

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 68 (1975)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Bericht über die 90. ordentliche Generalversammlung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in Neuchâtel : Samstag, 12. Oktober 1974

**Autor:** [s.n.]

**Kapitel:** B: 90. ordentliche Generalversammlung

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-164383>

#### **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:** 18.02.2026

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

*Dépenses*

a) Comptes généraux	Fr.	Fr.
Frais généraux . . . . .	10 000.—	
Contribution à la SPS . . . . .	12 200.—	
Factures impayées par la SPS . . . . .	15 000.—	37 200.—

b) Eclogae	Fr.	Fr.
Frais d'impression et de reliure:		
Vol. 66/2. . . . .	38 312.—	
Vol. 66/3. . . . .	45 803.—	
Vol. 67/1. . . . .	44 700.—	
Vol. 67/2. . . . .	45 000.—	
Vol. 67/3. . . . .	10 000.—	
Vol. 68/1. . . . .	5 000.—	188 815.—
		226 015.—
		195 715.—
		30 300.—
	Total des dépenses	
	./. Total des recettes	
	Déficit	

Neuchâtel, le 11 octobre 1974

Le Comité

**B. 90. ordentliche Generalversammlung****Administrative Sitzung**

Samstag, 12. Oktober 1974,  
8.30 Uhr, in der Cité Universitaire, Clos-Brochet 10, Neuchâtel

Vorsitzender: L. Hauber, Präsident

Anwesend: 22 Mitglieder

1. Das Protokoll der 89. Geschäftssitzung vom 20. Oktober 1973 in Lugano wird einstimmig genehmigt.
2. Der Präsident erstattet Bericht über die Tätigkeit im Berichtsjahr 1973/74.
3. Der Redaktor orientiert über die Situation der Eclogae im Jahre 1973 (Vol. 66) und hebt insbesondere die zunehmenden finanziellen Schwierigkeiten bei der Herausgabe der Zeitschrift hervor.
4. Der Kassier legt die Rechnung für das Jahr 1973 vor. Anstelle des budgetierten Defizits von Fr. 10000.– schliesst sie «nur» mit einem Fehlbetrag von Fr. 625.80 ab. Der Grund hiefür hängt vor allem mit der verspäteten Herausgabe der Eclogae-Hefte zusammen, was dann für das Rechnungsjahr 1974 eine erhöhte finanzielle Belastung bedeuten wird.
5. Der Bericht der Rechnungsrevisoren wird – in Abwesenheit der beiden Revisoren – der Versammlung vorgelegt.
6. Die Jahresrechnung 1973 und der Bericht des Vorstandes über die Berichtsperiode 1973/74 werden einstimmig genehmigt.

7. Das Budget für das laufende Jahr sieht einen Fehlbetrag von etwa Fr. 30300.– vor.

Als Gründe für dieses hohe Defizit sind zu nennen:

- Von der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft steht noch ein Beitrag von Fr. 15000.– an die Druckkosten von Heft 66/3 der Eclogae aus (kann voraussichtlich erst im Verlaufe des Jahres 1975 bezahlt werden).
- Massive Erhöhung der Druckkosten.
- Durch die verspätete Herausgabe der letzten Eclogae-Hefte sind im laufenden Jahre *vier* Druckereirechnungen zu begleichen.

Das Budget wird einstimmig genehmigt.

8. Der Vorstand beantragt folgende Statutenänderung: Aufhebung der lebenslänglichen Mitgliedschaft (festgehalten in den Statutenartikeln 4g, 6c, 9 und 21).

*Alter Text*

*Art. 4g.* Festsetzung des Jahresbeitrages und des Beitrages für lebenslängliche Mitgliedschaft,

*Art. 6c.* Bezahlung des jährlichen Beitrages oder desjenigen für lebenslängliche Mitgliedschaft,

*Art. 9.* Persönliche Mitglieder erwerben die lebenslängliche Mitgliedschaft durch eine einmalige Ablösung, welche durch die Ordentliche Generalversammlung festgesetzt wird (Art. 4g).

*Art. 21.* Die Einnahmen der Gesellschaft bestehen aus:

- a) den Jahresbeiträgen,
- b) den Beiträgen für lebenslängliche Mitgliedschaften,
- c) Druckbeiträgen und Subventionen,
- d) Geschenken und Legaten,
- e) Erlös aus dem Verkauf der Eclogae,
- f) Kapitalzinsen.

Die Eingänge aus b) und d) werden dem unantastbaren Kapital zugewiesen, diejenigen aus a), c) und e) wie auch die Zinsen des unantastbaren Kapitals fliessen der Betriebsrechnung zu.

Diesem Vorschlag liegt vor allem der Gedanke zugrunde, dass in der heutigen Zeit – bei der enormen Kostensteigerung und Geldentwertung – eine Kapitalisierung von Mitgliederbeiträgen ein unzweckmässiges Vorgehen ist. Die Gesellschaft ist auf regelmässige Einkünfte angewiesen und soll über die Mitgliederbeiträge verfügen können.

Mit einer Gegenstimme wird der Antrag angenommen.

9. Anschliessend orientiert der Präsident über die wichtigsten Neuerungen bei der Statutenrevision der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft; diese Statuten wurden am Vortage von den Mitgliedern der SNG angenommen. In Zukunft werden alle Mitglieder von Fachgesellschaften zugleich Mitglieder der SNG sein. Die Fachgesellschaften haben der SNG – entsprechend der Anzahl ihrer Mitglieder – einen jährlichen Beitrag zu entrichten.

*Neuer Text:*

*Art. 4g.* Festsetzung des Jahresbeitrages,

*Art. 6c.* Bezahlung des jährlichen Beitrages,

gestrichen

*Art. 21.* Die Einnahmen der Gesellschaft bestehen aus:

- a) den Jahresbeiträgen,
- b) Druckbeiträgen und Subventionen,
- c) Geschenken und Legaten,
- d) Erlös aus dem Verkauf der Eclogae,
- e) Kapitalzinsen.

Die Eingänge aus c) werden dem unantastbaren Kapital zugewiesen, diejenigen aus a), b) und d) wie auch die Zinsen des unantastbaren Kapitals fliessen der Betriebsrechnung zu.

10. Festsetzung des Jahresbeitrages: Vor allem die finanziellen Mehrauslagen, die unserer Gesellschaft durch die Neuregelung der Mitgliedschaft bei der SNG erwachsen, bewogen den Vorstand, eine Erhöhung der Mitgliederbeiträge zu beantragen. Er schlägt folgende Ansätze vor:

Persönliche Mitglieder . . . . .	Fr. 50.– (bisher Fr. 40.–)
Studenten . . . . .	Fr. 37.50 (bisher Fr. 30.–)
Unpersönliche Mitglieder . . . . .	Fr. 75.– (bisher Fr. 60.–)
Lebenslängliche Mitgliedschaft . . . . .	entfällt
Einband der Eclogae (3 Hefte) . . . . .	Fr. 20.– (bisher Fr. 15.–)

Die neuen Ansätze werden von der Versammlung – mit zwei Stimmenthaltungen – gutgeheissen.

11. Wahl eines Rechnungsrevisors: Da der 2. Revisor (Herr M. A. Schüpbach) im Ausland weilt, schlägt der Vorstand vor, Herrn G. Schmid für ein weiteres Amtsjahr zu belassen und als zweiten Revisor Herrn W. Flück (Basel) zu wählen. Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.
12. Der Präsident gratuliert Herrn Dr. Armin Weber (Zürich) – seit 50 Jahren Mitglied unserer Gesellschaft –, dankt ihm für seine langjährige Treue und wünscht ihm für die Zukunft alles Gute.
13. Herr Dr. K. A. Hünermann, Präsident der Schweiz. Paläontologischen Gesellschaft, orientiert die Mitglieder, dass an manchen Fossilfundstellen von sogenannten Sammlern ein wahrer Raubbau getrieben wird und dass dagegen unbedingt Schutzmassnahmen ergriffen werden sollten.

Schluss der Sitzung: 9.20 Uhr

Für den Protokollführer: H. FISCHER

## Wissenschaftliche Sitzungen

Zugleich Sitzungen der Sektionen für Geologie und Paläontologie der SNG

Freitag, 11. Oktober 1974 (vormittags)

Die Geologische Gesellschaft verzichtete an diesem Tage auf die Durchführung eigener Vorträge und Referate und nahm an den Jubiläumsvorträgen zum 50jährigen Bestehen der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft teil.

Samstag, 12. Oktober 1974 (vormittags)

Es wurden folgende Referate vorgetragen:

- M. BURRI: Sur la structure de la Zone houillère externe (Val d'Entremont, Valais).
- A. BAUD & H. MASSON: Preuves d'une tectonique liasique de distension dans le domaine briançonnais: failles conjuguées et paléokarst à St-Triphon (Préalpes vaudoises).
- P. A. HALDIMANN: Aroser Zone und Madrisa-Zone zwischen Klosters und dem Gafiental (St. Antönien).
- H. WEISSERT: Zur Geologie der Casanna bei Klosters.
- G. WIENER: Ein Vorkommen von gediegen Kupfer im Buntsandstein des Tafeljura (Kaiseraugst, Kanton Aargau, Schweiz).
- L. KIRÁLY: Fissuration et décrochements: quelques mesures de fréquence dans le Jura neuchâtelois.
- P. KELLERHALS: Neue geologische Kenntnisse aus künstlichen Aufschlüssen an der N5 und T6 (Jura-Südfuss).
- R. TRÜMPY: Mitteilungen des Schweizerischen Komitees für Stratigraphie.

