Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 81 (1988)
Heft: 2

Artikel: Spaltenfüllungen im Dach der Schrattenkalk-Formation
Autor: Greber, Emil A. / Ouwehand, Pieter J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-166184

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: 13.07.2025

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 81	Nr. 2	Seiten 373–385	Basel, August 1988

Spaltenfüllungen im Dach der Schrattenkalk-Formation

Von EMIL A. GREBER[1]) und PIETER J. OUWEHAND[1])[2])

ZUSAMMENFASSUNG

Tektonische, «synsedimentäre» Spalten im Dach der Schrattenkalk-Formation (Säntis–Churfirsten-Decke, Kt. St. Gallen) wurden Ende Früh-Aptien geöffnet und mit glaukonithaltigem Quarzsand des Brisi-Members (Garschella-Formation; ehemals «Helvetischer Gault») gefüllt. Die Spalten bilden ein konjugiertes System. Die geradlinigen, breiteren a-Spalten (durchschnittliche Streichrichtung 26°) werden nach RIEDEL (1929) als «Scherungsrisse», die unregelmässigen, dünneren b-Spalten (durchschnittliche Streichrichtung 80°) als «Zugrisse» interpretiert. Sie werden auf eine N–S verlaufende Scherzone mit NE–SW-Kompression zurückgeführt.

Vergleichbare Spaltenfüllungen wurden aus anderen Bereichen des helvetischen Faziesraumes beschrieben. Sie sind Teil der Sprödverformungen, welche im externen Raum (Helvetikum) während der «Mittleren Kreide» stattfanden.

ABSTRACT

Tectonic, 'synsedimentary' cracks at the top of the Schrattenkalk Formation (Säntis–Churfirsten nappe, eastern Helvetic Alps) were opened at the end of early Aptian and filled by the glauconitic quartz sand of the Brisi member (Garschella Formation, formerly 'Helvetic Gault'). The cracks form a conjugate system. The straight and broader a-cracks (average 26° strike) are interpreted as 'shear cracks', the irregular and thinner b-cracks (average strike 80°) as 'tear cracks' according to RIEDEL (1929). They are attributed to a general N–S-striking shear zone resulting from a NE–SW compression.

They have been described from the entire Helvetic realm and are part of the brittle deformations which occurred in the external part of the Tethys during the 'mid-Cretacous' time when the eo-alpine orogenesis was in progress in more internal parts of the Alps.

RÉSUMÉ

Un système conjugué des fissures sédimentaires d'origine tectonique a été observé au sommet de la formation du Schrattenkalk (nappe de Säntis–Churfirsten, zone helvétique orientale). Ces fissures se sont ouvertes à la fin de l'Aptien inférieur et remplies par du sable de quartz glauconitique appartenant au membre du Brisi (formation de Garschella/«Gault helvétique»). Un premier groupe de fissures, droites et larges, dont l'orientation moyenne est N26E, est interprété (RIEDEL 1929) comme «fissures cisaillantes» (type a), un second groupe de fissures irrégulierères et minces comme «fissures extensives» (type b, l'orientation moyenne N80E). Ce système conjugué peut être mis en relation avec une zone de cisaillement N–S résultant de compression NE–SW.

Leur présence a été décrite sur l'ensemble du domaine helvétique. Ces fissures font partie de déformations cassantes, qui ont eu lieu dans la zone externe de la Téthys (domaine Helvétique) durant la phase orogénique éo-alpine (Cretacé «moyen»).

[1]) Geologisches Institut ETH, ETH-Zentrum, CH–8092 Zürich

[2]) Heutige Adresse: Pfaffenzielstrasse 3B, CH–5300 Ennetturgi.

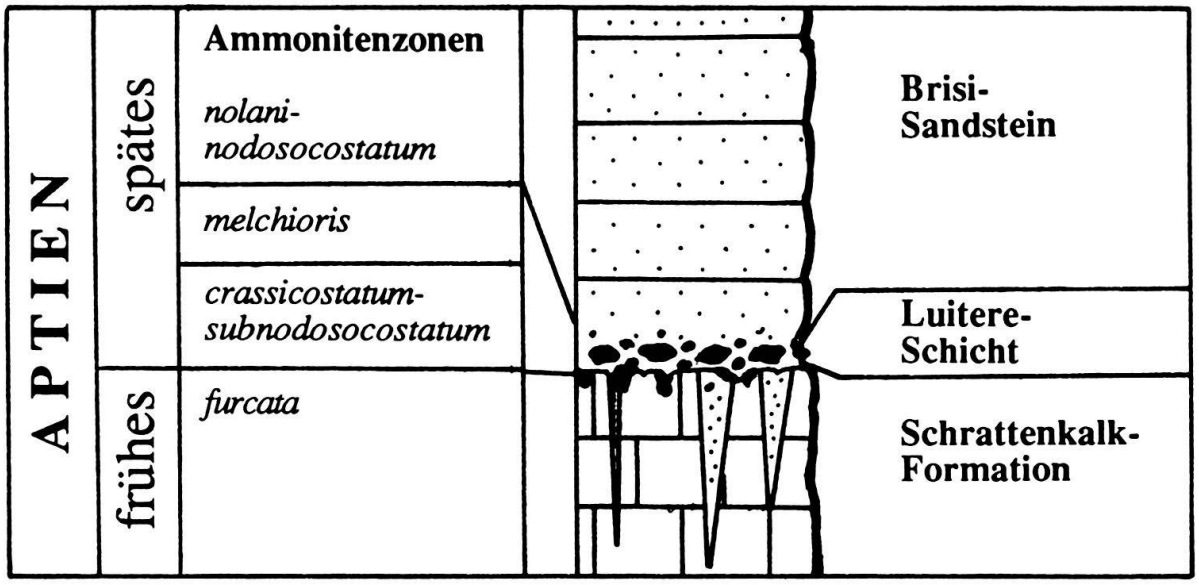

Fig. 1. Stratigraphisches Profil (schematisch). Die Spaltenfüllungen befinden sich im Dach der Schrattenkalk-Formation. Das Hangende bildet die Luitere-Schicht des Brisi-Members (Garschella-Formation, ehemals «Helvetischer Gault», FÖLLMI & OUWEHAND 1987). Die Spalten wurden im späten Früh-Aptien geöffnet und gefüllt.

