Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 49 (1956)

Heft: 2

Artikel: Bericht über die 72. Hauptversammlung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in Basel : Samstag und Sonntag, 22. und 23. September 1956

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162087

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: 15.07.2025

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

Bericht über die 72. Hauptversammlung der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in Basel

Samstag und Sonntag, 22. und 23. September 1956

A. Bericht des Vorstandes für das Jahr 1955/56

In der Berichtsperiode 1955/56 hielt der Vorstand 6 Sitzungen ab. Neben der Erledigung seiner laufenden Geschäfte widmete er sich der Ausarbeitung eines Vorschlages für den Neudruck der Statuten sowie der Veröffentlichung des Textes für das neue Druckreglement.

Am 12. November 1955 fand in Basel eine erste Sitzung des *Comité National Suisse de Géologie* unter Leitung von Prof. Dr. L. Vonderschmitt statt. Sie diente der Aussprache und Organisation der Arbeiten für das Stratigraphische Lexikon der Schweiz. Weitere Sitzungen wurden am 12. Mai in Bern und am 11. Juni 1956 in Zürich abgehalten. Eine erfreulich grosse Anzahl schweizerischer Mitglieder unserer Gesellschaft fanden sich in dankenswerter Weise bereit, an diesem Gemeinschaftswerk mitzuarbeiten, dessen Redaktion Prof. Dr. R. Rutsch, Bern, übernommen hat.

Als Delegierte der Schweiz für den vom 4. bis 11. September in Mexico stattfindenden XX. *Internationalen Geologenkongress* wurden vom Bundesrat auf Vorschlag des *Comité National* unsere Mitglieder Prof. Dr. Ed. Paréjas, Genf, und Dr. H. G. Kugler, Trinidad Br.W.I., bestimmt. Infolge eines bedauernswerten Unfalls mit längerer Spitalbehandlung sah sich Prof. Paréjas genötigt, in letzter Stunde als Missionschef zurückzutreten.

Neuwahlen in den Vorstand fanden keine statt. Umbesetzungen innerhalb desselben erfolgten durch den Rücktritt von Prof. Dr. Ed. Paréjas als Präsident, der sich wegen Übernahme des Dekanats der Faculté des Sciences Naturelles in Genf veranlasst sah, sein Amt aufzugeben und statt dessen die Funktionen eines Beisitzers zu übernehmen. Dr. F. Roesli hat auf Ende 1955 seine fast zehnjährige Tätigkeit als Kassier niedergelegt und verlässt den Vorstand auf Ende 1956. Er konnte ersetzt werden durch Dr. E. Witzig, Schaffhausen, der sich in dankenswerter Weise bereit erklärte, die Obliegenheiten eines Kassiers ab 1. Januar 1956 zu übernehmen. Prof. Dr. R. Rutsch, Bern, als langjähriger Sekretär und Beisitzer, sowie der derzeitige Sekretär, Dr. A. Bersier, Lausanne, haben auf Ende 1956 ihren Rücktritt aus dem Vorstand angemeldet. In Würdigung ihrer geleisteten Dienste danken wir den genannten Mitgliedern auch an dieser Stelle für ihre mit viel Umsicht geleistete Arbeit. An der Vorstandsitzung vom 17. Dezember 1955 wurde der Unterzeichnete zum Nachfolger des Präsidenten gewählt. Der Amtsantritt erfolgte am 1. Januar 1956.

Im Herbst des vorigen Jahres erreichte uns die Nachricht vom Tode unseres Mitgliedes Dr. ERNST WANNER, Vizedirektor der Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich. Er hat der Gesellschaft seit Juli 1955 angehört. In den *Eclogae geologicae Helvetiae* veröffentlichte er 1945 und 1955 Arbeiten über die Lage der Erdbebenherde in der Umgebung von Zürich und im Mittelwallis, ferner 1948 eine wichtige seismologische Untersuchung über den Tiefgang der Alpenfaltung.

Am 31. Juli 1956 verschied in Scheidegg im Allgäu Prof. Dr. h. c. JOHANNES WANNER, Bonn, in seinem 79. Lebensjahr. Er war Mitglied unserer Gesellschaft seit dem Jahre 1949. Von seinen Untersuchungen mit Material der indonesischen Sammlungen von Dr. F. WEBER, Lugano, hat er zwei Arbeiten in den *Eclogae geologicae Helvetiae* veröffentlicht. Sie betrafen die Kenntnis der Trias und des Lias der Molukkeninsel Seran.

Ferner verloren wir durch den Tod Dr. EDUARD GERBER in seinem 80. Lebensjahr. Er war Vorsteher am Naturhistorischen Museum in Bern. Seit 1902 gehörte er der Gesellschaft als lebenslängliches Mitglied an. Eine Würdigung seines Lebens und Wirkens befindet sich in Vorbereitung durch seinen Nachfolger, Dr. H. ADRIAN, Bern.

Wir dürfen dieses Jahr vier Mitglieder für langjährige Mitgliedschaft beglückwünschen. Es bereitet uns eine besondere Freude, zunächst unser Seniormitglied, Prof. Dr. F. VON HUENE, Tübingen, heute persönlich unter uns begrüssen zu dürfen. Sein Eintritt als lebenslängliches Mitglied erfolgte am 12. Mai 1896, so dass er heute gleichzeitig auf sein 60jähriges Jubiläum als Mitglied der Schweiz. Geologischen Gesellschaft zurückblicken darf. Ihm, sowie den Herren Prof. Dr. BEREND G. ESCHER, Leiden, Dr. JULES FAVRE, Genf, und Prof. Dr. EUGEN HESS, Winterthur, welche ihr 50jähriges Mitgliedschafts-Jubiläum begehen können, gratulieren wir herzlich und entbieten ihnen unsere besten Wünsche.

Mitgliederbewegung

Seit der Tagung in Porrentruy sind folgende Neuaufnahmen an persönlichen und unpersönlichen Mitgliedern zu verzeichnen:

A. Schweiz: JEAN PIERRE VERNET, Morges; GEROLD STYGER, Zürich; WALTER SENNHAUSER, Zollikon; ALBERT PERRONNE, Porrentruy; DANIEL BERNOULLI, Basel; G. WENDELL SMITH, USA und Basel; FRANCOIS PIGUET, Malley-Lausanne; sowie das *Naturhistorische Museum*, Bern.

B. Ausland: W. S. ADKINS, Austin, USA; CHARLES W. HATTON, Tulsa, USA; GERARD BIJVANK, Vitoria, Spanien; RUDOLF OSBERGER, Bangka, Indonesien; MYRON KOSARY, Havana, Cuba; C. L. MCNULTY, Roswell, USA; ALFRED LOEBLICH, Washington, USA; sowie die *Diréction Fédérale des Mines et de la Géologie*, Dakar, A.O.F., und die *Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine*, Dépt. Géologique, Pau, France (Wiedereintritt).

Eintritte: 17, Austritte: 3, Verstorben: 3 Mitglieder.

Zusammenfassung:	A. Schweiz:	Persönliche Mitglieder	268
		Unpersönliche Mitglieder . . .	39
	B. Ausland:	Persönliche Mitglieder	177
		Unpersönliche Mitglieder	51
		Total	535

Versammlungen und Exkursionen

Die 71. Hauptversammlung der Schweiz. Geologischen Gesellschaft wurde am 25. September 1955 in Porrentruy im Rahmen der Jahresversammlung der SNG abgehalten. Anschliessend an die Tagung wurde eine viertägige Exkursion durchgeführt, über welche in Band 48, Nr. 2, 1956 berichtet wurde.

Basel, im September 1956. Der Präsident: E. RITTER

Bericht des Redaktors

Die beiden Hefte des im Berichtsjahr 1955/56 erschienenen Bandes 48 der *Eclogae geologicae Helvetiae* umfassen 601 Seiten mit 149 Figuren und 27 Tabellen, ferner 24 Tafeln ausserhalb des Textes. Der Inhalt der veröffentlichten Arbeiten schneidet die verschiedensten Themen an, die inländische und ausländische Gebiete betreffen. Unter den letzteren seien erwähnt: eine eingehende Untersuchung über die Tillite und die präkambrischen und permischen Vereisungen Südaustraliens, eine Beschreibung ringförmiger Intrusionen aus dem nördlichen Sudan, eine strukturelle und petrogenetische Detailstudie aus dem venezolanischen Küstengebirge und die Bekanntgabe von Beobachtungen aus einem Flyschgebiet Griechenlands. Stratigraphische und strukturelle Probleme der schweizerischen Geologie kommen in je drei Arbeiten über Molassegebiete und über alpine Regionen zur Behandlung. Im Zusammenhang mit alpiner Tiefentektonik steht eine seismische Studie über die Lage der Erdbebenherde im Mittelwallis. Dem Jura ist der ausführliche Bericht über die von unserer Gesellschaft im letzten Herbst durchgeführte Exkursion gewidmet. Paläontologische Themen sind in reichem Umfang vertreten im Bericht der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft, dem eine 60seitige Globotruncanenarbeit angeschlossen ist, an deren Druckkosten auch unsere Gesellschaft beigetragen hat, ferner in zwei Einzelarbeiten über Algen aus dem Gebiet von Genf und von Trinidad. Im Bericht über die 71. Hauptversammlung unserer Gesellschaft sind 4 Referate zum Abdruck gelangt. Hinzuweisen ist schliesslich auf das am Schluss des Bandes vor dem Mitgliederverzeichnis veröffentlichte neue Druckreglement, das gegenüber dem früheren in verschiedener Hinsicht vervollständigt und den heutigen Verhältnissen angepasst wurde.