## HELMUT WEISSERT<sup>1)</sup>: Zur Geologie der Casanna bei Klosters

*Abstract.* The Casanna – Gotschnagrat region (SW of Klosters, northern Graubünden) is divided into four tectonic units with different paleogeographic origins: at the base (1) the “Gotschnagrat-Schuppe”, a subunit of the Aroser Schuppenzone, is of penninic origin; (2) the “Grüenhorn-Schuppe” is of probable lower austroalpine origin; (3) the “Casanna-Schuppe” is of lower austroalpine origin; and (4) the “Kristallin vom Gmeinboden” is of upper austroalpine origin. The possible modes of formation of the Ophicalcites in unit (1) are discussed.

A breccia found in unit (3), herein named “Augsten-Breccie”, has been dated as Upper Cretaceous and is described in more detail.

### Einleitung

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde in den Jahren 1972 und 1973 das Gebiet Gotschnagrat–Casanna–Parsenn bei Klosters neu untersucht. Auf einen Überblick über die Arbeiten bis 1921 wird hier verzichtet, da sie in CADISCH (1921) ausführlich zusammengefasst sind.

CADISCH (1921) analysierte die komplizierten tektonischen Verhältnisse im Casanna-Gebiet ausgezeichnet. Er erkannte nicht nur den das Gebiet prägenden Schuppenbau, er beobachtete auch, dass sich die Schichtreihe der Casanna- und der Grüenhorn-Schuppe von jener der Aroser Schuppenzone unterscheidet. CADISCH interpretierte deshalb diese beiden als selbständige, in bezug auf die Aroser Schuppenzone höhere tektonische Einheiten. GEES (1954) legte das Schwergewicht seiner Arbeit auf petrographisch-mineralogische Untersuchungen. Er übernahm im wesentlichen CADISCHS stratigraphische und tektonische Beobachtungen. PETERS (1963) beschränkte sich auf die Untersuchung der Mineralogie und Petrographie der Ultramafite des Totalp–Parsenn-Gebietes.

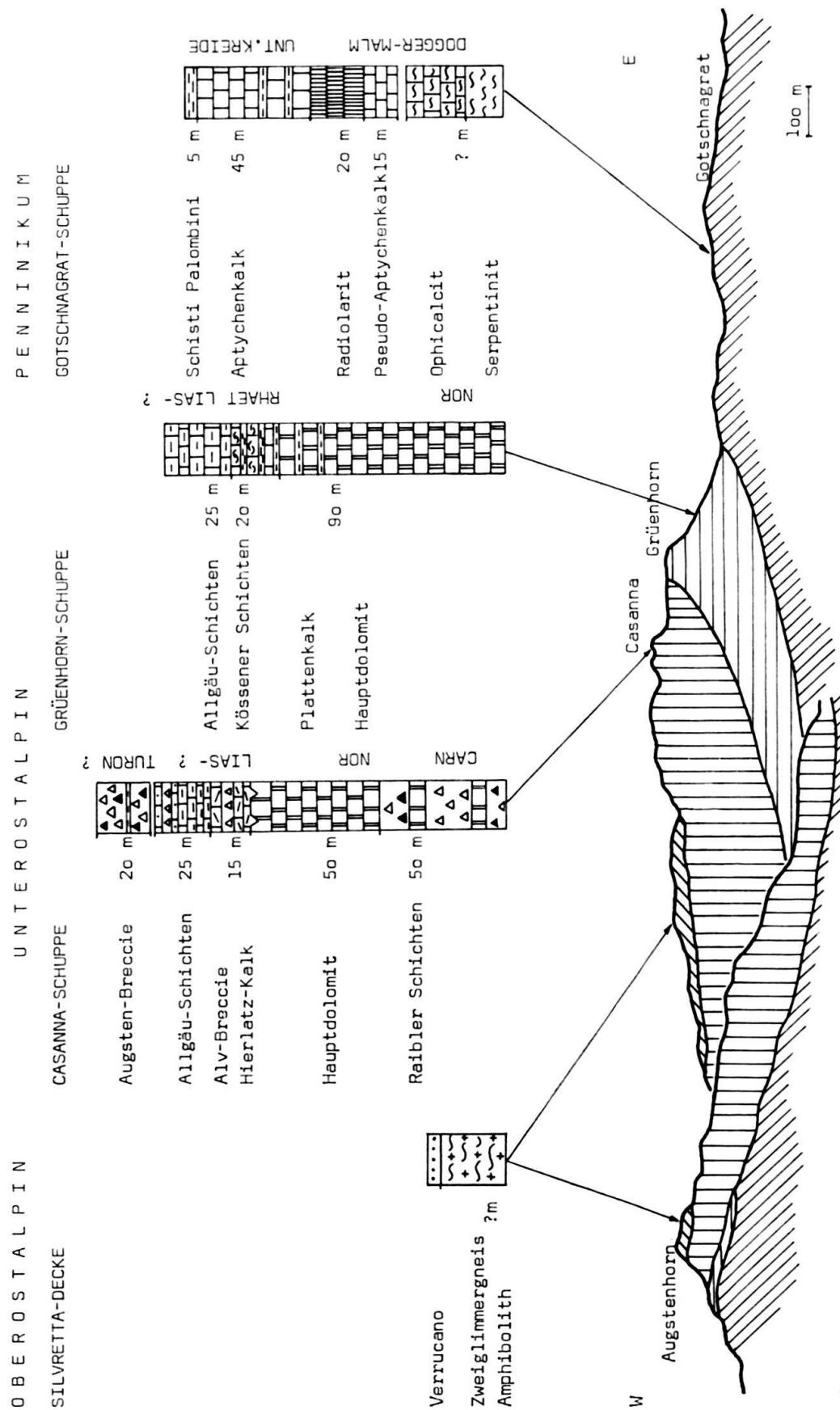
Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage der tektonisch-paläogeographischen Zuordnung der Casanna- und der Grüenhorn-Schuppe. Noch GEES (1954) rechnete sowohl die Aroser Schuppenzone als auch die Casanna- und Grüenhorn-Schuppe zum unterostalpinen Faziesgürtel. TRÜMPY (1960) definierte die Grenze Unterostalpin–Penninikum neu: Heute wird die ophiolithführende Aroser Schuppenzone s. str. ins Penninikum gestellt. Damit gewann die Diskussion um die Stellung der Casanna- und Grüenhorn-Schuppe im penninisch-ostalpinen Bereich an Aktualität, da diesen Schuppen jegliche Beziehung zu Ophiolith-Sequenzen fehlt.

Die Region Gotschnagrat–Casanna–Parsenn lässt sich in vier tektonische Einheiten aufteilen (vgl. Fig.):

1. Gotschnagrat-Schuppe (unten)
2. Grüenhorn-Schuppe
3. Casanna-Schuppe
4. Kristallin vom Gmeinboden (Silvretta-Decke?)

Im folgenden werden zuerst die stratigraphischen Verhältnisse der einzelnen Schuppen dargestellt, wobei auf die Ophicalcite der Gotschnagrat-Schuppe und die oberkretazische Augsten-Breccie der Casanna-Schuppe detaillierter eingegangen wird. Anhand von Literaturvergleichen wird anschliessend die Stellung der einzelnen Schuppen neu diskutiert.

<sup>1)</sup> Geologisches Institut ETH, Sonneggstrasse 5, 8006 Zürich.



Schematische Sammelpfade der Silvretta-Decke, der Casanna-, Grüenhorn- und Gotschnagrat-Schuppen.

### Stratigraphie

#### 1. Gotschnagrat-Schuppe

Am Aufbau der Gotschnagrat-Schuppe sind einerseits jurassisches-kretazische, pelagische Sedimentgesteine, anderseits Ultramafite und Ophicalcite beteiligt. Der früher (GEES 1954) auf Grund der damaligen stratigraphischen Auffassung (CADISCH 1921, CORNELIUS 1935) als «Aptychenkalk» bezeichnete Kalk am Gotschnagrat ist älter als die Radiolarit-Formation. Der rötliche oder olivgrüne, feinbankige, mikritische Kalk enthält außer Radiolarien keine Fossilien und kann deshalb nicht datiert werden. Die im Hangenden des «Pseudoaptychenkalks» folgende Radiolarit-Formation baut sich aus regelmässig gebankten, grünen und roten Radiolariten auf. Zwischen die einzelnen, bis dm mächtigen Radiolaritbänke schalten sich Kieselschieferlagen ein, die z.T. einen bedeutenden Anteil an peridotitischem Detritus enthalten (vgl. GEES 1954).

