

Summary = Zusammenfassung

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **61 (1968)**

Heft 1

PDF erstellt am: **20.09.2024**

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.

Fig. 10 Die quantitative, petrographische Geröllverteilung in der Beichlen-Farneren-Nagelfluh	282
Fig. 11 Die quantitative, petrographische Geröllverteilung in der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh	283
Fig. 12 Das Steinbach-Profil (Profil 8)	286
Fig. 13 Querprofile durch die innere Zone der subalpinen Molasse im Gebiet des Entlebuch (vgl. Tafel I)	288
Fig. 14 Resultate der Karbonat- und Leichtmineralanalysen aus der inneren Zone der subalpinen Molasse, dargestellt in den auf Fig. 13 ausgeschiedenen Profiltrassen	289
Fig. 15 Die Leichtminerale der inneren Zone der subalpinen Molasse in Dreiecksprojektion	291
Fig. 16 Resultate der Schwermineralanalyse aus der inneren Zone der subalpinen Molasse, dargestellt in den auf Fig. 13 ausgeschiedenen Profiltrassen	294
Fig. 17 Unterscheidungsmöglichkeiten der lithostratigraphischen Einheiten anhand sedimentpetrographischer Kriterien: Resultate der Diskriminanzanalyse	297
Fig. 18 Paläogeographisches Schema für das fluvioterrestrische Stampien im Gebiet des Entlebuch	303
Fig. 19 Tektonik der inneren Zone der subalpinen Molasse im Gebiet des Entlebuch, dargestellt in den auf Fig. 13 ausgeschiedenen Profiltrassen	305
Tab. 1 Sandstein-Mergel-Verhältnis im Rupélien des Strassenprofils Fruttegg-Chratzerenberg	243
Tab. 2 Sandstein-Mergel-Verhältnis im Rupélien des Büeltibach-Profiles	246
Tab. 3 Numerische Parameter des Detailprofils Fig. 3 aus dem Rupélien an der Strasse Fruttegg-Chratzerenberg	248
Tab. 4 Numerische Parameter des Detailprofils Fig. 4 aus dem Rupélien an der Strasse Fruttegg-Chratzerenberg	249
Tab. 5 Ostrakodenfundstellen	250
Tab. 6 Numerische Parameter für das Sammelprofil durch die Beichlen-Farneren-Nagelfluh (Fig. 5) an der neuen Strasse Schüpfheim-Fruttegg-Chratzerenberg	254
Tab. 7 Numerische Parameter für das Sammelprofil durch die Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh (Fig. 6) an der Strasse Ober Ängelgraben-Risetloch	256
Tab. 8 Verzeichnis der Lokalitäten der gezählten Nagelfluhproben	264
Tab. 9 Numerische Werte der quantitativen, petrographisch-stratigraphischen Geröllanalyse	281
Tab. 10 Zusammenstellung der Resultate aller an den Proben ausgeführten Untersuchungen	308

SUMMARY

The present study deals with the lithostratigraphy and sedimentology of the inner (southern) zone of the Subalpine Molasse in the Entlebuch area, situated 25 km west of Lucerne. This zone consists of marine-brackish and fluvioterrestrial series of Stampian age. In the Waldemme section (see plate 1) the inner zone is built up of two imbricated thrust sheets, dipping isoclinally SE

- the Beichlen-Farneren thrust sheet in the NW
- the Hilfern thrust sheet in the SE

The Beichlen-Farneren thrust sheet starts with marine-brackish marls, bearing ostracodes, which are overlain by some 20 meters of sandstones (Horwer Platten) and by a > 1300 m thick cyclical fluvioterrestrial sequence of conglomerates, sandstones and marls. The ostracode fauna indicates a Rupelian age of the marine-brackish units, while the precise position of the fluvioterrestrial beds within the Stampian is uncertain.

The Hilfern thrust sheet consists of a marine-brackish sandstone-marl alternation of up to 1300 m in the Waldemme section. Conglomeratic intercalations at the Spirberg form a local fan (Flühlinagel-

fluh). The accompanying marls contain the well known fish fauna described by FRÖHLICHER & WEILER (1952) which indicates a Rupelian age. Except from nannoplanton (cf. SCHERER, 1961) no other microfossils were found. Yet in the upper beds of the Hilferen thrust sheet the same ostracode fauna was isolated which was also recognized at the base of the Beichlen-Farneren thrust sheet. Further NE in the Hilferen thrust sheet fluvioterrestrial conglomerates, the Heuboden-Äschitannen fan, which reaches a thickness of up to 1500 m, succeed the marine-brackish series.