Der voluminöse Umfang von Band 48 spiegelt sich in den *Druckkosten* wider, die über Fr. 36000.— betragen. Zahlreiche Kostenbeiträge von insgesamt rund Fr. 19000.—, in erster Linie von seiten der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft, vermindern die Nettobelastung unserer Gesellschaft auf die Summe von rund Fr. 17000.—. Neben der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft haben die «Stiftung Amrein-Troller, Gletschergarten Luzern», der h. Regierungsrat des Kt. St. Gallen, die geologische Abteilung des Naturhistorischen Museums Basel und die Schweizerische Geologische Kommission den Druck einzelner Arbeiten durch wesentliche Kostenbeiträge unterstützt. Sämtlichen Donatoren sei im Namen der Gesellschaft der wärmste Dank ausgesprochen. Dank diesen Unterstützungen und dank unvermindert regem Verkauf neuester Eclogaehefte durch unsern Verlag stehen die hohen Druckkosten glücklicherweise immer noch im Einklang mit einem relativ gesunden finanziellen Haushalt.

Basel, im September 1956. Der Redaktor: W. NABHOLZ

Rechnungsbericht pro 1955 und Budget pro 1956

I. Betriebsrechnung per 31. Dezember 1955

A. Einnahmen

	Rechnung 1955		*Budget 1956*
a) *Allgemeine Verwaltung:*	Fr.	Fr.	Fr.
Mitgliederbeiträge	9 917.61		10 000.—
Zinseneingänge	3 617.40		3 200.—
Verkauf Eclogae	7 816.30		10 000.—
Beitrag Geologische Kommission	500.—		500.—
Aus Reservefonds	—.—		—.—
Total Einnahmen aus Allgemeiner Verwaltung		21 851.31	23 700.—
b) *Eclogae:*			
Beiträge aus Stiftungen, Inserate, Rechnungen des Redaktors			
Vol. 47/2	9 252.85		
Vol. 48/1	6 738.50		
Einbände	495.90		
Total Einnahmen Eclogae		16 487.25	
Total Einnahmen		38 338.56	

B. Ausgaben

a) *Allgemeine Verwaltung:*			
Unkosten und Spesen	1 836.—		2 000.—
Beitrag an Paläontologische Gesellschaft	600.—		600.—
Einlage in Reservefonds (½ Verkauf Eclogae)	4 000.—		5 000.—
Total Ausgaben Allgemeine Verwaltung		6 436.—	8 200.—
b) *Druckkosten Eclogae:*			
Vol. 47/2	13 954.45		
Vol. 48/1	15 358.20		7 500.—
Vol. 48/2	610.70		8 000.—
Total Ausgaben Eclogae		29 923.35	15 500.—
Total Ausgaben		36 359.35	23 700.—
Einnahmenüberschuss		1 979.21	

II. Reservefonds

	Fr.
Bestand am 1. Januar 1955	12 500.—
Einlage aus Verkauf Eclogae	4 000.—
Bestand am 31. Dezember 1955	16 500.—

III. Bilanz per 31. Dezember 1955

Aktiven:	Fr.	*Passiven:*	Fr.	Fr.
Postcheckkonto	7 263.41	Unantastbares Kapital		
Banken:		Fonds Tobler	60 000.—	
Wertschriften	104 000.—	Fonds Erb	10 000.—	
Depotkonto Bankges.	11 957.50	Schenkungen	17 100.—	
Sparhefte	9 536.60	Lebensl. Mitglieder	17 360.—	
				104 460.—
Kleine Kasse	170.09	Ausstehende Druckkosten		15 623.30
Debitoren	3 655.70	Reservefonds		16 500.—
	136 583.30			136 583.30

IV. Vermögensveränderung

	Fr.
Bruttovermögen am 1. Januar 1955	116 400.—
Bruttovermögen am 31. Dezember 1955	120 960.—
Vermögenszunahme	4 560.—

V. Erstellungskosten der Eclogae, Volumen 47

	Band 47/1	Band 47/2
	230 Seiten	236 Seiten
	34 Textfiguren	98 Textfiguren
	12 Tafeln	17 Tafeln
	17 Tabellen im Text	1 Tabelle im Text
	Fr.	Fr.
Eigenkosten: Druckkosten zu Lasten SGG.	7 087.95	4 705.35
Beiträge	5 835.95	9 528.35
Total der Erstellungskosten	12 923.90	14 233.70
Spedition	289.80	285.05

Luzern, Juli 1956. Der Kassier: F. Roesli

Revisorenbericht über das Rechnungsjahr 1955

Die Unterzeichneten haben die Jahresrechnung 1955 der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft geprüft und in allen Teilen in Ordnung befunden. Sie überzeugten sich von der gewissenhaften Verbuchung der Einnahmen und Ausgaben und deren Übereinstimmung mit den Belegen.

Die auf den 31. Dezember 1955 in der Bilanz aufgeführten Aktiven sind durch Bank- und Postcheckausweise belegt, und die Ausscheidung der Vermögenswerte auf die einzelnen Fonds ist in der Kartothek übersichtlich dargestellt.

Das Vermögen ist belegt durch Wertschriften im Betrage von Fr. 104000.—, Depositen-Konto der Schweizerischen Bankgesellschaft Fr. 11957.50 und Sparhefte von total Fr. 9536.60.

Der zusammenfassende Bericht stimmt mit der detaillierten Buchführung überein.

Die unterzeichneten Rechnungsrevisoren beantragen der Gesellschaft, die Jahresrechnung 1955 zu genehmigen und dem Herrn Kassier für die grosse und zeitraubende Arbeit bestens zu danken.

Luzern, den 6. Juni 1956.

Die Revisoren:
G. Welti, R. Murat

B. 72. Hauptversammlung
Samstag und Sonntag, den 22. und 23. September 1956

Geschäftliche Sitzung: Sonntag, den 23. September 1956

Der Jahresbericht des Vorstandes für das Jahr 1955/56, der Bericht des Redaktors und der Rechnungsbericht pro 1955 sowie der Bericht der Rechnungsrevisoren werden verlesen und mit dem Budget für 1956 von der Versammlung gutgeheissen.

An Stelle des ausscheidenden Rechnungsrevisors G. WELTI wird Dr. H. GRUNAU neu gewählt.

Aus dem Vorstand scheiden Dr. A. BERSIER, Dr. F. ROESLI und Prof. Dr. R. RUTSCH aus. An ihre Stelle wählt die Versammlung Prof. Dr. A. STRECKEISEN, Prof. Dr. R. TRÜMPY und Dr. E. WITZIG.

Die Höhe des Jahresbeitrages sowie des Beitrages für lebenslängliche Mitgliedschaft wird beibehalten.

Der Vorschlag des Vorstandes für den Neudruck der Statuten der SGG, die allen Mitgliedern einige Wochen vor der Sitzung zugeschickt worden waren, wird von der Versammlung nach Korrektur der Artikel 4, 5, 8, 15, 26, 27 angenommen (siehe am Schluss dieses Heftes).

Im Hinblick auf das bevorstehende 75jährige Jubiläum der SGG beschliesst die Versammlung, die 73. Hauptversammlung 1957 am Tagungsort der SNG abzuhalten und den Gründungsort Linthal auf der Exkursion zu besuchen.

Der Verlag Birkhäuser wünscht die Verlagsspesen der Eclogae von 10% auf 25% zu erhöhen. Dem Vorstand wird die Vollmacht erteilt, auf der Basis von 15% zu verhandeln und eventuell auf 20% hinaufzugehen.

Anschliessend wird die Gesellschaft von Dr. W. BRÜCKNER auf die Möglichkeit der Weiterausbildung von Doktoranden in Achimota (Goldküste) aufmerksam gemacht.

Der Protokollführer: D. BERNOULLI

Wissenschaftliche Sitzung
Samstag und Sonntag, den 22. und 23. September 1956

Zugleich Sitzung der Sektion für Geologie der SNG

1. — WERNER RÜEFLI (Zürich): **Ein Aufschluss von Aalénien-Schiefern im eingewickelten Glarner Flysch.** Mit 3 Textfiguren.