1. Einführung

Die Spaltenfüllungen befinden sich im Dach der Schrattenkalk-Formation, im Liegenden des Brisi-Members der Garschella-Formation (FÖLLMI & OUWEHAND 1987, Fig. 1). In den Churfirsten treten sie zwischen Leistchamm im Westen und dem Voralptal im Osten auf. Einer der interessantesten Aufschlüsse befindet sich 500 m SSW der oberen Torlochhütte auf 1890 m («Aufschluss Torloch», 738.260/224.500, Fig. 2) in der holozän verkarsteten Schrattenkalk-Mulde zwischen Selun und Frümsel. Dieser Aufschluss wurde im Detail kartiert und analysiert (GREBER 1987). Es treten neben den hier beschriebenen Spalten auch mit Brisisandstein-Bruchstücken und Calcit gefüllte, tertiäre (alpine) Klüfte auf (Fig. 2), die jedoch hier nicht weiter berücksichtigt wurden. ARN. HEIM (1910) erkannte die Spaltenfüllungen; er interpretierte sie aber als Karstphänomene, SCHOO (1922) als spätdiagenetische Erscheinungen.

2. Beschreibung der Spaltenfüllungen des Aufschlusses Torloch (mittlere Churfirsten)

Die Spaltenfüllungen befinden sich im leicht nach NNW fallenden Dach der Schrattenkalk-Formation. Am nördlichen Ende des Aufschlusses werden die Kalke der Schrattenkalk-Formation vom sandigen Brisi-Member der Garschella-Formation überlagert (Fig. 1). Die geringmächtige Luitere-Schicht ist hier nicht aufgeschlossen.

Die grünlichen, vor allem aus Glaukonit, Quarz und mikritischer Kalkmatrix bestehenden Spaltenfüllungen heben sich im Feld deutlich vom bläulichgrauen Schrattenkalk ab (Fig. 3, 4 und 7). Die Spalten sind in einem konjugierten System mit zwei vorherrschenden Richtungen angeordnet (Fig. 2).

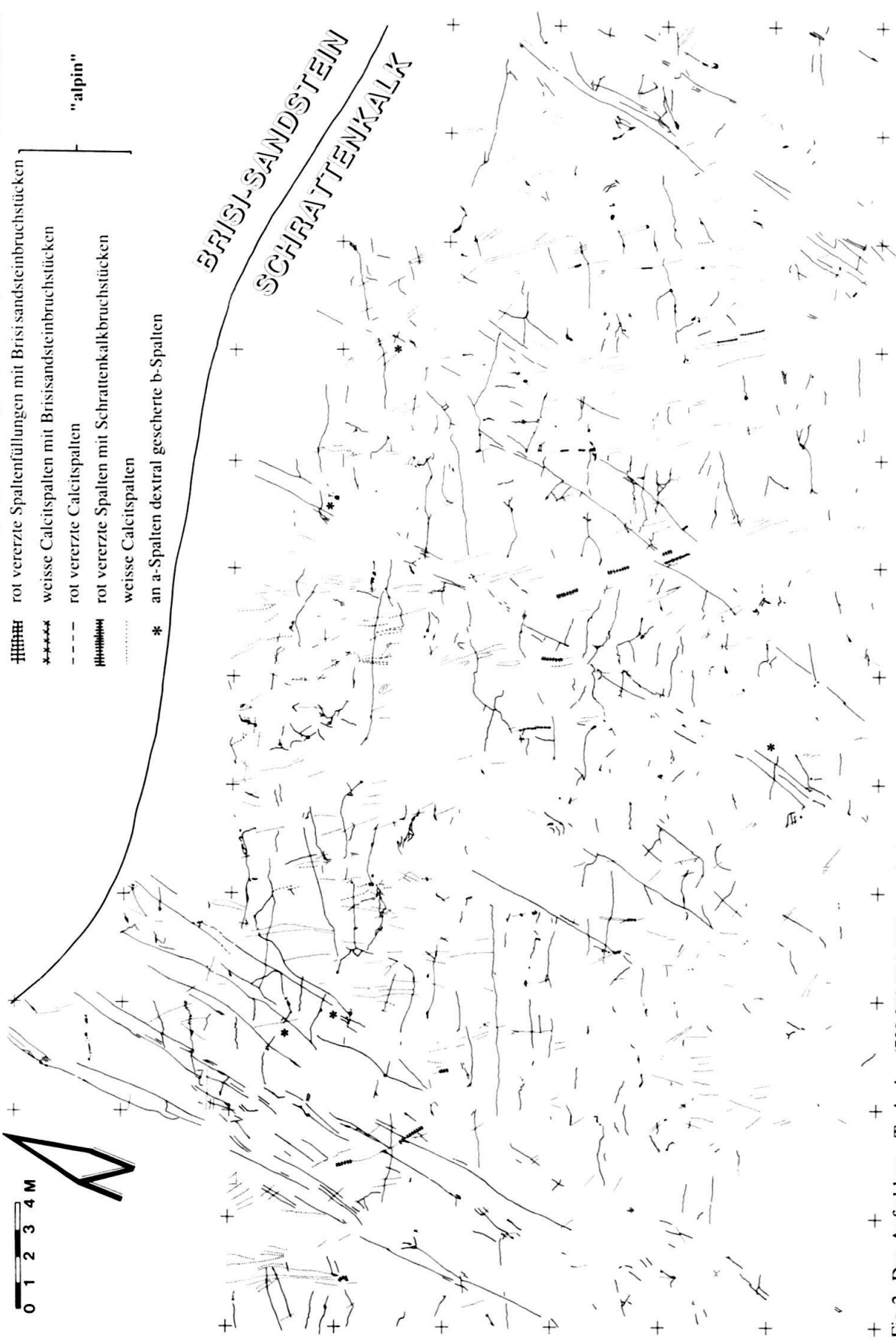

Fig. 2. Der Aufschluss «Torloch» (738.260/224.500) wurde im Detail untersucht. Die «mittelkretazischen» a- und b-Spalten unterscheiden sich nicht nur in ihren vorherrschenden Richtungen, sondern auch in ihrer Morphologie. Die a-Spalten fallen mit durchschnittlich 116/84^3), die b-Spalten mit durchschnittlich 170/80^3). Der durchschnittliche Winkel zwischen den beiden Spaltenscharen beträgt 54°. – Die «alpinen» Kluftfüllungen werden hier nicht näher behandelt.

