

Stratonomie

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **67 (1974)**

Heft 2

PDF erstellt am: **07.07.2024**

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.

Während sich in der süddeutschen Vorlandmolasse der epidotreiche Abschnitt zwischen g- und f-Grenze nur schwer gliedern lässt, ist die analoge Abfolge im W besser differenzierbar. Bedingt durch die Nähe der Schuttfächerzentren konnte – von unten nach oben – ein Abschnitt mit Höhronen- und Napf-Interferenzen, eine reine Napf- und eine Hörnli-Schüttung nachgewiesen werden (Bohrung Küsnacht). In der Subalpinen Molasse (Schindellegi-Profil) lässt sich die Interferenz-Abfolge in einen Unterabschnitt mit Höhronen- und einen solchen mit Napf-Vormacht unterteilen.

6. STRATONOMIE

6.1 Allgemeines

Molasseschichten wurden nicht in unregelmäßiger Abfolge, sondern zyklisch abgelagert, das heißt: eine bestimmte Reihenfolge von Schichten wird mehrmals wiederholt (u.a. KRAUS 1923, BERSIER 1958, SCHIEMENZ 1960, LOMBARD 1963). Innerhalb eines Molassezyklus wird über jeder Schicht jeweils eine feinkörnigere Lage abgesetzt, was mit der schwankenden Energie des Transportmediums, etwa eines mäandrierenden Flusses, leicht erklärbar ist.

Ein idealer Zyklus würde folgendermassen aussehen:

- Ruhephase (Denudation, Erosion)
- 5. Kalke, Kohle } III
- 4. Mergel, Tone } III
- 3. Silte } II
- 2. Sandsteine } I
- 1. Konglomerate } I

In schuttfächerinternen Profilen liegt die Idealabfolge sehr selten vor. Vielfach treten die Zyklen mit je einem Vertreter aus den Gruppen I, II und III auf, wobei die Kombination I + II, I + III, II + III oder nur I, II oder III allein am häufigsten anzutreffen sind. Je nach Schuttfächer wird die eine oder andere Zusammensetzung bevorzugt.

Die Ruhephase über Schichtglied 5 der Idealabfolge kann schon nach früheren Zyklenstadien auftreten oder ganz fehlen. Die Tatsache, dass Fossilager meist in den höchsten Teilen eines Zyklus anzutreffen sind, scheint die Existenz solcher Ruhephasen zu bestätigen. In der Praxis ist es schwierig, den ursprünglichen Umfang eines Zyklus festzustellen. Vielfach werden feinkörnige Glieder oder ganze Zyklen vor der Ablagerung einer neuen, grobdetritischen Folge aberodiert und weggeschwemmt. Kohlenlinsen und Tongallen in basalen Konglomerat- und Sandsteinbänken könnten für vorangegangene Ruhephasen sprechen. Channelbildungen zeigen zwar an, dass erodiert wurde, die Lösung der Frage nach dem Was und Wieviel hängt jedoch von der horizontalen Ausdehnung des Aufschlusses ab (Fig. 26).

In Figur 26 wird veranschaulicht, dass Profil C hinsichtlich der zyklischen Gliederung mehr aussagt als die beiden übrigen Aufschlüsse A und B.

Schon früh erkannten die Geologen die Abhängigkeit der Molasse-Sedimentation vom orogenen Zyklus. Mehrere Autoren, so u.a. ARBENZ (1919), CADISCH (1923, 1928), WANLESS & WELLER (1932), STAUB (1934), KRUMBEIN & SLOSS (1951), CAROZZI (1954), PETTIJOHN (1957), vor allem aber SONDER (1956, 1958), versuchten, die tektonischen Bewegungen des Gebirges im orogenen Schutt wiederzufinden.

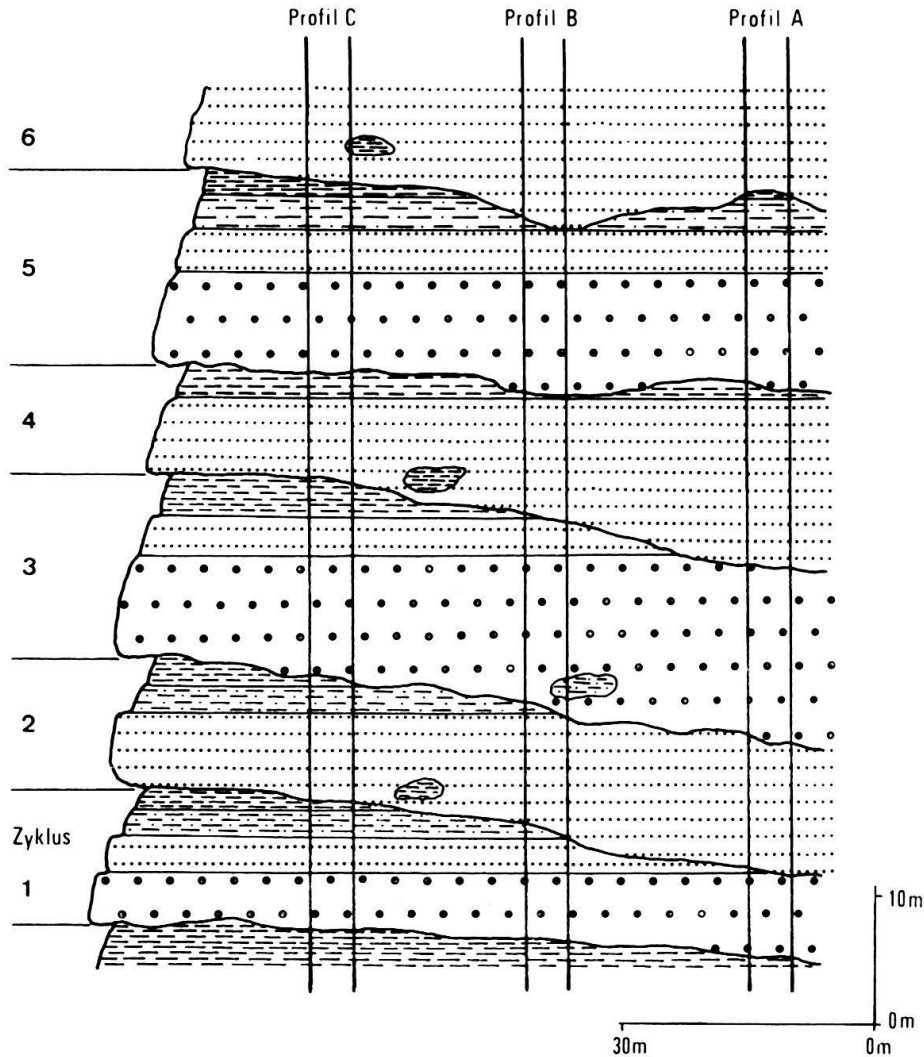


Fig. 26. Beispiel einer zyklischen Sedimentation in der Subalpinen Molasse.

Nach SONDER bewirken schon kleinere Spannungsvariationen der Erdkruste, als Folge orogener Einzelreaktionen, kurzfristige Hebungen und Senkungen (Krustenoszillationen) der gebirgsnahen Erdoberfläche (z.B. Molassetrog). Die Amplituden der Bewegungen sollen sich im orogenen Detritus in Form von Schichtung und zyklischer Gliederung manifestieren. Dabei werden für einen Molassezyklus Amplituden von etwa 50 m berechnet (SONDER 1958, S. 752), die Zeitdauer für eine Oszillation mit rund 30000 Jahren angegeben. Als direkte Ursache für die Schichtbildung lässt SONDER die sedimentäre Differentiation, welche hauptsächlich von der Transportkraft des Wassers abhängig ist, gelten, stellt aber den Energiewechsel des verfrachtenden Mediums in unmittelbare Abhängigkeit der Krustenoszillationen.

In den tektonischen Ereignissen lag die primäre Ursache für die Entstehung der Molasse und deren Hauptgliederung (UMM, USM, OMM, OSM). Die Detailgliederung in einzelne Schichten und Zyklen erfolgte hauptsächlich durch klimatische und meteorologische Faktoren. Bereits HEER (1855–1859) befasste sich mit den klimatischen Verhältnissen der Molassezeit und wies auf deren Bedeutung hin (vgl. auch

CAROZZI 1954). Beide Faktoren steuern gleichzeitig die Erosion im Hinterland und den Schutttransport ins Ablagerungsgebiet. Sowohl jahreszeitlich bedingte Klimaschwankungen als auch aussergewöhnliche Unregelmässigkeiten (lange Regenfälle) zeichnen sich heute wie zur Molassezeit im Sedimentationsbild ab (z.B. Warven, Molassezyklen, Murgänge, Bergstürze).

6.2 Methodik

Aus LOMBARDS (1963) stratonomischen Untersuchungsmethoden an Flyschserien wurde von GASSER (1966, 1968) der numerische Parameter sowie die «Courbe lithologique» in der Molasse-Stratonomie eingeführt. Diese beschränkte Auswahl ist bedingt durch die lithologische und genetische Verschiedenheit von Flysch und Molasse. Während das marine Milieu beim Flysch für eine eher gleichmässige Verteilung des feindetritischen Materials sorgte, gelangten in der USM Gerölle, Sandsteine und Mergel auf engbegrenztem Raum fast gleichzeitig zur Ablagerung. Die fluvio-terrestrische Fazies wird durch laterale Verzahnungen, Linsen, Tongallen, Lignitnester und Channelbildungen dokumentiert.

Von dieser Charakterisierung müssen die Ablagerungen der UMM ausgeklammert werden. Letztere weist viele sedimentologische Parallelen zum Flysch auf. Beiden sind Graded bedding, Schrägschichtung und eine Vielzahl von gemeinsamen Marken eigen. Etliche Schwierigkeiten bereitet zum Beispiel die Abgrenzung der «Subalpinen Flyschmolasse» von den marinen Rupelian-Tonen, die sich mit makroskopischen und mikroskopischen Kriterien kaum voneinander unterscheiden (REBER 1964, S. 101).

Als Standardserie für den numerischen Parameter wurden folgende Einheiten gewählt:

Nagelfluh-Geröllschnüre (Na)	
Sandstein	(Sa)
Silt	(Si)
Mergel, Ton	(Me)

Ursprünglich wurde dieses Schema noch weiter unterteilt. Es zeigte sich jedoch, dass beim horizontalen Wechsel der Lithofazies innerhalb eines Schuttfächers eine allzu feine Unterteilung dem analysierten Profil nur noch rein lokale Aussagekraft zukommen liesse. Durch den numerischen Parameter werden die Mächtigkeiten der Gesteinsklassen sowie die Anzahl der Schichten numerisch und prozentual erfasst.

Die lithologische Kurve verdankt ihren oszillierenden Verlauf einer mehr oder weniger regelmässigen Folge von Sedimentzyklen. Der Zyklenanalyse liegen folgende Regeln zugrunde:

1. Innerhalb eines Zyklus nehmen die Schichten von unten nach oben – sprunghaft oder stetig – an Korngrösse ab.
2. Jede Schicht gehört einem Zyklus an.

