

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	61 (1968)
Heft:	1
Artikel:	Quartenschiefer, Equisetenschiefer und germanischer Keuper : ein lithostratigraphischer Vergleich
Autor:	Frey, Martin
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-163586

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: 22.02.2026

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

Quartenschiefer, Equisetenschiefer und germanischer Keuper – ein lithostratigraphischer Vergleich

von MARTIN FREY

Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Bern

Mit 5 Textfiguren

ZUSAMMENFASSUNG

Der Schilfsandstein ist im Nordteil der zentralen und westlichen Schweizer Alpen weit verbreitet. Im Autochthon verläuft seine Ostgrenze ungefähr längs einer Linie Bodensee-Erstfeld. Der Gansinger-dolomit besitzt einen östlichen Ausläufer bis in die Glarner Alpen. Im westlichen Aarmassiv ist er bis an dessen Südrand nachweisbar. Der wahrscheinlich aus Nordosten geschüttete Stubensandstein bedeckte einst weite Gebiete der helvetischen Zone im Raume des östlichen Aar- und Gotthardmassivs. Die geringe Mächtigkeit der helvetischen oberen Trias ist hauptsächlich auf das Fehlen des Gipskeupers zurückzuführen.

RÉSUMÉ

Le Grès à Roseaux est très fréquent dans la partie nord des Alpes de la Suisse centrale et occidentale. Dans l'Autochtone sa limite orientale passe à peu près le long de la ligne Bodensee-Erstfeld. Le dolomie de Gansingen (=dolomie moellon) s'étend jusqu'aux Alpes glaronnaises dans un prolongement oriental. Dans le massif de l'Aar occidentale il a été mis en évidence jusqu'à son bord Sud. Le «Stubensandstein» a probablement été transporté du Nord-Est et recouvrat autrefois de vastes régions de la zone helvétique dans la région du massif de l'Aar occidental et dans le massif du Gothard. On peut attribuer l'épaisseur mince du Trias helvétique supérieur surtout au manque du «Gipskeuper».

ABSTRACT

«Schilfsandstein» is a widespread formation of Upper Triassic in the northern part of the central and western Swiss Alps. As part of the Autochthon its eastern boundary extends roughly along a line Bodensee-Erstfeld. Gansinger dolomite which lies on top of the «Schilfsandstein» has an eastern extension as far as the Glarus Alps. To the west it is detectable as far as the southern border of the western Aar massif. «Stubensandstein» was probably transported from the northeast. Once it covered a wide area in the Helvetic Zone in the region of the eastern Aar- and Gotthard massifs. The reduced thickness of Helvetic Upper Triassic rocks is mainly due to the absence of «Gipskeuper».

1. Einleitung und Problemstellung

Die vorliegende Arbeit fasst einen Teil der geologischen Resultate meiner in Vorbereitung stehenden Dissertation zusammen, die sich mit Lithologie, Mineralogie und Metamorphose des Keupers vom Tafeljura bis zum Lukmaniergebiet befasst. Für die Untersuchung der alpinen Metamorphose ist es wichtig zu wissen, ob man in einem Alpenquerprofil auf grosse Distanzen immer denselben stratigraphischen Horizont verfolgen kann. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen: 1. Lassen sich die mesometamorphen Quartenschiefer des Lukmaniergebietes direkt mit den Quartenschiefern der Glarner Alpen vergleichen, und 2. Wie ist die altersmässige Stellung der helvetischen Quartenschiefer zum Keuper des Juragebirges? Im folgenden soll uns hauptsächlich die zweite Frage beschäftigen.

2. Kurzer historischer Rückblick und neue Grundlagen

Der Name «Quartenschiefer» ist ein Feldbuchname A. ESCHER's für die «hochrothen, glattflächigen Schiefer... mit Bänken von weissem Quarzsandstein» des Helvetikums (R. TRÜMPY, Lex. strat. intern. I, 7c, S. 899). Sowohl B. STUDER (1853, S. 14), wie G. THEOBALD (1868, S. 12) und später auch A. ESCHER (nach C. MOESCH, 1881, S. 169) erwähnten die Möglichkeit, die Quartenschiefer mit dem Keuper des Juras zu vergleichen.

Sicherheit über die altermässige Zuweisung der fast fossilleeren Quartenschiefer zum Keuper ergaben erst die Datierungen des Liegenden und Hangenden der Quartenschiefer: Fossilfunde von E. GERBER (1905), W. PAULCKE (1911), K. ROHR (1926), W. BRUDERER (1924) und H. WIDMER (1949) bewiesen einerseits das Muschelkalk-Alter des Rötidolomites; M. LUGEON (1905), E. GERBER (1907) und R. TRÜMPY (1949) wiesen anderseits das Rhät nach.

R. BRUNNSCHWEILER (1948) gelangte als Erster mit grossen Vorbehalten zu einer detaillierten Parallelisation zwischen helvetischen Quartenschiefern und germanischem Keuper.

Der Name «Schistes à Equisetum» (=Equisetenschiefer) wurde erstmals von W. BRUDERER (1924) für dunkle, sandige und pflanzenführende Schiefer des oberen Lauterbrunnentales verwendet. Auf Grund ihrer Pflanzenfunde stellte E. GERBER (1905, S. 73) die Equisetenschiefer der Lettenkohle gleich, J. KREBS (1925, S. 8) dem Schilfsandstein.

Unter dem Namen «Equisetenmergel» erwähnt E. QUEREAU schon 1893 (S. 56) ähnliche Gesteine aus den Ibergerklippen. Neuerdings hat R. TRÜMPY (1959, S. 441; 1963b, S. 368) die Equisetenschiefer als Äquivalente des Schilfsandsteins bezeichnet, ohne aber dafür Beweise zu liefern.

Neue Gesichtspunkte zur Paläogeographie des germanischen Keupers verdanken wir hauptsächlich den Arbeiten von P. WURSTER (1963, 1964a, 1964b, 1964c, 1968). Sowohl die Lettenkohle als auch der Schilfsandstein sind Deltabildungen (P. WURSTER 1964a, 1964b; W. PATZELT, 1964). Die parallel orientierten Stromsysteme lassen sich von Nord- bis nach Süddeutschland verfolgen. Für das Schilfsandstein-Delta ist eine Verbreitung durch die Rhonesenke bis ans Mittelmeer wahrscheinlich (P. WURSTER, 1963). Das Wesentliche dieser neuen Betrachtungsweise ist folgendes: In der Oberen

Trias breiten sich Sandsteinschleier gleichzeitig (in geologischen Zeiträumen gemessen) über riesige Flächen aus. Sie bilden daher relativ gute Zeitmarken.

Zwei Dinge verhinderten bis heute eine genauere Korrelation der helvetischen Quartenschiefer mit dem germanischen Keuper: Einmal die Konzeption der über lange Zeiträume wandernden Faziesgrenzen (M. FRANK, 1930), die nun von P. WURSTER (1964b) für den Schilfsandstein widerlegt sein dürfte; zum anderen die Beschränkung auf kleine, regionale Arbeitsgebiete. Auf engem Raum erscheint das Faziesgebilde der Quartenschiefer undurchsichtig. Lenken wir den Blick deshalb auf die helvetische Zone *und* auf die Gebiete nördlich der Molasse!

3. Die Quartenschiefer der Glarner Alpen bis zum Lukmaniergebiet

Tektonische Einflüsse, primäre Mächtigkeitsschwankungen und postsedimentäre Erosionserscheinungen erschweren den Einblick in den Aufbau der helvetischen oberen Trias. Fig. 1 stellt in schematischer Weise ein abgewickeltes Faziesprofil der Quartenschiefer zwischen östlichem Aarmassiv und Lukmaniergebiet dar.