Lithologisch kaum von den «Pseudoaptychenkalken» unterscheidbar sind die eigentlichen Aptychenkalke (identisch mit dem Calpionellenkalk von GEES 1954). Wesentliche Unterschiede sind nur in der Fauna erkennbar: So konnte aus einer allerdings schlecht erhaltenen Calpionellenfauna einerseits *Calpionella alpina* LORENZ, anderseits *Tintinnopsis carpathica* (MURGEANU & FILIPESCU) bestimmt werden, womit diese Formation ins Tithon-Berriasian gestellt werden kann.

Die Ultramafite der Parsenn und Totalp hat PETERS (1963) detailliert untersucht; eine nochmalige Beschreibung an dieser Stelle erübrigt sich deshalb. Hingegen sollen die unter dem unzureichend definierten Begriff «Ophicalcite» zusammengefassten Lithologien näher beschrieben werden:

a) Rote und grüne Ophicalcite (Unterteilung rein phänomenologisch nach PETERS 1963; Lokalität: nördliche Totalp). Diese sind schlecht gebankt und zeigen häufig Verschieferungsscheinungen. In einer vollständig rekristallisierten calcitischen Matrix sind schlecht gerundete, peridotitische Fragmente von Millimeter- bis Metergrösse eingelagert. Hauptkomponenten sind einerseits Gesteinsbruchstücke von Serpentiniten, anderseits Mineralien wie Serpentin, Aktinolith, Klinochlor, Klinopyroxen und Pennin.

Das Verhältnis Matrix zu Komponenten variiert beträchtlich. So sind praktisch alle Übergänge von reinem mikritischem Kalk (vergleichbar mit dem «Pseudoaptychenkalk») bis zu Serpentinit zu beobachten. Dass der Serpentin nicht durch Metasomatose eines kiesligen Dolomites entstanden ist, zeigt der vereinzelt im Serpentin erhaltene reliktische Olivin.

b) Polymikte Breccien: 500 m SSW der Gotschnagrat-Station tritt am Kontakt Ophicalcit-Radiolarit an Stelle der roten und grünen Ophicalcite eine polymikte Breccie auf. Ihre Matrix ist chloritisch, Calcit tritt nur untergeordnet auf. Neben Peridotit-Anteilen treten als Komponenten neu granitische Fragmente auf: Quarzphyllit, Muskowit, Plagioklas. Die Komponenten sind angular bis subangular. Der Durchmesser schwankt im Millimeter- bis Zentimeterbereich. Eine Sortierung ist nicht erkennbar. Chertlagen im Millimeterbereich durchsetzen diese Breccien.

Die Tatsache, dass in den Parsenn-Ophicalciten neben den für diese typischen Peridotit-Anteilen auch granitische Fragmente auftreten, zwingt uns, die Hypothesen

zur Genese der Ophicalcite zu überprüfen. So kann die Entstehung der polymikten Breccien sicher nicht mit den Entstehungsmodellen von GEES (1954) und PETERS (1963) erklärt werden.

Grundsätzlich können – auf Dünnenschliff- und Feldbeobachtung basierend – drei weitere Hypothesen für die Genese der verschiedenen Ophicalcite zur Diskussion gestellt werden:

- a) Die Ophicalcite und Breccien sind als Sedimentärbreccien zu interpretieren (vgl. LOCKWOOD 1971). Ungeklärt bleibt die Frage nach der Herkunft der zahlreichen granitischen Komponenten. Die stellenweise auftretende Lamination der roten und grünen Ophicalcite, die schlierige Anreicherung vereinzelter Komponenten, die flächenhafte Ausdehung der Ophicalcite sowie fragliche stratigraphische Chertzwischenlagen in den polymikten Breccien lassen diese Hypothese nicht zum vornherein ausschliessen.
- b) Die Ophicalcite sind als Mikro-Mélange zu interpretieren. Je nachdem kann Calcit oder Serpentin als Matrix betrachtet werden. In diesem Fall sind die problematischen Chertzwischenlagen tektonische Einschaltungen. Als Bildungsort kommt eine Subduktions- oder Obduktionszone in Frage.
- c) Bei den Ophicalciten und polymikten Breccien handelt es sich um tektonische Breccien, die im Bereich einer «fracture zone» entstanden sind. BONATTI (1971) beschreibt solche aus der Romanche Fracture Zone. DIETRICH, VUAGNAT & BERTRAND (1974) schliessen die Möglichkeit nicht aus, dass zumindest ein Teil der alpinen Ophicalcite auf diese Weise entstanden seien. Flächenhafte Ausdehnung der Ophicalcite sowie deren Anteil an granitischen Komponenten lassen diese Hypothese für das Parsenn-Gebiet weniger wahrscheinlich erscheinen.

Welche der vorgeschlagenen Hypothesen für die Genese der Parsenn-Ophicalcite wirklich zutreffend ist, lässt sich aus den bis jetzt vorhandenen Daten nicht entscheiden.

Kompliziert wird schliesslich die Diskussion um die Ophicalcit-Genese durch die Kontaktverhältnisse Ophicalcit–Radiolarit an der Parsenn. So sind bei der Parsennhütte 10–100 m mächtige Pakete von Radiolarit und «Pseudoaptychenkalk» in eine Ophicalcit-Matrix eingelagert. Keine Indizien weisen auf eine sedimentäre Einlagerung dieser Blöcke hin. Die Kontakte sind durchwegs tektonisch, die Bezeichnung «Mélange» erscheint für diese Zone gerechtfertigt. Dies impliziert, dass man von einer zweiphasigen Mélange-Bildung sprechen muss, falls die Mikro-Mélange-Bildungshypothese für die Ophicalcrite – die Matrix des «Parsenn-Mélanges» – zutrifft.

Des weiteren drängt sich die Frage auf, ob nicht die ganze Gotschnagrat-Schuppe als Mélange-Zone interpretiert werden muss. Falls das Parsenn-Mélange alpin-tektonisch nicht von der übrigen Schuppe abzutrennen ist – Indizien für eine solche Trennung sind bis jetzt keine vorhanden – ist konsequenterweise die Mélange-Zone auf die ganze Schuppe auszudehnen. Eine normalstratigraphische Überlagerung des Parsenn-Mélanges durch Radiolarite ist nicht möglich, weil schon Radiolarit-Pakete in jenes eingeschlossen sind.

## 2. Grüenhorn-Schuppe

Die Grüenhorn-Schuppe ist in sich vierfach verschuppt, wobei einzig die Basis-schuppe eine klar zusammenhängende Stratigraphie zeigt. Die Schuppe zeichnet sich

durch eine kontinuierliche Sequenz von der oberen Trias bis in den mittleren Jura aus:

Über einem bis 100 m mächtigen Hauptdolomit, der deutliche Sedimentationszyklen zeigt, folgt eine mehr kalkige Fazies, die als Plattenkalk-Niveau bezeichnet werden kann. Zwischen diesen Plattenkalken und den im Hangenden folgenden Kössener Schichten besteht ein fliessender Übergang.

In den Kössener Schichten alternieren Dolomite, Sandkalke oder Lumachellenkalke mit bituminösen Schiefern; diesen konnte durch den Fund einer *Palaeocardita austriaca* (HAUER) eindeutig rhätisches Alter zugeordnet werden. Die Kössener Schichten wiederum können nur schwer von den im Hangenden folgenden Allgäu-Schichten abgetrennt werden. Fleckenkalke (mit Belemniten im basalen Abschnitt) sowie in diese eingelagerte Spat- und Sandkalke sind repräsentativ für diese Formation. Die vereinzelten Spatkalke sind mit den Echinodermenkalken in Hierlitz-Fazies in der Casanna-Schuppe vergleichbar.

Jüngere Formationen sind in der Grüenhorn-Schuppe nicht vorhanden.

### 3. Casanna-Schuppe

An der Basis der stratigraphischen Sequenz der – in sich dreifach verschuppten – Casanna-Schuppe treten Rauhwacken, polymikte Breccien sowie gelbe Dolomite auf, die zu den Raibler Schichten gerechnet werden können. Ein reduzierter Hauptdolomit (50 m) überlagert diese carnischen Sedimente. Der Hauptdolomit wird von liasischen Echinodermenkalken in Hierlitz-Fazies überlagert (Hierlitz-Kalke datiert mit *Involutina liassica* JONES; Aufschlüsse 500 m NNW der Parsennhütte). Dezimeter- bis metertiefe, mit Hierlitz-Kalk gefüllte Taschen im Hauptdolomit deuten auf eine deutliche Emersionsphase hin. Zwischen die Hierlitz-Kalke eingelagert sind Breccien, vergleichbar mit jenen vom Piz Alv (vgl. SCHÜPBACH 1969). Die gegen oben vermergelnden Hierlitz-Kalke werden von Fleckenmergeln und -kalken überlagert, die mit jenen am Grüenhorn vergleichbar sind. Die Fleckenkalke schliessen jedoch an der Casanna das Profil nicht ab, sondern sie werden noch von monomikten Mikobreccien, die mit Kieselkalkhorizonten alternieren, überlagert.