Somit lassen sich in einem Profil verschiedene Zyklentypen unterscheiden. Je nach Anzahl ihrer noch vorhandenen Glieder werden sie in Gruppen eingeteilt und als Zahlenkombinationen wiedergegeben (Fig. 27), wobei jede Zahl eine Lithofazies vertritt: 1 = Nagelfluh, 2 = Sandstein, 3 = Silt, 4 = Mergel, Ton. An sich müsste auch 5 = Süsswasserkalk, Kohle, fossile Böden aufgeführt werden; da diese Phase in den Profilen nicht erfasst wurde, wurde auf ihre Darstellung verzichtet.

Der Wert der Zyklenanalyse besteht darin, dass in einem gut aufgeschlossenen Profil der prozentuale Anteil der Zyklentypen objektiver dargestellt werden kann. Subjektiver dürfte die Interpretation der Daten ausfallen, die im Idealfall Aussagen über die Transportenergie und den Sedimentations-Rhythmus erlauben.

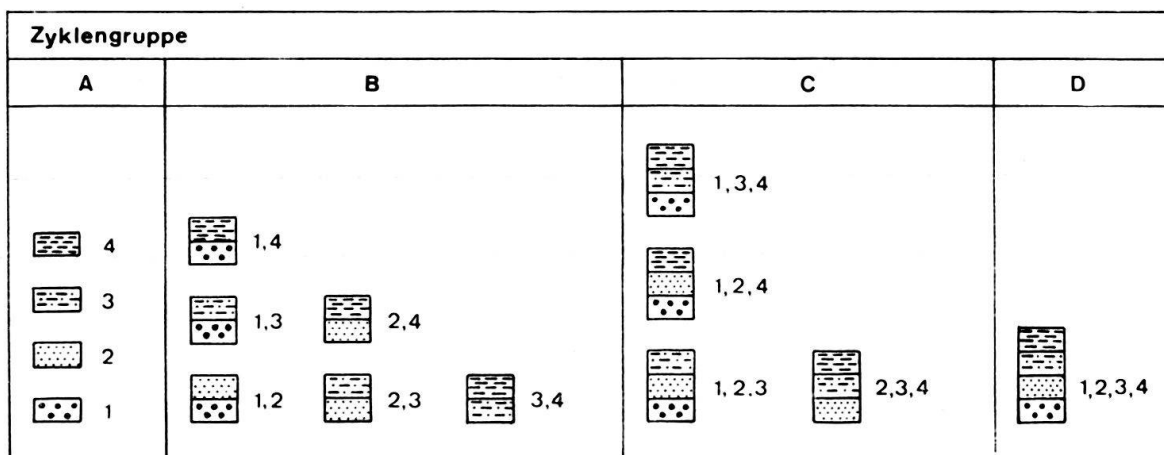


Fig. 27. Gruppierung der verschiedenen Molassezyklen.

In der Gruppe A wird jede einzelne Schicht vom nächsthöheren Zyklus direkt überlagert. Dessen Basisschicht ist in der Korngrösse gleich oder grösser, nie aber kleiner als A_{1-4} (vgl. Fig. 28). Für die Genese der «Zyklen» aus Gruppe A kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage:

1. Die im oberen Teil in Figur 28 gegebene Abfolge A_3, A_2, A_1 könnte durch ihre Korngrössenzunahme gegen das Hangende einem verkehrt liegenden C_{123} -Zyklus entsprechen. Diese Deutung trifft nicht zu, denn in allen Profilen konnte mittels Erosions- und Belastungsmarken an Schichtunterflächen die Normallage der Abfolge nachgewiesen werden.
2. Eine andere Erklärung für die Folge A_1, A_2, A_3 ergibt sich durch kontinuierliches Anschwellen der Transportkraft gegen das Hangende. Dem kann entgegeng gehalten werden, dass bei ansteigender Transportkraft nicht sedimentiert, sondern erodiert wird. Ausserdem wurde die für den Transport des grobdetritischen Materials notwendige hohe Energie mehrheitlich durch schnelle Entladung gespeicherter Reserven aufgebracht. Als Energiespeicher dienten Wasserläufe, die durch Akkumulation, Rutschungen oder Bergstürze zu Seen aufgestaut wurden und bei kritischem Wasserstand den Sperriegel durchbrachen. Fossile Baumstämme, heterogene Zusammensetzung der Geröllgrössen und fehlende Einregelung deuten auf katastrophentartige Überschwemmungen.
3. Die A-Zyklen sind basale Reste ursprünglich mehrgliedriger Zyklen, deren feinkörnige Lagen von der Basisschicht des nächsthöheren Zyklus wegerodiert wurde. Hierfür spricht vor allem die Tatsache, dass in grobdetritischen Basisschichten häufig aufgearbeitetes, feinkörniges Material (Mergellinsen, Tongallen) aus dem Dach des liegenden Zyklus zu finden ist.

Die Schichtfolgen der übrigen Gruppen B, C und D dürften im Profil auf Grund der Korngrössenabnahme zum Hangenden hin ohne weiteres als Zyklen erkannt

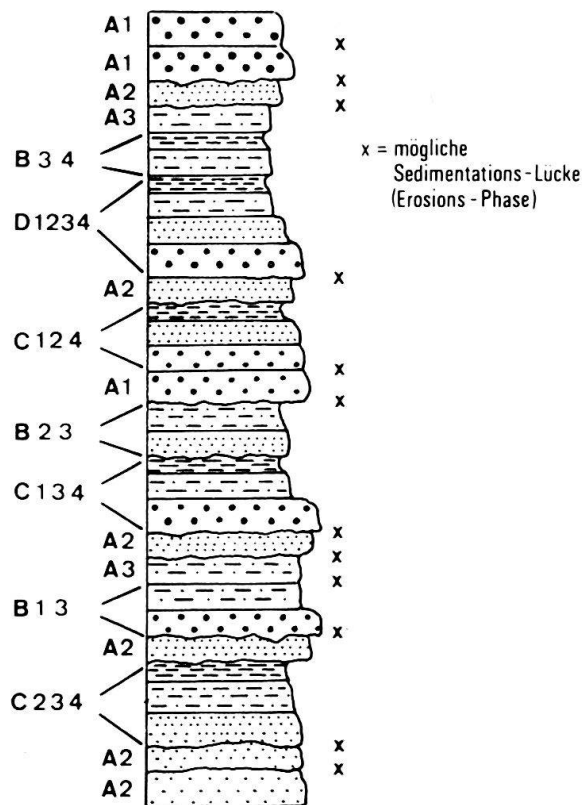


Fig. 28. Beispiel einer Zyklenabfolge in der Subalpinen Molasse.

werden. Einige – wie B₁₂, B₁₃ – wurden wie die A-Zyklen geköpft, andere – B₁₄, C₁₃₄ – verdanken ihre sprunghafte Korngrößenabnahme stark schwankenden Sedimentationsverhältnissen. Dieser unvollständige Zyklentyp ist in der Subalpinen Molasse häufiger anzutreffen als in schutfächerrandlichen Gebieten der Mittelländischen Molasse. Hier wurden kleinere Energieschwankungen im Hinterland durch die weite Transportdistanz gepuffert, so dass sie keinen Einfluss mehr auf die regelmässige Zyklenabfolge hatten.

6.3 Stratonomie der Morgarten-Schuppe

Die schlechten Aufschlussverhältnisse liessen keine eingehende stratonomische Bearbeitung dieser Abfolge zu. Auf Grund morphologischer Kriterien und kleinerer Aufschlüsse soll dennoch versucht werden, den stratonomischen Charakter dieser Einheit zu skizzieren.

Die tektonisch auf der Grindelegg-Schuppe liegende, vorwiegend rotviolett gefärbte Serie ist durch einen hohen Mergel- und Siltanteil (etwa 70%) gekennzeichnet. Gerölle fehlen vollständig; untergeordnet treten kleinere Kalksandsteinbänke auf. Diese Merkmale sowie die sedimentpetrographischen Befunde weisen die Abfolge in die Serie der «Molasse Rouge», die von verschiedenen Autoren (u.a. KAUFMANN 1872, 1887; HABICHT 1945; KLEIBER 1936; H.P. MÜLLER 1971) östlich und westlich des untersuchten Gebietes mehrfach beschrieben worden ist. Nach MÜLLER ist die Molasse Rouge starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen. Dies trifft auch auf das Untersuchungsgebiet zu, wo maximale Mächtigkeiten von rund 20 m, minimale von 5 bis 6 m beobachtet wurden. Die Differenzen sind vor allem auf die starke

tektonische Beanspruchung zurückzuführen (Haupt-Aufschiebung). In der Folge wurden Teile der Serie verdoppelt oder reduziert. An der Rigi, wo die stratigraphische Basis der Molasse Rouge sichtbar ist, lässt es sich nachweisen, dass auch primäre Mächtigkeitsschwankungen auftreten (mündl. Mitt. B. Stürm). Die längs des östlichen Ägerisee-Ufers über der Molasse Rouge folgende Serie lässt sich in zwei Teile gliedern:

- a) Der untere erstreckt sich von der Molasse Rouge bis zum Morgartenberg und lässt wegen seiner flachwelligen Morphologie auf eine geringe Nagelfluh-Führung schliessen. Zudem bestehen die spärlichen Aufschlüsse an den Südhängen des oberen Ägerisees vorwiegend aus Sanden und Silten. Ähnliche Verhältnisse wurden von A. Rissi (mündl. Mitt.) im unteren Teil des Rossbergs beobachtet, allerdings mit einem etwas höheren Anteil an grobkörniger Fraktion. Westlich davon, an der Rigi, wo die Konglomeratfraktion wesentlich am Aufbau beteiligt ist, wird die entsprechende Serie von STÜRM (1969) als Weggiser Kalknagelfluh beschrieben.
- b) Bessere Einsicht in die stratonomischen Gegebenheiten gewährt der obere Teil der Morgarten-Schuppe. Im Gegensatz zum unteren herrschen hier grobdetritische Abfolgen vor und dominieren vom Morgartenberg bis zum Molasse/Flysch-Kontakt das lithologische Bild. Untersuchungen des Morgartenbergs sind durch A. Rissi im Gange.

6.4 Stratonomie der Grindelegg-Schuppe

Ein für den oberen Teil der Grindelegg-Abfolge charakteristisches Profil wurde im Sulzeggwald (etwa 2,5 km nördlich Rothenthurm) aufgenommen. Das stratonomische Bild wird durch den unruhigen Verlauf der lithologischen Kurve (Fig 30) und die unregelmässige Folge von «geköpften», lückenhaften und vollständigen Zyklen geprägt (Tab. 9). Zu beachten ist der hohe Anteil an A₁-, A₂- und A₃-Zyklen.

Tabelle 9. Zyklenanalyse der Grindelegg-Schuppe (Profil A).

A ₁	A ₂	A ₃	B ₁₂	B ₁₄	B ₂₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₁₂₄	C ₂₃₄	D ₁₂₃₄
3%	20%	17%	13%	13%	7%	7%	4%	10%	3%	3%

Fast identische Verhältnisse treffen wir im unteren Teil des Schindellegi-Profiles an (Abschnitt E und F), aus dessen schwermineralogischen Daten die Existenz zweier rivalisierender Schüttungen hervorgeht. Im Interferenzgebiet konnte sich keine einheitliche Zyklenabfolge herausbilden, da jeder Schuttfächer sein Material unter individuellem Sedimentationsrhythmus absetzte.

