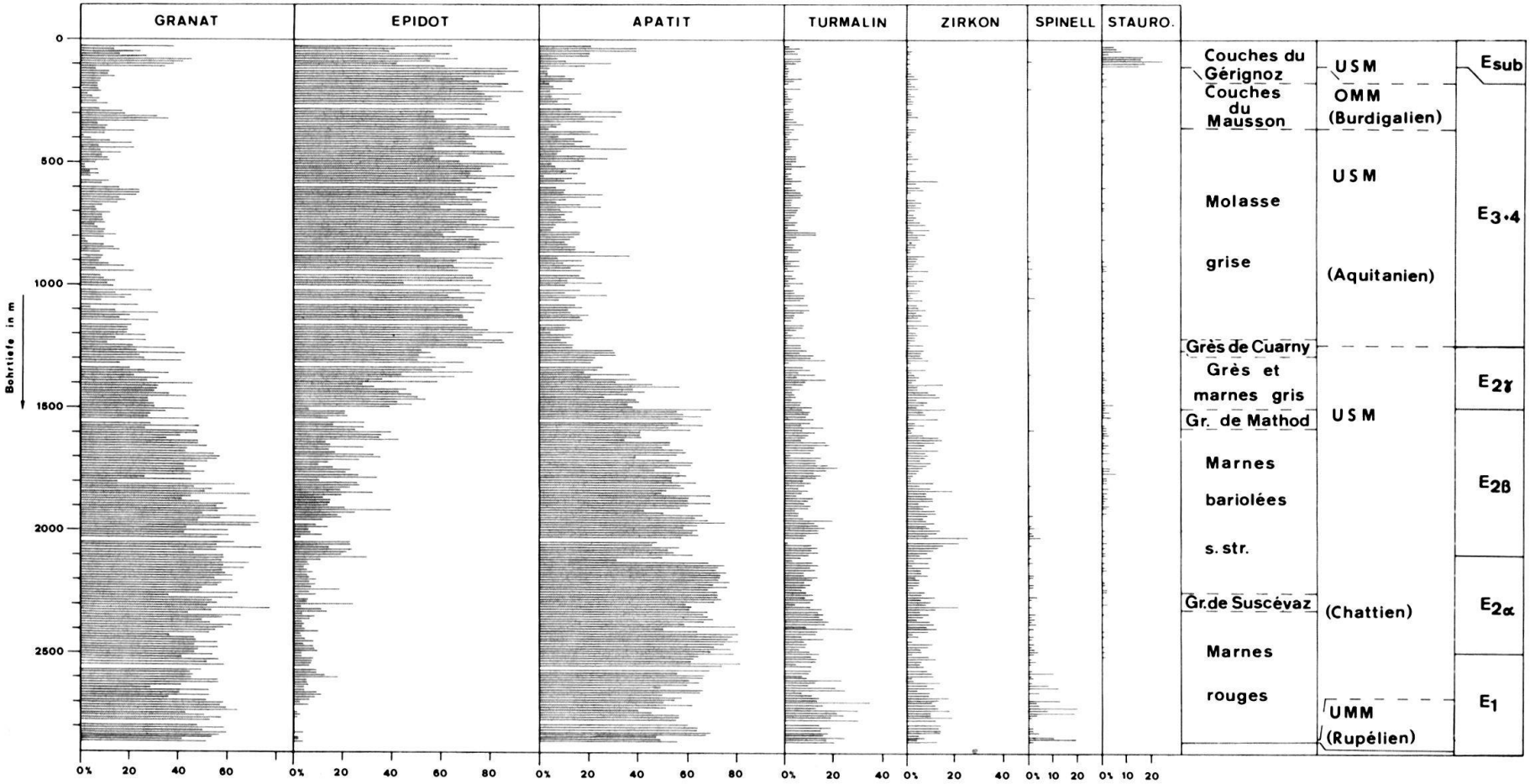


Fig. 2. Schwermineralverteilung der Bohrung Romanens 1.

Aufgrund unserer sedimentpetrographischer Daten wären wir geneigt, im Bereich zwischen 110 und 120 m die Überschiebungsfläche von subalpiner und mittelländischer Molasse zu legen. Sie zeigt sich einerseits in einem Wechsel der Schwermineralzusammensetzung, andererseits besteht ein Knick im Calcitgehalt von 25,7 zu 2,4%.

Die *Einheit* E_{3+4} umfasst den Bereich von 120 bis 1230 m (106 Proben) und besteht aus einer *Epidot*-Granat-Apatit-Assoziation. Mittelwerte der Einheit E_{3+4}:

Granat	15,2	Quarz	70,5
Epidot	74,7	Feldspat	25,7
Apatit	13,9	Gesteinsbruchstücke	3,8
Turmalin	4,1	Calcit	11,7
Zirkon	3,5	Dolomit	3,6
SM-Gewichtsprozente	1,3	Siliciklastika	41,0

Die Einheit E_{3+4} ist durch die Dominanz des Epidots geprägt und zeigt mehr oder weniger eine regelmässige Verteilung der SM-Vergesellschaftung. Nach den lithologischen Befunden umfasst diese Einheit das «Burdigalien» (120–366 m), das «Aquitanien» (366–1132 m) sowie den obersten Teil des «Chattien» supérieur. Nach unseren sedimentpetrographischen Untersuchungen lässt sich für die Einheit E_{3+4} keine weitere Unterteilung erzielen. Auffallend war bei der Essigsäurebehandlung der Spülproben (1020, 1030, 1040, 1060, 1080, 1090, 1120, 1130, 1140, 1160 und 1170 m) eine Absonderung brauner Substanzen (? Limonit).

Die Einheit $E_{2\gamma}$ stellt einen Übergang zwischen Einheit E_{3+4} und Einheit $E_{2\beta}$ dar. In diesem Abschnitt vollzieht sich der Umschlag von Epidot zu Apatit, der jedoch in Gegensatz zur Bohrung Linden 1 (MAURER et al. 1978) schleifend ist. Sie umfasst den Bereich von 1240 bis 1500 m (26 Proben), wobei jedoch in der darunter liegenden Einheit $E_{2\beta}$ die Proben 1610, 1620 und 1630 m die gleichen Merkmale besitzen. Diese Verfingerung zweier Schwermineralvergesellschaftungen über grössere Distanz mag wohl als Hinweis gelten, dass sich qualitativ verschiedene Schüttungen gegenseitig überlagern (GRIMM 1965, SCHLANKE 1974). Mittelwerte der Einheit $E_{2\gamma}$:

Granat	46,1	Quarz	73,9
Epidot	49,7	Feldspat	23,6
Apatit	32,5	Gesteinsbruchstücke	2,6
Turmalin	7,6	Calcit	10,4
Zirkon	6,3	Dolomit	2,6
SM-Gewichtsprozente	1,2	Siliciklastika	35,5