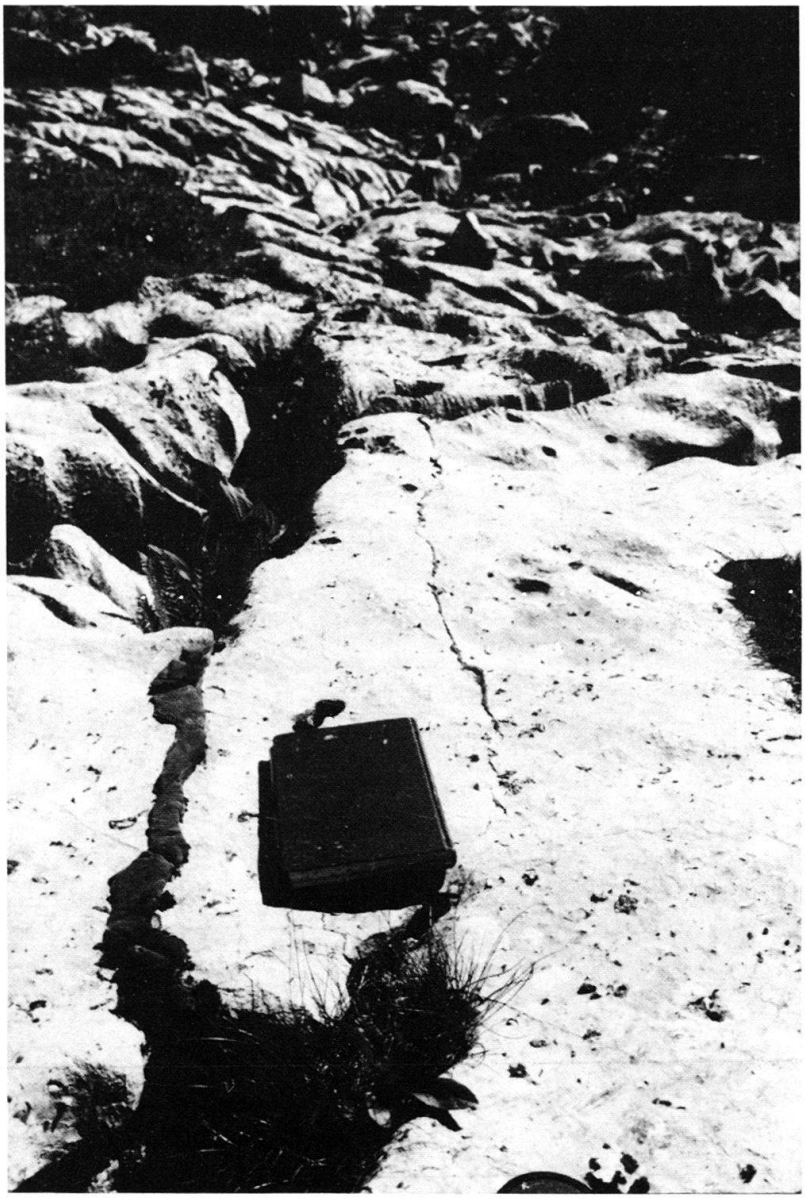

Fig. 3. Zwei parallele a-Spalten auf holozän verkarsteter Schrattenkalk-Oberfläche (Feldbuch 13 × 20 cm).

Die geradlinigeren und breiteren Spaltenfüllungen («a-Spalten») fallen mit durchschnittlich 116/84[3]) ein. Sie sind 1 cm bis mehrere Dezimeter breit und häufig über mehrere zehn Meter verfolgbar (Fig. 3 und 4). Oft sind sie unterbrochen und ziehen einige Millimeter bis wenige Zentimeter gegen WNW versetzt weiter («En-échelon-Anordnung»; Fig. 5). Es wurden a-Spalten beobachtet, die Rudistenschalen in zwei Hälften teilen und dextral wenige Zentimeter versetzen (Fig. 6). Die Spaltenfüllungen konn

[3]) Um die «mittelkretazischen» Orientierungen der Spalten und des damaligen Stressfeldes zu rekonstruieren, musste die ursprüngliche Lage des Spaltensystems berechnet werden. Dies wurde durch das Rückrotieren der gegen NNW geneigten Schichtflächen (Dach der Schrattenkalk-Formation) in die Horizontale bewerkstelligt. Dabei konnten mangels genauerer Kenntnisse spätere Rotationen nicht berücksichtigt werden. Die angegebenen Werte stellen die «mittelkretazischen» Verhältnisse dar.

Fig. 4. Bis zu 45 cm breite Spaltenfüllung beim Aufschluss Wannen (742.850/224.475/1950 m), etwa 3 bis 5 m unterhalb des Daches der Schrattenkalk-Formation.

ten bis zu 15 m tief unterhalb des Daches der Schrattenkalk-Formation nachgewiesen werden; einzelne Spalten sind im unteren Teil mit Sparit gefüllt. Eckige Schrattenkalk-Komponenten sind in den Spaltenfüllungen häufig anzutreffen und geben den Spalten lokal ein brecciöses Aussehen (Fig. 7). Die Grenze zwischen Schrattenkalk und Füllung ist immer scharf (Fig. 8).

Die weniger gut ausgebildeten Spaltenfüllungen («b-Spalten») fallen mit durchschnittlich 170/80[3]) ebenfalls steil ein (Fig. 5). Sie sind in der Regel nur einige mm bis etwa 1 cm breit, selten geradlinig, meist eher gezackt, unregelmässig angeordnet. Brecciöse Ausbildung ist bei den b-Spalten eher selten zu beobachten. An ihnen hat im Gegensatz zu den a-Spalten keine nachweisbare Scherung stattgefunden; Rudistenschalen werden von den Spalten umgangen.