Nirgends in eindeutig stratigraphischem Kontakt mit den beschriebenen älteren Serien steht eine Breccie, die am Augstenhorn (Pt. 2523, nördlich Parsennfurgga) aufgeschlossen ist. Diese Breccie – hier als *Augsten-Breccie* bezeichnet – verdient näher beschrieben zu werden:

#### a) Lithologie

- Die Breccie ist schlecht sortiert.
- Die Grösse der Komponenten variiert im Millimeter- bis Meterbereich, wobei das Verteilungsmaximum bei einem Komponentendurchmesser von 5 cm liegt.
- Vereinzelt sind Megablocke eingelagert.
- Die Komponenten sind z.T. gut gerundet.
- Als Komponenten treten in erster Linie triasische Dolomite und Kalke auf. Daneben sind vertreten: Quarzphyllit, Quarzsandstein, Hierlitz-Kalk, Radiolarit, Aptychenkalk, pelagischer mikritischer Kalk.
- Die verschiedenen Komponententypen sind extrem stark durchmischt.
- Einzelne Pelitbänke trennen die Breccienhorizonte.

### b) Alter

Aus einer Komponente, die eine reiche Planktonfauna aufweist, konnten folgende Formen bestimmt werden:

- *Rotalipora appenninica?* app.? (RENZ); unt. Cenoman.
- *Praeglobotruncana stephani?* steph.? (GANDOLFI); unt. Cenoman – mittl. Turon (vgl. KLAUS 1959).

Auf Grund dieser Resultate muss die Augsten-Breccie als spät- bis postcenoman datiert werden.

### c) Tektonische Deformation

Direkt am Kontakt zu den Biotitgneisen der überlagernden Kristallindecke am Augstenhorn zeigt die Augsten-Breccie extrem elongierte Komponenten; es handelt sich um eigentliche L-Tektonite. Fluidaltexturen deuten auf eine zusätzliche Rotation der Komponenten hin. Diese einheitliche Deformation ermöglicht eine Einmessung der Elongationsrichtung der Komponenten. Die aus den Messdaten ermittelte Ost-West-Streckung der Komponenten dürfte auf eine Ost-West gerichtete Komponente in der Bewegungsrichtung der überlagernden Kristallindecke hinweisen.

#### 4. Kristallin vom Gmeinboden (Silvretta-Kristallin?)

Das Plateau vom Gmeinboden wird durch Kristallin gebildet. Weitere Kristallinanteile, die zur gleichen tektonischen Einheit gerechnet werden können, stehen am Augstenhorn-Gipfel und bei der Alp Untersäss (NNW des Casanna-Gipfels) an. Es sollen hier nur kurz die dominierenden Gesteinstypen erwähnt werden; im übrigen verweise ich auf die Beobachtungen von GEES (1954).

Vorherrschend ist ein granoblastischer bis lepidoblastischer Biotitgneis, der z.T. reich an serizitisiertem Plagioklas ist. Untergeordnet treten Augengneise und Amphibolithe auf. Nur am Augstenhorn stehen wenige Meter von Verrucano an. Das Kristallin ist am Überschiebungskontakt erstaunlich wenig beansprucht. Vereinzelte Quarze mit Mörtelrändern, «Kink folds» in Glimmern sowie Chlorit-Fibres, die in der Zerrungsrichtung gewachsen sind, deuten immerhin auf gewisse mechanische Beanspruchung hin.

Nicht diskutieren möchte ich die Frage der Einordnung des Kristallins im Deckensystem. Solange keine Gegenargumente vorliegen, dürfte GEES' (1954) Vorschlag, das Kristallin zur Silvretta-Decke zu stellen, absolut vertretbar sein. Immerhin soll an dieser Stelle die Frage aufgeworfen werden, ob nicht eventuelle Zusammenhänge mit dem Kristallin des Parpaner Rothorns bestehen.

#### *Stellung der einzelnen Schuppen im Deckensystem*

Nachdem die stratigraphischen Verhältnisse in den verschiedenen Einheiten abgeklärt worden sind, kann das Problem der Plazierung der einzelnen Schuppen im ostalpin-penninischen Faziesbereich angegangen werden. Auf Grund ihrer Verknüpfungen mit den Ultramafiten auf der Totalp lässt sich die Gotschnagrat-Schuppe – Teileinheit der Aroser Schuppenzone – vorbehaltlos dem penninischen Faziesgürtel zuordnen.

Nicht so einfach ist das Problem der Casanna- und Grünenhorn-Schuppe zu lösen. Es fehlen die oberjurassischen Einheiten, die Klarheit über die Stellung dieser Schuppen geben. So können die obertriadischen und unterjurassischen Formationen der Grünenhorn-Schuppe sowohl dem unterostalpinen Bereich (vgl. KLÄY 1957, Profil Stammerspitze) als auch dem Penninikum (vgl. DIETRICH 1970, Platta-Decke) zugeordnet werden. Die liasischen Sedimente der Casanna-Schuppe sind hingegen nicht mit jenen aus penninischen Sequenzen vergleichbar. Vielmehr sprechen verschiedene Kriterien für eine Zuordnung zum ostalpinen Faziesgürtel:

Über einen z.T. wegerodierten Hauptdolomit transgrediert ein spätinger Liaskalk in Hierlitz-Fazies. Äquivalente Verhältnisse wurden bis jetzt von WIEDENMAYER (1963) im südalpinen Bereich (Verhältnisse in Arzo) sowie von SCHÜPBACH (1969) und KLÄY (1957) im Unterostalpin (Piz Alv; Stammerspitze-Gipfelkamm) beobachtet. Die Breccien vom Typus «Alv» sind bis jetzt ebenfalls als typisch unterostalpin bezeichnet worden (SCHÜPBACH 1969).

Kein Argument gegen eine ostalpine Herkunft der Casanna-Schuppe ist das Auftreten der oberkretazischen Augsten-Breccie, werden doch Sedimente dieses Alters aus dem Unterostalpin verschiedentlich beschrieben (vgl. ROESLI 1944).

Auf Grund der genannten Fakten muss man konsequenterweise postulieren, dass die Casanna-Schuppe dem unterostalpinen Faziesbereich angehört. Da die Grünenhorn-Schuppe in engem tektonischem Zusammenhang mit der Casanna-Schuppe steht und von der Stratigraphie keine eindeutigen Indizien zu erhalten sind, ist der Schluss naheliegend, auch die Grünenhorn-Schuppe als eine unterostalpine Einheit zu bezeichnen.

Klippenartig überlagert werden die penninischen und unterostalpinen Einheiten durch einen vermutlich oberostalpinen Kristallin-Komplex.

### Verdankungen

Zu grösstem Dank verpflichtet bin ich meinem Lehrer, Prof. Dr. R. Trümpy, der mit seinen Anregungen und Kritiken – sei es bei Feldbesuchen oder während der Ausarbeitung der Feldresultate – viel zum Entstehen dieser Arbeit beitrug. Ebenfalls danken möchte ich PD Dr. V. Dietrich, der mir bei der Untersuchung der Ophicalcite half.

### LITERATURVERZEICHNIS

- BONATTI, E., HONNOREZ, J., & FERRARA, G. (1971): *I. Ultramafic Rocks: Peridotite-Gabbro-Basalt Complex from the Equatorial Mid-Atlantic Ridge*. – Phil. Trans. r. Soc. London (A), 268, 385–402.
- CADISCH, J. (1921): *Geologie der Weissfluhgruppe*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 49/1.
- CORNELIUS, H. P. (1935): *Geologie der Err-Julier-Gruppe*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 70.
- DIETRICH, V. (1970): *Die Stratigraphie der Platta-Decke. Fazielle Zusammenhänge zwischen Oberpenninikum und Unterostalpin*. – Eclogae geol. Helv. 63, 631–671.
- DIETRICH, V., VUAGNAT, M., & BERTRAND, J. (1974): *Alpine Metamorphism of mafic Rocks*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 54, 291–332.
- GEES, R. (1954): *Geologie von Klosters*. – Diss. Univ. Bern.
- KLAUS, J. (1959): *Le Complexe schisteux intermédiaire dans le Synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes)*. – Eclogae geol. Helv. 52, 753–852.
- KLÄY, L. (1957): *Geologie der Stammerspitze*. – Eclogae geol. Helv. 50, 289–323.
- LOCKWOOD, J. P. (1971): *Sedimentary and Gravity-Slide Emplacement of Serpentinite*. – Bull. geol. Soc. Amer. 82, 919–936.

- PETERS, T. (1963): *Mineralogie und Petrographie des Totalp-Serpentins bei Davos*. – Diss. Univ. Bern.
- ROESLI, F. (1944): *Fazielle und tektonische Zusammenhänge zwischen Oberengadin und Mittelbünden*. Eclogae geol. Helv. 37/2, 355–383.
- SCHÜPBACH, M. (1969): *Der Sedimentzug Piz Alv – Val da Fain*. – Diplomarb. ETH Zürich (unpubl.).
- TRÜMPY, R. (1960): *Paleotectonic Evolution of the Central and Western Alps*. – Bull. geol. Soc. Amer. 71, 843–908.
- WEISSERT, H. (1974): *Die Geologie der Casanna bei Klosters*. – Diplomarb. ETH Zürich (unpubl.).
- WIEDENMAYER, F. (1963): *Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona*. – Eclogae geol. Helv. 56, 529–640.