In der Einheit $E_{2\beta}$, die den Bereich von 1510 bis 2100 m (Probenzahl 59) umfasst, hat sich der Umschlag von Epidot- zur Apatitdominanz bereits vollzogen. Das Schwermineralspektrum besteht aus einer *Apatit*-Granat-Epidot-Turmalin-Assoziation. Mittelwerte der Einheit $E_{2\beta}$:

Granat	105,4	Quarz	71,9
Epidot	18,9	Feldspat	23,7
Apatit	53,4	Gesteinsbruchstücke	4,4
Turmalin	10,2	Calcit	11,4
Zirkon	8,3	Dolomit	3,5
SM-Gewichtsprozente	1,5	Siliciklastika	40,6

Die Einheit E_{2a} ist durch eine *Apatit*-Granat-Turmalin-Epidot-Assoziation charakterisiert und umfasst den Bereich von 2110 bis 2500 m (Probenzahl 40). In ihr sind der Epidotgehalt und Siliciklastikaanteil wesentlich zurückgegangen. Dafür nehmen Apatit- und Dolomitgehalt wesentlich zu. Mittelwerte der Einheit E_{2a}:

Granat	125,2	Quarz	75,9
Epidot	7,3	Feldspat	20,7
Apatit	66,6	Gesteinsbruchstücke	4,3
Turmalin	11,0	Calcit	13,8
Zirkon	6,9	Dolomit	5,2
Spinell	1,0	Siliciklastika	28,8
SM-Gewichtsprozente	1,5		

Die Einheit E_1 umfasst den Bereich 2510–2858 m (Probenzahl 34). Sie gehört damit zum untersten «Chattien» inférieur und Rupélien und besteht aus einer Apatit-Granat-Turmalin-*Spinell*-Assoziation. Auffallend ist, dass der Spinell – das «Leitmineral» dieser Einheit – eine grosse Schwankungsbreite in den Proben zeigt. Man kann sich das unterschiedliche Auftreten von 0 bis 20% nur dadurch erklären, dass der Spinell durch sein hohes spezifisches Gewicht relativ schnell abgelagert wurde und praktisch nur bei starken Strömungen weit in das Molassebecken transportiert wurde. Mittelwerte der Einheit E_1:

Granat	90,8	Quarz	81,1
Epidot	4,2	Feldspat	14,5
Apatit	50,5	Gesteinsbruchstücke	4,4
Turmalin	13,9	Calcit	16,4
Zirkon	9,0	Dolomit	5,9
Spinell	4,4	Siliciklastika	26,7
SM-Gewichtsprozente	1,1		

4. Leichtminerale, Karbonatgehalt und Siliciklastika der Bohrung Romanens 1
(vgl. Tafel)

Die *Leichtminerale* der Bohrung Romanens 1 zeigen in allen Einheiten ein Quarz/Feldspat-Verhältnis von >2 mit einer kontinuierlichen Zunahme gegen das Liegende (in der Einheit E_{sub} beträgt das Quarz/Feldspat-Verhältnis 2,06, in der Einheit E_1 5,59). Durch diesen hohen Anteil an Quarz ergibt sich somit eine betont sedimentäre Schüttung, deren Gesteine sich aus den Abtragungsprodukten der Préalpes zusammensetzen. Im Gegensatz zu diesen Befunden zeigt die etwa 60 km östlich gelegene Bohrung Linden 1 für das «Aquitanien» und «Chattien» supérieur ein Quarz/Feldspat-Verhältnis <1.

Die *Karbonatgehalte* nehmen generell vom Hangenden zum Liegenden zu, lediglich in der Einheit E_{sub} (überschobene Molasse) ist ein höherer Calcitgehalt zu verzeichnen, der dem der Einheit E_1 entspricht. Zu betonen ist auch der hohe Dolomitgehalt (5,9%) in der Einheit E_1.

Der Anteil der *Siliciklastika* der Fraktion 0,063–0,417 mm liegt im Durchschnitt in jeder Einheit unter 50%. In der Einheit E_{sub} sowie in den Einheiten E_{2a} und E_1 werden im Durchschnitt nur mehr 27% Siliciklastika erreicht, was auf eine deutliche Verfeinerung und damit verbundene Korngrössenabnahme des Sediments hinweist.

5. Statistische Auswertung der sedimentpetrographischen Daten

Die Gliederung der Bohrung Romanens 1 in 6 verschiedene sedimentpetrographische Einheiten ist das Ergebnis, welches wir durch die Benützung verschiedener Computerprogramme erhielten. Durch den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung war es uns möglich, unser Datenmaterial vollständig zu verarbeiten, wobei selbst geringfügige Prozentsätze einer Variablen bei der Auswertung berücksichtigt wurden.

Als Aufgabe stellten wir uns eine Gruppierung des unterschiedlichen Datenmaterials durch statistische Rechenprogramme sowie aufgrund dieser Gruppierungen das Auffinden von Beziehungen der Variablen untereinander.

Unser Datenmaterial bestand aus 273 Proben, die folgende 21 Variablen (vgl. hiezu Tafel) beinhalten:

Siliciklastika, Quarz, Feldspat, Gesteinsbruchstücke, Glimmer, Calcit, Dolomit, Granat, Epidot, Apatit, Turmalin, Spinell, Zirkon, Rutil, Titanit, Staurolith, Chloritoid, Hornblende, Baryt, Alkalihornblende und SM-Gewichtsprozente.

Die Rechen- und Zeichenprogramme stammten aus der Programmbibliothek von Herrn Dr. U. Gasser† und wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Folgende Programme kamen dabei zum Einsatz:

- Ähnlichkeitsanalysen im Q-Modus mit rechtwinkliger Rotation (Programm COVAP von MANSON & IMBRIE 1964)[2]);
- Clusteranalysen im Q-Modus (Programm DENDROGRAPH von MCCAMMON & WENNINGER 1970)[2]);
- Diskriminanzanalysen (Programm DISK von FABER & NOLLAU 1969).

Hauptkomponenten-Analyse im Q-Modus mit rechtwinkliger Rotation

Das Computerprogramm COVAP verwendet den «Koeffizienten proportionaler Ähnlichkeit» (IMBRIE & PURDY 1962) zwischen den Proben, die als Einheitsvektoren in einem mehrdimensionalen von den Koordinatenachsen aufgespannten Merkmalsraum aufgefasst werden. Die Winkelbeziehungen der Einheitsvektoren werden durch den Koeffizienten angegeben und sind ein Mass für die Ähnlichkeit der Proben. Dabei wird der unanschaulich hochdimensionale Merkmalsraum in einen niedrig dimensionierten Hauptkomponentenraum übertragen.