Das Bild im Gebiet des Autochthons und der unteren helvetischen Decken wird geprägt durch die liasische Erosionsphase. Die Quartenschiefer fehlen hier z. T. vollständig. Über den Basisschichten (R. BRUNNSCHWEILER, 1948) folgt der geringmächtige Tödigrenzdolomit (R. BRUNNSCHWEILER, 1948). Die Unteren Tonschiefer, wie auch die beiden vorhergehenden Schichtglieder, werden gegen Süden immer geringer mächtig. Lediglich die Grobdetritischen Schichten¹⁾ und die Oberen Tonschiefer lassen sich im abgewickelten Faziesprofil durchgehend von Nord nach Süd verfolgen, soweit sie nicht der liasischen Erosion zum Opfer gefallen sind. Die grünen Lautschiefer (R. BRUNNSCHWEILER, 1948) bilden den Abschluss der oberen Trias in

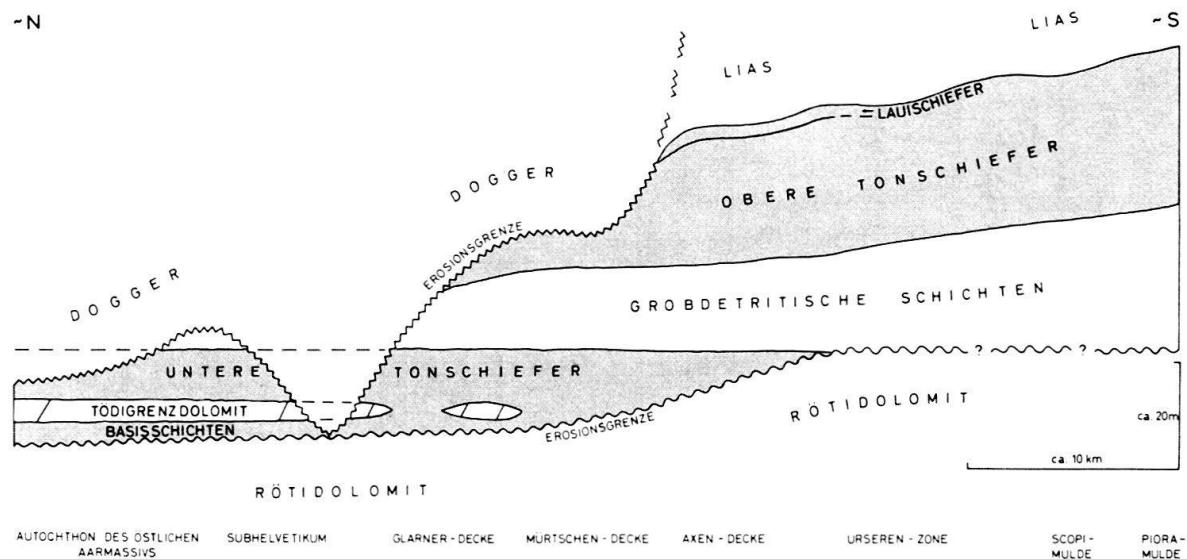


Fig. 1. Stark schematisiertes abgewickeltes Faziesprofil der Quartenschiefer zwischen Aarmassiv und Lukmaniergebiet. Zusammengestellt aus über 100 Detailprofilen, hauptsächlich nach R. BRUNNSCHWEILER (1948) und eigenen Aufnahmen.

¹⁾ Dieser Name wurde mir in einer Diskussion von Herrn Prof. R. TRÜMPY vorgeschlagen.

den Glarner Alpen. Sie lassen sich zwangslässig als Reduktionshorizont der roten Quartenschiefer deuten, verursacht durch das reduzierend wirkende Meerwasser der Liastransgression. Wegen der zunehmenden Metamorphose lassen sich die Lauischiefer weiter gegen Süden nicht mehr ausscheiden.

Kehren wir zurück zur unvollständigen Schichtreihe der Quartenschiefer im Autochthon des östlichen Aarmassivs. Fig. 3 zeigt Detailprofile aus dem Tödigebiet und dem Fenster von Vättis. Die beiden Aufschlussgebiete sind ca. 25 km voneinander entfernt. Trotzdem finden wir den Tödigrenzdolomit in allen Profilen in ähnlicher Mächtigkeit wieder. Sollte sich dieser Dolomithorizont nicht auch weiter im Westen wiederfinden lassen?

4. Die Quartenschiefer und Equisetenschiefer des westlichen Aarmassivs

Die Quartenschiefer der Glarner Alpen sind, abgesehen von unbestimmbaren Pflanzenresten, fossilleer. Im Lauterbrunnental des westlichen Aarmassivs werden die

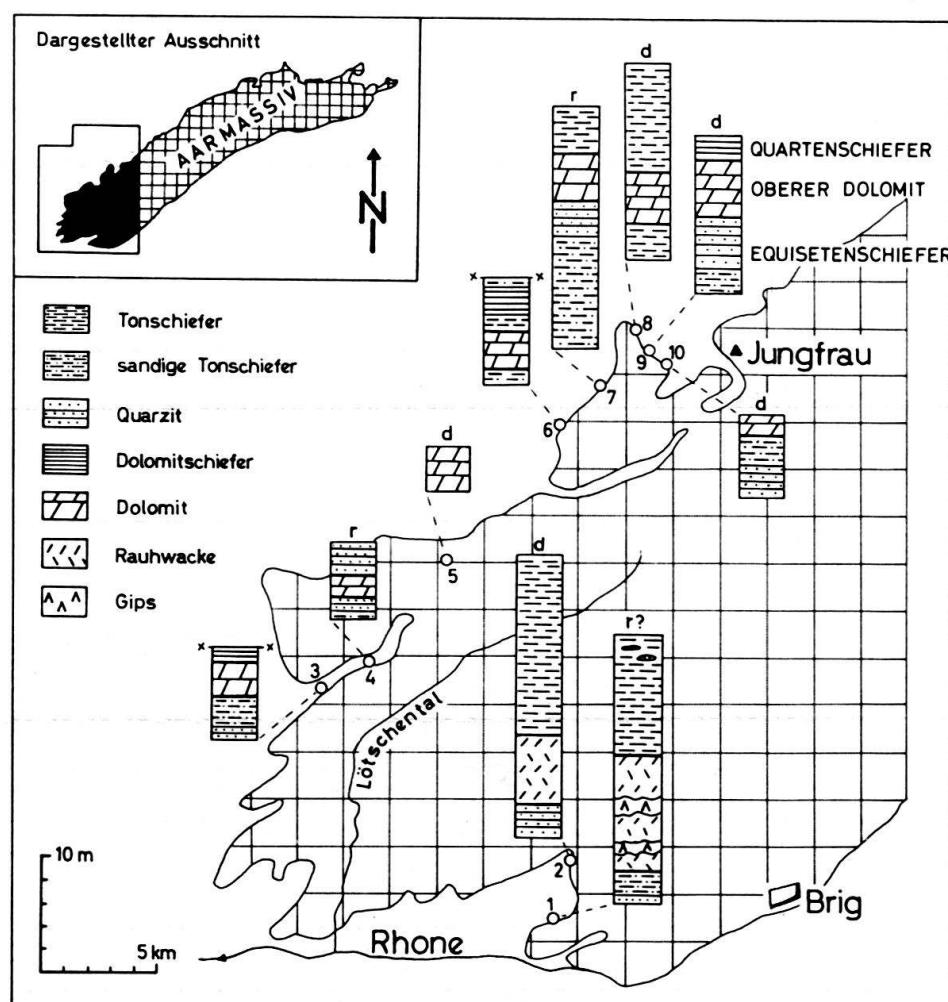


Fig. 2. Quartenschiefer- und Equisetenschiefer-Detailprofile aus dem Autochthon des westlichen Aarmassivs. Hangendes der Quartenschiefer: r = Rhät; d = Dogger. Nach E. GERBER (1905, 1907, 1909), B. SWIDERSKI (1919), W. BRUDERER (1924), J. KREBS (1925), M. SCHENKER (1946), L. COLLET (1947), T. HÜGI & L. COLLET (1951) sowie eigenen Aufnahmen. Profil-Lokalitäten siehe Anhang.

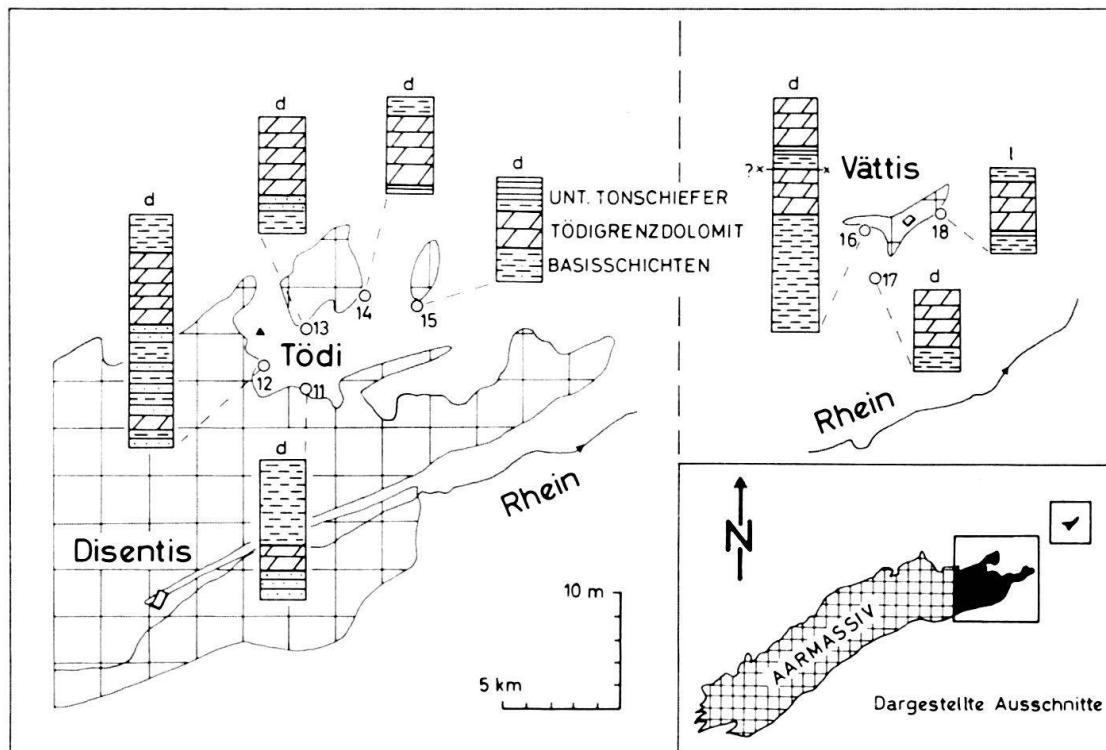


Fig. 3. Quartenschiefer-Detailprofile aus dem Autochthon des östlichen Aarmassivs. Hangendes der Quartenschiefer: d = Dogger; I = Lias (Toarcien). Nach R. BRUNNSCHWEILER (1948), H. WIDMER (1948) und eigenen Aufnahmen. Legende siehe Fig. 2. Profil-Lokalitäten siehe Anhang.