**GABRIEL WIENER<sup>1)</sup>: Ein Vorkommen von gediegen Kupfer im Buntsandstein des Tafeljura (Kaiseraugst, Kt. Aargau, Schweiz)**

*Abstract.* A first discovery of native copper in the Bunter of the tabular Jura-Mountains in north-western Switzerland is described. The lithostratigraphic frame of copper minerals in these sediments and some of the questions risen by this occurrence are briefly discussed.

*Einleitung*

Für die Baugrunduntersuchungen im Zusammenhang mit dem geplanten Kernkraftwerk Kaiseraugst wurden zahlreiche Kernbohrungen ausgeführt. Diese Bohrungen haben zwischen 1969 und 1974 im Standortareal im wesentlichen unter den quartären Lockergesteinen Profile im Muschelkalk und im Buntsandstein erschlossen.

*Vorkommen*

Die relativ wenigen, bisher in natürlichen und künstlichen Aufschlüssen entdeckten Kupfermineralien im Tafeljura sind die auffälligen Malachitkrusten und -flecken und seltene, winzige Kupferkieskriställchen.

Der Malachit kommt im oberen Buntsandstein von *Maisprach*, am Rheinufer beim *Augster Stich* und im *Weiherfeld* bei Rheinfelden in Aufschlüssen vor. Daneben konnte er in *Kaiseraugst* in der Mehrzahl der oben erwähnten Bohrungen nachgewiesen werden. Bei einer Kernbohrung oberhalb Schönenegg bei *Mumpf* sind auf Klüften Malachitflecken gefunden worden. Alle diese Vorkommen befinden sich in der jüngsten, hellgrünen Sandsteinschicht des Plattensandsteins, direkt unter dem sogenannten Röt-Ton. Nur in einzelnen Bohrungen in Kaiseraugst konnte Malachit *nur* oder *auch* in tieferen Lagen, in der Nähe der Basis der hier etwas über 20 m mächtigen Plattensandsteine gefunden werden – dort bezeichnenderweise zusammen mit Bleiglanzkriställchen. Der unscheinbare, makroskopisch leicht mit Pyrit-Markasit zu verwechselnde Kupferkies könnte möglicherweise auch hier viel weiter verbreitet sein, als bisher angenommen wurde. Solche Kupferkieskristalle wurden im Unteren Lias von *Schöntal*, nordwestlich Liestal und im Unteren Dogger bei *Rickenbach* von *HOLENWEG, STEHLIN & GRAESER* (1972) beschrieben.

<sup>1)</sup> Grünhagweg 2, CH-4410 Liestal.

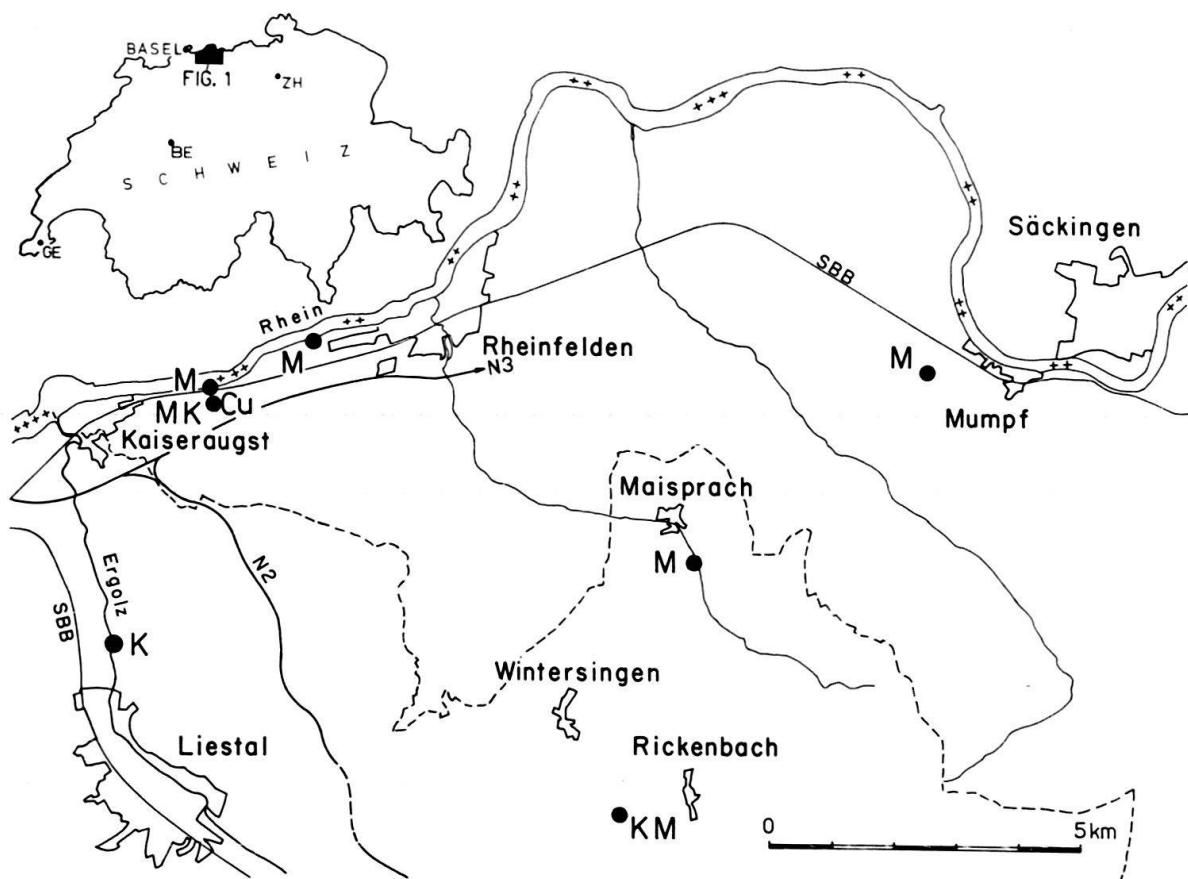


Fig. 1. Situation und Vorkommen von Kupfermineralien.

M = Malachit  $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ , K = Kupferkies ( $\text{CuFeS}_2$ ), Cu = gediegen Kupfer ( $\text{Cu}$ )

Aus dem nach der Literatur (siehe Verzeichnis) ergänzten lithologischen Profil (Fig. 2) können wir erkennen, dass der Hauptanteil des Malachit-Minerals im Dach der relativ feinkörnigen, z.T. porösen und durchlässigen Sandsteine des Platten-sandsteins angereichert ist. Darüber folgt, sozusagen als «caprock», der undurchlässige, feingeschichtete, meist ziegelrote Ton des Röt.

Dieser Malachit führende Horizont ist über mindestens 12 km von W (Kaiseraugst) nach E (Mumpf) beständig und kann, ähnlich wie die Bleiglanzbank im Wellendolomit, lokal als Leithorizont betrachtet werden (siehe Fig. 1). Über den totalen Kupfergehalt des wenige Dezimeter mächtigen, Malachit führenden Sandsteins kann man aus verschiedenen Gründen keine optimistische Prognose stellen: Erstens ist der Horizont nicht kontinuierlich vererzt (malachitbelegt), zweitens liegt keine Imprägnation, sondern eher eine leichte Kluft- und Schichtverkrustung vor, und drittens ist die vererzte Schichtmächtigkeit im ganzen sehr unregelmässig (null bis wenige Zentimeter, im Maximum wenige Dezimeter) und der Cu-Gehalt wohl gering.

Im Gegensatz zu den auffälligen, grell-grünen Kupferkarbonaten (Malachit) ist gediegen Kupfer in der Natur oft durch die leicht und rasch erfolgende oberflächliche Oxydation der makroskopischen Beobachtung entzogen. In einer Bohrung werden aber die frischen Schnittflächen an Kernen die typische Kupferfarbe aufleuchten lassen. So hatte anfangs 1970 Herr dipl. geol. J. Haller bei der Kernaufnahme der Bohrung S 36 (bei einer Tiefe von 50,8 m) gediegen Kupfer entdeckt. Eine senkrecht

verlaufende Kluft, die nach oben ausklingt, ist mit einem ca. 0,1–1,2 mm dicken Kupferblech ausgefüllt. Die übrigen noch vorhandenen Dimensionen am Kern sind: Durchmesser des Kernstücks: ca. 84 mm, maximale vertikale Höhe der gefüllten Kluft 70 mm (siehe Fig. 3).