Einleitung

Im Rahmen einer Untersuchung des Blattengrat- und Sardonaflysches im Gebiete des Weisstannentals (St. Galler Oberland) [Dissertation unter der Leitung von Prof. W. LEUPOLD] konnten im Sommer 1956 Beobachtungen gemacht werden, über die hier, weil sie von allgemeiner Bedeutung sind, in Form einer vorläufigen Mitteilung referiert wird.

Bisher sind in Begleitung der eingewickelten Flyschserien unter der Verrukanodecke der NE-Schweiz keine älteren mesozoischen Horizonte festgestellt worden

als die oberkretazischen Amdenerschichten im Blattengratkomplex und die Turonkalke (sogenannte «seewerartige Kalke» OBERHOLZERS) im Sardonaflyschkomplex.

Im folgenden wird aus dem Bereiche dieser unter der Verrukanodecke liegenden Flyschkomplexe eine ziemlich begrenzt auftretende Einlagerung ebenfalls schiefriger Gesteine beschrieben, welche sich in sehr auffälliger Weise von den umgebenden Flyschschiefern unterscheiden. Eine nähere Untersuchung ergab, dass es sich keineswegs mehr um einen stratigraphischen Anteil der umgebenden Flyschmassen handelt, sondern um eine darin tektonisch eingeschuppte kleine Masse von Doggerschiefern, wie dies nicht nur aus den unten zu besprechenden Ähnlichkeiten mit solchen hervorging, sondern auch durch Funde von Ammonitenresten sich bestätigte. Das Vorkommen zeigt die grösste Analogie mit dem Dogger der ultrahelvetischen Decken der SW-Schweiz.

Herrn P. ECKARDT, der in freundschaftlicher Weise die Fotos für die Textfiguren aufnahm, sei an dieser Stelle bestens gedankt.

GEOLOGIE

Der Aufschluss

Die Lokalität befindet sich im Unterlauf des Galanserbaches des Blattes 237 Walenstadt der Landeskarte der Schweiz im Maßstab 1 : 50000 bei den Koordinaten 743 375/206 250/1210 m. Dieser nördliche Zufluss der Seez rund 1,7 km WNW des Dorfes Weisstannen ist auf Blatt Nr. 8 des Übersichtsplanes der Gemeinde Mels im Maßstab 1 : 10000 als Logsbach angegeben, welche Lokalbezeichnung wir auch in dieser Beschreibung beibehalten wollen.

Beim Eintritt in die schluchtartige Ausmündung des Logsbaches steht im Bachbett SW Logswald zuerst Flysch des Blattengratkomplexes an, der, in stratigraphisch normaler Lagerung, zuunterst mit fraglichen Amdenerschichten beginnt, über denen konkordant Wangschichten mit *Navarella* sp. folgen. Darüber liegt diskordant eine zerklüftete Nummulitenkalkbank des bekannten Blattengrattypus, die das Bachbett in W–E-Richtung schneidet und einen kleinen Wasserfall verursacht. Zwischen 1170 m und 1200 m ragt aus dem schutterfüllten und steil ansteigenden Bachbett eine glattgescheuerte Wand einer weitern Nummulitenkalkbank, welcher stratigraphisch normal reichlich Globigerinen führende Fleckenmergelkalke aufliegen, als 20–30° SSE fallender Liegendschenkel einer spitzen Synklinale in diesen Mergelkalkschiefern. Hier wird die Logsbachrinne zur Schlucht und unpassierbar. Der Schlucht ausweichend erreicht man, nach E ansteigend, auf 1250 m das Fussweglein von Unterrüti nach Unterstein. Während dieses Anstieges beobachtet man, dass von 1210 m an dunkelgraue Tonschiefer die tertiären Globigerinenmergelkalke überlagern und, wie sich später herausstellen wird, als von N nach S eingespiesster Keil quasi den Kern der soeben erwähnten liegenden Fleckenmergelsynklinale bilden. Offenbar aber endet hier die stratigraphische Normalserie des Blattengratflysches mit ihrem jüngsten Schichtglied, und es stellt sich mit den muschelig-splitterig brechenden Tonschiefern etwas völlig Neues über dem Blattengratkomplex ein. Nach wenigen Metern schon gehen die glanzlosen grauen Tonschiefer in solche von bläulich metallischem Glanz

über, welche mit dunkelolivbraunen, etwas mergeligen Lagen abwechseln. In diesen Schichten bleibend erreicht man nun auf 1250 m das vorhin erwähnte Weglein. Da dieses westwärts wiederum bis auf 1230 m zur Bachrinne absteigt, durchqueren wir, diesmal in umgekehrter lithologischer Reihenfolge, den Aufschluss der Tonschiefer und gelangen nochmals, gerade im Bachbett, zurück in die liegenden Fleckenmergel und -kalke des Blattengratflysches.

Im Bachbett nach N ansteigend gelangt man auf etwa 1240 m Höhe an den Ausbiss einer ausgesprochenen Überschiebungsfläche zwischen den liegenden Fleckenmergeln und den hangenden Tonschiefern. Die Überschiebung ist knapp 1 m über dem E-Ufer aufgeschlossen und über eine Strecke von 30—40 m bachaufwärts zu verfolgen.

Nach Überqueren des Baches und einigen Metern Anstieg im schlecht aufgeschlossenen Westhang des Tälchens entdecken wir am Weglein selbst und etwas nördlich seitwärts desselben, kleinere zerstreute Aufschlüsse eines intensiv clivagierten, beinahe schwarzblauen, feinste Serizitschüppchen führenden und auf den Clivageflächen fein seidenglänzenden Tonschiefers, der zahlreiche faustgrosse, knollige, kalkig-konkretionäre Verdickungen enthält. Diese sind im Innern meistens stark pyritisiert und dann oft durch Rostfärbung ockerfarbig gescheckt.

Auf 1280 m erscheint im Westhang der schönste Aufschluss der schwarzen Tonschiefer mit den pyritisierten Kalkknollen, der an die 10 m Mächtigkeit erreicht und in dem mechanisch stark deformierte Steinkerne von Ammoniten gefunden werden konnten. Diesem Aufschluss gegenüber setzen am E-Ufer über den schwarzen Tonschiefern graue, zuweilen feinsandige, glimmerführende Tonmergelschiefer ein, welche in einige Meter olivbräunliche Tonschiefer übergehen.

Durch einen N fallenden Bruch wird nun auf 1350 m der ganze Tonschieferaufschluss gegen N etwas in die Tiefe und damit in den Berg hinein verstellt. In der Wasserfallstufe, die über den kleinen hier sich bildenden Talzirkus als Überhang vorspringt, liegen über den bisher verfolgten schwarzen Tonschiefern nun wiederum Fleckenmergel. Es handelt sich offenkundig um den Hangendschenkel der Fleckenmergelsynklinale, in welche der ganze Tonschieferaufschluss eingespiesst ist.

Den unpassierbaren Talkessel umgehen wir über die Untergalanser Alp und erreichen alsdann neuerdings das Bachbett auf etwa 1400 m oberhalb der überhängenden Steilstufe. Hier nun tritt der schwarze konkretionsreiche Tonschiefer erneut zu Tage, wobei als oberer Abschluss desselben der Kontakt gegen die hangenden Fleckenmergel nun als deutliche Überschiebungsfläche nochmals prächtig aufgeschlossen ist.

Profilbeschreibung und Lithologie

Innerhalb der soeben angegebenen Begrenzungsflächen der fremden Schiefermasse erkennen wir im einzelnen folgendes, etwas schematisiertes Profil (Fig. 1):

1. Splitterig bis muschelig brechende, durch Verwitterung in lanzettförmige, prismatische oder parallelepipedische Bruchstücke zerfallende, spärlich glimmerführende Tonschiefer. Muschelige Bruchflächen matt dunkelgrau, manchmal mit stahlgrauen bis bläulichen Anlauffarben. Die Flächen der Schrägschieferung matt seidenglänzend, grau oder graubraun bis schwarz, unregelmässig feinhöckerig oder

gewellt. In die Schiefermasse sind viele plattige, eiförmige und zylindrische Konkretionen eingebettet, welche aus einem kalkigen Kern und einer dünnen silexartigen Hülle bestehen. Durch Betupfen mit 10% HCl bleiben auf den kalkigen Partien helle Flecke zurück. Die meisten Konkretionen enthalten fein verteilten Pyrit in Würfeln von 0,1–2,0 mm Kantenlänge, der sie, je nach Schnittlage, in unregelmässig spiraler, in Haufen oder konzentrischer Anordnung durchsetzt. Ausserdem können Pyritkörper von unregelmässiger Form als eigentliche Pyritgallen in flachkuchenförmigen, grossen Kalkknollen von 20–30 cm Durchmesser und 4–7 cm Dicke eingeschlossen sein oder auch ohne konkretionäre Hülle im Tonschiefer eingebettet liegen.