In Figur 3 wurden die Probenvektoren (90 Proben, 21 Variablen) auf einen dreidimensionalen Hauptkomponentenraum reduziert und ihre Endpunkte auf die drei Faktorenachsen-Ebenen projiziert. Die so als aufgeklappter Würfel dargestellten Faktorenebenen ergeben eine deutliche Gruppierung in 6 Einheiten, die sich auch einer stratigraphischen Abfolge sinnvoll zuordnen lassen.

Die 3 Proben der überschobenen Molasse, die die Einheit E_{sub} darstellen, zeigen in den Koordinatenebenen 3/2 und 2/1 eine deutliche Trennung, hingegen in der Ebene 3/1 ist die Probenkonfiguration deutlich von der Einheit E_{3+4} umgeben, was die verwandtschaftliche Beziehung zu dieser Einheit widerspiegelt. Die Einheit $E_{2\gamma}$ stellt in allen drei Ebenen deutlich ihre intermediäre Stellung dar, wie sie es auch im Profil (vgl. Tafel) kundtut. Für die Einheiten $E_{2\beta}$, $E_{2\alpha}$ und E_1 ergeben sich in allen

[2]) Aus programmtechnischen Gründen wurden anstelle der 273 Proben der Bohrung Romanens 1 nur deren 90 (jede dritte Probe) verarbeitet.

drei Ebenen Überlappungen der Probenwolken, die durch ihre geringfügigen Unterschiede (Spinellgehalt, Siliciklastika) zueinander vorgegeben sind.

Clusteranalysen im Q-Modus

Eine weitere Methode, um Ähnlichkeitsrangfolgen von Proben aufzustellen, bildet die Clusteranalyse im Q-Modus.

Bei diesem Verfahren werden Proben durch ihre Merkmale (Variablen) zueinander in Beziehung gesetzt, d.h., man korreliert jede Probe mit allen übrigen, wodurch eine Gliederung nach numerisch ausgedrückten Ähnlichkeiten entsteht. Bei dem auf Figur 4 dargestellten Dendrogramm wurde als Ähnlichkeitsmass der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient (r) gewählt. Desgleichen wurde eine Standardisierung des unterschiedlichen und dadurch ungleich gewichteten Rohdatenmaterials durchgeführt, indem wir den Mittelwert eines jeden Merkmals gleich 0 und die Standardabweichung gleich 1 setzten.

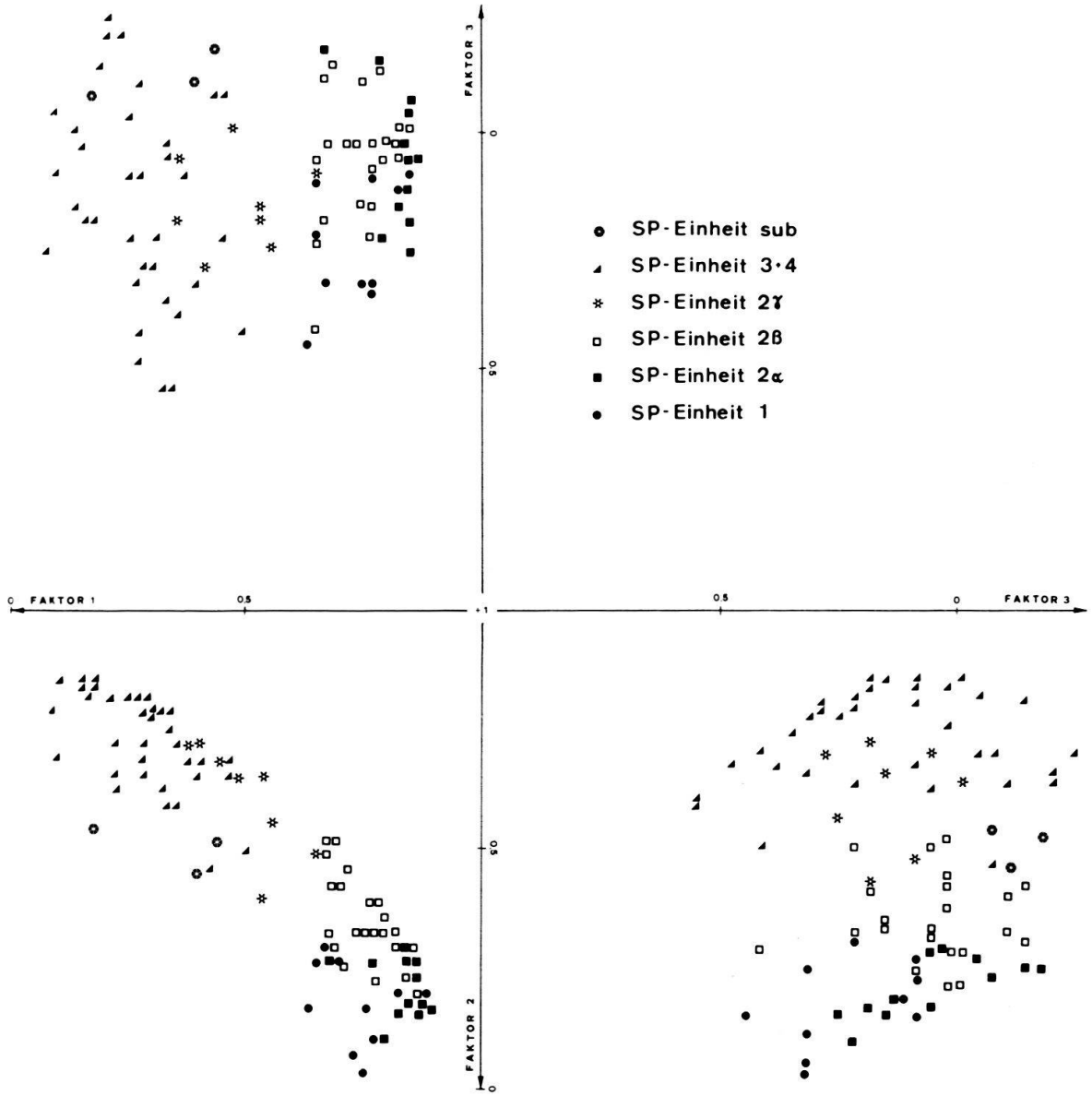


Fig. 3. Hauptkomponenten-Analyse im Q-Modus von 90 Proben mit 21 Variablen der Bohrung Romanens 1. Dargestellt ist die Verteilung in drei Koordinatenebenen.