Später wurde in der Bohrung S45 in ähnlicher stratigraphischer Lage noch ein Vorkommen von gediegen Kupfer (hier als körnige Ausfüllung kleinster Hohlräume) im Kern bei 49,30 m Tiefe gefunden. Je ein Kernstück mit Kupferblech wurde an den mineralogisch-petrographischen Instituten der Universitäten Bern und Basel untersucht. Für die makroskopischen, mikroskopischen und chemischen Untersuchungen möchte ich hier den Herren P. Zgraggen und A. Egger, von der Abteilung Geochemie (Leiter: Prof. Dr. Th. Hügi) des Institutes in Bern, bestens danken. Herr PD Dr. St. Graeser in Basel hat freundlicherweise die Röntgenaufnahme des gediegenen Kupfer besorgt.

### *Untersuchungsergebnisse*

#### *A. Makroskopische Beschreibung*

Das Kernstück besteht aus einem graugrünen, äußerst feinkörnigen Sandstein. Mit der Lupe können Quarz und kleinste Schüppchen von Hellglimmer erkannt werden. Eine ca. 15 mm lange und 0,1–0,5 mm breite, dunkelbraune bis schwarze Ader ist an einer Stelle im Kernstück zu beobachten, wobei die Vermutung sich als richtig erwies, dass es sich im wesentlichen um gediegen Kupfer handelt.

#### *B. Mikroskopische Beschreibung*

a) *im Durchlicht*: Schliff Ka 50,6 (ohne Cu-Ader). Folgende Mineralien konnten unterschieden werden:

- Hauptgemeneteile (> 5 Vol.-%): Quarz (ca. 45%), Hellglimmer (ca. 50%).
- Nebengemeneteile (< 5 Vol.-%): Karbonat, Turmalin, Zirkon, Rutil, opake Minerale (wegen der Feinkörnigkeit sind diese auch im Auflicht nicht eindeutig bestimmbar. Möglicherweise liegt Pyrit oder? Kupferkies vor).

#### *Einige Bemerkungen zu den Mineralien:*

*Quarz*: liegt in zwei verschiedenen Ausbildungen vor:

1. der Hauptanteil von Quarz löscht normal aus. Die Quarzkörper sind in Sericit-Matrix eingebettet. Die Kornform ist subangular bis subrounded, die Korngröße schwankt zwischen ca. 0,9 mm und 0,016 mm.

2. Inselartiges Auftreten von Quarzaggolomeraten in Sericit-Matrix. Die einzelnen Quarzkörper löschen undulös aus und sind miteinander verzahnt. Die Korngröße variiert zwischen 0,16 und 0,006 mm. Es könnte sich bei diesen Quarzaggolomeraten um Relikte eines aufgearbeiteten Quarzits aus dem unterliegenden Karneolhorizont handeln.

*Hellglimmer*: Dieser dominiert in Form von Sericit. Teilweise kann man einen Übergang zu Muskowit-Schüppchen von ca. 0,05 bis 0,1 mm beobachten, so dass sie mit der Lupe bereits als Hellglimmer erkennbar sind. Die grünliche Färbung des Sandsteins ist wahrscheinlich auf den hohen Sericitgehalt zurückzuführen.

*Karbonat*: tritt über den ganzen Schliff verteilt auf; teilweise eigengestaltig in Form von Rhomboiden. Es könnte sich um diagenetisch gebildeten Dolomit handeln.

*Zirkon, Rutil, Turmalin*: Diese Mineralien zeigen z.T. noch ihre Eigengestaltigkeit.

b) *im Auflicht*: Anschliff: Ka 50,6 m. Im Bereiche der Kupferader kann man im Anschliffpräparat, wie übrigens auch im Handstück, mehrere Partien makroskopisch erkennen (vgl. Fig. 4).

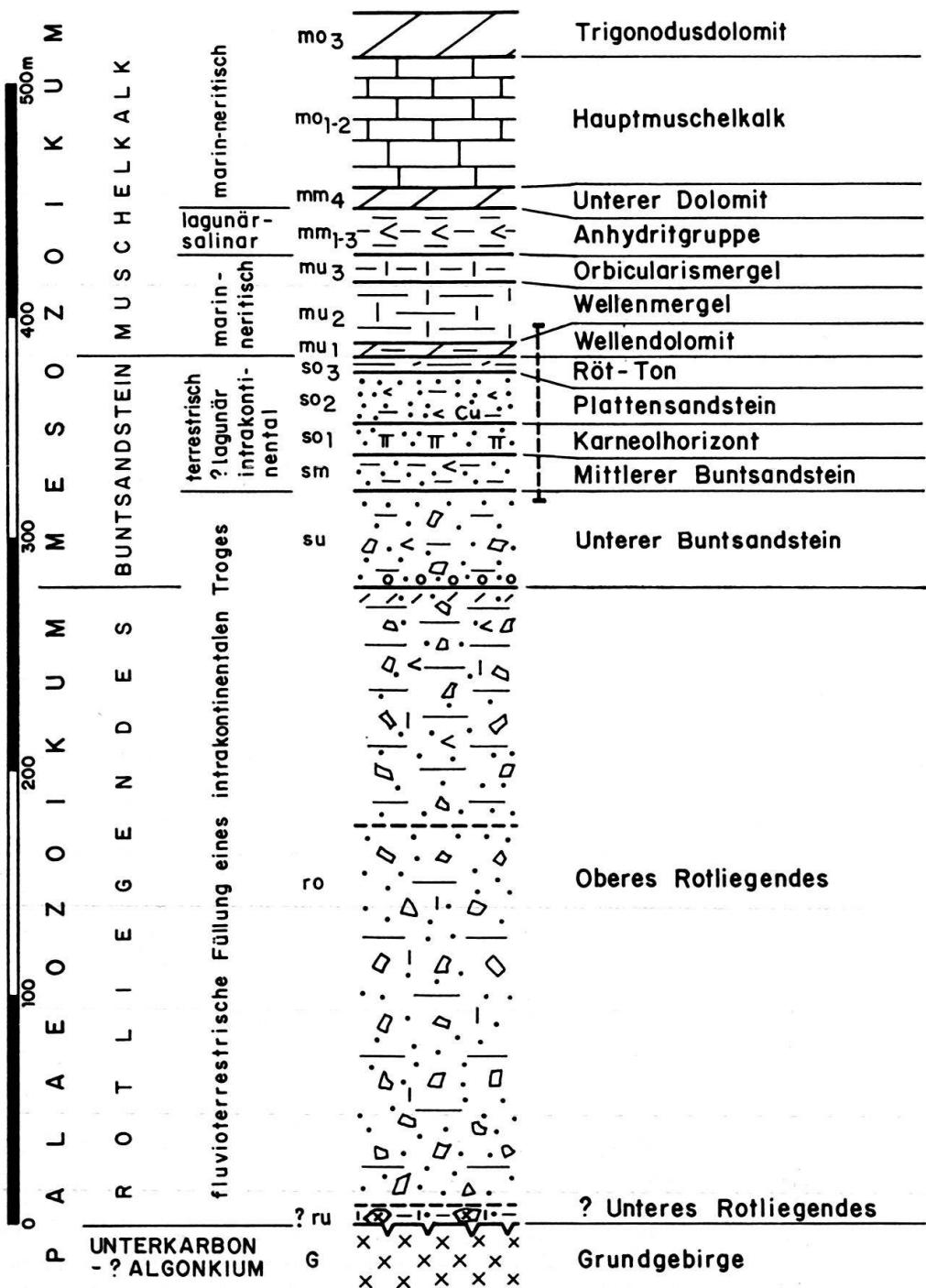


Fig. 2. Vereinfachtes lithologisches Sammelprofil der Sedimente im Felsuntergrund östlich von Kaiseraugst (Kt. Aargau). Gestrichelte, senkrechte Linie = Bereich der Kernbohrungen im Standort des geplanten Kernkraftwerks.

## Schichtbeschreibung zu Fig. 2:

*Trigonodusdolomit*: graue, bleichgelb verwitternde, z.T. mergelige und kalkige, poröse, z.T. cavernöse und klüftige, feste Dolomite mit einzelnen, dünnen Lagen von braunen Feuersteinknollen. Mächtigkeit: 20 m.

*Hauptmuschelkalk*: hell- bis mittelgraue und beige, z.T. dolomitische, dichte, spätere, wechselnd cavernöse, klüftige, plattige und dickbankige, fossilführende, splittrig-harte Kalke. Mächtigkeit: 55 m.

*Unterer Dolomit (Anhydrit-Dolomit)*: hellbeiger, fester, kalkiger Dolomit mit braunen Feuersteinknollen. Mächtigkeit: 10 m.

*Anhydritgruppe*: dunkel- bis mittelgraue, z.T. mergelige und kalkige, meist feingeschichtete, feste Tone mit einzelnen Gipslagen. Der grösste Teil des Gipes (Anhydrits) und des Steinsalzes ist hier ausgelaugt. Mächtigkeit (reduziert): ca. 20 m.

*Orbicularismergel*: graue und gelbbraune Mergel mit Lagen von beigen, z.T. etwas kalksandigen, dolomitischen, fossilführenden, bituminösen Stinkkalken ( $H_2S$ -Geruch). Mächtigkeit: 12 m.