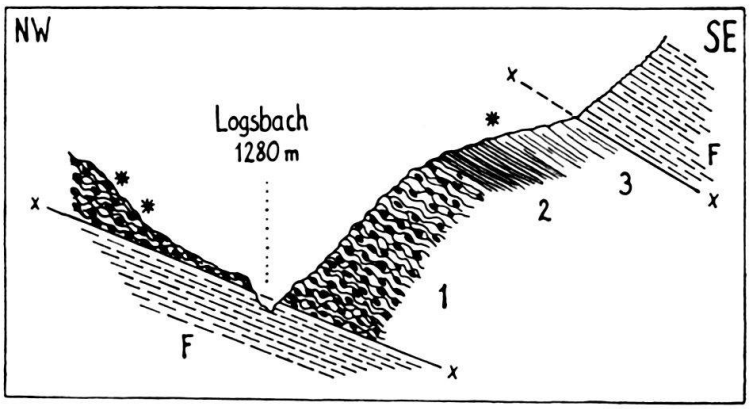

Fig. 1. Aufschlussprofil des ultrahelvetischen Aalénien im Logsbach auf 1280 m, Weisstannental, St. Galler Oberland. Maßstab 1 : 1500.

F Fleckenmergel und -kalke des Blattengratflysches.
1 Schwarzgraue, glimmerführende Tonschiefer mit Anlauffarben und zahlreichen, pyritisierten Kalkknollen.
* Fundorte von mechanisch deformierten Ammoniten-Steinkernen und einem cancellophycusartigen Bruchstück.
2 Dunkelgraue, tonige, oft etwas feinsandige und glimmerführende Mergel.
3 Olivbräunliche bis -grünliche Tonschiefer.
X-----X Im Logsbach aufgeschlossene Überschiebung.

Im Dünnschliff ist die silikatreiche Hülle von elliptischen bis rundlichen Querschnitten eines nadelartigen Quarzgerüstes erfüllt (Spongiennadeln?), an dessen Rande vereinzelte Radiolarienskelette sitzen. An der Grenze von silexartiger, pyritfreier Hülle zu kalkreichem Kern befindet sich ein auffallender Saum in Form einer Anreicherung von Pyritwürfeln. Der Kern selbst ist von feindispersem Pyritstaub und kleineren Würfelchen durchsetzt.

Zwei pyritisierte Steinkerne von Ammoniten, welche in diesen Schiefern gefunden wurden, sind im paläontologischen Abschnitt beschrieben. Sie sind beide sehr stark mechanisch deformiert.

In vereinzelten Konkretionen erscheinen grobe, septenartige Bildungen bestehend aus Baryt und Kalzit. Die Entstehung dieser Bildungen ist nicht ganz deutlich; teilweise erinnern sie an Ammonitensepten, und es wäre ein metasomatisch bedingter Ersatz von aragonitisch-kalzitischer Schalensubstanz durch Baryt durchaus möglich.

Mächtigkeit über dem W-Ufer des Logsbaches mindestens 10 m, über dem schlecht zugänglichen E-Ufer vermutlich 25–35 m.

2. Sehr feine, dunkelgraue, bald mehr kalkige, dann wieder tonige Mergel. Oft etwas feinsandig und dann vermehrt glimmerführend, mit Anlauffarben, in muschelig brechende Plättchen und Stäbchen zerfallend.

Im Dünnschliff ein sehr feines kryptokristallines Serizit-Kalzit-Gewebe mit einigen Quarzkörnchen und Serizitschüppchen. Darin fein verteilte Pyritnester, von denen Rostfärbung ausgeht.

Mächtigkeit unbestimmt.

3. Olivbräunliche bis -grünliche Tonschiefer mit bräunlich-scheckiger, seltener rostiger Oberfläche und braunen Clivageflächen. Darin wurde ein cancellophycus-artiger Petrefakt gefunden. Anlauffarben kommen vor. Verschuppung mit dem Schichtstoss 2 ist wahrscheinlich.

Mächtigkeit der Schichten 2 und 3 zusammen etwa 10–20 m.

Vergleich mit süd- resp. ultrahelvetischer Fazies

Offenbar kann es sich bei diesen dunklen, ammonitenhaltigen Tonschiefern um nicht viel anderes handeln als unteren Jura, jedenfalls am ehesten um Dogger von südhelvetischer Fazies. In der Tat erinnert ja die Lithologie dieser Schiefer durchaus an das ultrahelvetische Aalénien der westlichen Schweizer Alpen.

In der Notice explicative zum Blatt Diablerets wird dasselbe von M. Lugeon (1940, s. 17) wie folgt charakterisiert:

«Masse puissante de schistes noirs, argileux, presque toujours ponctués de mica blanc, contenant des rognons pyriteux, qui jouent le rôle de fossiles caractéristiques.»

Der direkte Vergleich meiner Handstücke mit Aalénien-Gesteinen südhelvetischer Abkunft aus der Sammlung des Geologischen Instituts der ETH begünstigen durchaus eine Parallelisation in diesem Sinne.

Eine Begehung der Adelbodner Sattelzone anlässlich einer Exkursion im Sommer 1955 mit Herrn Prof. W. Leupold, sowie die detaillierten Darstellungen des «Aalénien des cols» von Huber (1933, S. 66/67) und Badoux (1945, S. 5 und 1946, S. 44) waren dazu angetan, mich in dieser Ansicht zu bestärken.

Ebenso zeigen die Aalénien-Schiefer des Lauberhorn–Tschuggen–Grosse Scheidegg-Gebietes bekanntlich durchaus diesen Charakter. Auch in den dortigen «Scheideggschiefern» (Aalénien) sind grosse Ton-Eisen-Gallen ein eigentliches «Leitfossil» und unterscheiden dadurch das Aalénien von den Tonschiefern des Bajocien wie zum Teil ähnlich dunklen Tonschiefern des benachbarten Tertiärflysches (Seeber, 1911, S. 54–57 und Günzler-Seiffert, 1925, s. 69).

Dünnschliffbeschreibungen Stauffers (1920, S. 35/36) aus der mehr als 100 m mächtigen Tonschiefergruppe mit kalkigen Linsen und Pyrit des obern Eisensandsteins in der Schilthorngruppe sind den unsrigen weitgehend analog.

Die mechanisch deformierten und unbestimmbaren Ammoniten verunmöglichen wohl eine genaue stratigraphische Horizontierung; immerhin unterstützt die Art ihres Vorkommens die genannten Parallelisationen, da auch in den aufgeführten Vergleichsgebieten die Ammoniten jeweilen in den Konkretionen gefunden werden.

Der Übergang zum Bajocien vollzieht sich nach M. LUGEON (1940, S. 18) allmählich über düstere, sandige Kalke, welche mit glimmerführenden Schiefern wechsellagern. Es können Kalke wie Schiefer abwechselnd vorherrschen und fossilführend sein.

Die Schichtglieder 2 und 3 stimmen zum Teil sehr gut mit den Beschreibungen des Cancellophycus-Doggers am Pommerngrat überein (HUBER, 1933, S. 68). Es fehlen aber leider auch hier bestimmbar erhaltene Fossilien.

Tektonische Lage der Doggerlinse

Dass dieses Doggervorkommen in einer Synklinale des Blattengratflysches eingeschlossen ist, geht aus dem Vorstehenden deutlich hervor. Der Kontakt mit dem Sardonaflysch ist leider im Logsbachtobel selbst nicht sichtbar, da aufwärts vom obern Doggeraufschluss bis an die etwa 200 m höher verlaufende Verrukanoüberschiebung hinauf Schuttbedeckung herrscht. Unmittelbar E und W des Tobels ist aber bei Oberberg und am Bungertkopf Sardonaflysch unter der helvetischen Hauptüberschiebung gerade noch sichtbar; an der E-Flanke des Bungertkopfes ist als unterstes desselben «seewerartiger Kalk» aufgeschlossen.

Es ist aus dieser Situation wahrscheinlich, dass der Dogger zwischen Blattengratkomplex und Sardonaflysch eingeschlossen ist.

Die Einschaltung von älterem Mesozoikum von jedenfalls sehr südhelvetischem Charakter zwischen Blattengrat- und Sardonaflysch wird in der im Gang befindlichen Diskussion um die Herkunft der exotischen Glarner Flyschmassen (LEUPOLD, 1938 und 1942, STAUB, 1954) als ein weiteres Argument sicher eine Rolle spielen.

PALÄONTOLOGIE

Steinkerne von Ammoniten

Wie in der Profilbeschreibung bereits erwähnt, sind sie nur sehr schlecht erhalten. Es handelt sich vorläufig um zwei Exemplare.

1. Exemplar (Fig. 2):

Elliptisch deformierter, flach scheibenförmiger Kern. Nabelpartie auf der einen Seite schlecht erhalten; im Zentrum undeutlich; scheinbar (deformationsbedingt?) weit genabelt.