The lowermost beds of the Hilferen thrust sheet, not discussed in this paper, might be of Lattorfian age. Some of the sandstones of these lowermost beds belong to the so called Grès du Val d'Illeiz-type because they contain basic volcanic rock fragments (VUAGNAT, 1952). Moreover the sandstones show the typical primary sedimentary structures of flysch deposits which diminish successively upwards. This clearly indicates a transition from flysch-type to molasse-type sedimentation. The lateral change in the tectonic pattern of the investigated area from fault tectonic in SW to fold tectonic in the NE is due to the reduction of primary thickness in the Beichlen-Farneren fan.

The above mentioned lithostratigraphic units have been examined by sedimentary petrographic methods. Using the discriminant function it was statistically tested if the lithostratigraphic units differ from each other with regard to their mineral and pebble content.

Petrographical results

1. Conglomerates

The conglomerates in the Beichlen-Farneren fan and the Heuboden-Äschitannen fan, which are both of the same age, consist mainly of flysch sandstone pebbles. Those of the Heuboden-Äschitannen fan chiefly originate from the Ultrahelvetic nappes, those of the Beichlen-Farneren fan from the Prealpine nappes. The higher percentage of spongites and granites (incl. aplites) and the lower content of flysch pebbles in Beichlen-Farneren fan are significantly different from those of the Heuboden-Äschitannen fan.

2. Carbonate content

The Molasse of Stampia n age is characterized by a continuous increase of the carbonate content from 24 % at the bottom of the marine-brackish series to 41% at the top of the fluvioterrestrial series reflecting the augmentation of carbonate detritus in the sandstones. The calcite-dolomite ratio in the Heuboden-Äschitannen fan is higher than in the Beichlen-Farneren fan because of the higher content of dolomitic flysch material from the Prealpine nappes in the latter.

3. Light mineral analysis

The composition of the conglomerates also affects that of the sandy matrix: The sandstones of the Beichlen-Farneren fan have a higher amount of feldspar than those of the Heuboden-Äschitannen fan. This is due to the higher percentage of crystalline pebbles in the Beichlen-Farneren fan. The high amount of quartz with straight extinction in the Heuboden-Äschitannen fan proves an unstrained source area. The abundance of feldspar in the Steinibach-series probably demonstrates the diminishing influx of volcanic detritus. The heterogeneous distribution of the light minerals in the Subalpine Flysch seems to confirm its imbricated structure proposed by FURRER (1949).

4. Heavy mineral analysis

The inner zone of the Subalpine Molasse of the Entlebuch area displays a principally uniform heavy mineral assemblage that can roughly be characterized as a garnet-apatite association. It is modified by a redbrown spinel, the most significant mineral of the inner zone. It has been shown that this mineral was reworked from Prealpine flysch sediments. Weathering of a garnet bearing gneis which is still found as pebbles in the conglomerates lead to the high garnet content. Examination of the heavy minerals from some alpine flysch deposits showed that only the flysch of the Prealpine nappes holds spinel (cf. footnote 12). The Niesen Flysch demonstrates an apatite-zircon-tourmaline suite, the Ultrahelvetic Flysch a tourmaline-zircon assemblage. A sudden change of the heavy mineral associations within the Subalpine Flysch confirms once more its imbricated structure.

5. Statistical interpretation of the petrographical results by means of the discriminant function

The discriminant function is the most convenient statistical test for the interpretation of mutually dependant petrographical dates. It gives the following results (cf. Fig. 17):

- The Subalpine Flysch is distinguishable from the Steinibach-series at 98% probability level by means of calcite and apatite chiefly.
- The Steinibach-series differs from the ostracode bearing upper part of the Lower Stampian with 98% probability owing essentially to spinel and epidote.
- The separation between the Horwer Platten and the ostracode bearing part of the marine-brackish Stampien is less distinct (87% probability).
- The discrimination between the Horwer Platten and the Beichlen-Farneren fan is even worse (82% probability) and indicates a common source. The Heuboden-Äschitannen fan, however, is clearly separated from the Horwer Platten (98% probability). This means probably that the river system of the Heuboden-Äschitannen fan did not yet exist during deposition of the Horwer Platten.

6. Palinspastic outline

At the change from Lattorfian to Rupelian the lower marl series of the Spirberg with intercalations of 'Grès du Val d'Illiez' has been deposited in a small trough bordering the Alpine front. The general aspect of the sediments clearly shows flysch facies. The conglomeratic intercalations in the upper part display the change in sedimentation from flysch-type to molasse-type. At the same time the small marine trough of the Lower Stampian becomes shallower. At the begin of the Horwer Platten sedimentation the filling of the Rupelian trough is practically achieved. The early river Aare with its main drainage area in the Prealpine units builds up the alluvial fan of the Beichlen-Farneren. Contrary to the river of Aare, which cut deeply in the Alpine body, a local torrential river system eroding the frontal part of the Alps deposits the Heuboden-Äschitannen fan.