*Wellenmergel (Wellenkalk)*: mittel- bis dunkelblau-graue, feingeschichtete, feste Tonmergel und Mergel mit wenigen sandkalkigen Lagen und wulstigen Knollen. Wellige Schichtflächen, wechselnd glimmerbelegt und mit reichlich Fossilien, seltene pyritische Nester und Kalzitdrusen. Mächtigkeit: 27 m.

*Wellendolomit*: graue, gelbige verwitternde, z.T. feingeschichtete, feste Mergel, mergelige Dolomite und Kalke mit einzelnen Nestern von Pyrit, Limonit und Bleiglanz (Bleiglanzbank) sowie einzelnen Gipsknollen. Mächtigkeit: 6 m.

*Röt-Ton*: ziegelrote, violett-graue, grünlichgrau gefleckte und gestreifte, meist feingeschichtete, wenig feinsand- und mässig glimmerführende, feste Tone. Einzelne braunbeige, dünne, mergelige, feste Dolomitbänke, eingelagerte unregelmässig laufende Fasergipskörper und wenige kleine Pyritnester. Mächtigkeit: 6 m.

*Plattensandstein*: hellgrünlichgrau-ziegelrot gestreifte, meist diagonalgeschichtete, z.T. plattige, wechselnd kalkige und tonige, glimmerführende, z.T. quarzitische, feste bis harte Feinsandsteine mit einzelnen tonigen Lagen. Im Dach häufig Malachitkrusten, nahe der Sohle gelegentlich Vorkommen von Kupfermineralien und gediegen Kupfer sowie von eingestreuten Bleiglanzkriställchen. Mächtigkeit: 22 m.

*Karneolhorizont*: schmutzig-rotviolette und hellgrünlichgraue, z.T. diagonalgeschichtete, kompakte, wenig kalkige, kaum glimmerführende, häufig quarzitische, harte Mittel- bis Feinsandsteine mit einzelnen Limonit- und Manganoxyd-Flecken und einzelnen Pyritknöllchen. Einzelne kalkige und feste tonige Lagen. Fasergips- und Baryt-Nester, eingestreute Quarzitgerölle und seltene Karneolknöllchen. Mächtigkeit: 13 m.

*Mittlerer Buntsandstein*: ziegelrote und grauviolette, hellgraugrün gefleckte und gestreifte, stark feinsandflasige, wenig glimmerführende feste Tone mit Lagen von tonflasrigem Feinsandstein; einzelne Quarzitgerölle und Kalzitdrusen und wenige Fasergipsadern. Mächtigkeit: 16 m.

*Unterer Buntsandstein*: violettrote, hellgraugrün gefleckte und gestreifte, stark mittel- bis grobsandige, feste Tone mit hohem Anteil von kaolinischem Bindemittel und groben Arkose-Komponenten. Einlagerung von einzelnen diagonalgeschichteten, tonigen Sandsteinbänken mit z.T. feinkonglomeratischen Quarz- und Feldspat-Anteilen; in einigen dieser Bänke Vorkommen von dünnen Fasergipslagen und ausgeblühtem Bittersalz. Mächtigkeit: 43 m.

*grössere Schichtlücke*

*Oberes Rotliegendes*: oberste ca. 100 m: rote, z.T. grüngefleckte, stark grobsandige, z.T. arkosehaltige, kaum geschichtete, feste Tone mit kaolinischem Bindemittel. Einzelne horizontal gelagerte Feinbreccien- und Grobsandsteinlagen mit seltenen Fasergipslagen, Gipsknollen und polierten Quarz- und Feldspatgerölle. Seltene kalkige Sandsteinbänke und Kalzitdrusen. In tieferen Lagen: weniger Ton und mehr Arkose- und Grobsandmaterial. An der Sohle ca. 8 m (?) *Unteres Rotliegendes* in ähnlicher Fazies, mit etwas mehr Grobbreccien, hellgrün, mit Süßwasserkalkbank; Mächtigkeit: ca. 300 m.

*grössere Schichtlücke*

*Grundgebirge*: Schiefer, glimmerreicher Gneis, Granit und Diorit (*Unterkarbon* – (?) *Algonkium*, Schwarzwald-Kristallin), möglicher Lieferant der in den Sedimenten angereicherten Metallverbindungen.

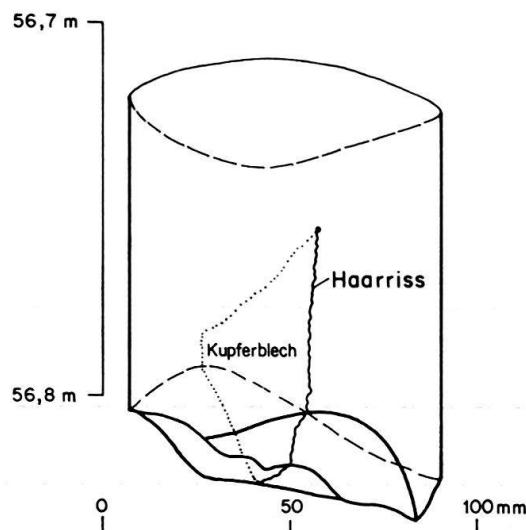


Fig. 3. Kernstück mit gediegen Kupfer. Bohrung KKW Kaiseraugst S 36. Unterer Plattensandstein des Oberen Buntsandsteins.

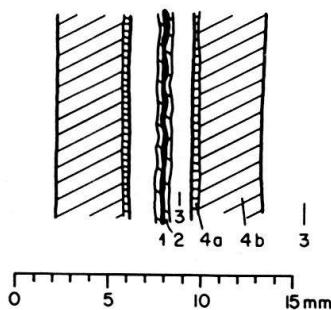


Fig. 4. «Kupferader». – Makroskopische Untersuchung am Anschliff. 1 = metallisch glänzende, kupferfarbene Ader; 2 = dunkle Randzone; 3 = «normale» Sandsteinpartie; 4a = ockerfarbene Zone; 4b = rötlichbraune Zone.

Bei 50facher Vergrösserung kann man eindeutig gediegenes Kupfer bestimmen, und zwar aufgrund des hohen Reflexionsvermögens (orange ca. 80%) sowie der charakteristischen Farbe, welche an polierten Stellen intensiv rosa, an Anlaufstellen braunrot erscheint.

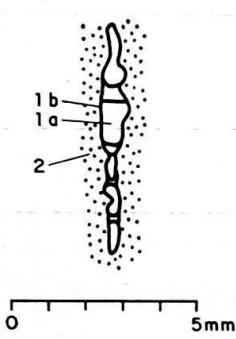


Fig. 5. «Kupferader». – Detailuntersuchung am Anschliff (durchgeführt bei 50facher Vergrösserung), vgl. auch Fig. 4. 1a = gediegenes Kupfer; 1b = dunkler Rand um gediegenes Kupfer (wegen Kleinheit nicht bestimmbar; Kontaktzone?); 2, 4a und 4b = vor allem limonitische Bildungen, wobei an einer Stelle in 4a Cuprit ( $Cu_2O$ ) festgestellt wurde (aufgrund der charakteristischen leuchtend blutroten Innenreflexe bei gekreuzten Nicols), bei einfach polarisiertem Licht: weissblaue Farbe (diese Betrachtungen erfolgten in Luft). Möglicherweise stehen die limonitischen Bildungen mit feinstverteiltem opaken Material, wieder fraglich Pyrit oder Kupferkies, in Verbindung. 3 = Bereich, in dem keine Erzmineralien festgestellt werden konnten.

### C. Chemische Untersuchung

Das Metall der Ader wurde mit einem Bohrer herauspräpariert, pulverisiert und nach den üblichen Methoden chemisch aufgeschlossen. Das Probematerial konnte nicht völlig frei von Nebengestein gewonnen werden. Die Analyse erfolgte mittels eines Atom-Absorptions-Spektrophotometers, Modell Perkin Elmer 303.

<i>Resultate:</i>	Cu	96.8%
	Fe (total)	1.9%
	Au	0,05 ppm (Nachweisgrenze 0,05 ppm)
	Ag	nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,02 ppm)

#### D. Röntgenaufnahme

Die in Basel vom Kupferblech ausgeführte Röntgenaufnahme ergab folgende Gitterdistanzen:

<i>d-Wert gemessen:</i>	<i>Intensität:</i>	<i>d berechnet:</i>	<i>hkl-Lage:</i>
2.087	100	2.087	1 1 1
1.8084	70	1.8070	2 0 0
1.2779	80	1.2777	2 2 0
1.0895	90	1.0897	3 1 1
1.0430 <sub>x1</sub>	80	1.0432	2 2 2

Die Gitterkonstante der Elementarzelle  $a_0$  ist  $3.614 \pm 0,001 \text{ \AA}$  und stimmt bestens mit dem in der Literatur angegebenen Wert von  $3.615 \text{ \AA}$  überein. Es handelt sich hier also um *sehr reines Kupfer*.