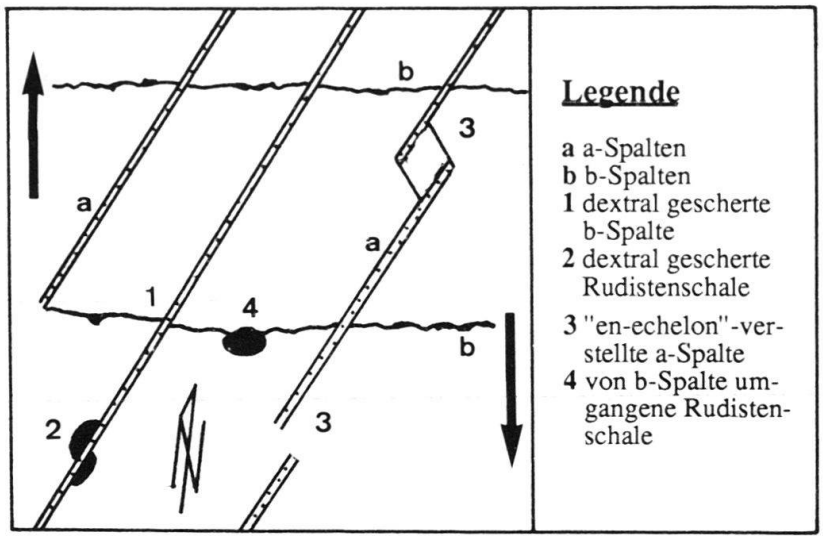

Fig. 5. Schema der Spaltenfüllungen mit auftretenden Richtungen und Phänomenen im Bereich der Churfirsten.

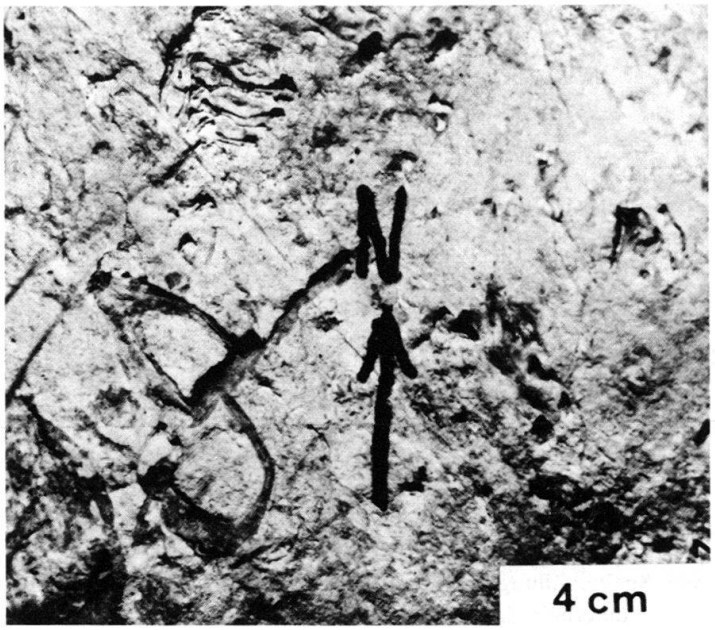

Fig. 6. Die Abbildung zeigt eine an einer a-Spalte dextral gescherte Requienien-Schale.

An den meisten Kreuzungsstellen von a- mit b-Spalten lässt sich kein deutlicher Versatz feststellen. An einigen Stellen jedoch wurden b- durch a-Spalten dextral um einige Zentimeter versetzt. Im gleichen Sinn wurden Rudistenschalen geschert (Fig. 5 und 6).

Beim spaltenfüllenden Sediment handelt es sich um einen glaukonit- und quarzhaltigen Sandstein (durchschnittliche Quarzkorngrösse 0,15 mm) mit mikritischer Matrix (Wacke- bis Packstone); darin sind selten partiell phosphatisierte Echinodermentrümmer enthalten. Die Grenzen zwischen Füllung und Schrattenkalk sind oft durch Drucklösung überprägt (Fig. 8). Es wurden weder Schichtungs- noch Füllungsstrukturen beobachtet.

Fig. 7. Breccie mit Glaukonit-Quarzsand-Matrix im Dach der Schrattenkalk-Formation.