ZUSAMMENFASSUNG

Die innere Zone der subalpinen Molasse im Gebiet des Entlebuchs (westlich Luzern), welche die marin-brackischen und fluvioterrestrischen Gesteinsabfolgen des Stampiens umfasst, wurde geologisch und sedimentologisch bearbeitet. Im Waldemme-Profil (vgl. Tafel I) ist die innere Zone gekennzeichnet durch einen isoklinal nach SE einfallenden Schuppenbau, gebildet durch

- die Beichlen-Farneren-Schuppe im NW
- die Hilfern-Schuppe im SE

Die *Beichlen-Farneren-Schuppe* besteht aus einer marin-brackischen Basiszone, welche die ostrakodenführenden Grisiger Mergel und die aus ihnen hervorgehenden Horwer Platten umfasst, und einer > 1300 m mächtigen fluvioterrestrischen, zyklisch gegliederten Nagelfluh-Sandstein-Mergel-Abfolge. Während das Rupélien-Alter der marin-brackischen Einheiten anhand einer Ostrakodenfauna als gesichert gelten kann, bleibt die Alterzuweisung der fluvioterrestrischen Serie noch offen. Ihr generell stampisches Alter steht jedoch fest.

Die *Hilfern-Schuppe* umfasst eine marin-brackische Sandstein-Tonmergel-Abfolge, die im Waldemme-Querschnitt eine normalstratigraphische Mächtigkeit von > 1300 m erreicht. Grob-detritische Einlagerungen am Spirberg (Flümlinagelfluh) bilden einen lokal begrenzten unterstampischen Schutfächer. Die im Bereich dieser Spirberg-Schüttung liegende berühmte Fischfundstelle im Steinibach (vgl. FRÖHLICHER & WEILER, 1952) ergibt Rupélien-Alter dieser Ablagerungen. Trotz intensiver Schlammversuche (ca. 40 Proben) konnte in der Steinibach-Serie keine altersweisende autochthone Mikrofauna gefunden werden. Erst weiter nordöstlich im marin-brackischen Dach der Hilfern-Schuppe, die dort auch Horwer Platten und fluvioterrestrisches Stampien aufnimmt, wurde die schon an der Basis der Beichlen-Farneren-Schuppe identifizierte Ostrakodenfauna von Rupélien-Alter wiedergefunden.

Die basale Tonmergel-Serie der Hilfern-Schuppe am Spirberg, die altersmässig nach HOLLIGER (1953) eventuell noch ins Lattorfien reichen dürfte, wurde einstweilen noch nicht näher untersucht. Das Auftreten von Sandsteinen vom Typus Grès du Val d'Illiez in diesen tiefsten Teilen sowie die Häufigkeit der für die Flyschsedimentation charakteristischen primären Sedimentstrukturen, die gegen das Hangende allmählich zurücktreten, legen die Vermutung nahe, dass sich in der Hilfern-Schuppe der Übergang von Flysch- zu Molassesedimentation vollzieht. Diesem Problem, verbunden mit einer sedimentologischen und mikropaläontologischen Untersuchung der basalen Spirberg-Abfolge, soll später eine besondere Arbeit gewidmet werden.

Gegen NE wird das fluvioterrestrische Stampien der Beichlen-Farneren-Schuppe immer geringmächtiger, während die Hilfern-Schuppe in ihrem Dach fluvioterrestrische Serien aufnimmt, die am Heuboden (vgl. Tafel I) auf rund 900 m, am Regenflüli sogar auf 1500 m (SCHNEIDER, 1959) Mächtigkeit anschwillt. Parallel mit dieser Verlagerung des fluvioterrestrischen Stampiens von der Beichlen-Farneren-Zone in die Hilfern-Zone (= Heuboden-Äschitannen-Zone) gegen NE geht ein Wechsel in der Tektonik vor sich, indem sowohl die Beichlen-Farneren- wie die Hilfern-Schuppe ihren Schuppencharakter einbüßen und sich zu einer Synklinale resp. Antiklinale zurückbilden (vgl. Fig. 19). Die Ursachen dieses Wechsels im Baustil und die Beziehungen der marin-brackischen resp. fluvioterrestrischen Gesteinsserien der beiden Zonen wurden mit sedimentologischen Methoden geklärt. Zusätzlich wurde mit Hilfe der Diskriminanzanalyse geprüft, inwiefern sich die lithostratigraphischen Einheiten, insbesondere die makroskopisch gleichaussehenden Mergel der subalpinen Molasse und des subalpinen Flysches, durch sedimentpetrographische Kriterien unterscheiden lassen (vgl. Fig. 17).