Analog zum unteren Teil des Schindellegi-Profiles scheint die Grindelegg-Serie ebenfalls in einem Interferenzgebiet abgelagert worden zu sein. Neben der ähnlichen Zyklenabfolge weist das Schwermineralbild Leitmineralien aus zwei Schuttfächern auf. Für die Existenz eines Interferenzgebietes sprechen auch die von früheren Autoren (KLEIBER 1936, RENZ 1937, KOPP 1938, HABICHT 1945) mehrfach erwähnten drei Sandsteintypen der Grindelegg-Abfolge: Kalk-/Dolomit-Sandstein, Pseudogranitischer und Granitischer Sandstein. Alle drei treten im ganzen Grindelegg-Querschnitt auf; der Kalk-/Dolomit-Sandstein häufiger im unteren, der Granitische Sandstein etwas mehr im oberen Abschnitt. Die Pseudogranitische Varietät ist wahllos über die ganze Grindelegg-Serie verteilt. Der Kalk-/Dolomit-Sandstein kann aus faziellen

Gründen ohne weiteres aus der Friherrenberg–Morgarten-Schüttung hergeleitet werden, während der Granitische Sandstein einem Vorläufer der Höhronen-Schüttung zuzuzählen ist. Über die Herkunft des Pseudogranitischen Sandsteins herrscht noch Unklarheit.

Tabelle 10. Numerischer Parameter der Grindelegg-Schuppe (oberer Teil).

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	20,3 m	41 m	37 m	29,7 m	128 m
Mächtigkeit in %	16%	32%	29%	23%	100%
Anzahl der Schichten	11	19	20	18	68
Anzahl in % aller Schichten	16%	28%	29%	27%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	1,8 m	2,1 m	1,8 m	1,6 m	

Aus Tabelle 10 ist zu entnehmen, dass die feindetritische Fraktion (Silt und Mergel) mit über 50% des Schichtanteils und der Gesamtmächtigkeit auffallend stark vertreten ist. Während die durchschnittlichen Schichtdicken der einzelnen Fraktionen kaum voneinander abweichen, zeigt die Schichtdickenklasse 2–4 m ein Maximum an Silt und Mergel, die Klasse 0,4–1 m ein Maximum an Nagelfluh und Sandsteinen (vgl. Fig. 29).

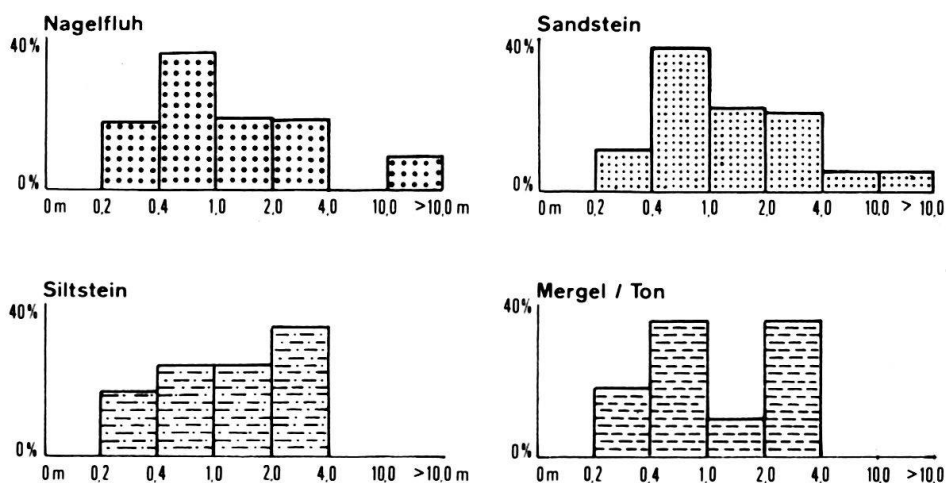


Fig. 29. Stratonomie der Grindelegg-Schuppe: Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitssklassen.

6.5 Stratonomie der Höhronen-Schuppe

Das untere Mülibach-Profil (B)

Im Bett des Mülibachs, der in seinem Unterlauf die würmzeitliche Moränendecke etwa 40 m tief eingeschnitten hat, treten die ältesten Höhronen-Schichten des Untersuchungsgebietes zutage. Infolge längerer Schuttstrecken konnte dieses wichtige Profil nicht mit den stratonomischen Darstellungen des numerischen Parameters und der «Courbe lithologique» bearbeitet werden.

Vergleichen wir Profil B (Fig. 31) mit den höheren Höhronen-Abschnitten (Fig. 33 und 34), so fällt das Fehlen von Nagelfluhsequenzen auf. Es ist kaum anzunehmen, dass solche unter den horizontalen Schuttstrecken liegen, denn üblicherweise bilden

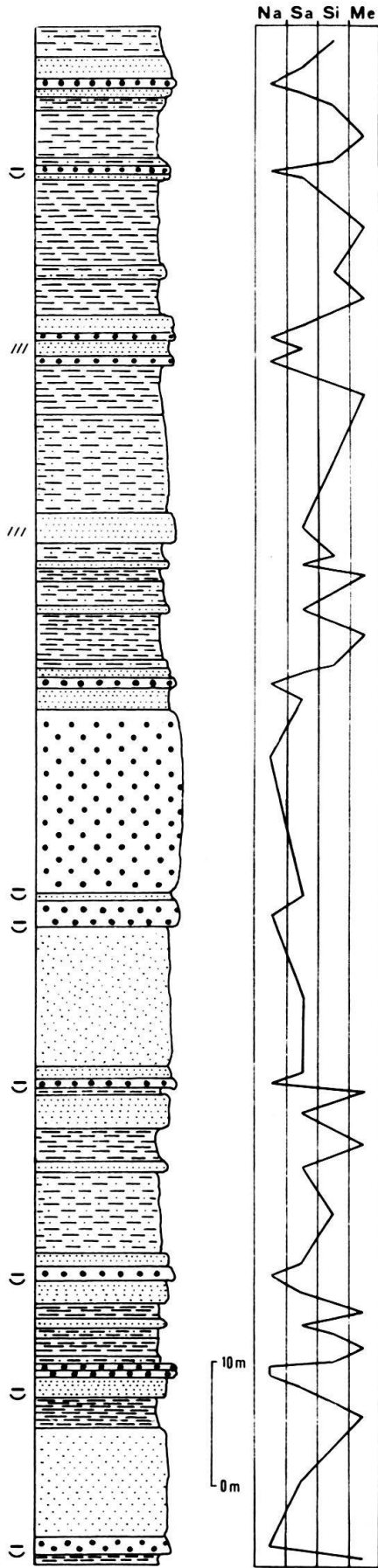


Fig. 30. Stratonomie der Grindelegg-Schuppe (oberer Teil), Profil A.

- | | |
|-----------------|----------------------|
| Na Nagelfluh | U Channel-Bildungen |
| Sa Sandstein | = Feinlaminierung |
| Si Siltstein | /// Schrägschichtung |
| Me Mergel / Ton | v Belastungsmarken |

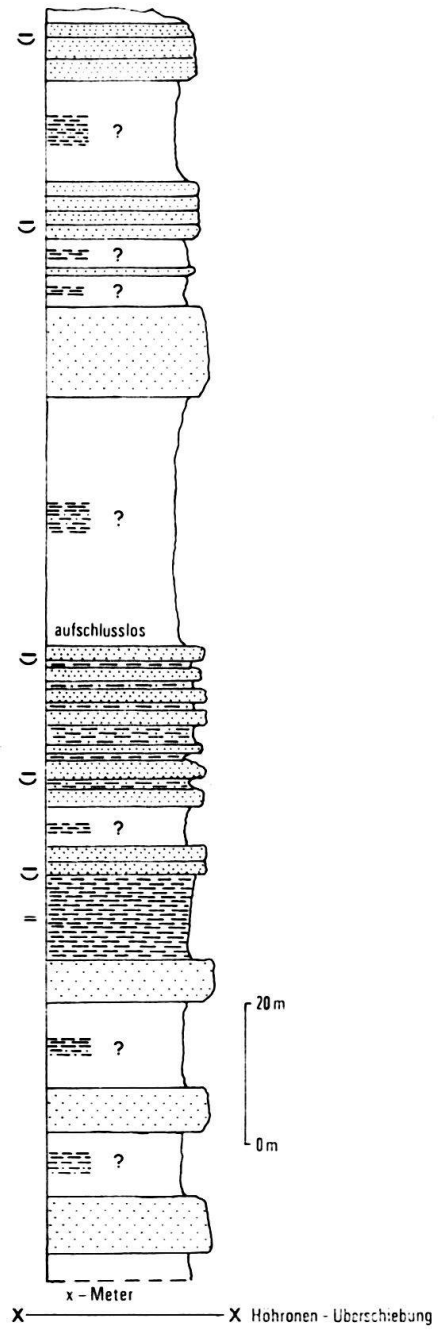


Fig. 31. Stratonomie des unteren Müli-bach-Profils (B).

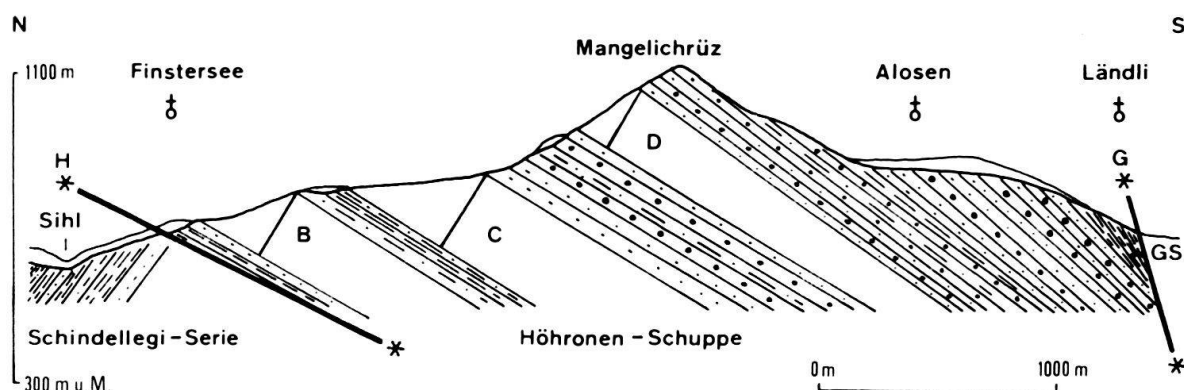


Fig. 32. Lage der Profile in der Höhrnen-Schuppe.

- B = Unteres Mülibach-Profil (224 535/690 780 bis 224 270/690 740)
 C = Oberes Mülibach-Profil (224 000/690 800 bis 223 700/690 760)
 D = Gutschwald-Profil (223 740/694 020 bis 223 620/694 010)
 H = Höhrnen-Überschiebung
 G = Grindelegg-Aufschiebung
 GS = Grindelegg-Schuppe

Konglomeratbänke in der Molasse stets Steilstufen. Da die mit 20° nach Süden einfallenden Sandstein- und Nagelfluhlagen in ihrer Funktion als grobkörnigste Schichten morphologisch klar dominieren, dürften unter dem Schutt wohl Silte und Mergel anzutreffen sein. Für das unterste Höhrnen-Profil ergäbe sich so ein recht ungewöhnliches Verhältnis

Sandstein : Silt und Mergel von 1 : 1,4.