Zwei volle, durch mechanische Einwirkung seitlich stark übereinander geschobene, unverzierte Umgänge sichtbar. Auf diesen in regelmässigen Abständen pro Umgang 10–12 möglicherweise Einschnürungen entsprechende Risse. Auf der andern Seite ist der Nabel durch das völlig deformierte Ende des äussern, gegen das Zentrum abgedrehten Umganges gänzlich verdeckt. Über die Hälfte des letzten Umganges sind etwa 30–35 (einfache?) innen gerade, extern etwas nach vorn gebogene Rippen wahrnehmbar. Stellenweise vage Andeutung eines Siphons auf der glatten Ventralseite.

Suturen sind keine erhalten.

Kleinster Durchmesser des elliptisch verformten Kerns: 7,3 cm

Grösster Durchmesser des elliptisch verformten Kerns: 10,9 cm

Dicke des elliptischen Kerns: 3,3 cm (infolge mechanisch bedingter Überlagerung von Umgängen wohl nahezu doppelt normal).

Fig. 2. Elliptisch deformierter Ammoniten-Steinkern, nat. Grösse. Ultrahelvetisches Aalénien; Logsbach westliches Ufer auf 1310 m; Weisstannental, St. Galler Oberland.

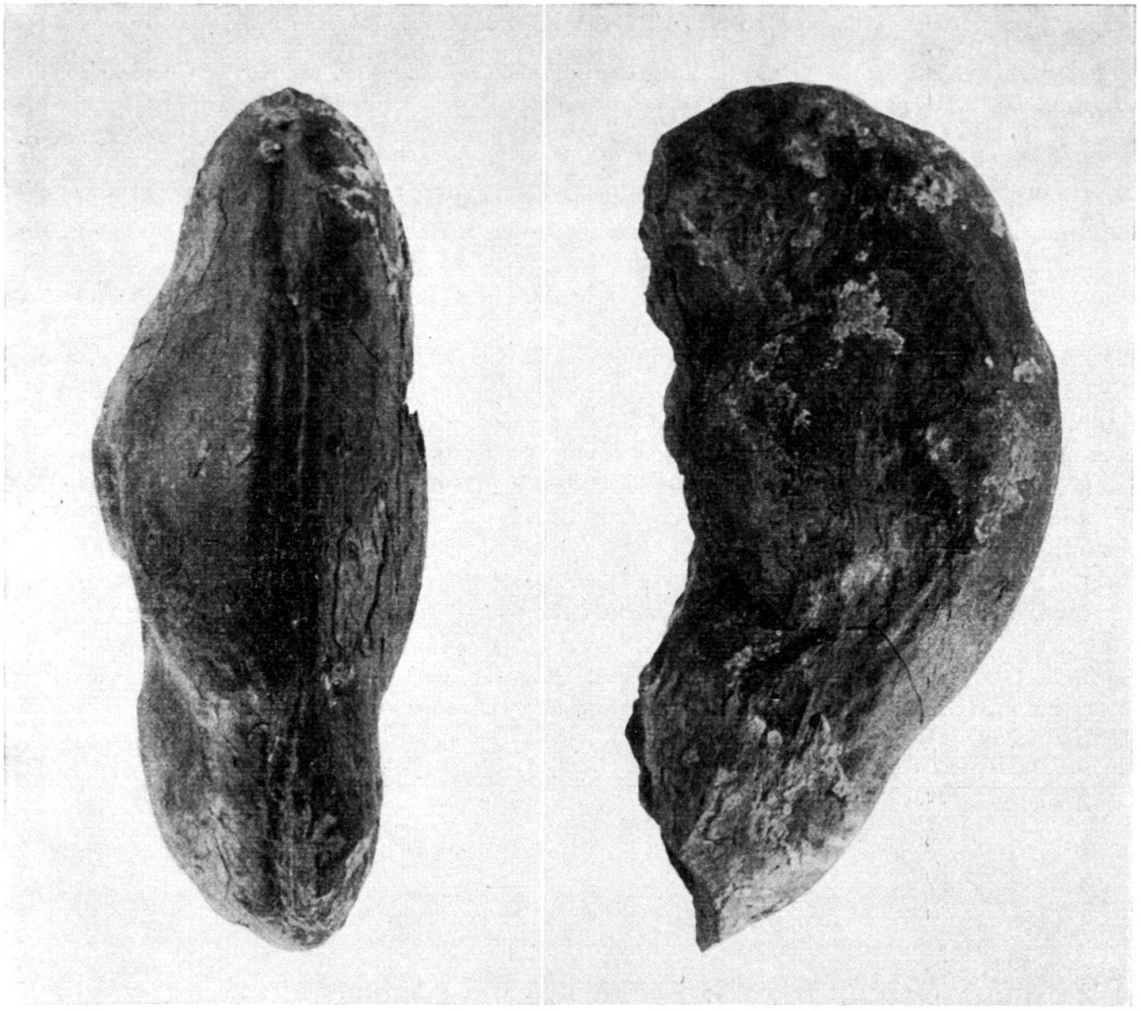

Fig. 3. Ventrales Bruchstück eines deformierten Ammoniten-Steinkerns mit deutlich sichtbarem, von zwei Furchen begleitetem Kiel, nat. Grösse. Ultrahelvetisches Aalénien; Logsbach westliches Ufer auf 1310 m; Weisstannental, St. Galler Oberland.

2. Exemplar (Fig. 3):

Bruchstück eines mechanisch deformierten Steinkerns. Ventrale Partie mit gut erkennbarem, beidseitig gefurchtem, nur wenig erhöhtem Median-Kiel.

Das elliptisch verformte Bruchstück weist extern vier nicht ganz regelmässige, schwache Wülste auf.

Länge des Bruchstücks: 9,2 cm

Dicke des Bruchstücks: 3,4 cm

Beide hier abgebildeten Exemplare sind weiter nicht bestimmbar und können darum für eine genaue Datierung der Schiefer nicht verwendet werden.

Vergleichsweise sei auch an die ähnlich deformierten Ammoniten in den gotthardmassivischen Bündnerschiefern von Termen bei Brig erinnert (Toarcien) (Bernoulli, 1942, Meier & Nabholz, 1949, S. 205 und 210).

LITERATURVERZEICHNIS

ARBENZ, P. (1922): *Die tektonische Stellung der grossen Doggermassen im Berner Oberland.* Eclogae geol. Helv., *17*/3, S. 326.

BADOUX, H. (1945): *La géologie de la Zone des cols entre la Sarine et le Hahnenmoos.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] *84.*

– (1946): *L'Ultrahelvétique au Nord du Rhône valaisan.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] *85.*

BERNOULLI, W. (1942): *Ammoniten im Bündnerschiefer von Termen bei Brig.* Eclogae geol. Helv., *35*/2, S. 116.

GÜNZLER-SEIFFERT, H. (1925): *Der geologische Bau der östlichen Faulhorn-Gruppe im Berner Oberland.* Eclogae geol. Helv., *19*/1, S. 1.

HEIM, ARNOLD (1911): *Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] *31.*

HUBER, K. (1933): *Geologie der Sattelzone bei Adelboden.* Mitt. naturf. Ges. Bern.

LEUPOLD, W. (1938): *Die Flyschregion von Ragaz.* Eclogae geol. Helv., *31*/2, S. 403.

– (1942): *Neue Beobachtungen zur Gliederung der Flyschbildungen der Alpen zwischen Reuss und Rhein.* Eclogae geol. Helv., *35*/2, S. 247.

LUGEON, M. (1940): *Notice explicative de la Feuille Diablerets.* Atlas géol. Suisse 1 : 25000, Nr. 19.

MEIER, PEGGY & NABHOLZ, W. K. (1949): *Die mesozoische Hülle des westlichen Gotthard-Massivs im Wallis.* Eclogae geol. Helv., *42*/2, S. 197.

SEEBER, H. (1911): *Faulhorn-Gruppe (Westlicher Teil) Männlichen-Gruppe.* Diss., Bern.

STAUB, R. (1954): *Der Bau der Glarner Alpen.* Glarus.

STAUFFER, H. (1920): *Geologische Untersuchung der Schilthorngruppe im Berner Oberland.* Mitt. naturf. Ges. Bern.

TRÜMPY, R. (1949): *Der Lias der Glarner Alpen.* Denkschr. Schweiz. naturf. Ges. *79*/1. Diss., Zürich.

---

2. – ERNST GASCHE (Basel): **Zur Geologie des Almtals in Oberösterreich.** Kein Manuskript eingegangen.

---

3. – L. HOTTINGER, H. SCHAUB und L. VONDERSCHMITT (Basel): **Zur Stratigraphie des Lutétien im Adour-Becken.** Siehe die ausführliche Arbeit in diesem Heft, S. 453.

---

4. – JOSEPH KOPP (Luzern): **Die Neuerschliessung der Thermalquelle Zurzach.** Erscheint in den Verhandlungen SNG, 1956.