In einem ersten Teil wurden die am Aufbau der inneren Zone beteiligten Gesteinsserien mit stratonomischen Daten erfasst (vgl. Fig. 1–6, Tab. 1–4 und Tab. 6–7).

In einem zweiten Teil wurden an Probeserien, die von Profilabschnitten quer durch die ganze innere Zone der subalpinen Molasse stammen (vgl. Fig. 12 und 13), Karbonatbestimmungen, Leicht- und Schwermineralanalysen (vgl. Fig. 12, 14 und 15 sowie Fig. 12 und 16) durchgeführt. Zudem wurden in den fluvioterrestrischen Serien 17 Geröllproben analysiert und statistisch ausgewertet (vgl. Fig. 7 und 8 sowie 10, 11 und 17).

Sedimentpetrographische Ergebnisse

1. Geröllanalysen:

Die Beichlen-Farneren-Nagelfluh und die Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh, deren Gleichaltrigkeit durch die in ihrem Liegenden auftretenden, identischen Ostrakodenfaunen erwiesen werden konnte, zeichnen sich beide durch eine Vormacht an Flyschkomponenten aus (vgl. Fig. 10 und 11). Diejenigen der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh stammen vorwiegend aus dem Ultrahelvetikum, diejenigen der Beichlen-Farneren-Nagelfluh aus den prealpinen Decken (vgl. Fussnote 12). Durch den höheren Gehalt an Spongiten (16% gegen 7%), an hellen Graniten inkl. Apliten (2% gegen 0,5%) und durch den geringeren Gesamtanteil an Flyschgeröllen unterscheidet sich die Beichlen-Farneren-Nagelfluh von der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh mit 93–100% Sicherheit (vgl. Fig. 17).

2. Karbonatbestimmungen:

Die stampische Molasse ist gekennzeichnet durch eine Zunahme des Karbonatgehaltes von durchschnittlich 24% in den unteren marin-brackischen Teilen auf 41% in den oberen fluvioterrestrischen Ablagerungen. Diese Zunahme ist vorwiegend auf vermehrten Karbonatdetritus in den Sandsteinen zurückzuführen, wobei die Dolomitarenitkomponenten gegen das Hangende stets wichtiger werden. Das gegenüber der Beichlen-Farneren-Nagelfluh (4) stark erhöhte Calcit-Dolomit-Verhältnis der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh (12) bestärkt die aus den Geröllanalysen hervorgegangene Feststellung, dass die dolomitreichen Flyschgerölle aus den präalpinen Decken (= Gruppe I) in der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh zurücktreten.

3. Leichtmineralanalyse:

Die im grossen uniforme Verteilung der Leichtminerale in allen untersuchten Komplexen zeigt im kleinen einige interessante Erscheinungen (vgl. Fig. 12 und 15):

- Die Geröllzusammensetzung der Nagelfluhen zeichnet sich in der Leichtmineralzusammensetzung des feindetritischen Materials ab, indem dieses in der kristallinreicheren Beichlen-Farneren-Nagelfluh mehr Feldspat führt als in der kristallinarmen Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh (vgl. Fig. 15). Der hohe Gehalt an dunkel auslöschenden Quarzen in der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh lässt auf ein tektonisch nicht stark beanspruchtes Liefergebiet schliessen.
- Der Feldspatreichtum der Steinibach-Serie weist wahrscheinlich auf den abklingenden Einfluss vulkanitischer Materialzufuhr hin (vgl. Fig. 15).
- Die heterogene Leichtmineralverteilung im subalpinen Flysch scheint den von FURRER (1949: 149) angenommenen Schuppenbau dieses Komplexes zu bestätigen.