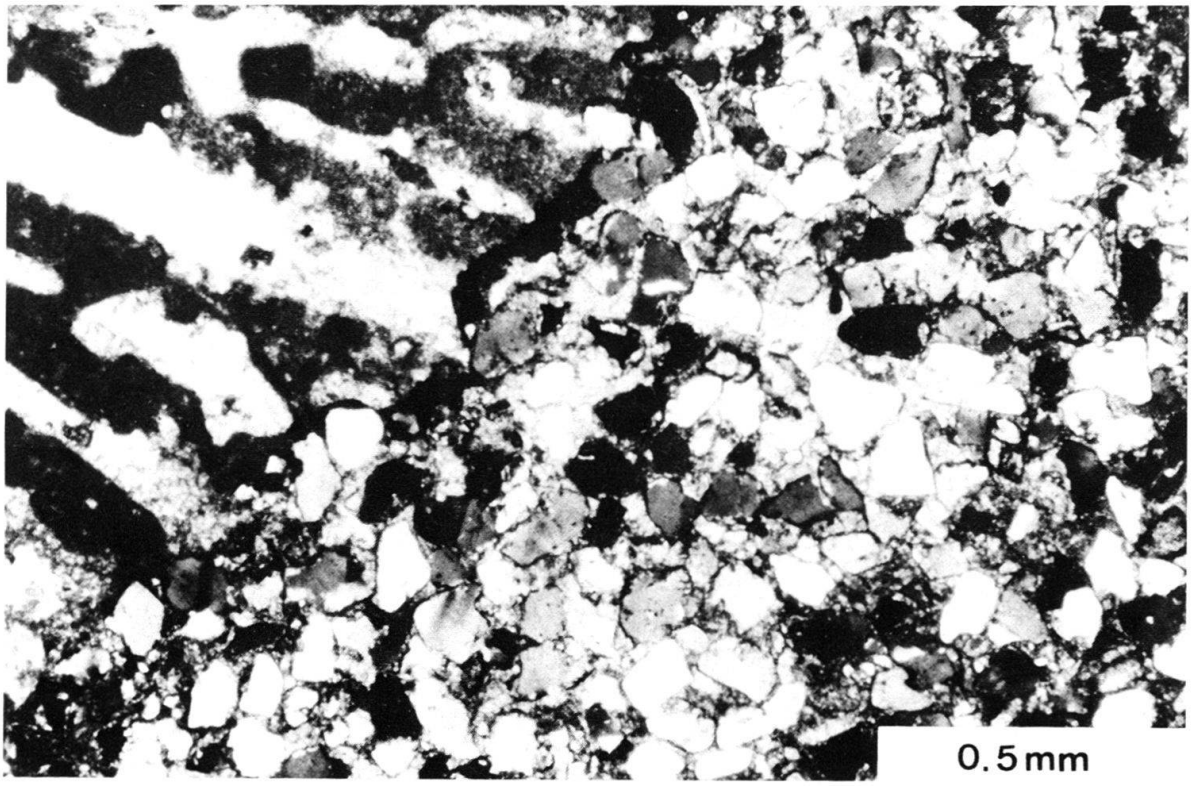

Fig. 8. Die Grenzen zwischen der Schrattenkalk-Formation (hier ein Korallenbruchstück, links oben) und den Spaltenfüllungen sind immer scharf, oft stylolithisch überprägt. Die Spaltenfüllungen bestehen aus detritischem Quarz (40–50%), Glaukonit (4–7%), Kalifeldspat (1%), Phosphorit (bis 1%) und karbonatischen Schalentrümmern (1–5%). Die Matrix besteht aus Mikrit.

3. Weitere Beobachtungsstellen von Spaltenfüllungen

3.1 Säntis–Churfirsten-Decke

Zwischen Leistchamm und dem Voralptal wurden weitere Spaltenfüllungen beobachtet (Fig. 9B). Sie sind ähnlich ausgebildet wie die vorher beschriebenen a-Spalten und treten vorwiegend in etwa NE–SW streichenden, parallelen Scharen auf. Beim

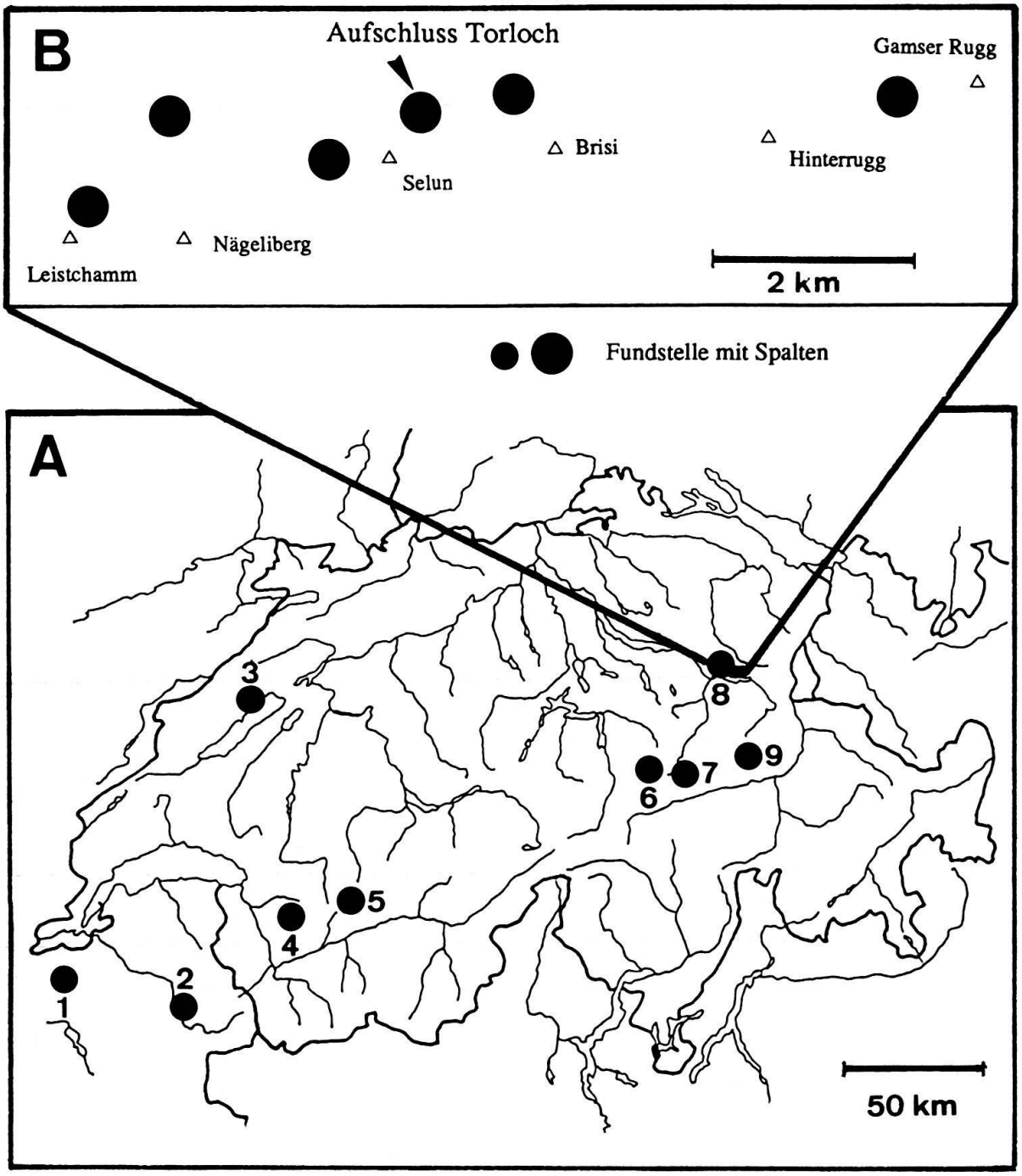

Fig. 9. A: Fundstellen von beschriebenen, vergleichbaren Spaltenfüllungen im Dach der Schrattenkalk-Formation (Nummern siehe Tabelle 1). B: Kartenausschnitt des Churfirstengebietes mit weiteren Fundstellen mit parallelen Spaltenfüllungen (vgl. OUWEHAND 1987).