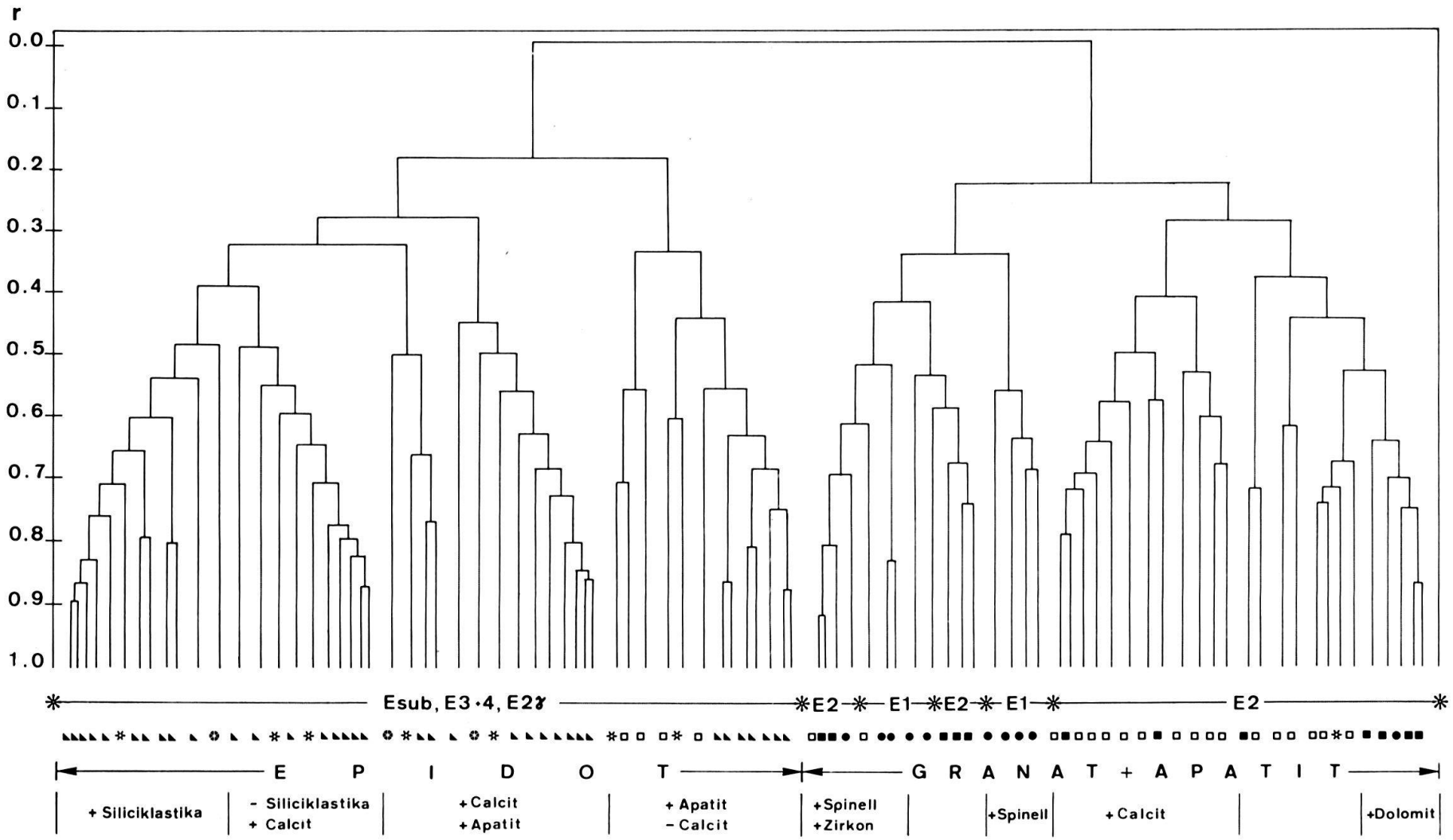


Fig. 4. Dendrogramm der Clusteranalyse im Q-Modus. Sedimentpetrographische Einheiten 1 bis E_{sub}. Die Proben tragen die gleichen Signaturen wie auf Figur 3.

Im unteren Teil des auf Figur 4 dargestellten Dendrogramms wurden die sedimentpetrographischen Einheiten ausgeschieden, darunter die Zugehörigkeit jeder Probe zu ihrer Einheit mit den wichtigsten Merkmalen, die zur Trennung führen. Die Anordnung der Proben bestätigt das Ergebnis der Hauptkomponenten-Analyse im Q-Modus nur teilweise. So sind die Einheiten E_{sub}, E_{3+4} und $E_{2\gamma}$ nicht differenzierbar, desgleichen lassen sich die Einheiten $E_{2\alpha}$ und $E_{2\beta}$ nicht mehr aufschlüsseln.

Diskriminanzanalyse

Die Einteilung des Profils der Bohrung Romanens 1 - unter Berücksichtigung ihrer vertikalen Abfolge - in 6 verschiedene sedimentpetrographische Einheiten scheint gerechtfertigt. Mittels der Diskriminanzanalyse[3]) galt es nun, folgende Fragen abzuklären:

— Sind die Grenzen zu den Einheiten optimal gezogen, oder bedarf es Neuzuordnungen einzelner Proben?
— Welche Merkmale (Variablen) tragen zur optimalen Trennung der Proben bei?
— Unterscheiden sich die Einheiten in bezug ihrer sedimentpetrographischen Zusammensetzung signifikant?

Unter Zuhilfenahme der Clusteranalyse im Q-Modus wurden zunächst 6 Einheiten ermittelt. In einem weiteren Schritt wurde von jeder Einheit nur der mittlere Abschnitt genommen und bildete so die Grundlage. Die oberen und unteren Proben jeder Einheit wurden zunächst als eine eigene Einheit zusammengefasst und mittels der Diskriminanzanalyse dem mittleren Abschnitt jeder Einheit neu zugeordnet. Die so ermittelten Grenzen zwischen den Einheiten wurden neuerlich überprüft, wobei einzelne Proben innerhalb einer Einheit eine Neuzuordnung erfuhren. Durch Variieren der Grenzen gelang es nach mehreren Programmläufen, die Neuzuordnung an Proben auf ein Minimum zu reduzieren, wobei nur 40 Proben, also 14,8% aller Proben, neu zugeordnet werden mussten. Bemerkenswert ist der hohe Anteil (34,6%) an Neuzuordnungen in der Einheit $E_{2\gamma}$, was jedoch nicht weiter verwundert, befindet sich doch in diesem Abschnitt der Umschlag von der Epidot- zur Apatitfacies.

Die zur Gruppentrennung beitragenden Variablen ergaben sich anhand der 1. Diskriminanzfunktion. Es sind dies in abnehmender Folge: Epidot, Granat, Apatit, Zirkon, Dolomit und Calcit.

Zur Unterscheidung der einzelnen sedimentpetrographischen Einheiten wurden die mittleren quadratischen Abstände errechnet. In der Bohrung Romanens 1 sind alle 6 Einheiten signifikant voneinander verschieden, wobei jedoch die Einheit E_{sub} die grösste Eigenständigkeit besitzt. Ihre sedimentpetrographische Ähnlichkeit zu den anderen Einheiten wird mit zunehmender stratigraphischer Tiefe immer geringer.