Vom tektonischen Standpunkt aus gesehen passt diese feinklastische Abfolge ausgezeichnet in die nähere Umgebung der Höhrnen-Überschiebung.

Das obere Mülibach-Profil (C)

Eines der bestaufgeschlossenen Profile in der Höhrnen-Schuppe liegt an der Waldstrasse Finstersee–Greit. Das Liegende des Aufschlusses wird von einem Stauschotter des Würmgletschers verdeckt. Die 6 m mächtige Nagelfluhbank zu Beginn des Profils liegt etwa 300 Meter über der Höhrnen-Überschiebung und dürfte die stratigraphisch tiefste, grobdetritische Einschaltung innerhalb der Höhrnen-Schuppe sein. Mit dem Auftreten dieser Konglomeratbank beginnt die Höhrnen-Schüttung, nach einer vorgängigen feindetritischen Phase (Profil B), ihren typischen Sedimentations-Charakter zu entwickeln. Die lithologische Kurve (Fig. 34) zeigt rhythmische Oszillation. Meist pendelt sie zwischen zwei benachbarten Korngrößenklassen.

Tabelle 11. Zyklenanalyse des oberen Mülibach-Profiles (C).

A ₂	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₂₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₁₂₃	C ₂₃₄	D ₁₂₃₄
9%	8%	2%	2%	40%	25%	3%	5%	5%	1%

62% der Zyklen zeigen nur noch den von der Erosion verschonten Rest ihrer ursprünglichen Zusammensetzung. 29% weisen eine lückenhafte Korngrößenabfolge auf (B₁₃, B₂₄, B₁₄), während bei 9% noch die ungestörte Gliederung erhalten blieb (B₃₄, C₂₃₄, D₁₂₃₄). Das Schuttmaterial gelangte nicht kontinuierlich zur Ablage-

rung, sondern wurde mit kräftigen Schüben angeschwemmt. Durch die hohe Transportenergie wurden zu Beginn der Schüttungsphasen häufig liegende Schichten weg-erodiert. Die lückenhafte Zyklengliederung ist auf mäandrierende Flussläufe und stark schwankende Transportkraft zurückzuführen.

Aus dem numerischen Parameter (Tab. 12) lässt sich folgendes Verhältnis ableiten:

$$\text{Na} : \text{Sa} : \text{Si} + \text{Me} = 1 : 4,8 : 1,5.$$

Tabelle 12. Numerischer Parameter des oberen Mülibach-Profiles (C).

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	27,7 m	132,8 m	28,5 m	14 m	203 m
Mächtigkeit in %	14%	65%	14%	7%	100%
Anzahl der Schichten	11	132	101	36	280
Anzahl in % aller Schichten	4%	47%	36%	13	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	2,5 m	1 m	0,3 m	0,4 m	

Die Nagelfluhfraction nimmt nur 14% der Gesamtmächtigkeit und 4% aller Schichten ein, die durchschnittliche Schichtdicke beträgt 2,5 m. Aus Figur 33 geht hervor, dass sich die Schichtdicken der Nagelfluhbänke relativ gleichmässig über alle Mächtigkeitssklassen erstrecken. Demgegenüber weisen die Sandsteine ein deutliches Maximum zwischen 0,4 und 1,0 m, die Silte zwischen 0,2 und 0,4 m auf. Die Mergelfraction ist nur in den Schichtdicken 0–1 m vertreten.

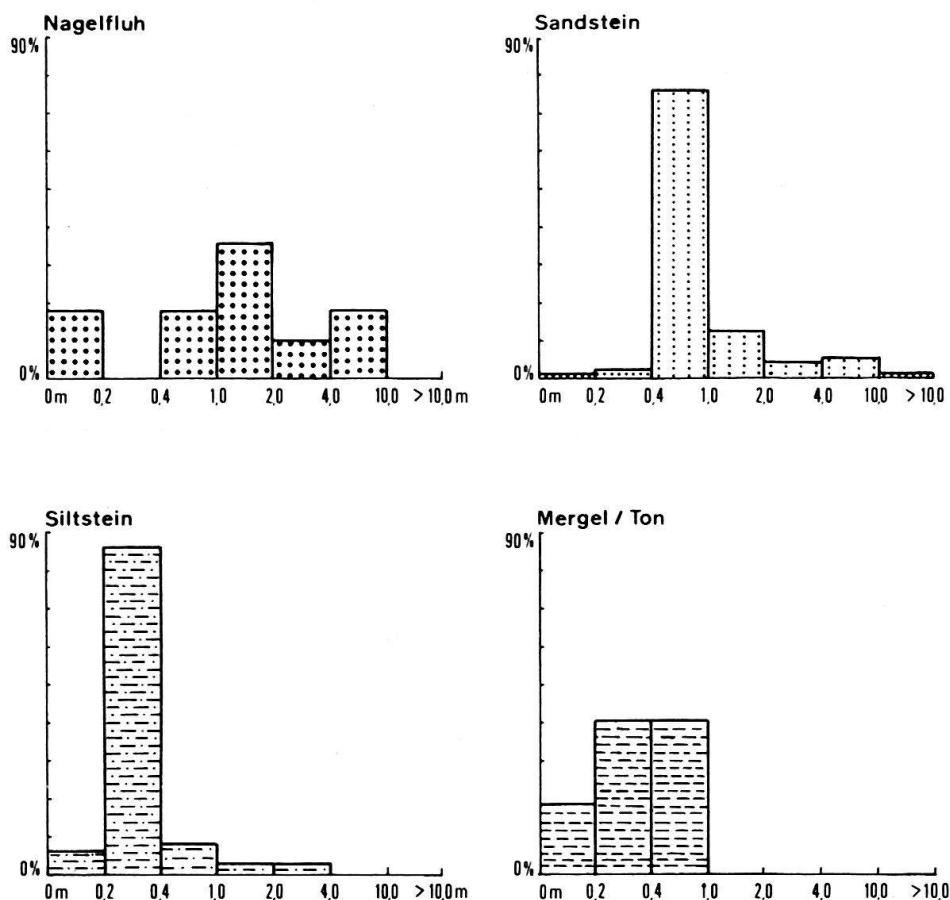


Fig. 33. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitssklassen: Oberes Mülibach-Profil (C).

Hinsichtlich der Entfernung des oberen Mülibach-Profiles vom Schuttfächerzentrum ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- Die Zyklen sprechen für eine proximale Lage,
- der hohe Sandstein- und niedrige Nagelfluhanteil eher für eine mittlere Distanz zum Schuttfächerzentrum.

KLEIBER fand in der Höhronen-Schuppe eine Zunahme der Nagelfluhschichten gegen W und sah das Schuttfächerzentrum der Höhronen-Schüttung im Lorzetobel, bei Unterägeri. Diese plausible und genaue Fixierung ermöglicht den Schluss, dass die Schichten des oberen Mülibach-Profiles nahe dem Zentrum abgelagert wurden. Die Distanz Lorzetobel–Mülibach beträgt rund 2,5 km.

Das Gutschwald-Profil (D)

Der stratigraphisch höchste zusammenhängende Aufschluss in der Höhronen-Schuppe vermittelt einen Einblick in den mittleren Abschnitt der Höhronen-Schüttung. Die lithologische Kurve des Gutschwald-Profiles (Fig. 35) ist derjenigen des oberen Mülibach-Profiles ähnlich und zeigt demnach auch einen oszillierenden Verlauf. Der einzige Unterschied ist vielleicht in der akzentuierten Zyklengruppierung zu suchen, indem mehrfach gleiche Zyklentypen aufeinanderfolgen.

Tabelle 13. Zyklenanalyse des Gutschwald-Profiles (D).

A ₂	B ₁₂	B ₁₄	B ₂₃	B ₂₄	C ₁₂₃
16%	20%	2%	34%	25%	3%

Bedingt durch die erhöhte Präsenz von A₂ und B₁₂ in Profil D ist eine Zunahme der «geköpften» Zyklen zu erkennen (62% Profil C, 73% Profil D). Zyklen mit lückenhafter Korngrößenabfolge halten sich in beiden Profilen die Waage (C 29%, D 27%), während voll ausgereifte Zyklen im Gutschwald fehlen.

Im numerischen Parameter zeigt der Gutschwald-Aufschluss einen grösseren Schicht- und Mächtigkeitsanteil der Nagelfluh auf Kosten der Silt-Fraktion. Die Sandsteine verzeichnen einen Zuwachs an Schichtprozenten.

$$\text{Verhältnis: Na : Sa : Si + Me} = 1 : 3,6 : 1.$$

Tabelle 14. Numerischer Parameter des Gutschwald-Profiles (D).

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	17,5 m	60 m	9,1 m	6,4 m	93 m
Mächtigkeit in %	19%	64%	10%	7%	100%
Anzahl der Schichten	13	78	33	19	143
Anzahl in % aller Schichten	9%	54%	23%	14%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	1,3 m	0,80 m	0,3 m	0,3 m	

Wie im Mülibach ist auch im Gutschwald eine breite Streuung der Nagelfluh- und Sandsteinschichten auf fast alle Mächtigkeitsklassen zu erkennen (Fig. 36), wobei im unteren Profil die meisten Konglomeratbänke Mächtigkeiten zwischen 1 und 2 m, im oberen Profil zwischen 0,2 und 0,4 m aufweisen.

Interpretation der stratonomischen Daten aus der Höhronen-Schuppe

Vom Liegenden zum Hangenden zeigen sich folgende lithologische Trends:

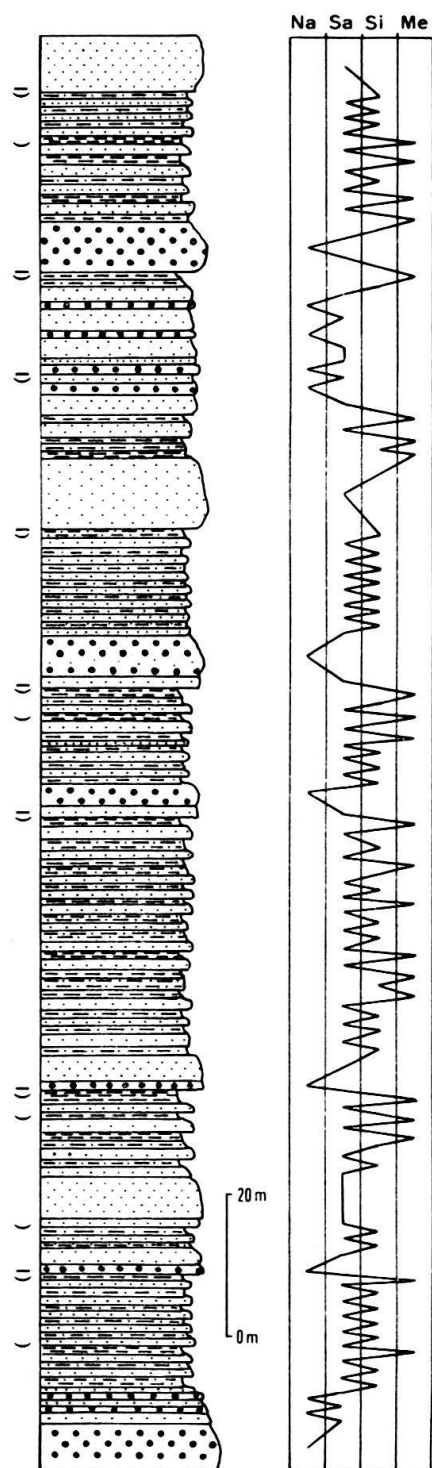


Fig. 34. Stratonomie des oberen Müli-bach-Profiles (C).