Tabelle 1: Spaltenfüllungen im helvetischen Faziesbereich

Aufschluss	Autor	Tektonische Einheit	Beschreibende Ausdrücke
1 Ravin St.-Martin	CONRAD & DUCLOZ (1977)	Salève	«minces filons sur plusieurs mètres»
2 Massif du Platé	DELAMETTE (1982)	Autochthon des Mont-Blanc-Massivs	«des filons sédimentaires à remplissage gréseux», «un aspect bréchique», «des filons subparallèles entre eux», «quelques mm à plus de 25 cm», «des filons sédimentaires d'origine tectonique»
3 La Coudre	SCHARDT (1901)	Jura	«crevasses», «d'innombrables craquelures, excavations et fissures à une très grande profondeur», «des fragments de calcaire empâtés dans ces remplissages argileux ou sableux»
4 La Corde	LUGEON (1940),	Morcles-Decke	«Urgonien pénétré par du sable»
	MASSON (1980)	Morcles-Decke	«des filons plans ou irréguliers à une profondeur d'une dizaine de mètres», «origine par corrosion du calcaire»
	MASSON & STECK (1980)	Morcles-Decke	«dikes», «stylodikes», «stylosills», «cavities formed by solution along discordant or concordant stylolites», «karstic cavities»
5 Rawilmulde	AEBLI (1980)	Wildhorn-Decke	«Paläokarstoberfläche des Schrattenkalks», «Breccie mit Schrattenkalk-Komponenten und Glaukonitsandsteinmatrix»; Photo zeigt gradlinige grünsandige Spaltenfüllung, welche von jüngeren Calcit-Adern gequert wird
6 Kammerstock	SCHUMACHER (1928)	Glarner Decke	«karrenartige, ziemlich tiefe Löcher und Taschen im Schrattenkalk», «gerundete Brocken von Schrattenkalk in Gaultbindemittel»
7 Kistenpass	HEIM (1910a)	Autochthon	«Albien-Gault in bis 2 m tiefe Taschen des Schrattenkalks eindringend», «grobe Breccie», (Paläo-) «Karrenfeld»
8 Gänsestad	HEIM (1910)	Mürtschen-Decke	«bis über 1,5 m tiefe Schlote», «kein Zweifel über den primären Ursprung der Schlote», «Schieferung parallel den Schlotwänden»
9 Plaun dils Bots	BÜRGISSER (1973)	Parautochthon	«Karsttaschen», «dm-grosse, mit ‹Gault› gefüllte Karsttaschen»

Aufschluss Wannen (742.850/224.475; 1990 m) wurde eine 45 cm breite Spaltenfüllung beobachtet (Fig. 4).

3.2 Übriger helvetischer Faziesraum (inkl. Jura)

Vergleichbare Spaltenfüllungen werden von mehreren Lokalitäten des helvetischen Faziesraumes beschrieben, allerdings oft unterschiedlich interpretiert (Fig. 9, Tab. 1), was eventuell auf ungünstige Aufschlussverhältnisse zurückzuführen ist. DELAMETTE (1982, Massif du Platé, siehe Fig. 9, Nr. 2) und H. Funk (mündl Mitt. 1987, Morcles-Decke, Col des Essets, Koord. 579.425/125.175) konnten in gleicher stratigraphischer

Position auch zwei sich kreuzende Systeme von parallelen Spalten nachweisen. Bei einer vergleichenden Analyse all dieser Aufschlüsse könnte die «mittelkretazische» Verformungsentwicklung für den gesamten helvetischen Bereich erarbeitet werden.

4. Interpretation des Aufschlusses Torloch

4.1 Altersrelation und Herkunft des Füllungsmaterials

Das Alter der obersten Schrattenkalk-Formation fällt in den Churfirsten ins Früh-Aptien (LIENERT 1965). Die über der Schrattenkalk-Formation liegende Luitere-Schicht (Fig. 1) ist ein wenige Zentimeter bis höchstens 20 cm mächtiger, nicht immer ausgebildeter, phosphoritisierter «hardground» mit überlagernden, aufgearbeiteten Phosphorit-Komponenten (FÖLLMI & OUWEHAND 1987, GREBER 1987) und vielen phosphatisierten Fossilien, welche in eine grünsandige Matrix gebettet sind. Die Luitere-Schicht der mittleren Churfirsten weist ein frühes Spät-Aptien-Alter auf (ARN. HEIM 1910, OUWEHAND 1987, GREBER 1987). Darüber folgt in den mittleren Churfirsten der fast 10 m mächtige Brisi-Sandstein (glaukonitischer Quarzsandstein), der in seiner Zusammensetzung stark an die Spaltenfüllungen erinnert. Allerdings weisen letztere deutlich mehr Matrix auf, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass der Grünsand in den Spalten dank dem umgebenden, relativ starren Schrattenkalk vor Kompaktionslösung weitgehend geschützt war. In den bis dm-breiten Spaltenfüllungen wurden keine Fossilien aus der Luitere-Schicht gefunden, und es wurden keine Aufschlüsse beobachtet, bei denen die Spalten durch die Luitere-Schicht greifen.

Demzufolge sind die Spaltenfüllungen älter als die Luitere-Schicht. Es wird deshalb angenommen, dass das Füllungsmaterial nicht als kontinuierliche stratigraphische