autochthonen Quartenschiefer aber von pflanzenführenden Equisetenschiefern unterlagert. Es war daher naheliegend, die Quartenschiefer des westlichen Aarmassivs näher zu betrachten. Fig. 2 stellt Detailprofile aus diesem Gebiet dar. Über den Equisetenschiefern finden wir in allen Profilen einen Dolomithorizont, der im südwestlichen Aarmassiv durch gipsführende Rauhwacke ersetzt wird. Schon E. GERBER (1909, S. 137) erwähnt diesen Oberen Dolomit, obwohl er dazu auch noch tektonisch eingeschuppten Rötidolomit rechnete.

Das Auftreten eines gleichmächtigen Dolomithorizontes an der Basis der Quartenschiefer im Autochthon des östlichen und westlichen Aarmassivs ist auf den ersten Blick erstaunlich, liegen doch gut 90 Kilometer dazwischen. Diese Tatsache stellte den Anstoß zur vorliegenden Arbeit dar.

Sowohl der Tödigrenzdolomit als auch der Obere Dolomit des westlichen Aarmassivs haben bis heute keine Fossilien geliefert. Die Identität der beiden Horizonte wird sich nur durch ihre gleiche lithostratigraphische Stellung innerhalb der oberen helvetischen Trias wahrscheinlich machen lassen.

Wenden wir uns den Equisetenschiefern zu. E. GERBER (1905) fand in diesen Gesteinen *Equisetum mytharum* HEER, J. KREBS (1925) zusätzlich *Pterophyllum* sp. Ersterer rechnete die Equisetenschiefer zur Lettenkohle, letzterer zum Schilfsandstein.

An der Typuslokalität der Equisetenschiefer (R. TRÜMPY, Lex. strat. intern. I, 7c, S. 366), «Auf dem Schopf» im hinteren Lauterbrunnental (635.350/153.700), gelangen mir weitere Pflanzenfunde. Deren Bestimmung erfolgte freundlicherweise durch Herrn Prof. Mägdefrau in Tübingen. Die Funde von *Equisetum mytharum* HEER konnten be-

stätigt werden, sofern nicht R. KRÄUSELS Feststellung (1959, S. 11) zutrifft, der *Equisetum mytharum* nicht von *Equisetites arenaceus* zu unterscheiden vermag. Dazu fand sich neu *Neocalamites meriani* BRONGNIART. Nach M. SCHMIDT (1938, S. 84) bleiben für das Alter der Equisitenschiefen durch alle diese Pflanzenfunde zwei Möglichkeiten offen: Lettenkohle oder Schilfsandstein.

5. Equisitenschiefen: Lettenkohle oder Schilfsandstein?

Lettenkohle und Schilfsandstein lassen sich mineralogisch kaum unterscheiden (P. WURSTER, 1964b, S. 115). Trotzdem gibt es Hinweise, die darauf schliessen lassen, dass die Equisitenschiefen dem Schilfsandstein entsprechen.

a) Die Lettenkohle wird in Deutschland gegen Süden zu immer geringer mächtig (W. PATZELT, 1964). Im östlichen Schweizer Jura ist nur noch die obere Mittlere und die Obere Lettenkohle vorhanden in einer Mächtigkeit von höchstens 7 Metern (P. MERKI, 1961). Für das Ausklingen der Lettenkohlen-Bildungen im Schweizer Jura sprechen auch die Dolomitbildungen im Dach der Lettenkohle. Durch diesen seitlichen Fazieswechsel schliesst sich die Lettenkohle im Schweizer Jura viel eher dem Muschelkalk als etwa dem Keuper an (P. MERKI, 1961). Auch in den Bohrungen des Schweizerischen Molassebeckens tritt uns die Lettenkohle fast ausschliesslich in dolomitischer Ausbildung entgegen (U. BÜCHI et al., 1965, S. 20). Es ist daher unwahrscheinlich, dass die sandig-tonigen Equisitenschiefen des westlichen Aarmassivs der Lettenkohle entsprechen.

b) Das Delta des Schilfsandsteins zeigt eine viel grössere Verbreitung als dasjenige der Lettenkohle. Schilfsandstein ist im Schweizer Jura, in allen Molassebohrungen westlich des Bodensees (H. FISCHER et al., 1963; U. BÜCHI et al., 1965), die den Keuper durchfuhren, und in den Westalpen (J. RICOUR, 1948) nachgewiesen. Würden die Equisitenschiefen der Lettenkohle entsprechen, so sollten wir im westlichen Aarmassiv darüber auch den Schilfsandstein finden. Eine grössere Schichtlücke im Hangenden ist durch das nachgewiesene Rhät (E. GERBER, 1907) über den Quartenschiefen wenig wahrscheinlich. Die Equisitenschiefen stellen aber im oberen Lauterbrunnental den einzigen sandigen Horizont des Keupers dar. Ihre Identität mit dem germanischen Schilfsandstein scheint auch dadurch wahrscheinlich.

6. Vergleich der Keuperschichtreihen des Juras und des Helvetikums

Seit jeher ist den Bearbeitern der helvetischen Quartenschiefen die beträchtliche Mächtigkeitsreduktion gegenüber dem Keuper des Jura aufgefallen. Die folgenden Ausführungen sollen dafür eine Erklärung geben.

Fig. 4 zeigt Sammelprofile für den Keuper des östlichen Schweizer Jura und des Klettgaus einerseits, für die Quartenschiefen der Glarner Alpen sowie die Quartenschiefen des westlichen Aarmassivs anderseits.

a) Vergleich der Schichtreihen des östlichen Schweizer Jura und des Klettgaus.

Lettenkohle, Gipskeuper und Schilfsandstein beider Gebiete lassen sich leicht verbinden. Unstimmigkeit herrscht in der Literatur erst für die Korrelation des oberen Mittleren Keupers. Über dem Schilfsandstein folgen im östlichen Schweizer Jura die