4. Schwermineralanalyse:

Die innere Zone der subalpinen Molasse des Entlebuchs hat eine prinzipiell einheitliche Schwermineralvergesellschaftung, die grob als Granat-Apatit-Kombination umschrieben werden kann. Diese Vergesellschaftung wird gegen das Hangende in zunehmendem Masse von einem rotbraunen Spinell (Lichtbrechung von 1,79–1,95 und vereinzelt höher) modifiziert, der schlechthin als Leitmineral der stampischen Ablagerungen der inneren Zone zu bezeichnen ist (max. 85% des Schwermineralgehaltes). Dieses Mineral konnte eindeutig als Umlagerungsprodukt präalpiner Flyschgerölle (vgl. Fussnote 12) identifiziert werden. Der ungeheuer angereicherte Granat (max. > 1000% gegenüber den restlichen Schwermineralen) muss aus dem Abrieb von leichtverwitterbaren, granatführenden Gneisgeröllen stammen, wie sie in der Beichlen-Farneren-Nagelfluh und seltener in der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh noch gefunden werden. Schwermineraluntersuchungen an den heute im Rückland noch anstehenden Flyschkomplexen ergaben, dass nur die Flyschgesteine der präalpinen Decken Spinell führen (vgl. Fig. 9 und Fussnote 12). Der Niesenflysch zeigt eine Apatit-Zirkon-Turmalin-Vergesellschaftung, die ultrahelvetischen Flyschgesteine eine Turmalin-Zirkon-Kombination. Der abrupte Wechsel in der Schwermineralvergesellschaftung innerhalb des subalpinen Flysches von der spinellführenden Granat-Apatit-Kombination in eine Zirkon-Turmalin-Kombination spricht wieder für den von FURRER (1949: 149) postulierten Schuppenbau des subalpinen Flysches.

5. Statistische Auswertung der sedimentpetrographischen Resultate mit Hilfe der Diskriminanzanalyse:

Die in der Geologie noch recht wenig angewandte Diskriminanzanalyse ist der geeignete statistische Test zur Auswertung gegenseitig abhängiger sedimentpetrographischer Daten. Anhand dieses Tests wurde versucht, die lithostratigraphischen Einheiten gegeneinander abzugrenzen (vgl. Fig. 17):

- Der subalpine Flysch unterscheidet sich von der Steinibach-Serie mit 98% mittlerer Trennwahrscheinlichkeit in erster Linie durch den hohen Calcitgehalt und den niedrigen Apatitgehalt im subalpinen Flysch.
- Die Steinibach-Serie ist mit 98% Sicherheit durch niedrigen Spinell- und Epidotgehalt vom ostrakodenführenden oberen Teil des marin-brackischen Unterstampiens abzutrennen.
- Dieser letztere unterscheidet sich nur schlecht (im Mittel 87%) von den Horwer Platten, und zwar durch niedrigen Anteil an dunkel auslöschenden Quarzen und höheren Gehalt an Zirkon.
- Noch schlechter ist die Trennwahrscheinlichkeit (im Mittel 82%) der Horwer Platten von der Beichlen-Farneren-Nagelfluh durch den Granat- und Dolomitgehalt, der gegen das Hangende ansteigt. Daraus lässt sich ein gemeinsames Liefergebiet der beiden letztgenannten Komplexe ableiten. Die gute Unterscheidungsmöglichkeit der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh von den Horwer Platten – 98% durch niedrigen Apatitgehalt und hohen Anteil an dunkel auslöschendem Quarz in der Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh – zeigt, dass zur Zeit der Horwer Platten-Sedimentation das Flußsystem des Heuboden-Äschitannen-Nagelfluh-Schuttfächers wahrscheinlich noch nicht aktiv war.

6. Paläogeographie:

Aus den vorliegenden Untersuchungen ergab sich folgendes paläogeographisches Bild: An der Zeitwende Lattorfien-Unterstampien wird in einem schmalen, alpennahen Trog die basale Tonmergel-Abfolge des Spirbergs mit Einlagerungen von Grès du Val d'Illicz abgelagert. Der Gesamtaspekt der Sedimente weist noch eindeutig Flyschcharakter auf. Die grobdetritischen Einlagerungen im Hangenden (Flühlinagelfluh) zeigen als erste Delta-Schüttung einer Ur-Aare den Wechsel im Sedimentationstyp vom Flysch zur Molasse an. Parallel dazu geht eine fortschreitende Verflachung des unterstampischen Randtroges. Mit dem Einsetzen der Horwer Platten ist die Füllung des Rupélien-Troges praktisch vollendet. Die Ur-Aare mit ihrem Einzugsgebiet aus der Hasli-Maggia-Depression (STAUB, 1934: 64) fördert Schutt der präalpinen Einheiten in die perialpine Senke und bildet den Beichlen-Farneren-Schuttfächer. Im Gegensatz zu der sich tief in den Alpenkörper einschneidenden Ur-Aare stammt der Heuboden-Äschitannen-Schuttfächer von einem wildbachartigen Flußsystem, dessen Einzugsgebiet beschränkt ist auf den Steilabfall der Alpenfront – wo hauptsächlich Ultrahelvetikum bloss lag – in die voralpine Senke (vgl. Fig. 18).