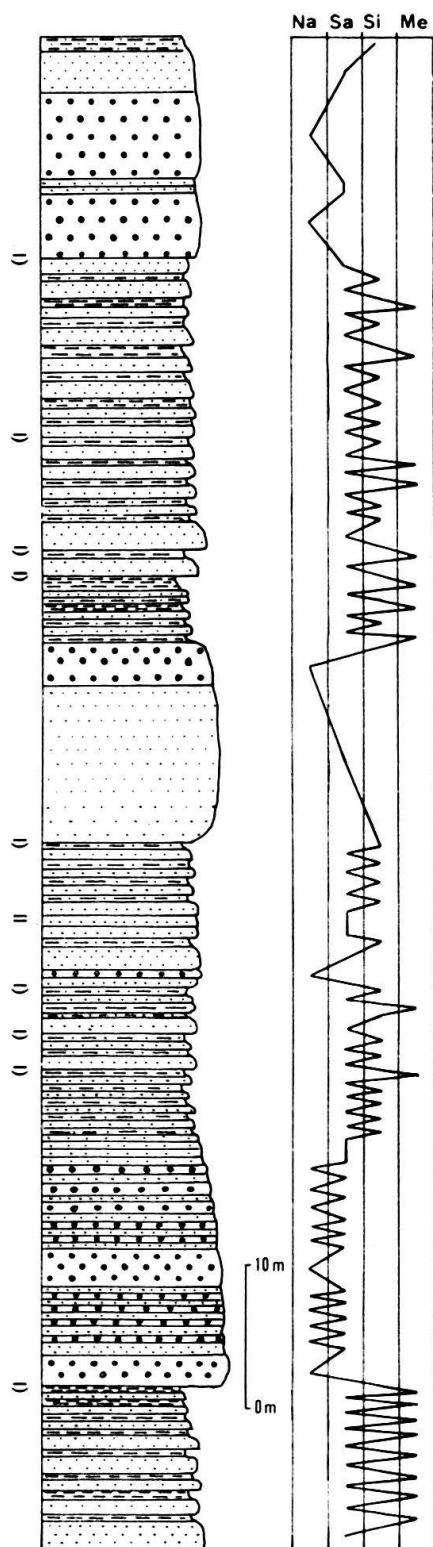


Fig. 35. Stratonomie des Gutschwald-Profiles (D).

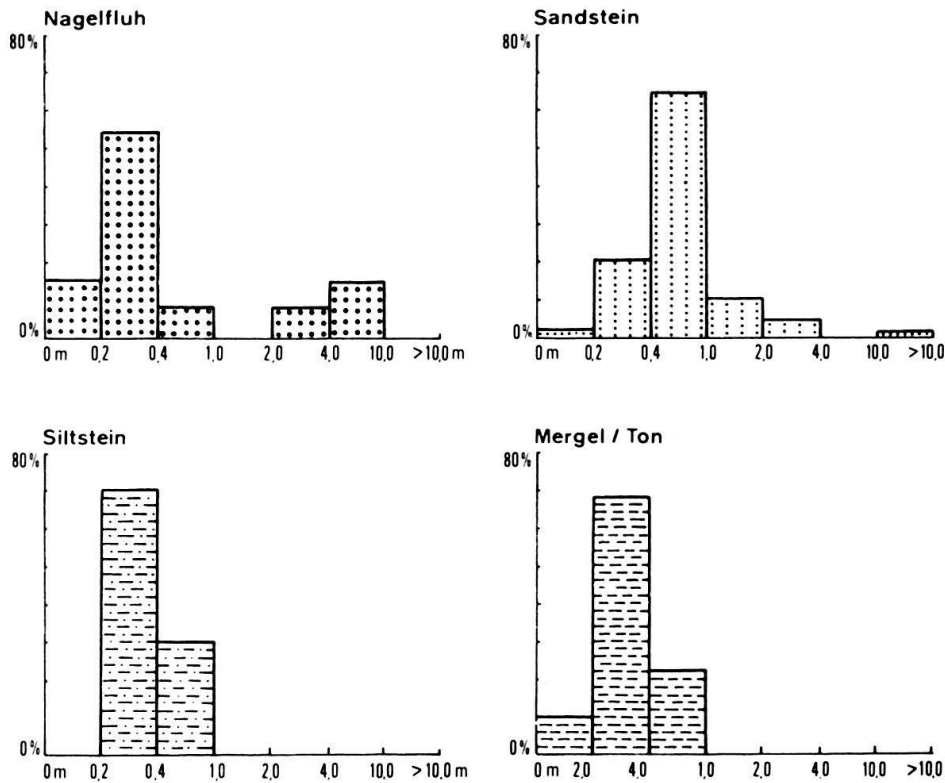


Fig. 36. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitssklassen: Gutschwald-Profil (D).

1. Zunahme der grobdetritischen Fraktion und entsprechende Reduktion des feinkörnigen Anteils. Das Verhältnis von Na : Sa : Si + Me verschiebt sich zuungunsten der feinkörnigen Fraktion.
2. Zunahme der «geköpften» Zyklen, d.h. vermehrte Erosion infolge erhöhter Transportenergie.

Aus diesen Daten könnte gefolgert werden, dass das Schuttfächerzentrum der Höhronen-Schüttung mit zunehmender stratigraphischer Höhe immer näher an das Ablagerungsgebiet der untersuchten Schichten heranrückte. Die Verlagerung des Zentrums erfolgte von W nach E (vgl. S. 305).

Der oberste Teil der Höhronen-Abfolge konnte auf Grund zu kleiner und schwer korrelierbarer Aufschlüsse stratigraphisch nicht in der gewohnten Weise bearbeitet werden. Allerdings wurde beobachtet, dass fast alle Aufschlüsse aus mächtigen Konglomeratbänken bestehen. Diffuse Geröllverteilung, ausgeprägte Channel-Bildungen und zahlreiche, in Nagelfluhbänke eingesedimentierte Baumstämme ergeben ein betont dynamisches Sedimentationsbild, das nur durch die allernächste Nähe des Schuttfächerzentrums erklärt werden kann. Demzufolge hielt die Ostverlagerung des Zentrums bis zur Ablagerungszeit der obersten Höhronen-Schichten an.

6.6 Stratonomie des aufgerichteten Südrandes der Mittelländischen Molasse (Schindellegi-Profil)

Auf Grund schwermineralogischer und calcimetrischer Kriterien kann dieses Profil in 4 Abschnitte gegliedert werden. Mit der stratigraphischen Beschreibung des Profils soll vor allem geklärt werden, inwieweit die sedimentpetrographisch fundierte

Gliederung auch durch stratonomische Daten bestätigt werden kann. Die Lage der Abschnitte (E–H) ist aus dem sedimentpetrographischen Profil (Fig. 10) ersichtlich.

Abschnitt E

Dieser Abschnitt lässt sich in zwei Untereinheiten gliedern:

- a) in eine basale Sandstein/Nagelfluh-Abfolge,
- b) in eine hangende Sandstein/Mergel-Abfolge.

Die grobkörnige Abfolge sollte gemäss dem lithologischen Profil von N. Pavoni (unpubl. Aufnahmen) etwa 80 m unterhalb der Eisenbahnbrücke von Schindellegi im Sihl-Einschnitt zutage treten. Leider ist dieser Aufschluss heute durch Humus und üppigen Pflanzenwuchs verdeckt. Pavoni beschrieb diese zum Teil grobdetritische Abfolge als rund 30 m mächtige Wechsellagerung von mittel-grobkörnigem granitischem Sandstein und Nagelfluhbänken. Die grobsandigen Schichten westlich der Strasse nach Biberbrugg sowie mehrere kleinere Aufschlüsse von Sandsteinen mit Geröllschnüren entlang der Eisenbahnlinie dürften im Streichen der verdeckten Basisabfolge liegen und somit dieser entsprechen.

Darüber stellt sich mit scharfem Wechsel eine Sandstein/Silt/Mergel-Abfolge ein. Nur noch selten wird diese monotone Wechsellagerung von Geröllschnüren unterbrochen. Nach einem letzten Geröllschub scheint die Höhronen-Schüttung der feindetritischen Napf-Schüttung zu weichen. Dass sich diese Ablösung nicht plötzlich vollzog, konnte mit der Schwermineralanalyse bewiesen werden. Ausserdem könnte das Auftreten von Silten und Mergeln hauptsächlich mit der Napf-Schüttung, dasjenige von Geröllen und Sandsteinen mit der Höhronen-Schüttung in Verbindung gebracht werden. Sicher ist, dass in den höheren Abschnitten G und H die Zunahme des pelitischen Anteils mit dem vermehrten Einfluss der Napf- und Hörnli-Schüttung einhergeht.

Tabelle 15. Zyklenanalyse des Schindellegi-Profiles, Abschnitt E.

A ₂	A ₃	A ₄	B ₁₄	B ₂₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₁₂₃
20%	9%	9%	2%	10%	31%	16%	3%

Die Zyklenanalyse (Tab. 15) zeigt einen relativ hohen Anteil an unvollständigen Zyklen (A₂, A₃, B₂₄). Diese Tatsache kann am besten mit der gleichzeitigen Aktivität zweier Schuttfächer im Ablagerungsgebiet erklärt werden. Mit ihrem eigenen Sedimentationsrhythmus zerstörten sich die rivalisierenden Schüttungen gegenseitig allenfalls vorhandene vollständige Zyklen.

Der unruhig oszillierende Verlauf der lithologischen Kurve (Fig. 37) spricht für einen gestörten Sedimentationsrhythmus und könnte ebenfalls als Hinweis für die Existenz eines Interferenzgebietes gewertet werden.

Tabelle 16. Numerischer Parameter, Abschnitt E.