---

[3]) Dieses Verfahren besteht darin, die durch Diskriminanzfunktionen vollzogene Trennung von Gruppen auf ihre signifikante Verschiedenheit zu testen sowie die Proben anhand der gefundenen Parameter neu zuzuordnen.

6. Das Profil der Bohrung Romanens 1 im Vergleich zu den angrenzenden Gebieten

Für den von uns angestrebten Vergleich war es zunächst notwendig, Probematerial aus den verschiedenen Schuppen (vgl. Fig. 1) der fribourgischen subalpinen Molasse aufzusammeln. Für die Erstellung der schwermineralogischen Daten stand uns ferner das von FÜCHTBAUER (1964) publizierte Datenmaterial zur Verfügung, welches wir in das Verteilungsmuster der Schwerminerale mit einbezogen. Die aus dem Jahre 1964 von VERNET stammenden Schwermineralanalysen konnten wir nicht berücksichtigen, da sie auf einer zu stark abweichenden Untersuchungsmethodik basieren[4]).

Auf Figur 5 haben wir die SM-Verteilungen der subalpinen Molasse gegenüber der mittelländischen Molasse (Bohrung Romanens 1, E_{3+4} bis E_1) aufgetragen. Auf den ersten Blick sieht man einen deutlichen Unterschied. So zeigen die fünf unteren Balken der Bohrung Romanens 1 eine stetige Abnahme des Epidots gegenüber einem reziproken Verhalten des Apatits. Die zu Beginn recht spärlich vorhandenen Schwerminerale Granat, Zirkon und Turmalin werden in den Einheiten $E_{2\gamma}$, $E_{2\beta}$, $E_{2\alpha}$ und E_1 zu Hauptgemengteilen (>10%). In der Einheit E_1 tritt als weiteres Charakteristikum der Spinell hinzu. Die SM-Verteilung in der Einheit E_{3+4}, «Burdigalien» und «Aquitanien» (zweitoberster Balken der Fig. 5), besteht zu mehr als 70% aus Epidot sowie zu 13% aus Apatit und bestätigt somit die schwermineralogischen Merkmale für jüngere Molassesedimente. Anhand der Schwer- und Leichtminerale kann diese Einheit nicht weiter unterteilt werden. Es ergeben sich jedoch deutliche Hinweise aus der Lithologie (plötzliche Abnahme der Siliciklastika von 64% auf 27% bei 360 m), diese Einheit in die Couches de Mausson («Burdigalien») und Molasse grise («Aquitanien») aufzuschlüsseln.

Die Einheit E_{sub}, «Chattien» supérieur, subalpine Molasse mit ihrer SM-Assoziation Granat-Epidot-Staurolith und Alkalihornblende, lässt sich als einzige der in der Bohrung Romanens 1 ausgeschiedenen Einheiten mit den Oberflächenproben (Fig. 5, fünftunterster Balken) vergleichen, was jedoch nicht verwundert, da beide der subalpinen Molasse angehören. Ein weiterer schwermineralogischer Vergleich der älteren Molassesedimente der Oberflächenproben (Fig. 5, unterste 4 Balken) mit den zwar altersgleich, jedoch unterschiedlich transportierten Sedimenten der Bohrung ist durch die unterschiedliche SM-Vergesellschaftung (Staurolith) nicht möglich.

Bei der Bestimmung der SM aus den Oberflächenproben der jüngsten Sedimente der subalpinen Molasse («Aquitanien» inférieur - «Chattien» supérieur) konnten zwei verschiedene SM-Assoziationen erkannt werden, nämlich eine Epidot- sowie eine Granat-Apatit-Vergesellschaftung (Fig. 5, viert- und fünftunterster Balken). Dieses Nebeneinandervorkommen beider Vergesellschaftungen innerhalb einer Schuppe (Couches du Gérignoz) ist durch einen tektonischen Aspekt durchaus verständlich und erklärbar. So finden sich auf der tektonischen Karte der Region

---

[4]) Einstweilen verstehen wir nicht, weshalb von den 26 Proben der subalpinen Molasse, die von VERNET (1964) publiziert sind, bloss eine einzige 4 Spinelle (in den Couches du Gérignoz) enthielt. In der Literatur der letzten 15 Jahre wurde er als typisches «Leitmineral» für die tiefere USM und UMM (GASSER 1966; SCHLANKE 1974, 1978) beschrieben und ist auch im Untersuchungsgebiet an der Schwermineralverteilung mitbeteiligt (vgl. unterste 4 Balken der Figur 5).

von Bulle (MORNOD 1949) für die Schuppe von Gérignoz Hinweise eines Faltenbaus. GASSER (1966) konnte in seiner Arbeit «Sedimentologische Untersuchungen in der äusseren Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs (Kt. Luzern)» den Faltenbau der Granitischen Molasse (Chattien - Aquitanien) durch das Auftreten zweier SM-Spektren - einer Epidot-Granat-Kombination in den Synklinalkernen (höherer Teil der Granitischen Molasse) und einer Granat-Zirkon-Apatit-Kombination in den Antiklinalkernen (tieferer Teil der Granitischen Molasse) - beweisen. Zwar bedürfen unsere Untersuchungen der fribourgischen subalpinen Molasse noch weiterer sedimentpetrographischer Daten, doch sprechen einerseits die unterschiedlichen SM-Spektren, andererseits ein divergierendes Einfallen innerhalb der Schuppe von Gérignoz für deren Zweiteilung. Wir haben deshalb auf Figur 1 die ehemals als Aquitanien inférieur bis Chattien supérieur ausgeschiedene Schuppe von