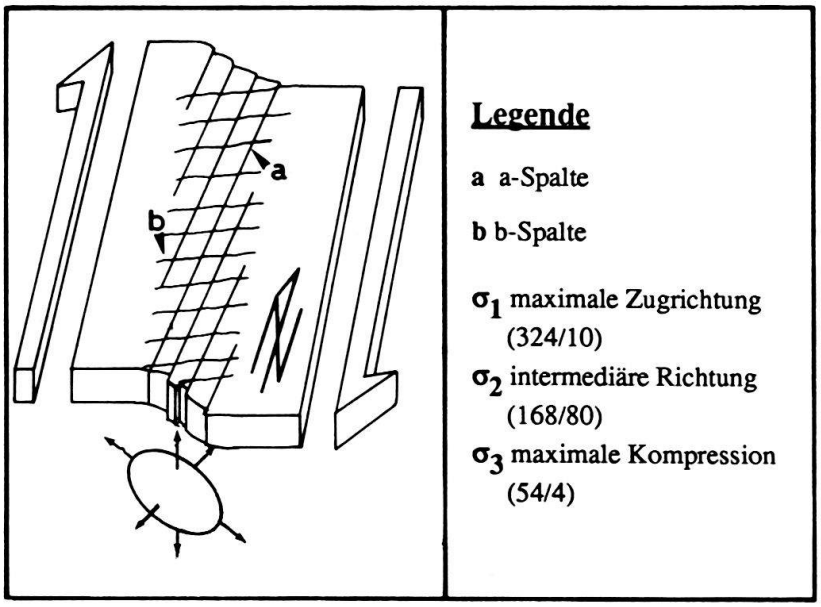

Fig. 10. Einpassung der bei «Torloch» beobachteten Spaltenfüllungen in das Schermodell von RIEDEL (1929). Durch diesen Vergleich kann eine etwa N–S verlaufende Scherzone postuliert werden, die im späten Früh-Aptien aktiv war.

Schicht erhalten blieb und dass die Schrattenkalk-Plattform schon vor der Ablagerung der detritischen Serien des Brisi-Members als «by-pass» für Sande gedient hat. Für eine Füllung der Spalten vor Bildung der Luitere-Schicht spricht im weiteren die Beobachtung, dass die Ränder der Spalten auch im oberen Teil nicht phosphatisiert sind. Das Öffnen und Füllen der Spalten lässt sich somit als spätes Früh-Aptien datieren.

4.2 Bildung der Spalten

Scharfe Grenzen zwischen Schrattenkalk und Füllung, eckige Schrattenkalk-Komponenten in der Grünsandmatrix sowie entlang a-Spalten gescherte Rudistenschalen und b-Spalten zeigen, dass die Schrattenkalk-Formation beim Aufreissen der Spalten schon lithifiziert war.

Der obere Teil der Spalten weist eine vollständige Füllung mit Glaukonit-Quarz-Sand auf. Dies wird auf eine schnelle Füllung mit wassergesättigtem Sediment noch vor der «Selbstverheilung» mit Calcit (BOURBON 1980) zurückgeführt. Tiefere Teile sind stellenweise mit Sparit gefüllt. Es wird angenommen, dass die Spalten durch Detritus verstopft wurden und somit hier eine spätere Ausfüllung der Hohlräume mit Calcit erfolgte.

4.3 Tektonischer Rahmen

Bei den kartierten Spalten (Fig. 2) handelt es sich um ein konjugiertes System mit zwei sich kreuzenden, parallelen Spaltenscharen (a- und b-Richtungen), welche einen Winkel von durchschnittlich 54° einschliessen (Fig. 5). Die b-Spalten wurden mindestens teilweise vor den a-Spalten geöffnet, da an a-Spalten gescherte b-Spalten nachgewiesen werden können[3]).

Unter der Annahme von isotropen Verhältnissen können die Hauptspannungsachsen konstruiert werden (z. B. RAMSAY & HUBER 1987). Die intermediäre Richtung σ_2 fällt mit 168/80 steil gegen SSE ein. Die maximale Kompressionsrichtung σ_3 fällt mit 54/4 flach gegen Nordosten, die maximale Zugrichtung σ_1 mit 324/10 ebenfalls flach gegen Nordwesten. Das Modell enspricht also einer Blattverschiebung mit NW–SE-Dilatation und NE–SW-Kompression (Fig. 10). Besonders wichtig ist die Beobachtung, dass die beiden Richtungen nicht gleichartig ausgebildet sind. Dies lässt sich mit den klassischen Experimenten von RIEDEL (1929) vergleichen (Fig. 10). Dieser machte Scherversuche mit wasserhaltigem Ton mit Hilfe einer zweigeteilten, festen Unterlage. Dabei entstanden zuerst «Zugrisse», welche mit der Verschiebungsrichtung der Platten bei fortschreitender Scherung einen wachsenden Winkel (bis 54°) bildeten. Im weiteren Verlauf des Versuchs entstand eine Überlagerung durch ein zusätzliches Bruchsystem: Längere, geradlinigere Risse bildeten sich unter Winkeln von 12 bis 17° zur Verschiebungsrichtung. Es handelte sich dabei um «Scherungsrisse». Eine scharfe Bruchzone trat erst im weiteren Verlauf der Bewegung auf. Der Winkel zwischen Zug- und Scherungsrissen ist vom Material abhängig und bei kompetentem Material (wie z. B. Schrattenkalk) um die 60° (RIEDEL 1929).

Dieses Modell lässt sich auf die Verhältnisse in den Churfirsten anwenden. An den b-Spalten können keine eindeutigen Scherphänomene nachgewiesen werden, weshalb sie als «Zugrisse» interpretiert werden. Die a-Spalten sind als Scherungsrisse zu be-

zeichnen, da an ihnen Scherung von einigen Zentimetern stattgefunden hat (gescherte b-Spalten bzw. Rudistenschalen, Fig. 5 und 6).

TCHALENKO (1970) konnte diese «Riedel-Systeme» auf grossräumige (mehrere 100 m) Verwerfungssysteme anwenden. Dass dabei der Maßstab keine Rolle spielt, konnte auch JORDAN (1986) zeigen.

Die beobachteten Spalten lassen sich also mit einer N–S verlaufenden, dextralen Scherzone (Fig. 10) erklären.

5. Diskussion und Ausblick

Mit dem Studium dieser gut datierbaren Spaltenfüllungen kann durch Vergleich mit den Riedel-Versuchen eine NE–SW-Kompression und eine NW–SE-Dilatation innerhalb der späteren Säntis–Churfirsten-Decke postuliert werden. Eine allfällige spätere Rotation beim Deckentransport wurde bei dieser Interpretation nicht berücksichtigt. Selbstverständlich lässt sich das gesamte «mittelkretazische» Stressfeld im helvetischen Faziesraum nicht aufgrund dieser punktuellen Beobachtung rekonstruieren; um die regionale Ausbreitung der Stressverhältnisse zu untersuchen, bieten sich die im restlichen Helvetikum beschriebenen ähnlichen Spaltensysteme und -füllungen (Fig. 9) an.