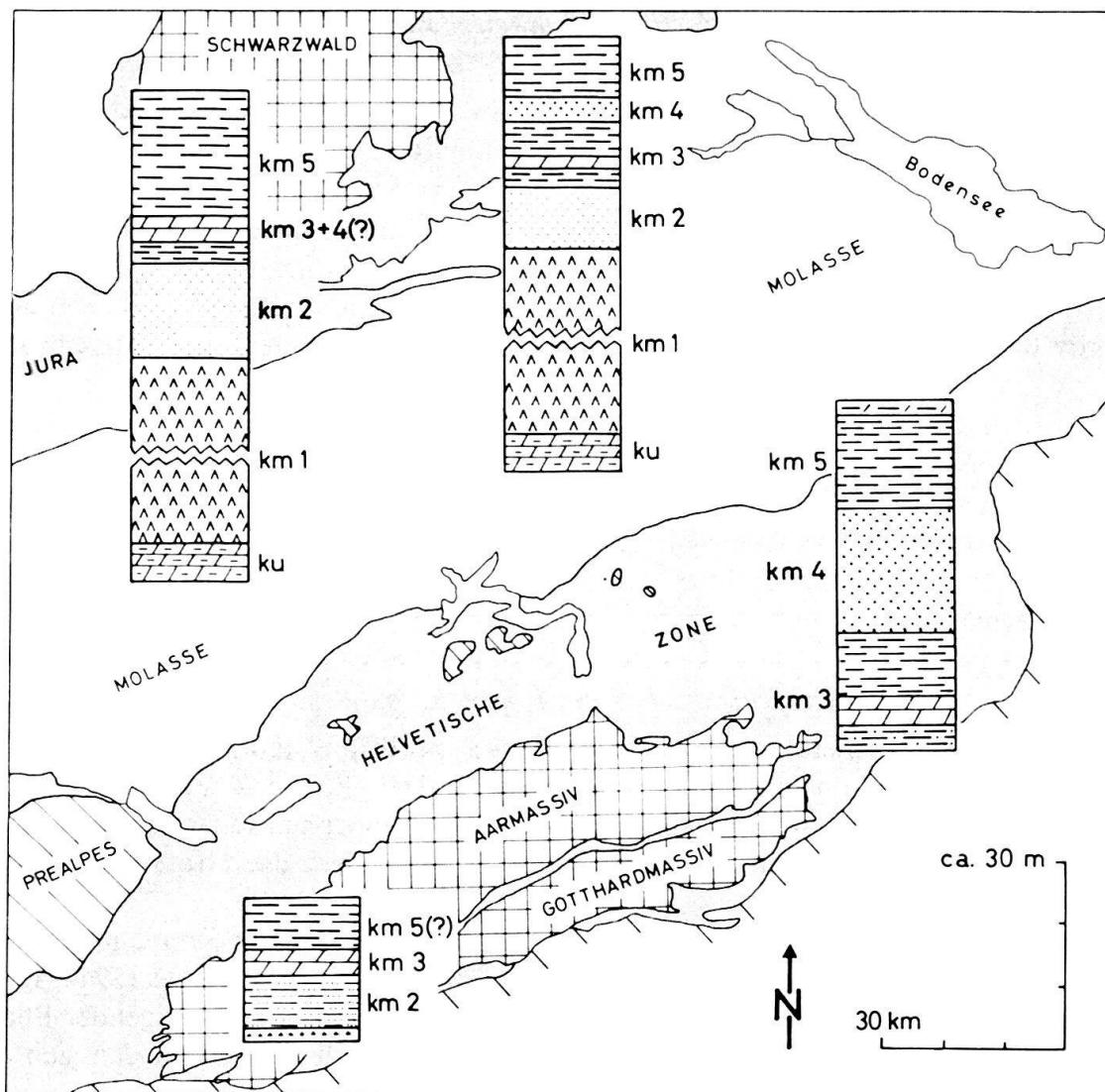


Fig. 4. Schematisierte Keupersammelprofile des östlichen Schweizer Jura, des Klettgaus, des westlichen Aarmassivs und der Glarneralpen. ku = Lettenkohle; km 1 = Gipskeuper; km 2 = Schilf-sandstein bzw. Equisetenschiefer; km 3 = Gansingerdolomit bzw. Oberer Dolomit bzw. Tödigrenzdolomit; km 4 = Stubensandstein bzw. Grobdetritische Schichten; km 5 = Obere bunte Mergel bzw. Knollenmergel bzw. Quartenschiefer s. str. bzw. Obere Tonschiefer.

wenig mächtigen Unterer bunten Mergel, gefolgt vom Gansingerdolomit. Während dieser Horizont von den Schweizer Geologen dem Hauptsteinmergel Süddeutschlands gleichgesetzt wird (ALB. HEIM, 1919; E. BRÄNDLIN, 1911; L. BRAUN, 1920; L. HAUBER, 1960; A. WAIBEL in Lex. strat. intern. I, 7a, S. 99), umfasst der Gansingerdolomit nach Ansicht deutscher Bearbeiter (P. VOLLRATH, 1928; M. LAEMMLEN in Lex. strat. intern. I, 5d2, S. 133; O. GEYER et al., 1964) im Gebiet des Klettgaus alle Schichtglieder vom Hauptsteinmergel über die bunten Mergel bis zum Mittleren Stubensandstein. Den Abschluss des Mittleren Keupers bilden im Klettgau die Knollenmergel, im östlichen Schweizer Jura die Oberen bunten Mergel. Das Rhät, in Deutschland als Oberer Keuper bezeichnet, fehlt im Klettgau weitgehend. Im östlichen Schweizer Jura lehnen sich seine Bildungen eher dem hangenden Lias an (A. ERNI, 1910). Daher wurde auf eine Darstellung des Rhät in Fig. 4 verzichtet.

b) *Vergleich der Schichtreihen des östlichen Schweizer Jura und des westlichen Aarmassivs.*

Wie wir gesehen haben, sind die Equisetenschiefer des westlichen Aarmassivs mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Schilfsandstein gleichzusetzen. Diese Aussage gewinnt noch an Glaubwürdigkeit, wenn wir die höheren Schichtglieder beider Gebiete miteinander vergleichen.

Der Gansingerdolomit des östlichen Schweizer Jura erscheint in gleicher lithostratigraphischer Stellung wie der Obere Dolomit des westlichen Aarmassivs. Darüber folgen im Jura die Oberen Bunten Mergel. Das Äquivalent im westlichen Aarmassiv bilden bunte Schiefer, auf welche hier der Name Quartenschiefer beschränkt ist.

Nach diesem Vergleich erhalten wir für die geringe Mächtigkeit der Equiseten- und Quartenschiefer des westlichen Aarmassivs eine einfache Erklärung: Das Fehlen des mächtigen Gipskeupers. Schon J. KREBS (1925) weist auf diese Lösung des Problems hin. Seine bis 4 Meter mächtige Basalbreccie im hinteren Lauterbrunnental ist ein wichtiger Hinweis auf die bestehende Schichtlücke im tieferen Keuper des westlichen Aarmassivs.

c) *Vergleich der Schichtreihen des Klettgaus und der Glarner Alpen.*

Ein wichtiges mineralogisches Merkmal des Schilfsandsteins (und der Lettenkohle) stellen die schon makroskopisch sichtbaren Hellglimmerschüppchen dar. Sie müssen detritischen Ursprungs sein, denn in den metamorphen Quartenschiefern erreichen neugebildete Hellglimmer erst im Lukmaniergebiet die Grösse der Schilfsandstein-Hellglimmer.

In den Quartenschiefern der Glarner Alpen habe ich bis heute noch nie makroskopisch sichtbaren detritischen Hellglimmer gefunden. R. BRUNNSCHWEILER (1944, 1948) verglich die Grobdetritischen Schichten (vgl. Fig. 1) auf Grund ungenügender Pflanzenreste mit dem Schilfsandstein. Aber schon im Handstück unterscheiden sich die beiden Sandsteinhorizonte sehr stark. Hier der feinkörnige, hellglimmerführende Schilfsandstein, dort die grobkörnigen Grobdetritischen Schichten mit ihren charakteristischen rötlichen Quarzen.

Im Gegensatz zum östlichen Schweizer Jura finden wir im Keuper des Klettgaus über dem Schilfsandstein noch einen zweiten sandigen Horizont: Den Stubensandstein. Die Quarz- und Arkosesandsteine der Grobdetritischen Schichten der Glarner Alpen gleichen nun dem Stubensandstein des Klettgaus sowohl in makroskopischer als auch in mikroskopischer Hinsicht so stark, dass ihre Identität auf der Hand liegt. Der Einwand, dass der Stubensandstein des Klettgaus nach den Ergebnissen der Erdölohrungen im Schweizerischen Mittelland (U. BÜCHI et al., 1965) nach Süden zu keine Fortsetzung besitze und daher nicht mit den Grobdetritischen Schichten der Glarner Alpen parallelisiert werden dürfe, ist nicht stichhaltig, denn der Stubensandstein Süddeutschlands wurde fächerförmig von Osten her geschüttet (P. VOLLRATH, 1928; P. WURSTER, 1964b). Auch die vorläufigen Untersuchungen über die Herkunft der Grobdetritischen Schichten deuten darauf hin, dass ihr Liefergebiet im Bereich der Böhmischem Masse gesucht werden muss (vgl. S. 151).

Unter den Grobdetritischen Schichten, dem Äquivalent des Stubensandsteins, finden wir in den Glarner Alpen die Unteren Tonschiefer und den Tödigrenzdolomit.

Die beiden Horizonte erscheinen in gleicher lithostratigraphischer Stellung wie die Bunten Mergel unter dem Stubensandstein (F. SCHALCH, 1912, 1916) und der Gansingerdolomit im Sinne der Schweizer Geologen. Den Abschluss der Schichtreihe bilden in den Glarneralpen die Oberen Tonschiefer mit den dazugehörigen Laiuschiefern (siehe S. 143), im Klettgau die Knollenmergel.

Auch hier, wie schon im westlichen Aarmassiv, gelangen wir nach durchgeföhrter Korrelation zur Annahme einer Schichtlücke im Liegenden der Quartenschiefer der Glarneralpen. Und zwar umfasst diese Schichtlücke mindestens den Gipskeuper und den Schilfsandstein. Ob sie noch weiter ins Liegende hinuntergreift, kann vorläufig nicht gesagt werden.