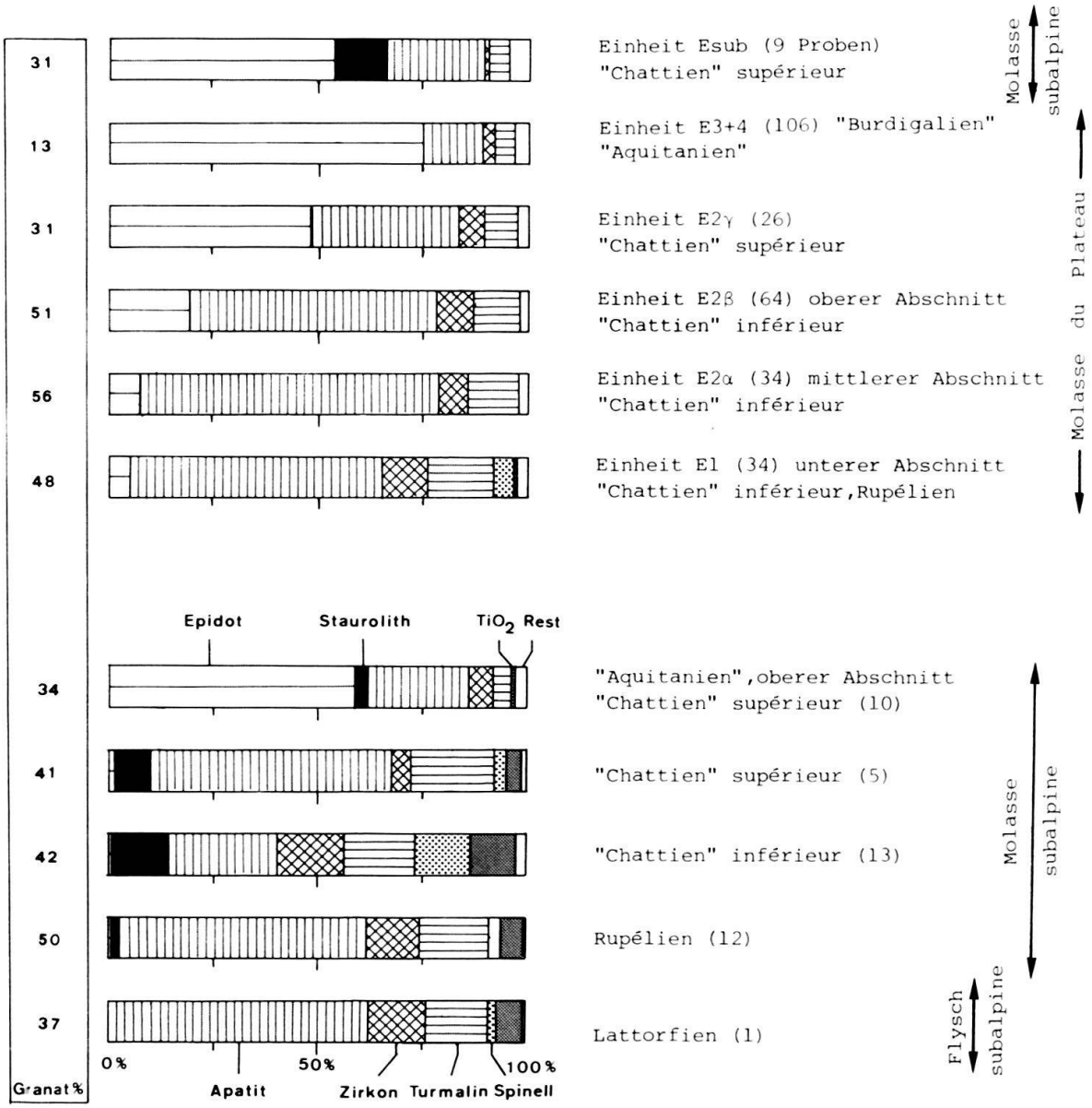


Fig. 5. Schwermineralogischer Vergleich der Proben Romanens 1 zu den Oberflächenproben der näheren Umgebung (vgl. Probeentnahmestellen auf Figur 1).

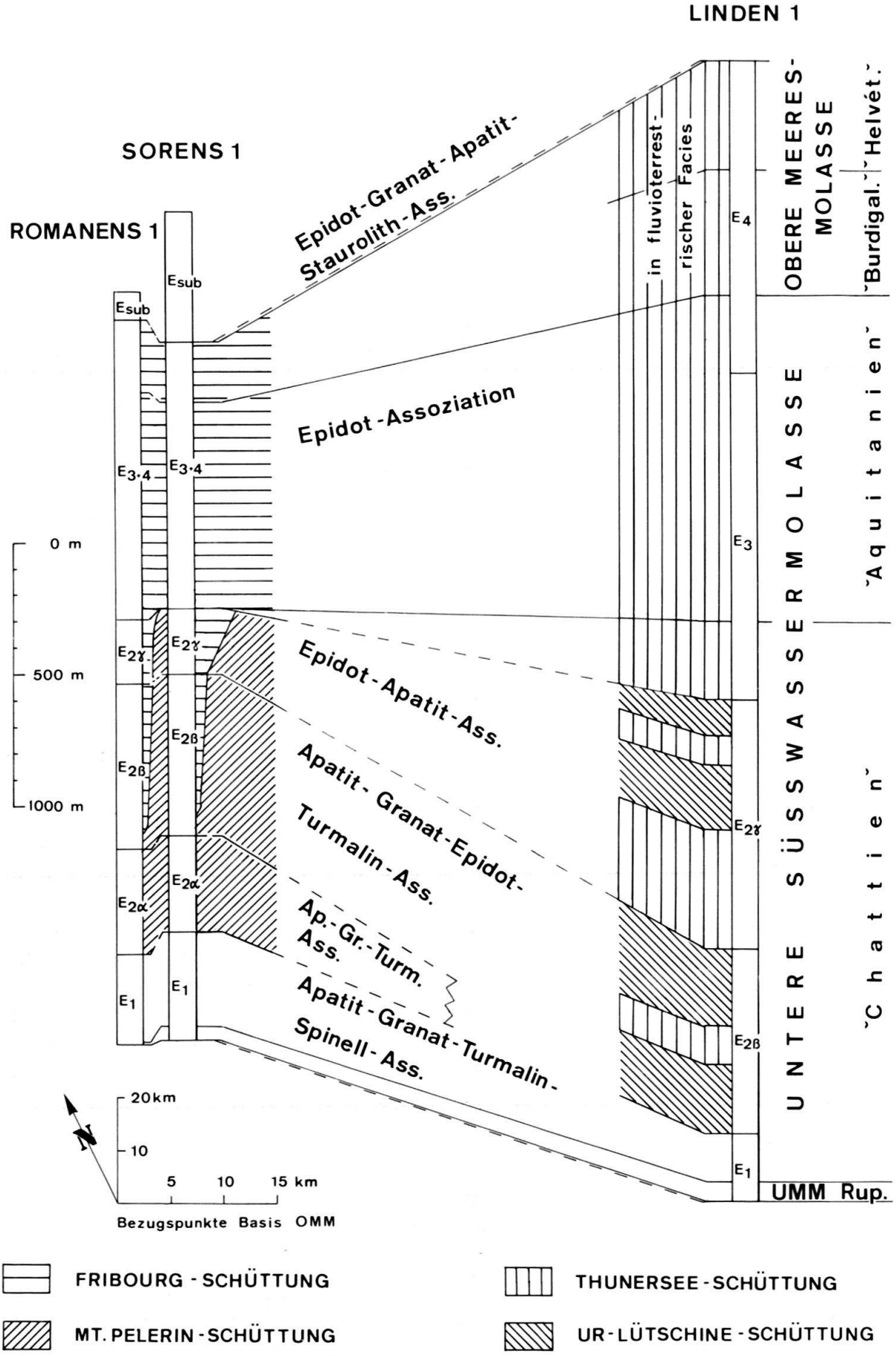


Fig. 6. Vergleich von Schwermineralvergesellschaftungen in den Bohrungen Romanens 1, Sorens 1 und Linden 1.