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	23,4 m	146 m	84,2 m	55,4 m	309 m
Mächtigkeit in %	8%	47%	27%	18%	100%
Anzahl der Schichten	10	61	53	58	182
Anzahl in % aller Schichten	6%	33%	29%	32%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	2,3 m	2,4 m	1,6 m	0,9 m	

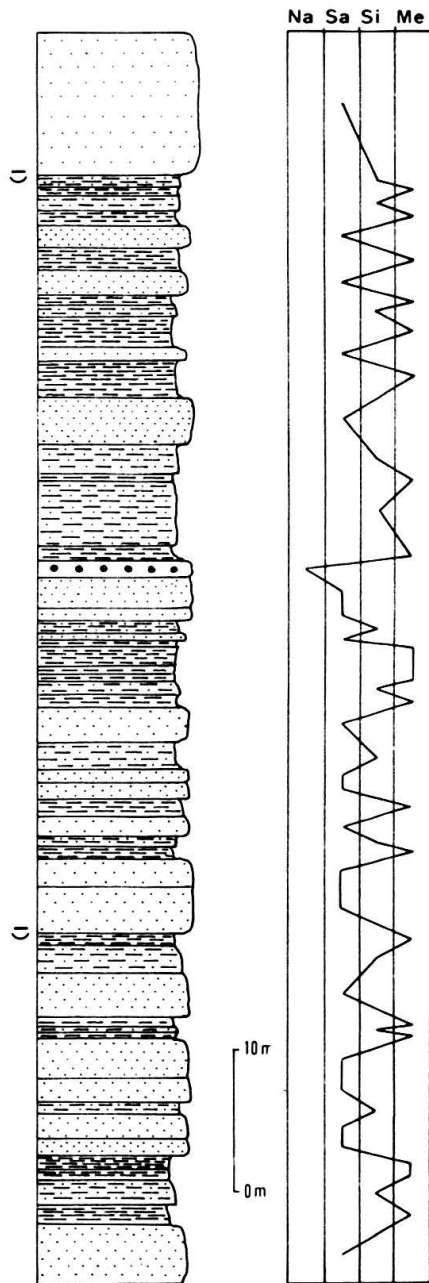


Fig. 37. Stratonomie des Schindellegi-Profils; Detailprofil aus Abschnitt E.

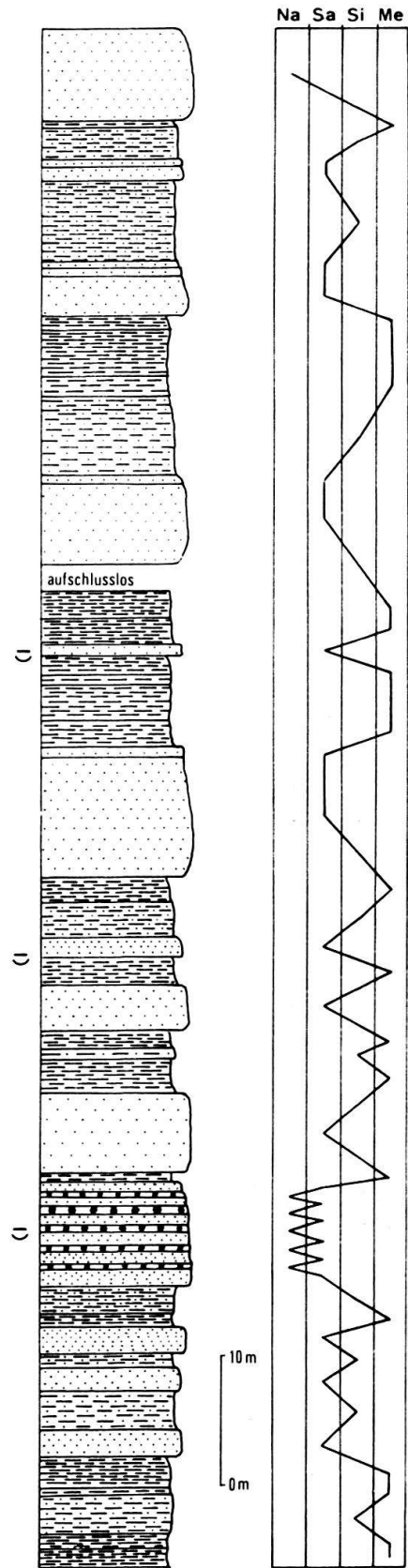


Fig. 38. Stratonomie des Schindellegi-Profils; Detailprofil aus Abschnitt F.

Der numerische Parameter (Tab. 16) zeigt noch deutliche Anklänge an die Gegebenheiten in den Höhrnen-Profilen. Bereits ist aber der Trend zur Vermengung erkennbar, der in den höheren Abschnitten zur Dominanz des feindetritischen Anteils führt. Beachtenswert ist die breite Streuung der feinkörnigen Schichten auf alle Mächtigkeitsklassen (Fig. 39). Diese Verteilung kann in allen Abschnitten des Schindellegi-Profiles beobachtet werden. Offenbar wurde der Detritus im oberen Teil der USM durch grössere Überschwemmungen in unser Gebiet verfrachtet.

Abschnitt F

Der Verlauf der lithologischen Kurve (Fig. 38) und das Ergebnis der Zyklenanalyse (Tab. 17) vermitteln ein ähnliches Sedimentationsbild wie in Abschnitt E. Noch immer werden die Sedimente von zwei Schuttfächern geliefert. Allerdings weisen die, in der Schindellegi-Abfolge erstmals auftretenden, vollständigeren C-Zyklen auf die beginnende Herrschaft einer einzigen Schüttung hin.

Tabelle 17. Zyklenanalyse des Schindellegi-Profiles, Abschnitt F.

A ₂	A ₃	A ₄	B ₁₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₁₂₄	C ₂₃₄
17%	2%	22%	11%	15%	16%	6%	2%	11%

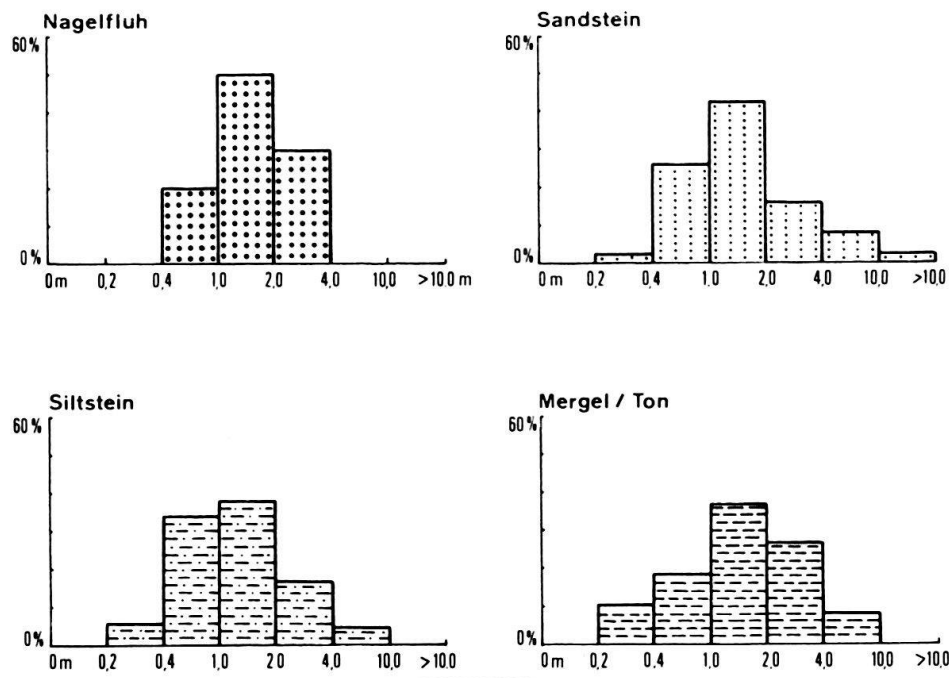


Fig. 39. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitsklassen: Abschnitt E.

Tabelle 18. Numerischer Parameter, Abschnitt F.

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	2,4 m	127,4 m	73,8 m	46,4 m	250 m
Mächtigkeit in %	1%	51%	29%	19%	100%
Anzahl der Schichten	5	51	25	37	118
Anzahl in % aller Schichten	4%	43%	21%	32%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	0,5 m	2,5 m	2,9 m	1,2 m	

Abschnitt G

In diesem Abschnitt herrschen erstmals homogene Schüttungsverhältnisse. Hinsichtlich der Schichtzahl wie auch der Mächtigkeit wird die Sandsteinfraktion vom Mergel überflügelt (Tab. 19).

Tabelle 19. Numerischer Parameter, Abschnitt G.

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	1,4 m	127,6 m	56,8 m	130,2 m	316 m
Mächtigkeit in %	1,0 %	40%	18%	41%	100%
Anzahl der Schichten	3	52	25	58	138
Anzahl in % aller Schichten	2%	38%	18%	42%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	0,4 m	2,4 m	2,3 m	2,3 m	

Der hohe Anteil an feinkörnigem Material ist nicht allein im mechanisch bedingten Abrieb zu suchen. Wie MATTER (1964) und GASSER (1966) im Entlebuch zeigten, lieferte das Flußsystem der Uraare (Napf), selbst in der Nähe des Schüttungszentrums, im obersten Teil der Granitischen Molasse vorwiegend Sande und Mergel.

Durch beckenaxialen Transport wurde das Material gegen E verfrachtet und im Raume München ins Meer sedimentiert (FÜCHTBAUER 1958–1964). Für diese Bewegungsrichtung konnten in der vorliegenden Einheit, längs der Sihl, mehrere Anhaltspunkte gefunden werden:

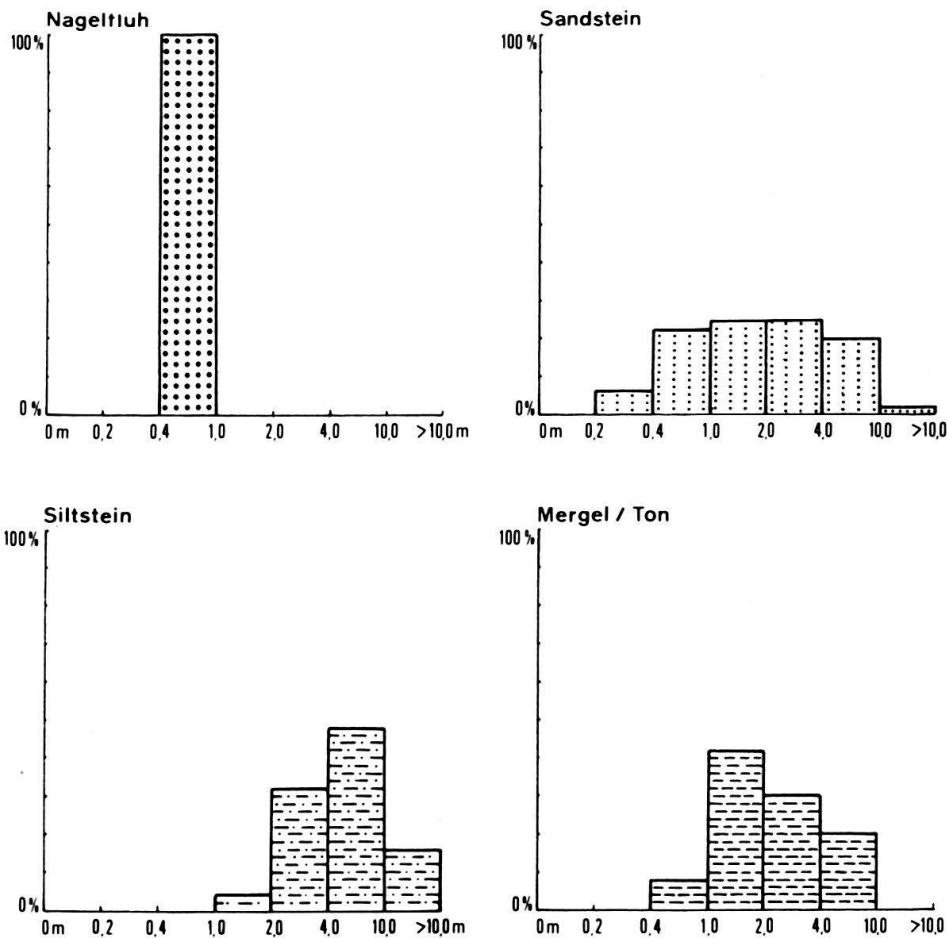


Fig. 40. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitsklassen: Abschnitt F.