Feldgeologische Hinweise für die postulierte Schichtlücke finden wir in der Literatur bei R. BRUNNSCHWEILER (1948), ohne dass dieser Autor seine «wellige Erosionsgrenze» (S. 28, 32 und 34) an der Basis der Quartenschiefer zu deuten wusste. Bei Ilanz konnte ich beobachten, wie die Grobdetritischen Schichten direkt auf den Rötidolomit transgredieren, sichtbar gemacht durch eine deutlich ausgebildete Erosionsrinne.

7. Zur Paläogeographie des Keupers in den Schweizer Alpen

Aus dem bisher Gesagten wird deutlich, dass die Mächtigkeitsreduktion des helvetischen Keupers weniger durch die Reduktion als durch das Fehlen einzelner Schichtglieder bedingt ist. Vor allem sind es drei Horizonte des germanischen Keupers, die wir über das Molassebecken hinweg in den Schweizer Alpen wiedererkennen können: Schilfsandstein, Gansingerdolomit und Stubensandstein. Betrachten wir der Reihe nach die Verbreitung dieser einzelnen Horizonte.

a) *Verbreitung des Schilfsandsteins in den Schweizer Alpen.*

Wir kennen den Schilfsandstein als Equisetenschiefer aus dem westlichen Aarmassiv. Im Tödigebiet fehlt er. Beim Versuch, seine östliche Grenze möglichst genau festzustellen, werden wir durch die spärlichen Keuperaufschlüsse im Autochthon des mittleren Aarmassivs stark eingeschränkt. In guten Aufschlüssen tritt uns der Keuper zwischen Jungfrau und Tödi nur noch auf Birchlaui ob Gadmen und im Bockitobel bei Erstfeld entgegen. Sonst ist er überall der liasischen Erosion anheimgefallen. Die charakteristischen detritischen Hellglimmer des Schilfsandsteins finden wir an beiden vorher genannten Stellen. Auch mikroskopisch ist die Übereinstimmung mit dem Schilfsandstein gut. Vorherrschend sind Intraformationskonglomerate, die von P. VAN DER PLOEG (1912) und K. ROHR (1926) ausführlich beschrieben wurden. Ähnliche Bildungen kommen auch im Schilfsandstein Deutschlands (P. WURSTER, 1964b, S. 30) und Lothringens (C. PALAIN, 1966) vor. Die Ostgrenze des Schilfsandsteins lässt sich somit im Aarmassiv trotz weniger Aufschlüsse bis auf etwa 10 Kilometer genau angeben. Sie muss im Autochthon zwischen Tödigebiet im Osten und Erstfeld im Westen verlaufen, vgl. Fig. 5.

Von Norden herkommend, konnte P. WURSTER (1964b) die Ostgrenze des Schilfsandsteins bis an den Bodensee verfolgen. Bei erbohrtem Keuper wurde der Schilfsandstein in allen Erdölbohrungen des Schweizerischen Mittellandes nachgewiesen (H. FISCHER et al., 1963; U. BÜCHI et al., 1965), vgl. Fig. 5.

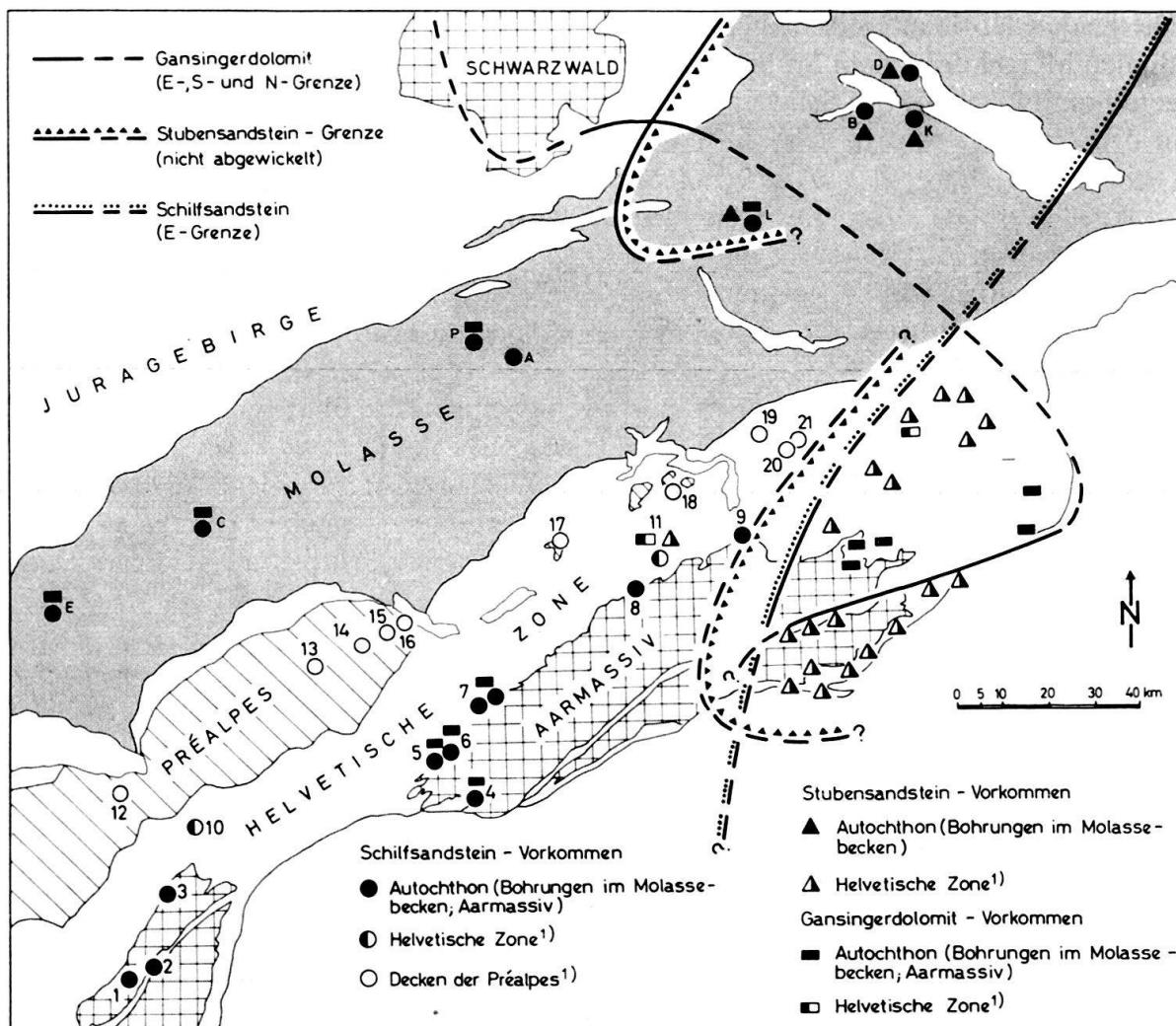


Fig. 5. Paläogeographische Karte 1:2000000 zur Verbreitung von Schilfsandstein, Gansingerdolomit und Stubensandstein in den Schweizer Alpen. Schilfsandstein-Vorkommen siehe Anhang. Autoren im Text erwähnt. ¹⁾ Fundpunkte nicht abgewickelt.

Im Autochthon des Aarmassivs verläuft die Ostgrenze des Schilfsandsteins wenig östlich Erstfeld. Sie fügt sich so ausgezeichnet in das bisher gewonnene Bild der östlichen Begrenzung der Schilfsandstein-Vorkommen.

In den helveticischen Decken finden wir den Schilfsandstein in der Wildhorn-Decke des Jochpassgebietes und im Ultrahelvetikum der Laubhorn-Decke (J. RICOUR et al., 1952). Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch die vom westlichen Gotthardmassiv beschriebenen Quarzite der oberen Trias (M. LISZKAY, 1965) dem Niveau des Schilfsandsteins angehören. Die nirgends mehr ungestörte Schichtfolge sowie der beträchtliche Metamorphosegrad verhindern aber eine sichere Aussage.

Dafür liefert uns die von der alpinen Metamorphose weitgehend verschonte Klippen-Decke des penninischen Faziesraumes verschiedene weitere Schilfsandstein-Vorkommen. Sie wurden in der Literatur bisher als Equisetenschiefer, Equisetenmergel oder als Flysch (W. FLÜCK, mdl. Mitt.) beschrieben. In den Mythen, der Typuslokalität, führt der Schilfsandstein *Equisetum mytharum* HEER. J. RICOUR (1948)

verwendet diese Pflanze als «Leitfossil» für den Nachweis des Schilfsandsteins in den Westalpen.