#### E. Radioaktivität

In einer grossen Zahl der in den Kaiseraugster Bohrungen gezogenen Kerne wurde mit dem Scintillometer nirgends eine erhöhte Radioaktivität festgestellt. Anderseits ist direkt über dem Malachithorizont, an der Grenze zum Röt-Ton (in 20 zu Korrelationszwecken in Bohrungen von Kaiseraugst gemessenen Gamma-Ray-Neutron-Logs), eine relativ erhöhte, natürliche Radioaktivität (Gamma-Ray-Kick meist über 500 CPS) entdeckt worden. In den bis zur Basis des Plattensandsteins reichenden Messungen ist zwischen 2,5 und 4,5 m über dieser Basis (also im Bereich des Auftretens von gediegen Kupfer, Bleiglanz und Malachit) ebenfalls eine solche erhöhte, natürliche Aktivität festgestellt worden. Die im Neutron-Log gemessene, induzierte Radioaktivität bleibt in beiden Schichten im Rahmen von tonarmen Sandsteinen. Auch die Lithologs bestätigen diese Verhältnisse, so dass die zwei Horizonte echte, leicht erhöhte Radioaktivitäten aufweisen. Ohne voreilige Schlüsse zu ziehen, scheint also hier, wie so oft, eine Kupfer-Mineralisation mit Uran oder anderen radioaktiven Elementen gekoppelt zu sein.

#### Offene Fragen

Nach der Beurteilung des Auftretens von Kupfermineralien und Untersuchungen an Vorkommen von gediegen Kupfer bleiben noch einige wichtige Fragen offen:

- Herkunft und Entstehung der in diesen Schichten auftretenden Kupfermineralien (können dem relativ nahen Schwarzwald-Grundgebirge entstammen, durch Verwitterung angereichert, über Thermalwässer z. B. als Kupfersulfate transportiert und über dem Grundwasser am Kontakt mit karbonatischen Gesteinen und Sauerstoff in Malachit umgewandelt worden sein. Es dürfte sich hier um eine völlig sekundäre Vererzung handeln, deren primärer Charakter aufgrund der wenigen bisher zu Verfügung stehenden Daten nur vermutet werden kann)?
- Das Eindringen der Lösungen in den Sandstein (erfolgte hier wohl in einer letzten Phase von unten nach oben)?

- Die Zeit dieser letzten Wanderung und Anreicherung (könnte relativ jung sein)?
- Die Frage, wie es zur Bildung von gediegen Kupfer kam?

Zu dieser letzten Frage möchte ich folgende Arbeitshypothese aufstellen, die nur den Sinn haben kann, *eine* von mehreren Lösungen anzudeuten:

Kupferhaltige Lösungen sind im porösen Gestein im Grundwasserbereich aufgestiegen, bis sie an einer stärker zementierten, z. B. quarzitischen Lage gebremst wurden. Im letzten Aufstieg sind sie in haarfeinen Klüften in dichtes Gestein eingedrungen. Es handelt sich möglicherweise um eine «Konzentrationslagerstätte in Schuttgesteinen innerhalb von Becken mit arider Umgebung» (SCHNEIDERHÖHN 1962). An derselben Stelle sind auch migrierende Kohlenwasserstoff-Gase festgestellt worden. Diese könnten die Kupferminerallösungen lokal zu gediegen Kupfer reduziert haben. Brennbare Gase sind tatsächlich im Plattensandstein bei Heisswasserproben in einigen Kernbohrungen der Gegend entdeckt worden. Im tieferen Untergrund könnten im Perm, ähnlich wie von SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) in Wintersingen nachgewiesen, bituminöse Gesteine vorhanden sein. Stratigraphisch unmittelbar über dem Buntsandstein des Tafeljura sind zahlreiche Kohlenwasserstoff- und H<sub>2</sub>S-haltige Gesteine weit verbreitet (z. B. positive Heisswasserproben in Kernen des *Wellendolomits*, des *Wellenmergels* und der *Orbicularismergel*). Die Migration von solchen Gasen über Tafeljura-Verwerfungen in die z.T. porösen Buntsandsteine ist möglich.

Die Möglichkeit von ursprünglich  $\pm$  synsedimentär erfolgter Reduktion von Kupfermineralien zu gediegen Kupfer muss ebenfalls offen gelassen werden. Dies um so mehr, als sich die bekannten Vorkommen immer in hellgrün gefärbten (?) Reduktionszonen innerhalb einer vorwiegend rot gefärbten Serie befinden (Fe<sup>II</sup> und Fe<sup>III</sup>).

Das beschriebene Vorkommen von *gediegen Kupfer* wirft, wie hier skizziert, noch reichlich *ungelöste Probleme* auf. Es ist zu erwarten, dass dieses erste schweizerische Vorkommen ausserhalb der Alpen zu weiteren Entdeckungen führen wird.

### Verdankungen

Der Verfasser dankt den Firmen Kernkraftwerk Kaiseraugst AG und Motor Columbus, Ingenieurunternehmung AG Baden (Schweiz), für die Erlaubnis der Verwendung von Teildaten der Baugrunduntersuchungen im Kraftwerkareal Kaiseraugst.

### LITERATURVERZEICHNIS

- BÄCHTIGER, K. (1963): *Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtschenalp (Kt. Glarus, Schweiz)*. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 38.
- DISLER, C. (1914): *Stratigraphie und Tektonik des Rotliegenden und der Trias beiderseits des Rheins zwischen Rheinfelden und Augst*. – Verh. natf. Ges. Basel 25.
- (1931): *Geologie des Bezirks Rheinfelden und der angrenzenden Gebiete*. – «Vom Jura zum Schwarzwald» (6.Jg.).
  - (1941): *Stratigraphischer Führer durch die geologischen Formationen im Gebiet zwischen Aare, Birs und Rhein*. – Wepf, Basel.
- ESCHER, ED. (1934): *Erzlagerstätten der oberen penninischen und der ostalpinen Decken Graubündens*. – Diss., Zürich.
- FISCHER, H. (1969): *Einige Bemerkungen zur «Übersichtstabelle zur Geologie der weiteren Umgebung von Basel»*. – Regio basil. 10/2.

- FRIEDLAENDER, C. (1930): *Erzvorkommnisse des Bündner Oberlandes und ihre Begleitgesteine*. – Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 16.
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1968): *Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg* (2. Aufl.). – Schweizerbart, Stuttgart.
- HEUSSER, H. (1926): *Beiträge zur Geologie des Rheintales zwischen Waldshut und Basel*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 57/2.
- HOLENWEG, H., STEHLIN, H. P., & GRAESER, ST. (1972): *Kupferkies und Malachit im Schweizer Jura*. – Schweizer Strahler 9.
- HOTZ, W. & BUXTORF, A. (1931): *Die geologische Lage der Kraftwerke am Oberrhein*. – Eclogae geol. Helv. 24/2.
- KRAUME, E. (1964): *Die metallischen Rohstoffe*. Bd. 4: *Kupfer* (2. Aufl.). – Enke, Stuttgart.
- KÜNDIG, E. & QUERVAIN, F. DE (1953): *Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz* (2. Aufl.). – Kümmerly & Frey, Bern.
- MARTINI, J. (1971): *Un horizon à minéralisation cuprifères dans les Préalpes médianes romandes et chablaisiennes (Alpes occidentales)*. – C.R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève 6/1.
- METZ, R. & REIN, G. (1958): *Erläuterungen zur geologisch-petrographischen Übersichtskarte des Südschwarzwaldes 1:50000*. – Schauenburg Verlag, Lahr.
- Motor Columbus, Ingenieurunternehmung AG (1974): *Kernkraftwerk Kaiseraugst, Baugrunduntersuchungen*. – Unpubl. Ber. Sondierkampagne 1974.
- SCHMASSMANN, H. (1967): *Bericht über die geologischen Untersuchungen für das Kernkraftwerk Kaiseraugst*. – Unpubl. Ber. Motor Columbus AG, Baden.
- SCHMASSMANN, H. & BAYRAMGIL, O. (1946): *Stratigraphie, Petrographie und Paläogeographie der Perm-Formation im schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlenfrage der Nordschweiz*. – Tätber. natf. Ges. Baselld. 15 (1945).
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1962): *Erzlagerstätten* (4. Aufl.). – Stuttgart.
- STECK, A. (1966): *Magnetkies-Kupferkies-Vererzungen am Kontakt des Zentralen Aaregranites im westlichen Aaremassiv nördlich Brig*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 46/2.
- SUTER, R. (1915): *Geologie der Umgebung von Maisprach*. – Verh. natf. Ges. Basel 26.
- WIENER, G. (1970): *Geologisch-hydrologischer Bericht Kernkraftwerk Kaiseraugst, Sondierkampagne 1969/70*. – Unpubl. Ber. Studienkonsortium Kernkraftwerk Kaiseraugst.
- WILSER, J. L. (1913): *Die Perm-Trias-Grenze im südwestlichen Baden*. – Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 20.
- (1933): *Paläogeographie der Perm-Trias-Grenze am südöstlichen Rand des Rheintalgrabens*. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont. [Beilbd. B] 71.