Gérignoz nach den schwermineralogischen Befunden in einen höheren epidotreichen Teil (± Aquitanien) und tieferen apatitreichen Teil (Chattien supérieur) geteilt. Was das SM-Spektrum der Couches de Chaffa (Chattien inférieur) betrifft, so zeigt dieses einen gleichmässigen Anteil von Apatit, Turmalin, Zirkon, Spinell, Staurolith und Rutil. Die in der Bohrung altersmässig gleiche Schicht ($E_{2\beta}$, $E_{2\alpha}$, höherer Abschnitt E_1) ist jedoch durch die Dominanz des Apatits und Turmalins sowie kleinere Anteile von Zirkon und Spinell geprägt. Staurolith tritt nur als akzessorischer Gemengteil in der Einheit $E_{2\beta}$ auf, ist jedoch ein typisches Schwermineral in den Oberflächenproben sowie im überschobenen Teil der Bohrung (Einheit E_{sub}).

Als mögliche Ursachen für das Auftreten unterschiedlicher SM-Spektren in der mittelländischen Molasse im Vergleich zur subalpinen Molasse seien folgende Überlegungen angebracht:

Die subalpine Molasse lag ursprünglich näher an der Schüttungsquelle als die mittelländische Molasse. Die daraus resultierende unterschiedliche Transportweite des Sediments bewirkte eine Veränderung der SM-Spektren, indem z. B. die für die subalpine Molasse charakteristischen Schwerminerale Staurolith und Alkalihornblende beim Transport in die mittelländische Molasse aufgrund ihrer guten Spaltbarkeit zertrümmert wurden.

Natürlich kann auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, dass durch das unterschiedliche Einsetzen des Epidots (in der Bohrung bereits im Chattien inférieur, in den Oberflächenproben mit dem Chattien supérieur) verschiedene Schüttungen beteiligt waren. So könnte in der Bohrung zur Zeit des Chattien inférieur das Material (Epidotfacies) aus einem westlichen Arm der Fribourg-Schüttung (BÜCHI 1977) geliefert worden sein, während die gleichaltrigen Oberflächenproben bereits zur Pèlerin-Schüttung (Apatitfacies) gehören.

Abschliessend sind auf Figur 6 die von uns schwermineralogisch bearbeiteten Bohrungen Romanens 1, Sorens 1 und Linden 1 miteinander verglichen. Sie wurden von verschiedenen Schüttungszentren beliefert, die längs des Alpenrandes mindestens 60 km auseinander lagen, doch zeigen sie in ihren Schwermineralassoziationen mit einer Ausnahme auffällige Übereinstimmung. Lediglich die Einheit $E_{2\alpha}$ von Romanens 1 hat in Linden kein Korrelat, weil sie eine Spezialität der Pèlerin-Schüttung im Chattien inférieur ist. Im übrigen muss das der Erosion anheimgefallene Hinterland der Pèlerin- bis und mit der Thunersee-Schüttung geologisch ähnlich aufgebaut gewesen sein. Ferner geht aus Figur 6 klar hervor, dass Linden nach lithologischer Ausbildung und Mächtigkeit dem zugehörigen Schüttungszentrum wesentlich näher gelegen war, als dies für Romanens und Sorens der Fall ist.

Verdankungen

Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der uns im Rahmen unseres Forschungsprojekts «Sedimentologische Geologie an vorwiegend detritischen Gesteinsabfolgen der Schweiz» die Untersuchungen ermöglichte. Ferner gilt unser Dank dem Bernischen Erdölkonsortium für die Erlaubnis zur vorliegenden Veröffentlichung, der elf aquitaine (suisse) exploration-production s.a. (Biel) für die Überlassung des Probenmaterials sowie für einige Informationen über die Bohrung, die wir nicht veröffentlichen durften. Der rege Meinungsaustausch mit Herrn J.M. Frautschi half uns über manche Klippe hinweg, wofür wir ihm herzlich danken. Dank gebührt auch den Herren Prof. Dr. A. Matter und Doz. Dr. H. Holzer für ihre kritischen Bemerkungen sowie unserer emsigen Mitarbeiterin im Labor, Frl. H. Haas.

LITERATURVERZEICHNIS

BÜCHI, U.P., & SCHLANKE, S. (1977): *Zur Paläogeographie der Schweizerischen Molasse.* - Erdöl-Erdgas-Z. *93,* 57-69 (Sonderausgabe 1977).

BÜCHI, U.P., WIENER, G., & HOFMANN, F. (1965): *Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz.* - Eclogae geol. Helv. *58/1,* 87-108.

DORTHE, J.P. (1962): *Géologie de la région au Sud-Ouest de Fribourg.* - Eclogae geol. Helv. *55/2,* 327-407.

EMMENEGGER, C. (1962): *Géologie de la région S de Fribourg.* - Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. *51.*

FABER, E., & NOLLAU, W. (1969): *Über Algorithmus zur mehrdimensionalen Diskriminanzanalyse.* - Schriftenreihe Deutsches Rechenzentrum, Heft *S-8,* 1-51.

FÜCHTBAUER, H. (1963): *Zum Einfluss des Ablagerungsmilieus auf die Farbe von Biotiten und Turmalinen.* - Fortschr. Geol. Rheinl. Westfal. *10,* 331-336.

— (1964): *Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen.* - Eclogae geol. Helv. *57/1,* 157-298.

GASSER, U. (1966): *Sedimentologische Untersuchungen in der äusseren Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs (Kt. Luzern).* - Eclogae geol. Helv. *59/2,* 723-772.

— (1968): *Die innere Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs (Kt. Luzern): Geologie und Sedimentologie.* - Eclogae geol. Helv. *61/1,* 229-319.

GRIMM, W.D. (1965): *Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse.* - Abh. bayer. Akad. Wiss. [N.F.] *121.*

HOFMANN, F. (1960): *Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebekken.* - Jb. st. gall. natw. Ges. *76,* 1-28.

IMBRIE, J., & PURDY, E.G. (1962): *Classification of modern Bahamian carbonate sediments.* - Mem. amer. Assoc. Petroleum Geol. *1,* 253-272.

JORDI, H.A. (1955): *Geologie der Umgebung von Yverdon.* - Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *99.*

MANSON, V., & IMBRIE, J. (1964): *Fortran-program for factor and vector analysis of geologic data using an IBM 7090 or 7094/1401 computer system.* - Spec. Distr. Publ. Geol. Surv. Kansas *13,* 1-46.