---

5. – JOOS CADISCH (Bern): **Über die Wiedererbohrung der Therme von Zurzach.** Siehe Seite 313 in diesem Heft.

---

6. — HANS R. GRUNAU (Bern): **Probleme der Farbschichtung*).** Mit 3 Textfiguren.

Farbschichtung ist eine hervorstechende Eigenschaft zahlreicher Sedimentgesteine. Sie wird hervorgerufen durch Farbmineralien oder Farbpigment, Korngrössenunterschiede, Verschiedenheiten in der Packungsart oder Packungsdichte der Grundmasse sowie durch graduelle, interne Lichtabsorption. Im folgenden sei jedoch bloss die Rede von Farbschichtung, die verursacht ist durch Farbmineralien und Pigmentierung und sich in Rot-Grau- sowie Rot-Grüngrau-Grau-Rhythmen äussert. Solche Farbrhythmen treten auf im Verrucano der Glarneralpen, im Buntsandstein und Keuper, im Ammonitico rosso des Südtessins, in ost- und südalpinen Radiolaritserien, in der Bunten Scaglia der Breggia-Schlucht, in den Couches rouges sowie in Mergeln des Chattien, des Aquitan und des Torton der mittelländischen Molasse, um hier bloss die wichtigsten schweizerischen Beispiele anzuführen. Ihr Studium bedingt zunächst eine genaue Erfassung des Mineralbestandes, wobei sich die Anwendung moderner chemisch-physikalischer Untersuchungsmethoden als unerlässlich erweist. Damit wird eine Tatsachengrundlage geschaffen, auf der sich ein Deutungsversuch aufbauen lässt, wobei komplexe geologische Faktoren im weitesten Sinne eine Berücksichtigung und Beurteilung erfahren müssen. Die vorliegende kurze Studie bezweckt, die Problematik zu beleuchten, die der Erfassung des Tatbestandes sowie dessen genetischer Interpretation innewohnt. Gleichzeitig aber soll auch auf einige erzielte Untersuchungsergebnisse hingewiesen werden.

HISTORISCHES

Die Literatur über Wesen und Ursache der Gesteinsfärbung hat bis heute schon einen gewaltigen Umfang erreicht. Demgegenüber sind Arbeiten über das Problem der Farbschichtung im engeren Sinne äusserst selten. Es sollen in dieser Übersicht bloss einige wichtigere Publikationen über Farbprobleme besprochen werden, die dazu beitragen, den Fragenkomplex in seiner ganzen Vielgestaltigkeit zu umreissen. Im übrigen sei verwiesen auf die betreffenden Abschnitte in modernen Lehrbüchern der Sedimentpetrographie, insbesondere das Kapitel «Color» bei PETTIJOHN (1949, S. 169–176).

In der amerikanischen Literatur steht das Problem der Red Beds im Vordergrund, das schon im Jahre 1916 durch TOMLINSON eine ausgezeichnete Sichtung und Klärung erfahren hat. Die Zusammenstellung einer Anzahl Analysendaten (Ferri-Ferro-Bestimmungen) führt TOMLINSON zu folgenden Schlüssen:

Die schwarze Farbe steht nicht direkt mit dem Eisengehalt in Zusammenhang, sondern wird verursacht durch kohlige Substanz, die gelegentlich eine Reduktion des Ferri- zum Ferro-Eisen bewirkt. Die rote Farbe ist dem Gehalt an Ferri-Oxyden zuzuschreiben. Graue und grüne Farben weisen auf einen geringeren Gehalt an Ferri-Eisen und ein Übergewicht der Ferro-Komponenten über die Ferri-Komponenten. Die mineralische Zusammensetzung der färbenden Partikel ist wegen ihrer Kleinheit schwierig zu bestimmen. Die grüne Farbe tritt in Eisen-

*) Die diesbezüglichen Untersuchungen des Autors wurden unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds und die Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an der bernischen Hochschule.

2-Silikaten auf. Es wird angenommen, dass die Eisen-2-Verbindungen durch die Reduktionswirkung organischen Materials aus Eisen-3-Verbindungen hervorgegangen seien.

In seiner durch zahlreiche Analysen und Experimente ausgezeichnet belegten Arbeit über die Keupermergel des Stromberges bei Urach (Schwäbischer Jura) kommt DENNINGER (1926) zu folgenden gut fundierten Schlüssen:

Die roten und grünen Mergel unterscheiden sich sehr deutlich durch ihr stark voneinander abweichendes Verhältnis von dreiwertigem Eisen zu zweiwertigem. Dieses Verhältnis ist bei den roten Mergeln wesentlich höher als bei den grünen. Mit ziemlicher Sicherheit ist festgestellt worden, dass die roten Mergel in der Natur durch Reduktionsvorgänge in graue und diese durch teilweises Wegführen des leichter löslichen Ferro-Eisens in graugrüne übergeführt worden sind. Das durch TOMLINSON gegebene Schema der Ferro-Ferri-Verhältnisse wird durch die Daten DENNINGERS (zusammengestellt auf Fig. 2) insofern modifiziert, als die Ferri-Ferro-Verhältnisse für rote wie für grüne und graue Gesteine stets wesentlich grösser als 1 sind (womit eine Scheidung Rot-Grün aut dem Fe_2O_3-Diagramm nicht mehr ohne weiteres ersichtlich ist).

DORSEY (1926) hat unsere Kenntnisse der amerikanischen Red Beds wiederum ein Stück weiter gebracht. Er sagt folgendes aus: Die Farbe der Red Beds ist nicht verursacht durch einen höheren Eisengehalt als in nicht-roten Gesteinen. Sie ist auch nicht nur abhängig vom Vorhandensein von Ferrioxyden, da ja auch nicht-rote Sedimente Ferrioxyde in grösserer Menge enthalten. Es ist vielmehr so, dass der rote Farbton bewirkt wird durch Ferri-Oxyde, die zum roten Hydrat (Turgit) und zum roten Anhydrid (Hämatit) dehydratisiert wurden. Die Dehydration findet in warmem, feuchtem Klima statt. Ablagerungen auf Kontinenten oder in anderer Umgebung ermöglichen die Beibehaltung der roten Farbe.

Von grundlegender Bedeutung für unser Problem sind die Ausführungen von GRIM (1951), worin sich im Vergleich zu früheren Arbeiten in schöner Weise der Fortschritt zeigt, den die Sedimentpetrographie durch die Anwendung neuer Methoden und chemisch-physikalischer, aktualistisch untermauerter Denkweisen errungen hat:

«Rote Tonsedimente verdanken in den weitaus meisten Fällen ihre rote Farbe einem Pigment von roten Eisenoxyden oder -hydroxyden und bloss sehr untergeordnet einem Tonmineralbestandteil. Rote Farbe zeigt daher die Zufuhr von Ferri-Oxyden oder -hydroxyden von einem materialspendenden Abtragungsgebiet an und weist vermutlich auf ein oxydierendes Milieu hin, in dem die höhere Oxydationsstufe erhalten bleibt. Rote Farbe kann jedoch auch bedingt sein durch kräftig oxydierendes Milieu, wobei alle niedrigeren Wertigkeiten des Eisens in die höhere Wertigkeit übergehen und Ferri-Eisen aus eisenhaltigen Silikaten frei wird. Man kann sich jedoch auch ein Gebiet mit grosser Akkumulation in schwach reduzierendem Milieu vorstellen, wo durch rasche Sedimentbedeckung die roten und gelben Komponenten erhalten bleiben können.

Unter reduzierenden Bedingungen wird Ferri-Eisen zu Ferro-Eisen umgewandelt, und man könnte erwarten, dass das Ferro-Eisen in Tonmineralien oder Karbonat eingebaut würde. Daraus resultierte eine grüne, graue oder schwarze

Farbe. Grüne Farbe bedingt jedoch nicht notwendigerweise ein reduzierendes Milieu, da der grüne Chlorit kein reduzierendes Milieu zu seiner Bildung braucht.

Ganz allgemein beruht die Farbe auf oxydierendem oder reduzierendem Milieu und der Art des zugeführten Materials. In einem wässerigen Milieu sind oxydierende und reduzierende Bedingungen abhängig von der subaquatischen Topographie, Meeresströmungen, Sedimentationsgeschwindigkeit, Vorhandensein organischen Materials und anderen Faktoren.»

Noch einen Schritt weiter führen die Untersuchungen von HUBER und GARRELS (1953), die die Beziehungen zwischen pH und Oxydationspotential zur Bildung sedimentärer Eisenmineralien zum Gegenstand haben. Die durchgeführten Experimente sind ohne weiteres auf natürliche Bedingungen anzuwenden. Es wird u. a. darauf hingewiesen, dass Eisen in schwach saurem Milieu durch strömende Medien zum Einbettungsort transportiert wird und fehlender Sauerstoffgehalt weiterhin zur Erhöhung der Löslichkeit beiträgt. Einige in der Natur beobachtete Wechsellagerungen von Radiolarit und Siderit sowie Radiolarit und Hämatit erfahren eine Erklärung durch Annahme eines rhythmischen Schwankens der pH-Werte.