Aus den Iberger-Klippen beschrieb E. QUEREAU (1893) sandige, bunte und schwarze Mergel, die er mit den Equisetenschiefern der Mythen verglich. E. QUEREAU (1893, S. 58) glaubte in ihnen Raiblermergel erkannt zu haben. R. TRÜMPY (1967, S. 560) stellt diese Gesteine der Iberger-Klippen ins Oberostalpin. Wir finden hier eine Verbindung zu den Ideen P. WURSTERS (1968), der in den Raiblerschichten der Ostalpen Ausläufer oder Äquivalente des Schilfsandsteins vermutet.

b) *Verbreitung des Gansingerdolomites in den Schweizer Alpen.*

In gleicher lithostratigraphischer Stellung und gleicher Mächtigkeit wie der Gansingerdolomit des östlichen Schweizer Jura tritt uns im östlichen Aarmassiv der Tödigrenzdolomit, im westlichen Aarmassiv der Obere Dolomit entgegen (vgl. Fig. 1-3). Im dazwischenliegenden Autochthon des Aarmassivs ist der Gansingerdolomit wahrscheinlich ein Opfer der liasischen Erosion geworden. In den Glarner Alpen keilt er vom Aarmassiv ausgehend nach Süden ziemlich rasch aus (vgl. Fig. 1). Einen Hinweis darauf, dass sich sein Verbreitungsgebiet gegen Westen zu vergrösserte, finden wir in den Gansingerdolomit-Vorkommen der Wildhorn-Decke des Jochpassgebietes, dem Dissertationsgebiet von H. SCHWARZ.

c) *Verbreitung des Stubensandsteins in den Schweizer Alpen.*

Ein Ausläufer des Stubensandsteins erreicht die nördliche Schweizergrenze im Gebiet des Klettgaus. Nach Süden zu keilt er aus (U. BÜCHI et al., 1965). In grösserer Mächtigkeit, aber in petrographisch sehr ähnlicher Ausbildung und derselben lithostratigraphischen Stellung wie der Stubensandstein Würtembergs erscheinen in den Glarner Alpen die Grobdetritischen Schichten. Nach Süden können wir diesen Stubensandstein-Horizont bis an den Südrand des Gotthardmassivs verfolgen, vgl. Fig. 1. In der Axen-Decke westlich der Linth macht sich eine Mächtigkeitsabnahme bemerkbar. In der Wildhorn-Decke des Jochpassgebietes beträgt die Mächtigkeit bloss noch einen Meter. Schon diese wenigen Angaben deuten auf eine Herkunft dieses Stubensandsteins aus östlicher Richtung.

Eine Rekonstruktion der Schüttungsrichtung stösst in einem Deckgebirge auf besondere Schwierigkeiten. Vor allem kann eine seitliche Drehung aus der ursprünglichen Lage durch einen Deckentransport nicht ausgeschlossen werden. Immerhin darf erwähnt werden, dass vorläufige Bestimmungen an drei verschiedenen Stellen der Glarner Alpen und des Lukmaniergebietes auf eine Schüttung des Stubensandsteins aus Nordosten hindeuten.

Versuchen wir zum Schluss, das gewonnene Bild von der Verbreitung des Keupers in den Schweizer Alpen in einem grösseren Zusammenhang zu betrachten.

Lettenkohle, Gipskeuper und Schilfsandstein überdecken das germanische Keuperbecken gleichmässig aus Richtung Fennoskandien (W. PATZELT, 1964; P. WURSTER, 1964b). Wegen ihrer gleichen paläogeographischen Orientierung bezeichnete P. WURSTER (1964b, S. 118) diese Schichtglieder deshalb als Nordischen Keuper. Im Gebiet des östlichen Schweizer Jura kündigt sich das Ende des Lettenkohlen-Deltas an. Der

Gipskeuper dagegen erscheint in den Bohrungen des Schweizerischen Mittellandes noch in beträchtlicher Mächtigkeit. Um so erstaunlicher ist sein vollständiges Fehlen schon im Autochthon des Aarmassivs.

Auf seinem unbeirrlichen Weg gegen Süden streifte das Schilfsandstein-Delta mit seinem Ostrand den mittleren und westlichen Teil des Aarmassivs²⁾. Die Schilfsandstein-Vorkommen in der Klippen-Decke der Zentralschweiz, aus einem Sedimentationsraum südlich des Gotthardmassivs stammend, lassen ein Umbiegen der Ostgrenze des Schilfsandstein-Deltas südlich des Aarmassivs vermuten (vgl. Fig. 5).

Wir gelangen so zur Feststellung eines Hochgebietes, das im westlichen Aarmassiv mindestens während des Gipskeupers, im Gebiet des östlichen Aar-, Tavetscher- und Gotthardmassivs auch noch zur Zeit des Schilfsandstein-Vorstosses bestanden hat. Im Aiguilles Rouges-Massiv transgrediert der Schilfsandstein stellenweise auf Perm, «marquant ainsi le littoral d'une île triasique, l'Île de Balme» (E. PARÉJAS, 1922, in M. FRANK, 1930, S. 347). Wir glauben, dass es sich bei diesen Hochgebieten eher um lokal begrenzte Erosionsflächen handelt als um eine zusammenhängende alpenparallele Schwelle, ein vindelizisches Land im Sinne von P. DORN (1958).

Erst der Gansingerdolomit scheint wieder das ganze Aarmassiv bedeckt zu haben. In den Erdölbohrungen des mittleren und westlichen Schweizerischen Mittellandes ist der Gansingerdolomit überall anzutreffen (U. BÜCHI et al., 1965). Im westlichen Jura tritt er unter dem Namen «dolomie moellon» auf (A. BONTÉ, 1951). Westwärts lässt er sich bis in die Gegend von Lyon verfolgen (J. RICOUR, 1963). In gleicher lithostratigraphischer Stellung taucht dieser Horizont in den Alpes-Maritimes (J. RICOUR, 1946), ja sogar auf Sardinien auf (A. TORNQUIST, 1904). Überrascht stehen wir hier vor der Tatsache, dass ein Dolomithorizont von wenigen Metern Mächtigkeit ein Gebiet von mehreren tausend Quadratkilometern überdeckt hat.

Im oberen Mittleren Keuper tritt die Böhmisiche Masse als Liefergebiet in Erscheinung. P. WURSTER (1964b, S. 120) fasst diese Bildungen unter dem Namen «Vindelizischer Keuper» zusammen. Im Gegensatz zum grosszügig angelegten Deltasystem des Nordischen Keupers bilden die vindelizischen Schuttfächer mit ihren Rothorizonten ein viel unübersichtlicheres Faziesmuster. Der Stubensandstein erreichte als einer dieser vindelizischen Schuttfächer auch die helvetische Zone der Schweizer Alpen, wo er weite Gebiete im Raume des östlichen Aar- und Gotthardmassivs bedeckte. Da die helvetischen Quartenschiefer ganz dem Vindelizischen Keuper angehören, kann es uns nicht verwundern, dass bisherige Korrelationsversuche mit dem germanischen Keuper zu keinem befriedigenden Resultat geführt hatten.

ANHANG

Verzeichnis der Profil-Lokalitäten der Fig. 2 und 3

- 1 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 4a.
- 2 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 4b.
- 3 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 5b.
- 4 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 6.

²⁾ Es wäre auch denkbar, dass die Ostgrenze des Schilfsandsteins nicht den primären Beckenrand angibt, sondern durch eine präaliasche Erosionsphase im Ostteil des Aarmassivs erzeugt worden ist (P. WURSTER, 1968, mdl. Mitt.).

- 5 Nordabhang Petersgrat, 627.200/146.000; HÜGI, T. & COLLET, L. (1951), S. 169.
- 6 Schafläger, Lauterbrunnental, 633.650/151.600.
- 7 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 7a.
- 8 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 7c.
- 9 Siehe Schilfsandstein-Vorkommen Nr. 7d.
- 10 Stufensteinalp, Lauterbrunnental, 636/153; BRUDERER, W. (1924), S. 19.
- 11 Puntegliasgletscher, 714.900/183.200; BRUNNSCHWEILER, R. (1948), S. 31.
- 12 Stockpin, Tödigegebiet, 712/182; WIDMER, H. (1949), S. 35.
- 13 Bifertengletscher, 714/185 (?); BRUNNSCHWEILER, R. (1948), S. 34.
- 14 Scheibenruns (Hint. Schibenrus), Tödigegebiet, 717/187; WIDMER, H. (1949), S. 35.
- 15 Limmerenboden, 719.650/186.550.
- 16 Hochwald, Calfeisental, 749/197 (?); BRUNNSCHWEILER, R. (1948), Profil 6.
- 17 Ramuztobel, Kunkelstal, 751/195; BRUNNSCHWEILER, R. (1948), Profil 5.
- 18 Graben zwischen Breitägerten- und Vidameidatobel E Vättis, 753.575/197.575.