MCCAMMON, R.B., & WENNINGER, G. (1970): *The Dendrograph.* - Computer Contr. *48,* 1-27.

MAURER, H., FUNK, H.P., & NABHOLZ, W. (1978): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molasseabfolgen der Bohrung Linden 1 und ihrer Umgebung (Kt. Bern)* - Eclogae geol. Helv. *71/3,* 497-516.

MOOS, A. VON (1935): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen.* - Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *15/2,* 169-265.

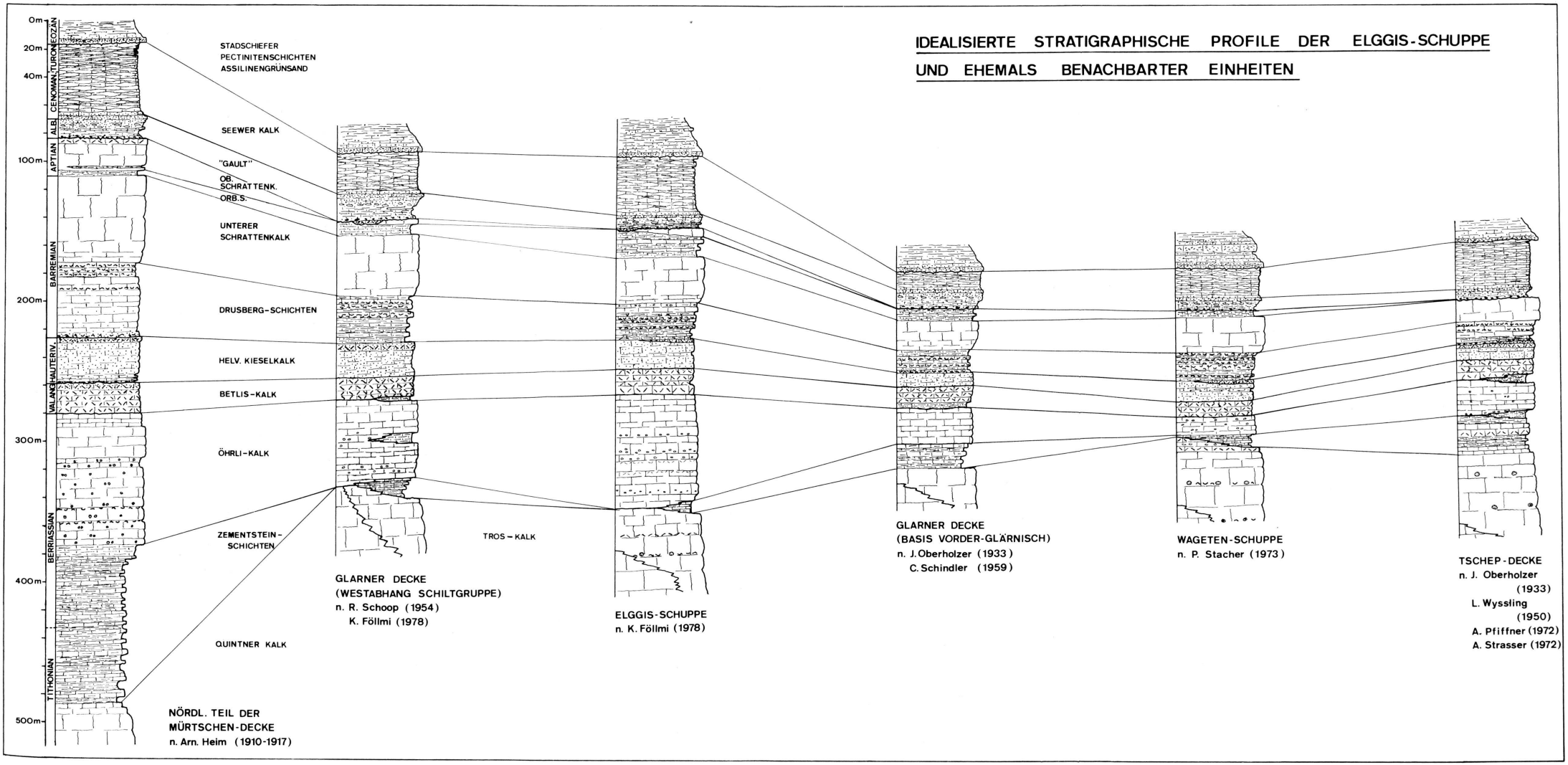
MORNOD, L. (1949): *Géologie de la région de Bulle (Basse-Gruyère), Molasse et bordalpin.* - Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *91.*

SCHLANKE, S. (1974): *Geologie der subalpinen Molasse zwischen Biberburg SZ, Hütten ZH und Ägerisee ZG, Schweiz.* - Eclogae geol. Helv. *27/2,* 243-332.

SCHLANKE, S., HAUBER, L., & BÜCHI, U.P. (1978): *Lithostratigraphie und Sedimentpetrographie der Molasse in den Bohrungen Tschugg 1 und Ruppoldsried 1 (Berner Seeland).* - Eclogae geol. Helv. *71/2,* 409-425.

SCHWARZENBACH, G. (1960): *Die komplexometrische Titration.* - Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart.

VERNET, J.P. (1964): *Pétrographie sédimentaire des formations molassiques de la région de Bulle à Vevey.* - Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. *31/80,* 25-32.


IDEALISIERTE STRATIGRAPHISCHE PROFILE DER ELGGIS-SCHUPPE
UND EHEMALS BENACHBARTER EINHEITEN
0m
20m
40m
100m
200m
300m
400m
500m
EOZÄN
TURON
CENOMAN
ALB
APTIAN
BARREMIAN
VALANGIN
HAUTERIV.
BERRIASSIAN
TITHONIAN
STADSCHIEFER
PECTINITENSCHICHTEN
ASSILINENGRÜNSAND
SEEWER KALK
"GAULT"
OB. SCHRATTENK.
ORB.S.
UNTERER SCHRATTENKALK
DRUSBERG-SCHICHTEN
HELV. KIESELKALK
BETLIS-KALK
ÖHRLI-KALK
ZEMENTSTEIN-SCHICHTEN
QUINTNER KALK
NÖRDL. TEIL DER MÜRTSCHEN-DECKE
n. Arn. Heim (1910-1917)
TROS-KALK
GLARNER DECKE
(WESTABHANG SCHILTGRUPPE)
n. R. Schoop (1954)
K. Föllmi (1978)
ELGGIS-SCHUPPE
n. K. Föllmi (1978)
GLARNER DECKE
(BASIS VORDER-GLÄRNISCH)
n. J. Oberholzer (1933)
C. Schindler (1959)
WAGETEN-SCHUPPE
n. P. Stacher (1973)
TSCHEP-DECKE
n. J. Oberholzer (1933)
L. Wyssling (1950)
A. Pfiffner (1972)
A. Strasser (1972)