Aus der besprochenen Literaturauswahl gehen folgende Problemkreise deutlich hervor: Natur des materialliefernden Abtragungsgebietes – Klima und Verwitterungsbedingungen, die zur teilweisen Neubildung und Anreicherung von Eisenmineralien führten – Transport der Eisenmineralien in echter Lösung oder in kolloidaler Suspension – Ausfällungsbedingungen – Oxydations-Reduktions-Potentiale und pH – diagenetische Mineralneubildungen und ihre Bedingung – Assoziation mit bestimmten nicht-eisenhaltigen Mineralien. Alle angeführten Autoren sehen die Oxydations-Reduktions-Verhältnisse als eine der Hauptursachen der Entstehung von Farbschichtung an. Ob diese Auffassung zu Recht besteht, soll im folgenden noch überprüft werden.

Alles in allem wird ersichtlich, dass eine Deutung der Farbschichtung nur dann einige Aussicht auf Erfolg haben kann, wenn sie auf genauen Feldbeobachtungen, regional-geologischer Kenntnis eines grösseren Areals und dessen erdgeschichtlicher Entwicklung sowie auf chemisch-physikalischen Arbeits- und Denkmethoden beruht.

METHODISCHES

Es scheint angebracht, hier einige methodische Gesichtspunkte zu erwähnen, mit denen sich Bearbeiter von Farbschichtungsproblemen auseinanderzusetzen haben.

Darstellung der Schichtrhythmen

Die von SEIBOLD (1952) angewandte Darstellung von Bankungs- und Schichtrhythmen bietet den Vorteil, dass bei den in der Horizontalen abgetragenen Schichtmächtigkeiten die Maxima, Minima und Durchschnittswerte mühelos erkannt werden können. Demgegenüber steht der Nachteil, dass die Mächtigkeit einer Serie nicht ersichtlich ist. So erweist es sich oft als wünschenswert, ausser dem Schichtrhythmus ein gesondertes, schematisiertes Mächtigkeitsprofil anzugeben.

Es erhebt sich die Frage, ob die Notwendigkeit besteht, eine grössere Sedimentserie Schicht für Schicht aufzunehmen. Solche detaillierte Untersuchungen sind sicher am Platz, wenn jede Schicht mineralogisch oder chemisch untersucht wird oder die Möglichkeit besteht, den Schichtungsrhythmus mit ähnlichen Schichtrhythmen gleichaltriger Profile zu vergleichen. In der Praxis gesellt sich allerdings noch die Schwierigkeit hinzu, dass lückenlos aufgeschlossene und zugängliche Profile eher eine Seltenheit bilden. In den meisten Fällen ist wohl die Angabe typischer Teilrhythmen, die das Schichtungsprinzip deutlich wiedergeben, durchaus genügend.

Farbbezeichnungen

In zahlreichen geologischen Arbeiten werden Farbbezeichnungen angeführt, die bloss eine subjektive Gültigkeit besitzen. Eine Objektivierung der Farbnamengebung ist jedoch angezeigt, besonders dann, wenn Analysen oder Teilanalysen vorliegen. Als international gebräuchlicher Farb-Standard sei hier die amerikanische Rock-Color-Chart, herausgegeben von der Geological Society of America (1951), angeführt. Allerdings besitzt diese Farbkarte den Nachteil, dass sie bloss 100 Farben aufweist. Eine Erweiterung dieser Skala ist insofern möglich, als ein Farbton zwischen zwei Standard-Farben gewählt werden kann.

Für eine genaue Farbbezeichnung kommt man mit der Rock-Color-Chart allein nicht aus. Es scheint daher wünschenswert, einen ausführlichen Farbenatlas zu verwenden. Dazu eignet sich in vorzüglicher Weise der Schweizer Chromometer von Aemilius Müller (1948) oder, noch besser, der eben erschienene Coloristische Universal Code von Aemilius Müller (1956), mit dem alle auftretenden Farbtöne genau erfasst werden können. Ein Nachteil dieser Farbatlanten besteht allerdings darin, dass die Namengebung bloss nach Indizes erfolgt.

Um nun einerseits den Gesteinsfarben einen konkreten, standardisierten Namen geben zu können, andererseits aber eine genaue Farbtonbestimmung zu ermöglichen, empfiehlt sich die Verwendung sowohl der amerikanischen Rock-Color-Chart wie des Coloristischen Universal Code von Aemilius Müller.

Ferri-Ferro-Bestimmungen

Es ist wohl nicht überflüssig, die nach den klassisch-analytischen Methoden erhaltenen Werte für das Ferri- und Ferro-Eisen kritisch zu betrachten. Dazu ist eine Tabelle (Fairbairn, 1951) aufschlussreich, die uns die Analysenwerte eines Granites und eines Diabases, analysiert von 34 verschiedenen Gesteinschemikern, in übersichtlicher Darstellung liefert.

Daraus sind für die Ferri- und Ferrobestimmungen folgende Schwankungsbereiche ersichtlich (Extremwerte nicht einbezogen):

Granit	Fe_2O_3 0,5–1,5%	FeO 0,8–1,1%	Total Fe als	1,8–2,5%
Diabas	Fe_2O_3 1–2%	FeO 8,2–9,2%	Fe_2O_3	11,0–11,9%

Diese Werte zeigen uns deutlich, dass Ferri-Ferro-Bestimmungen höchst ungenau sind und uns bloss globale Werte wiedergeben. Den Prozentgehalt auf zwei Stellen nach dem Komma anzugeben ist widersinnig, da ja schon die erste Stelle fraglich erscheint.

Weiterhin seien wir uns darüber im klaren, dass eine Darstellung der Ferri-Ferro-Verhältnisse einer Notlösung gleichkommt. Weit besser wäre natürlich eine quantitative Bestimmung des Gesamtmineralbestandes oder zum mindesten derjenigen Materialien, an die das Ferri- und das Ferro-Eisen gebunden sind. Da dies aber aus Zeitgründen und natürlich auch wegen der Schwierigkeit, die einzelnen Mineralpartikel einwandfrei zu identifizieren, nicht immer möglich ist und in der Literatur vielfach bloss Fe_2O_3-FeO-Vergleichszahlen zur Verfügung stehen, sei hier ebenfalls auf diese Notlösung zurückgegriffen.

Bestimmung des Mineralbestandes

Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Mineralpartikel in Mergelkalken, Mergeln und Tonen ist die Dünnschliffmethode allein ungenügend. Der Mineralbestand kann jedoch qualitativ und in den meisten Fällen auch quantitativ festgestellt werden durch die kombinierte Anwendung von Dünnschliffen, chemischen Analysen, Röntgenaufnahmen, Differential-Thermo-Analysen, Elektronenmikroskopie und Spektrographie. Einschlägige Arbeitsvorschriften finden sich u. a. in der ausgezeichneten Arbeit von LIPPMANN (1952). Hier sei auf einige Erfahrungen hingewiesen, die mit den oben genannten Methoden erzielt wurden.

Röntgenaufnahmen. Röntgenaufnahmen wurden angewandt zur Identifikation feiner Mineralpartikel, die im Dünnschliff nicht oder nur mit ungenügender Sicherheit erkannt werden konnten. Da ein Gesteinspulver sehr heterogener Natur ist und im Röntgenfilm bloss diejenigen Mineralpartikel identifiziert werden können, die einen bestimmten Prozentsatz des Gesteins ausmachen, muss danach getrachtet werden, die zu untersuchenden Mineralien anzureichern. Für Kalke und Mergelkalke gestaltet sich das Problem insofern einfacher, als für die Präparation die in 2 n Essigsäure unlöslichen Rückstände verwendet werden. Eine weitere Anreicherung gelingt in vielen Fällen durch Schlämmen und Sonderung der Korngrössenfraktionen.

Um die erhaltenen Röntgenlinien leicht vergleichen zu können, empfiehlt es sich, eine Anzahl Aufnahmen reiner Substanzen wie Chlorit, Hämatit, Goethit, Montmorillonit, Illit, Kaolinit usw. zu machen.

Differential-Thermo-Analyse. Die D.T.A. eignet sich vor allem zur Identifikation von Tonmineralien (KERR, 1949; JASMUND, 1951; LIPPMANN, 1952; VAN KERSEN, 1955). Weiterhin lassen sich Kalzit und Dolomit deutlich erkennen. Es erscheint jedoch unerlässlich, die durch D.T.A. erhaltenen Ergebnisse auch röntgenographisch und elektronenmikroskopisch zu überprüfen.