Verzeichnis der Schilfsandstein-Vorkommen von Fig. 5

Autochthon und Parautochthon der Zentralmassive

- 1 Aiguille du Belvédère, 556/093, Aiguilles-Rouges-Massiv; COLLET, L. & PARÉJAS, E. (1920).
- 2a En dessous de la carrière des Posettes, près du Tour, 562/096, Aiguilles Rouges – Massiv; PARÉJAS, E. (1921).
- 2b Au-dessus du village de Montroc (Mont Roch), 560/094, Aiguilles Rouges – Massiv; PARÉJAS, E. (1921).
- 3 Col de Jorat, 565.000/111.050, Aiguilles Rouges – Massiv; LOYS, F. DE (1928), S. 1.
- 4a Lauigraben N Ausserberg, Rhonetal, 632.650/130.400, Aarmassiv; SWIDERSKI, B. (1919), S. 6; SCHENKER, M. (1946), S. 11.
- 4b Plischgraben, Baltschiedertal, 633.500/132.500, Aarmassiv; SWIDERSKI, B. (1919), S. 3/4.
- 5a Lötschenpass, 621/140, Aarmassiv; LUGEON, M. (1905), S. 421.
- 5b Hockenkreuz-Sattlegi, Lötschental, 623,6/140,5, Aarmassiv; COLLET, L. (1947), S. 268.
- 6 Mühlebach, Lötschental, 625,6/141,5, Morcles-Decke; COLLET, L. (1947), S. 260.
- 7a Auf dem Schopf, Lauterbrunnental, 635.350/153.700, Aarmassiv; GERBER, E. (1905), S. 53.
- 7b Sefinenschlucht, Lauterbrunnental, 635.275/154.500, Aarmassiv; KREBS, J. (1925), S. 8.
- 7c Mattenbach, Lauterbrunnental, 635,8/155,2, Aarmassiv; GERBER, E. (1909), S. 5; BRUDERER, W. (1924), S. 17.
- 7d Sichellauen, Lauterbrunnental, 636/154, Aarmassiv; BRUDERER, W. (1924), S. 18.
- 8 Birchlaualp N Gadmen, 667/176, Aarmassiv; ROHR, K. (1926), S. 9; BRUDERER, W. (1924), S. 27.
- 9 Bockitobel NW Erstfeld, 690.750/188.500, Aarmassiv; PLOEG, P. V. D. (1912), S. 204; BRUDERER, W. (1924), S. 35.

Helvetische- und Ultrahelvetische-Decken

- 10 En amont du Fondement, Grande Gryonne, 570.275/126.000, Laubhorn-Decke; LUGEON, M. (1940), S. 17; RICOUR, J. & TRÜMPY, R. (1952), S. 7.
- 11 Jochpassgebiet, z. B. 672.250/181.400, Wildhorn-Decke; SCHWARZ, H., mdl. Mitt.

Klippen- und Breccien-Decke

- 12 Chalavornaire, Bas Valais, 554.700/134.350, Klippen-Decke; JEANNET, A. (1912/13), S. 215.
- 13 Horngugger (Spitzhorn), Simmental, 597.700/160.950, Breccien-Decke; RENZ, H. (1936), S. 257.
- 14 Zwüscht-Heeg, 1,5 km SW Erlenbach, Simmental, 607.100/166.040, Klippen-Decke; FLÜCK, W., mdl. Mitt.
- 15 Burgholz SW Burgfluh, Simmental, 613.150/168.250, ? Klippen-Decke; FLÜCK, W., mdl. Mitt.
- 16 Hondrichtunnel bei Spiez, 618/169, Klippen-Decke; FLÜCK, W., mdl. Mitt.
- 17 Alpboglerberg, 650.400/185.550/1690, Klippen-Decke; VONDERSCHMITT, L. (1923), S. 18.
- 18 Nieder-Rickenbach, 2 km S Buochserhorn, 675/197 ?, Klippen-Decke; STUTZ, U. (1890), S. 108.
- 19 Adlerspitz am Gr. Mythen, 694.850/208.850, Klippen-Decke; SMIT SIBINGA, G. (1921), S. 6.

- 20 Laucherlen, Ibergerklippen, 701/206, Klippen-Decke; QUEREAU, E. (1893), S. 58. Oberostalpin nach TRÜMPY, R. (1967), S. 560.
- 21 Roggenstock, Ibergerklippen, 702/208, Klippen-Decke; QUEREAU, E. (1893), S. 56. Oberostalpin nach TRÜMPY, R. (1967), S. 560.

DANKSAGUNG

Die Herren Proff. E. NIGGLI und T. HÜGI gewährten mir grosse Freiheit beim Zustandekommen dieser Arbeit. Ihnen und auch den Herren Prof. W. K. NABHOLZ und Dr. R. HERB danke ich für wertvolle Ratschläge und die Durchsicht des Manuskriptes. Herr Prof. K. MÄGDEFRAU bestimmte meine Keuperpflanzen, wofür ich ihm zu grossem Dank verpflichtet bin. Herr W. FLÜCK verdanke ich die Angaben einiger Schilfsandstein-Vorkommen aus seinem Dissertationsgebiet. Herrn Prof. R. TRÜMPY danke ich für viele Diskussionen. Mein grösster Dank gilt Herrn Dr. P. WURSTER, der mich nicht nur zur vorliegenden Arbeit ermunterte, sondern durch seine anregenden Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes diese Arbeit wesentlich gefördert hat.

LITERATURVERZEICHNIS

- BONTÉ, A. (1951): *Contribution à la stratigraphie du Keuper du Jura*. Bull. Soc. géol. Fr., 6^e sér. 1, 319–331.
- BRÄNDLIN, E. (1911): *Zur Geologie des nördlichen Aargauer Tafeljura zwischen Aare- und Fricktal*. Verh. Natf. Ges. Basel. 12.
- BRAUN, L. (1920): *Geologische Beschreibung von Blatt Frick (1:25 000)*. Verh. Natf. Ges. Basel. 31, 189–242.
- BRUDERER, W. (1924): *Les sédiments du bord septentrional du Massif de l'Aar du Trias à l'Argovien*. Thèse Univ. Lausanne, 1–86.
- BRUNNSCHWEILER, R. (1944): *Fossile Pflanzenreste in der Quartärstufe der helvetischen Trias östlich des Klausenpasses*. Eclogae geol. Helv. 37/2, 199–201.
- (1948): *Beiträge zur Kenntnis der Helvetischen Trias östlich des Klausenpasses*. Diss. Zürich, 1–166.
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G. & ZIMDARS, J. (1965): *Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens*. Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. 32/82, 7–38.
- CADISCH, J. (1953): *Geologie der Schweizer Alpen*. 2. Aufl. Wepf, Basel.
- COLLET, L. W. (1947): *La géologie du versant Sud du massif de Gastern*. Eclogae geol. Helv. 40/2, 257–281.
- COLLET, L. W. & PARÉJAS, E. (1920): *Le chapeau de sédimentaire des Aiguilles Rouges de Chamonix et le Trias du massif Aiguilles Rouges-Gastern*. C. R. Soc. phys. hist. nat., Genève, 37/2, 60–62.
- DORN, P. (1958): *Problematik des Vindelizischen Landes*. Geologie 7, 319–341.
- ERNI, A. (1910): *Das Rhät im schweizerischen Jura*. Eclogae geol. Helv. 11/1, 5–54.
- FISCHER, H. & LUTERBACHER, H. (1963): *Das Mesozoikum der Bohrungen Courtion 1 und Altishofen 1*. Beitr. geol. Karte Schweiz (NF) 115, 1–40.
- FRANK, M. (1930): *Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Trias-Lias-Sedimente im alpingermanischen Grenzgebiet der Schweiz*. N. Jb. Min. Geol. Pal. Abt. B., Beil. Bd. 64, 325–426.
- GERBER, E. (1905): *Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen*. N. Denkschr. allg. schweiz. Ges. ges. Natw. 40/2, 19–88.
- (1907): *Über das Vorkommen von Rhät in den Zwischenbildungen des Lauterbrunnentales*. Mitt. Natf. Ges. Bern, 68–71.
- (1909): *Über Facies und Deckenbildung zwischen Kiental und Lauterbrunnental*. Mitt. Natf. Ges. Bern, 128–154.
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1964): *Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg*. Schweizerbart, Stuttgart.
- GIGNOUX, M. (1960): *Géologie stratigraphique*. 5^e édition, Masson, Paris.
- HAUBER, L. (1960): *Geologie des Tafel- und Faltenjura zwischen Reigoldswil und Eptingen*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 112.