Diese tektonische Aktivität wird der eoalpinen Gebirgsbildungsphase zugeordnet. Während im internen Teil der Alpen im Verlauf der Kreide (eoalpine Phasen) bereits Subduktion mit folgender Hochdruckmetamorphose (DEUTSCH 1983 und Zusammenfassung in FRANK et al. 1987; WINKLER & BERNOULLI 1986) sowie Regionalmetamorphose (Zusammenfassung in FRANK 1987; THÖNI & HOINKES 1987) stattfand, war im damals noch extern gelegenen helvetischen Faziesbereich erst eine spröde Verformung («Bruchtektonik») verspürbar.

Verdankungen

Wir möchten den Herren Professoren R. Trümpy und D. Bernoulli sowie den Herren Dr. H. Funk, Dr. P. Jordan, Dr. P. Huggenberger, H. Stünitz und G. Wüst für ihre Unterstützung und das Durchsehen der Manuskripte herzlich danken.

LITERATURVERZEICHNIS

AEBLI, H. (1981): Tektonik und Strukturgeologie der Wildstrubelfalte und der Rawilmulde zwischen Lac de Zeuzier und Gletscherhorn. – Unveröff. Diplomarb. Univ. Zürich, S. 10 u. 19.

BOURBON, M. (1980): Evolution d'un secteur de la Marge nordtéthysienne en milieu pélagique: La Zone Briançonnaise près de Briançon entre le début du Malm et l'Eocène Inférieur. – Thèse Sci., Strasbourg, S. 98–102 u. 288–291.

BÜRGISSER, H. M. (1973): Geologie des Talkessels zwischen Flimserstein und Piz Sterls (Vorderrheintal, GR). – Unveröff. Diplomarb. ETHZ, S. 54 u. 60.

CONRAD, M. A., & DUCLOZ, C. (1977): Nouvelles observations sur l'Urgonien et le Sidérolithique du Saléve. – Eclogae geol. Helv. *70*/1, 127–142.

DELAMETTE, M. (1982): Filons sédimentaires dans les calcaires urgoniens du massif de Platé: enregistrement d'un épisode tectonique mésocrétacé dans le domaine nord-subalpin. – C.R. Acad. Sci. Paris *294*, 607–610.

DEUTSCH, A. (1983): Datierungen an Alkaliamphibolen und Stilpnomelan aus der südlichen Platta-Decke (Graubünden). – Eclogae geol. Helv. *76*/2, 295–308.

FÖLLMI, K.B., & OUWEHAND, P.J. (1987): Garschella-Formation und Götzis-Schichten (Aptian-Coniacian): Neue stratigraphische Daten aus dem Helvetikum der Ostschweiz und des Vorarlbergs. – Eclogae geol. Helv. *80*/1, 141–191.

FRANK, W., HÖCK, V. & MILLER, CH. (1987): Metamorphic and Tectonic History of the Central Tauern Window. In: FLÜGEL, M.W., & FAUPL, P. (Ed.): S.34–54. – Franz Deuticke, Wien.

FRANK, W. (1987): Evolution of the Austroalpine elements in the Cretacous. In: FLÜGEL, M.W., & FAUPL, P. (Ed.): S.379–406. – Franz Deuticke, Wien.

GREBER, E.A. (1987): Die Geologie der mittleren Churfirsten unter besonderer Berücksichtigung von «mittelkretazischen» Spaltenfüllungen an der Grenze Schrattenkalk-/Garschella-Formation. – Unpubl. Diplomarb. ETH Zürich.

HEIM, ARN. (1910): Monographie der Churfirsten–Mattstock-Gruppe. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *20*, 1.

– (1910a): Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *24*, 21–45.

JORDAN, P. (1986): Gefüge-Enwicklung und mechanische Eigenschaften von 2-Phasen-Aggregaten (Kalk-Halit) bei experimenteller Deformation. – Diss. ETH Zürich.

LIENERT, O.G. (1965): Stratigraphie der Drusbergschichten und des Schrattenkalkes im Säntisgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Orbituliniden. – Diss. ETH Zürich.

LUGEON, M. (1940): Note explicative. Feuille 19 de l'Atlas, feuille Diablerets.

MASSON, H. (1980): Paléokarsts crétacés et tertiaires dans la nappe de Morcles (Excursion de la SGS). – Eclogae geol. Helv. *73*/1, 339–340.

MASSON, H., & STECK, A., in: TRÜMPY (1980): Geology of Switzerland. Guide Book, Part B, (S.109–154). – Schweiz. geol. Komm./Wepf, Basel.

OUWEHAND, P.J. (1987): Die Garschella-Formation («Helvetischer Gault», Aptian-Cenomanian) der Churfirsten–Alvier-Region (Ostschweiz). Sedimentologie, Phosphoritgenese, Stratigraphie. – Diss. ETH Zürich.

RAMSAY, J., & HUBER, M. (1987): The technics of modern structural geology. Volume 2: Folds and fractures. – Academic Press.

RIEDEL, W. (1929): Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. – Cbl. Mineral. Geol. Paläont., S.354–368 [Abt. B].

SCHARDT, H. (1901): Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes, Nr. V.: Nouveau gisement d'Albien à la Coudre, près Neuchâtel. – Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat. *29*, 119–140.

SCHOO, J. (1922): Zur Diagenese der alpinen Kreide. – Diss. Univ. Zürich.

SCHUMCHER, P. (1928): Geologie der Claridenkette. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *50*/4.

TCHALENKO, J.S. (1970): Similarities between shear zones of different magnitudes. – Bull. geol. Soc. Amer. *81*, 1625–1640.

THÖNI, M., & HOINKES, G. (1987): The southern Ötztal basement: Geochronological and petrological consequences of the eo-alpine metamorphic overprinting. In: FLÜGEL, H.W., & FAUPL, P. (Ed.): Geodynamics of the Eastern Alps (S.200–213). – Franz Deuticke, Wien.

WINKLER, W., & BERNOULLI, D. (1986): Detrital high-pressure/low temperature minerals in a late Turonian flysch sequence of the eastern Alps (western Austria): Implications for early Alpine tectonics. – Geology *14*, 598–601.

Manuskript eingegangen am 8. April 1988
angenommen am 25. April 1988