1. In zahlreichen Sandsteinbänken wurden annähernd spitz-elliptische Tongallen beobachtet, deren Längsachsen in SW–NE-Richtung liegen.
2. Werden Mergel direkt von Sandsteinen überlagert, so zeigen jene häufig rinnenartige Vertiefungen, welche vom hangenden Sandstein ausgefüllt sind. Die Längsachsen dieser Strukturen sind durchwegs in SW–NE-Richtung eingeregelt. Des weiteren wurde von Colombi und Grasmück im Stollenprofil Scheren (unpubl.) eine Sandsteinrinne erwähnt, deren Längsachse ebenfalls parallel zur tangentialen Napf-Schüttung verläuft.

Die Frage nach der Strömungsrichtung konnte sedimentologisch nicht befriedigend gelöst werden, da gut ausgebildete Marken und Kreuzschichtungen nicht gefunden wurden. Einzig einige schlecht erhaltene Strömungsmarken deuten eine Transportrichtung von SW nach NE an. Aus sedimentpetrographischer Sicht wäre eine entgegengesetzte Strömungsrichtung schwierig zu deuten, sind doch im E zu jener Zeit keine grösseren Schüttungen bekannt, die schwermineralogisch und calcimetrisch ähnliche Sedimente in unser Gebiet hätten liefern können.

Die lithologische Kurve zeigt im unteren und mittleren Abschnitt regelmässige Oszillation. Die rhythmische Sedimentation deutet auf das Regime einer einzigen Schüttung hin. Lediglich im oberen Teil der Abfolge stellen sich einige Unregelmässigkeiten ein, die vielleicht mit ersten Hörnli-Interferenzen erklärt werden könnten.

Die Zyklenanalyse (Tab. 20) bestätigt mit ihrem hohen Anteil an B₂₄, B₃₄ und C₂₃₄-Zyklen das Bild einer ruhigen und einheitlichen Schüttungsphase.

Tabelle 20. Zyklenanalyse des Schindellegi-Profiles, Abschnitt G.

A ₂	A ₄	B ₁₂	B ₁₄	B ₂₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₂₃₄
7%	11%	4%	3%	8%	37%	22%	8%

Abschnitt H

Im profilhöchsten Abschnitt der Schindellegi-Abfolge wurde erstmals seit Beginn der Molasse-Sedimentation Gesteinsmaterial von E nach W verfrachtet. Es handelt sich hierbei um die Weiterentwicklung des Kronberg-Schuttfächers, aus dem kurz vor Ende der USM die Hörnli-Schüttung hervorging (BÜCHI 1950, HOFMANN 1960, FÜCHTBAUER 1964).

Der durch die Karbonat- und Schwermineralanalyse dokumentierte scharfe Schnitt zwischen Hörnli- und Napf-Schüttung konnte wider Erwarten auch stratonomisch mit aller Deutlichkeit belegt werden.

Der Sandsteinanteil fällt plötzlich von 40% der Gesamtmächtigkeit auf 5,8%. Die Schichthäufigkeit reduziert sich von 38% auf 14,8%. Geröllschnüre fehlen erstmals vollständig. Entsprechend dem Rückgang des Sandsteins erreichen die Silte und Mergel ihren absoluten Höhepunkt und bestimmen den Sedimentationscharakter. Ähnliche Verhältnisse wurden von RENZ (1937a), TANNER (1944) und BÜCHI (1950) in der ostschweizerischen Molasse festgestellt und unter dem Namen «Oberaquitane Mergelzone» beschrieben.

Die gleichmässig oszillierende lithologische Kurve (Fig. 42) veranschaulicht den regelmässig zyklischen Charakter dieser Abfolge, in der fast ausschliesslich Silte und Mergel wechsellagern. Die Hörnli-Schüttung zeigt die gleichmässigste Sedimentation des gesamten Untersuchungsgebietes.

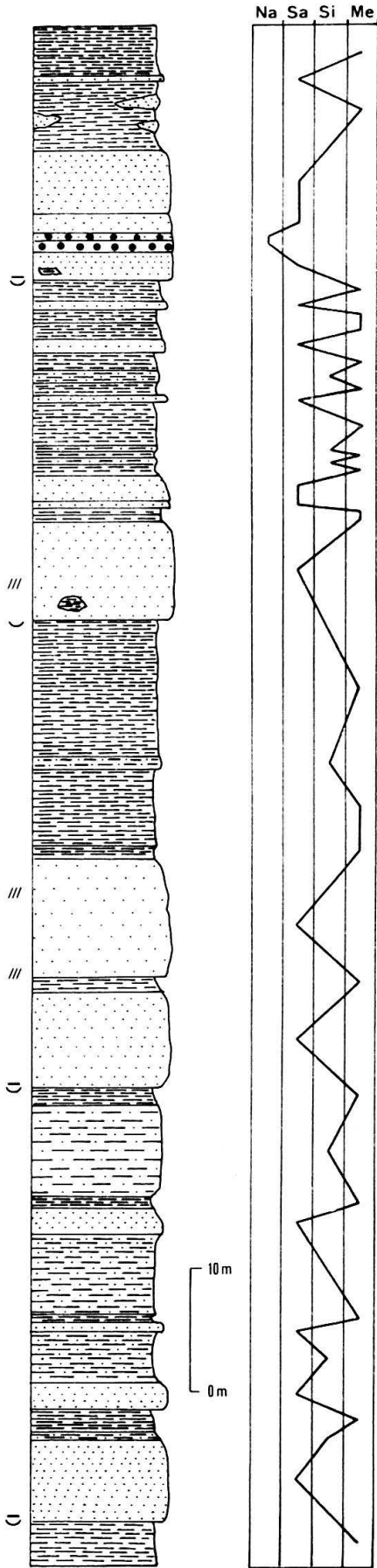


Fig. 41. Stratonomie des Schindellegi-Profiles; Detailprofil aus Abschnitt G.

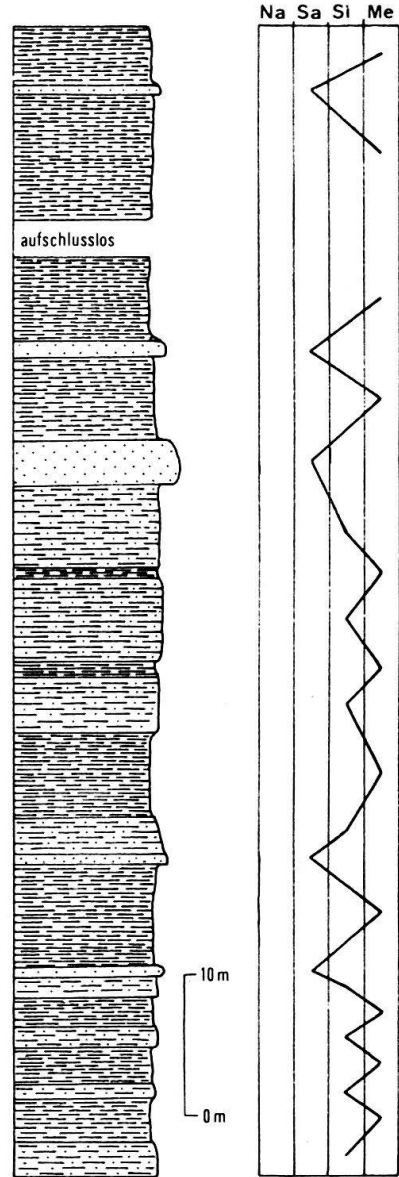


Fig. 42. Stratonomie des Schindellegi-Profiles; Detailprofil aus Abschnitt H.

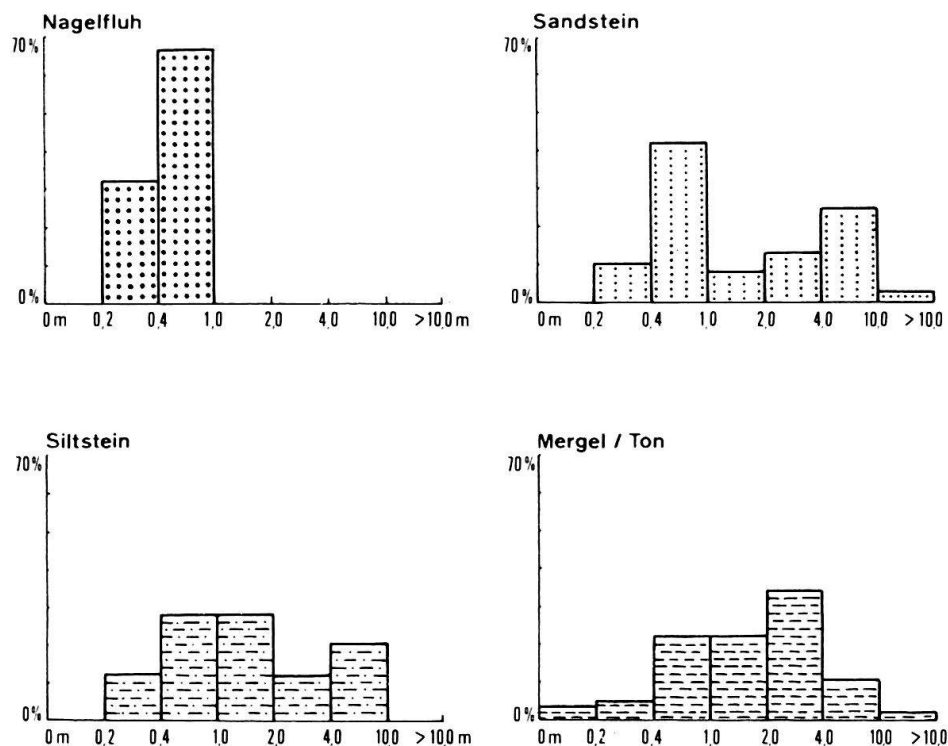


Fig. 43. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitssklassen: Abschnitt G.

Tabelle 21. Numerischer Parameter, Abschnitt H.

Lithofazies	Na	Sa	Si	Me	Total
Mächtigkeit in m	0 m	4,2 m	27,4 m	40,2 m	71,8 m
Mächtigkeit in %	0%	6%	38%	56%	100%
Anzahl der Schichten	0	4	10	13	27
Anzahl in % aller Schichten	0%	15%	37%	48%	100%
Durchschnittliche Schichtdicke in m	0 m	1 m	2,7 m	3,1 m	

Die Zyklenanalyse (Tab. 22) zeigt einen hohen Prozentsatz an B₂₄ und B₃₄-Zyklen. Bedingt durch das primär beschränkte Korngrößenangebot (Silte und Mergel) sind diese zweigliedrigen Zyklen als vollständig zu werten. Ihre Entstehung kann wiederum auf eine einheitliche, interferenzfreie Schüttung zurückgeführt werden.

Tabelle 22. Zyklenanalyse des Schindellegi-Profiles, Abschnitt H.