- HEER, O. (1877): *Flora fossilis Helvetiae*. Wurster, Zürich.
- HEIM, ALB. (1919): *Geologie der Schweiz. Bd. I, Molasseland und Juragebirge*. Tauchnitz, Leipzig.
- HÜGI, T. & COLLET, L. W. (1951): *Découverte d'un nouvel affleurement d'Autochtone sédimentaire sur le versant Nord du Petersgrat*. Eclogae geol. Helv. 44/1, 169–170.
- JEANNET, A. (1913): *Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises). 1^e partie*. Mat. Carte géol. Suisse, (NS) 34.
- KRÄUSEL, R. (1959): *Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel. III. Equisetaceen*. Schweiz. pal. Abh. 77.
- KREBS, J. (1925): *Geologische Beschreibung der Blümlisalpgruppe*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 54/3.
- Lexique Stratigraphique International (1958): Vol. I. Europe, Fasc. 5 Allemagne, Fasc. 5d 2 Keuper (par M. LAEMMLEN).
- (1961): Vol. I. Europe, Fasc. 7 Suisse, Fasc. 7a Jura et fossé du Rhin (Direction R. F. RUTSCH).
- (1966): Vol. I. Europe, Fasc. 7 Suisse, Fasc. 7c Alpes Suisse et Tessin méridional (Direction R. F. RUTSCH).
- LISZKAY, M. (1965): *Geologie der Sedimentbedeckung des südwestlichen Gotthard-Massivs im Oberwallis*. Eclogae geol. Helv. 58/2, 901–965.
- LOYS, F. DE (1928): *Monographie géologique de la Dent du Midi*. Mat. Carte géol. Suisse, (NS) 58.
- LUGEON, M. (1905): *Deuxième communication préliminaire sur la géologie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander (Valais–Berne). Les massifs du Torrenthorn et du Balmhorn*. Eclogae géol. Helv. 8/4, 421–433.
- (1940): *Atlas géologique de la Suisse 1: 25 000, feuille Diablerets (Feuille 19 de l'Atlas). Notice explicative*. Comm. géol. Soc. helv. sci. nat.
- MERKI, P. (1961): *Der Obere Muschelkalk im östlichen Schweizer Jura*. Eclogae geol. Helv. 54/1, 137–219.
- MOESCH, C. (1881): *Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebilde der Kantone Appenzell, St. Gallen, Glarus und Schwyz*. Beitr. geol. Karte Schweiz, 14/3.
- PALAIN, C. (1966): *Contribution à l'étude sédimentologique du «Grès à Roseaux» (Trias supérieur) en Lorraine*. Science de la Terre 11/3, 245–291.
- PARÉJAS, E. (1921): *Sur le Trias de la bordure nord-ouest de la zone de Chamonix*. C. R. Soc. phys. hist. nat., Genève, 38/2, 79–81.
- PATZELT, W. J. (1964): *Lithologische und paläogeographische Untersuchungen im Unteren Keuper Süddeutschlands*. Erlanger Geol. Abh. 52, 3–30.
- PAULCKE, W. (1910): *Fossilführender Röthidolomit*. Centralbl. Min. Geol. Pal., 15–19.
- PLOEG, P. VAN DER (1912): *Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannort-Gruppe*. Eclogae geol. Helv. 12/2, 194–245.
- QUEREAU, E. C. (1893): *Die Klippenregion von Iberg (Sihltal)*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 3.
- RENZ, H. H. (1936): *Pflanzenführender Keuper in der Breccien-Decke des Simmentals*. Eclogae geol. Helv. 29/1, 257–259.
- RICOUR, J. (1946): *Analogie entre le gisement de houille de Vescagne (Alpes-Maritimes) et les gisements keupériens de Lorraine et de Franche-Comté*. C. R. somm. Soc. géol. Fr., 5^e sér. 16, 235–238.
- (1948): *Quelques remarques sur Equisetum mytharum (HEER) et sur ses gisements dans l'Est et le Sud-Est de la France*. Bull. Soc. géol. Fr., 5^e sér. 18, 255–270.
- (1952a): *A propos de la «chaîne vindélicienne»*. C. R. somm. géol. Fr., 6^e sér. 2, 242–244.
- (1952b): *Faune du Trias de la couverture des massifs cristallins externes des Alpes (Suisse et France)*. C. R. somm. géol. Fr., 14, 301–303.
- (1963): *Particularités paléogéographiques des Alpes Occidentales françaises aux temps Triasiques*. Livre à la mém. du prof. P. Fallot, II, 395–405.
- RICOUR, J. & TRÜMPY, R. (1952): *Sur la présence de niveaux fossilifères dans le Trias supérieur de la nappe de Bex (Suisse)*. C. R. somm. Soc. géol. Fr., 6^e sér. 2, 6–8.
- ROHR, K. (1926): *Stratigraphische und tektonische Untersuchungen der Zwischenbildungen am Nordrande des Aarmassivs (zwischen Wendenjoch und Wetterhorn)*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 57/1.
- SCABELL, W. (1926): *Beiträge zur Geologie der Wetterhorn-Schreckhorn-Gruppe (Berner Oberland)*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 57/3.

- SCHALCH, F. (1912): *Geologische Spezialkarte des Grossherzogtums Baden. Erläuterungen zu Blatt Stühlingen (Nr. 144)*. Herausgegeben v. d. Grossh. Badischen Geol. Landesanstalt in Verbindung m. d. Schweiz. Geol. Kommission. Heidelberg.
- (1916): *Geologische Spezialkarte des Grossherzogtums Baden. Erläuterungen zu Blatt Wiechs-Schaffhausen (Nr. 145)*. Herausgegeben v. d. Grossh. Badischen Geol. Landesanstalt in Verbindung m. d. Schweiz. Geol. Kommission. Heidelberg.
- (1922): *Geologische Spezialkarte von Baden. Erläuterungen zu Blatt Griessen (Nr. 157)*. Herausgegeben v. d. Badischen Geol. Landesanstalt in Verbindung m. d. Schweiz. Geol. Kommission. Heidelberg.
- SCHENKER, M. (1946): *Geologische Untersuchungen der mesozoischen Sedimentkeile am Südrand des Aarmassivs zwischen Lonza und Baltschiedertal*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 86.
- SCHMIDT, M. (1938): *Die Lebewelt unserer Trias*. Öhringen.
- SCHWARZ, H. (in Vorbereitung): *Beiträge zur Geologie der Helvetischen Decken in der Jochpassregion*. Diss. Bern.
- SMIT SIBINGA, G. L. (1921): *Die Klippen der Mythen und Rotenfluh*. Diss. Zürich.
- STUDER, B. (1853): *Geologie der Schweiz, Bd. II. Nördliche Nebenzone der Alpen. Jura und Hügelland*. Stämpfli, Bern & Schulthess, Zürich.
- STUTZ, U. (1890): *Das Keuperbecken am Vierwaldstätter See*. N. Jb. Min. Geol. Pal. 2, 99–140.
- SWIDERSKI, B. (1919): *La partie occidentale du massif de l'Aar entre la Lonza et la Massa*. Mat. Carte géol. Suisse, (NS) 47/1.
- THEOBALD, G. (1868): *Der Brigelser Stock. Geologische Skizze*. Jber. natf. Ges. Graubünden, (NF) 13.
- TORNQUIST, A. (1904): *Die Gliederung und Fossilführung der ausseralpinen Trias auf Sardinien*. Sitzber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin 38, 1–20.
- TRÜMPY, R. (1949): *Der Lias der Glarneralpen*. Denkschr. Schweiz. natf. Ges. 79, Abh. 1.
- (1959): *Hypothesen über die Ausbildung von Trias, Lias und Dogger im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens*. Eclogae geol. Helv. 52/2, 435–448.
- (1963a): *Sur les racines des nappes helvétiques*. Soc. géol. Fr., Livre à la mém. du prof. P. Fallot, II, 417–428.
- (1963b): In LEFAVRAIS, A., RICOUR, J. & TRÜMPY, R.: *Trias des pays étrangers. Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes*. Mém. du B. R. G. M., Fr., no 15, 365–382.
- (1967): *Exkursion Nr. 31, Teilstrecke III: Oberiberg-Schwyz*. Geologischer Führer der Schweiz, Heft 7, 558–563. Wepf, Basel.
- VOLLRATH, P. (1928): *Beiträge zur vergleichenden Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Mittleren und Oberen Keupers in Süddeutschland*. N. Jb. Min. etc., 60 B, 195–306.
- VONDERSCHMITT, L. (1923): *Die Giswiler Klippen und ihre Unterlage*. Beitr. geol. Karte Schweiz, (NF) 50.
- WIDMER, H. (1948): *Zur Geologie der Tödigruppe*. Diss. Zürich.
- WURSTER, P. (1963): *Les problèmes posés par le Grès-à-Roseaux du Trias supérieur*. Science de la Terre 9, 197–219.
- (1964a): *Delta sedimentation in the German Keuper basin*. Developm. Sedimentol. 1, 436–446.
- (1964b): *Geologie des Schilfsandsteins*. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 33.
- (1964c): *Krustenbewegungen, Meeresspiegelschwankungen und Klimaänderungen der deutschen Trias*. Geol. Rdsch. 54, 224–240.
- (1968): *Paläogeographie der deutschen Trias und die paläogeographische Orientierung der Lettenkohle in Südwestdeutschland*. Eclogae geol. Helv. 61/1.