A ₃	B ₂₄	B ₃₄	C ₂₃₄
15%	30%	46%	9%

6.7 Zusammenfassung der stratonomischen Resultate

Die ausgeschiedenen Molasse-Einheiten sind mehrheitlich eng mit selbständigen Schüttungen verknüpft. Jedem Schuttfächer ist, bedingt durch sein spezifisches Erosionsgebiet, eine qualitativ individuelle Materialzusammensetzung eigen, die sich in Form von verschiedenen Mineralspektren, Karbonatwerten und Korngrößenzusammensetzungen widerspiegelt. Die auf Grund sedimentpetrographischer Resultate postulierte Gliederung des Untersuchungsgebietes ist grösstenteils auch sedimentologisch gerechtfertigt. Die meisten Profile zeichnen sich durch stratonomische Eigenständigkeit aus und können von den umgebenden Abfolgen unterschieden

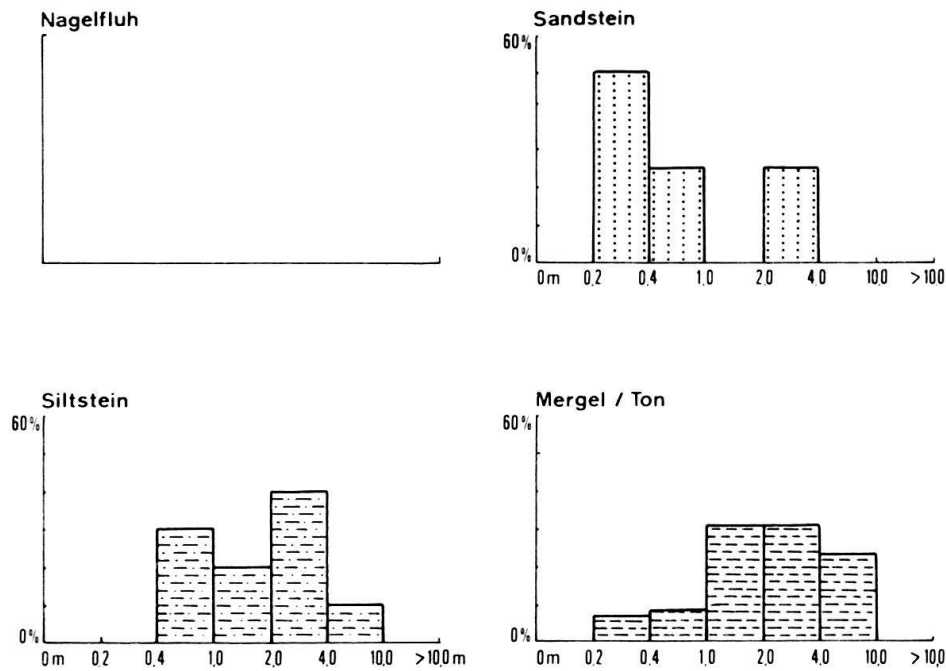


Fig. 44. Prozentualer Anteil der Schichtdicken in den Mächtigkeitsklassen: Abschnitt H.

werden. Nur die beiden Abschnitte E und F des Schindellegi-Profiles lassen sich nicht stratonomisch voneinander trennen.

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die stratonomischen Resultate nicht ohne weiteres auf benachbarte Profile der gleichen Einheit übertragbar sind. Die Interpretation der Profile erhebt keinen Anspruch auf eine allgemeingültige, sedimentologische Charakterisierung des einzelnen Schuttfächers.

Im folgenden wird versucht, das aus den stratonomischen Daten resultierende Sedimentationsbild für jede Einheit kurz zu definieren.

A. Morgarten-Schuppe

- a) *Basisabfolge (Molasse Rouge)*
 - Lage fern vom Schuttfächerzentrum
 - mögliches Überschwemmungsprodukt
 - Dominanz eines Schuttfächers
- b) *Unterer-Mittlerer Teil*
 - keine Aussage möglich, da zu wenig Aufschlüsse

B. Grindelegg-Schuppe

Profil A

- uneinheitlich schwankender Sedimentationsrhythmus
- mögliches Interferenzgebiet zweier Schüttungen

Charakteristischer Unterschied zur Morgarten-Schuppe:

- erhöhter Anteil an feindetritischem Material

C. Höhrnen-Schuppe

- a) *Profil B (Basisabfolge)*
 - stratonomischer Habitus eher mit der Grindelegg-Serie vergleichbar als mit den übrigen Höhrnen-Profilen
 - vollständige Dominanz einer Schüttung
 - zentrumsferne Lage

Unterschied zu Profil A:

- bei gleichbleibendem Silt- und Mergelanteil Absenz der grobdetritischen Fraktion

b) *Profil C*

- Näherrücken des Schuttfächerzentrums aus Richtung W
- stark schwankende Transportenergie
- vollständige Dominanz einer Schüttung

Charakteristischer Unterschied zu Profil B:

- unregelmässiger Sedimentationsrhythmus
- Anwesenheit der grobdetritischen Fraktion

c) *Profil D*

- verstärktes Näherrücken des Schuttfächerzentrums
- unregelmässig schwankende Transportenergie
- vollständige Dominanz einer Schüttung

Unterschied zu Profil C:

- leichte Erhöhung des Nagelfluhanteils

d) *Höchste Aufschlüsse in der Höhronen-Schuppe*

- Schuttfächerzentrum hat die nähere Umgebung des Höhronen-Sedimentationsraumes erreicht
- vollständige Dominanz einer Schüttung
- sehr stark schwankende Transportenergie

Charakteristischer Unterschied zu Profil D:

- wesentlich erhöhter Anteil an Konglomeraten

D. Aufgerichteter Südrand der Mittelländischen Molasse; Schindellegi-Profil

a) *Abschnitt E*

- Interferenzgebiet zweier Schüttungen (Höhronen-Napf), leichte Dominanz des Höhronen-Schuttfächers
- gestörter Sedimentationsrhythmus
- zentrumsferne Lage

Charakteristischer Unterschied zu den höchsten Höhronen-Aufschlüssen:

- erhöhter Anteil an feinkörnigen Schichten, massive Reduktion der grobdetritischen Fraktion

b) *Abschnitt F*

- Interferenzgebiet zweier Schüttungen, Gleichgewicht leicht zugunsten der Napf-Schüttung verschoben
- zentrumsferne Lage

c) *Abschnitt G*

- vollständige Dominanz einer Schüttung (Napf)
- axialer Materialtransport (SW-NE)
- vom Schüttungszentrum weit entfernte Lage

Charakteristischer Unterschied zu Abschnitt F:

- einheitlicher Sedimentationsrhythmus
- erhöhter Silt- und Mergelanteil

d) *Abschnitt H*

- Dominanz einer Schüttung (Hörnli)
- ruhiger, regelmässiger Sedimentationsrhythmus
- zentrumsferne Lage

Charakteristischer Unterschied zu Abschnitt G

- umgekehrte Transportrichtung (E-W)
- sehr hoher Anteil an Mergeln und Silten

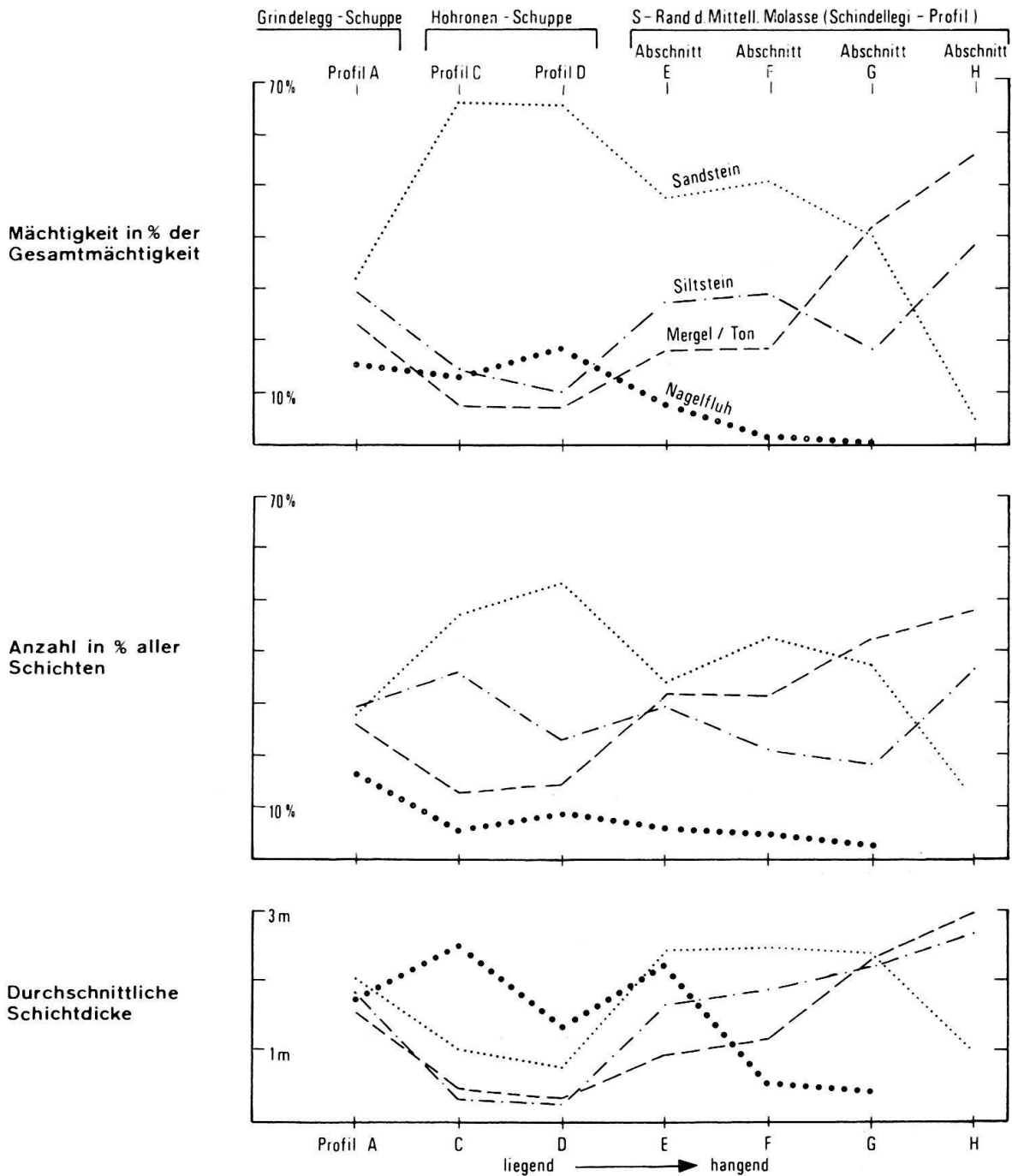


Fig. 45. Verlauf der Korngrößenklassen in der USM.

Verfolgen wir in der zusammenfassenden Darstellung der numerischen Parameter (Fig. 45) die prozentualen Anteile der wichtigsten Fraktionen von links nach rechts, d.h. von älteren zu jüngeren Einheiten, so fällt auf, dass von der Grindelegg-Serie bis zum obersten Höhrönen-Profil (D) die Tendenz zur Korngrössenzunahme vorherrscht. Demgegenüber weist die Schindellegi-Abfolge gegen oben einen deutlichen Trend zur Vermergelung auf.