Elektronenmikroskopie. Die elektronenmikroskopische Betrachtung der Suspension feinster Teilchen, wie sie in Mergelkalken, Mergeln und Tonen vorliegen, führt in vielen Fällen zur Identifikation von Tonmineralien (man vergleiche dazu die unter D.T.A. angeführten Autoren). Oft jedoch ist eine einwandfreie Identifikation kleinster Teilchen nicht möglich, hingegen die Ermittlung deren Grösse und Morphologie (siehe Fig. 1).

Spektrographie. Die Bestimmung des Spurenelementgehaltes auf spektrographischem Wege kann zu Schlüssen führen, die, in Kombination mit anderen

Tatsachen, auch paläogeographisch von grossem Interesse sind. Untersuchungen darüber werden zurzeit ausgeführt.

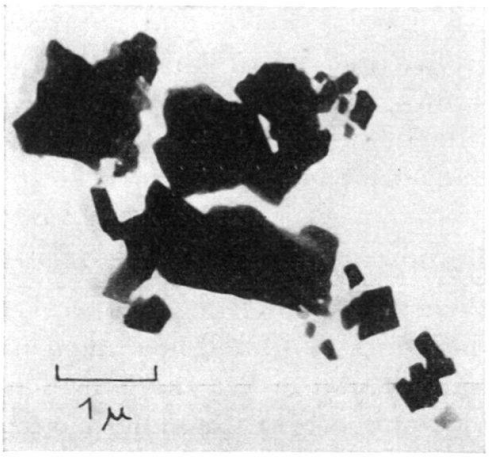

Fig. 1. Elektronenmikroskop-Aufnahme der in Essigsäure unlöslichen, feinsten Schlämmfraktion eines roten Mergels der Bunten Scaglia (Breggia-Schlucht, Süd-Tessin). Die Natur der winklig umgrenzten Partikel kann nicht erkannt werden. Vergrösserung 10000 ×.

EINIGE ARBEITSERGEBNISSE

In den Jahren 1953–1955 untersuchte der Verfasser eine grössere Zahl von Sedimentserien, die deutliche Farbschichtung aufweisen (Bunte Scaglia, Radiolaritgruppe und Ammonitico rosso im Südtessin; Radiolaritserien im ganzen Bereich der Schweizeralpen; Keupermergel im Schwäbischen Jura). Die dabei gewonnenen Einsichten liegen in einem ausführlichen Manuskript vor und gelangen nächsthin in der International Sedimentary Series in den Druck. Hier sollen bloss einige Resultate bekanntgegeben werden.

Eisen-3-Eisen-2-Bestimmungen

Aus der Betrachtung der Ferri-Ferro-Verhältnisse von 36 analysierten Proben (Fig. 3) gehen folgende Gesichtspunkte hervor:

Mergel und Mergelkalke: Bei allen analysierten Mergel- und Mergelkalkproben ist das Verhältnis von Fe_2O_3 zu FeO stets grösser als 1. Auf Grund des Ferri-Ferro-Verhältnisses lässt sich keine Trennung in Felder mit ausschliesslich roten und ausschliesslich graugrünen Mergeln und Mergelkalken vornehmen. Die Werte für Rot und Grüngrau können sehr nahe zusammenliegen, doch geht hervor, dass rote Mergel und Mergelkalke meist einen höheren Gehalt an Fe_2O_3 aufweisen als grüngraue.

Für die analysierten Mergel und Mergelkalke des Keupers, des Ammonitico rosso und zum Teil auch der Bunten Scaglia ergibt sich, dass höhere Gesamteisengehalte an relativ karbonatärmere und tonreichere, niedere Gesamteisengehalte an relativ karbonatreichere und tonärmere Gesteine gebunden sind.

Kalke: Bei allen analysierten Kalkproben ist das Verhältnis von Fe_2O_3 zu FeO gleich 1 oder grösser als 1. Ein Gesamteisengehalt von 0,3 bis 0,4%, wovon

aber der weitaus grössere Teil Fe_2O_3 ist, genügt, um eine Rotfärbung zu erzielen. Allerdings ist der Gehalt an in HCl unlöslichen Bestandteilen sehr klein (bis 5%).

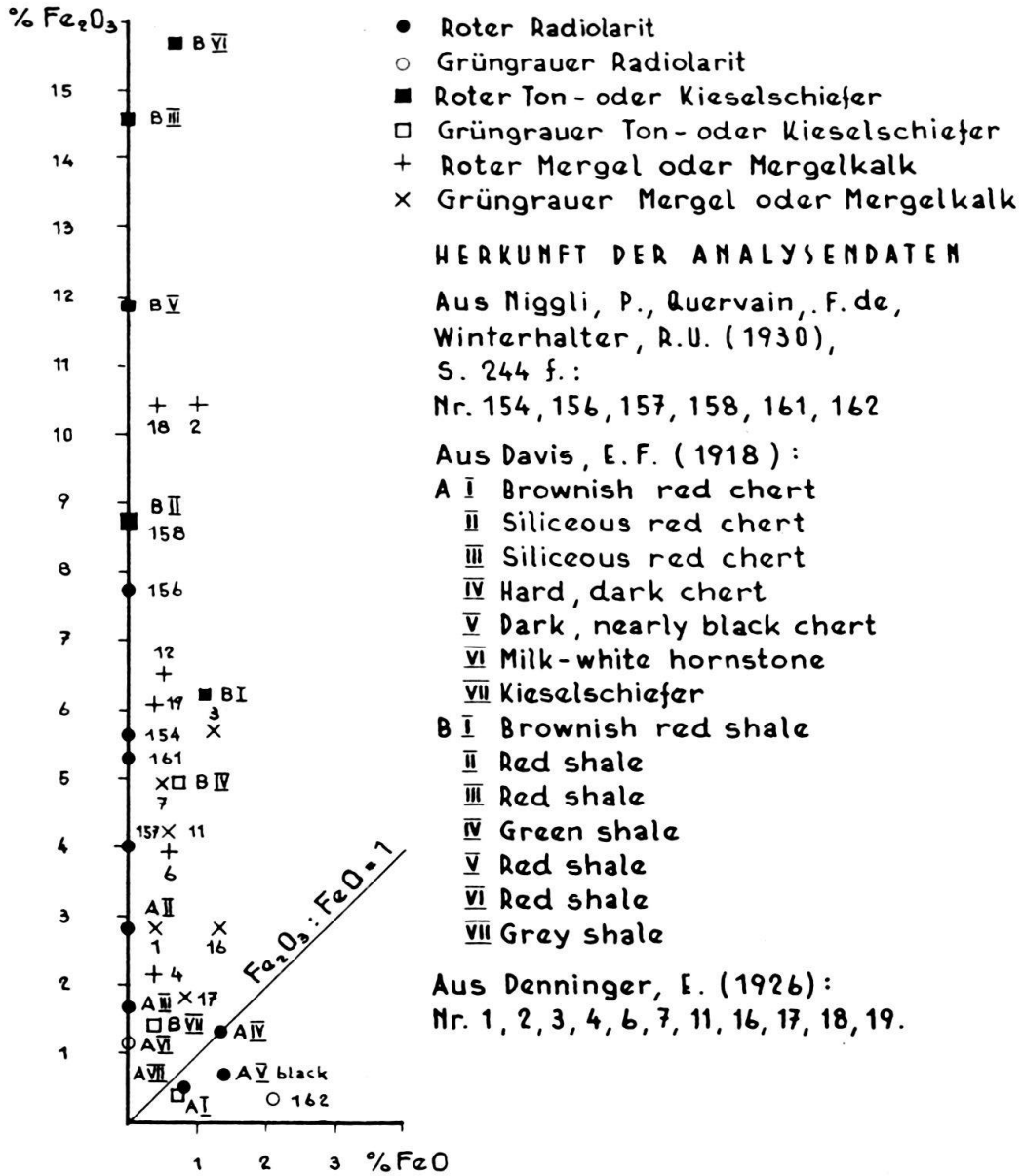

Fig. 2. Ferri-Ferro-Diagramm verschiedener Radiolarite, Ton- und Kieselschiefer, Mergel und Mergelkalke, zusammengestellt nach Literaturangaben.

Rote Radiolarite: Alle von uns analysierten roten Radiolarite sowie die aus der Literatur entnommenen Daten (Fig. 2) lassen erkennen, dass das Ferri-Ferro-Verhältnis in den weitaus meisten Fällen grösser als 1 ist, doch sind auch hier seltene Ausnahmen möglich. Der Gehalt an FeO ist meist verschwindend klein. Höhere FeO-Werte sind einem gewissen Gehalt an Chlorit oder Pyrit zuzuschreiben. Die Fe_2O_3-Werte sind starken Schwankungen ausgesetzt (von 0,5 bis etwa 3%).

Grüngraue Radiolarite: Aus den wenigen zur Verfügung stehenden Werten geht hervor, dass das Ferri-Ferro-Verhältnis im allgemeinen kleiner als 1

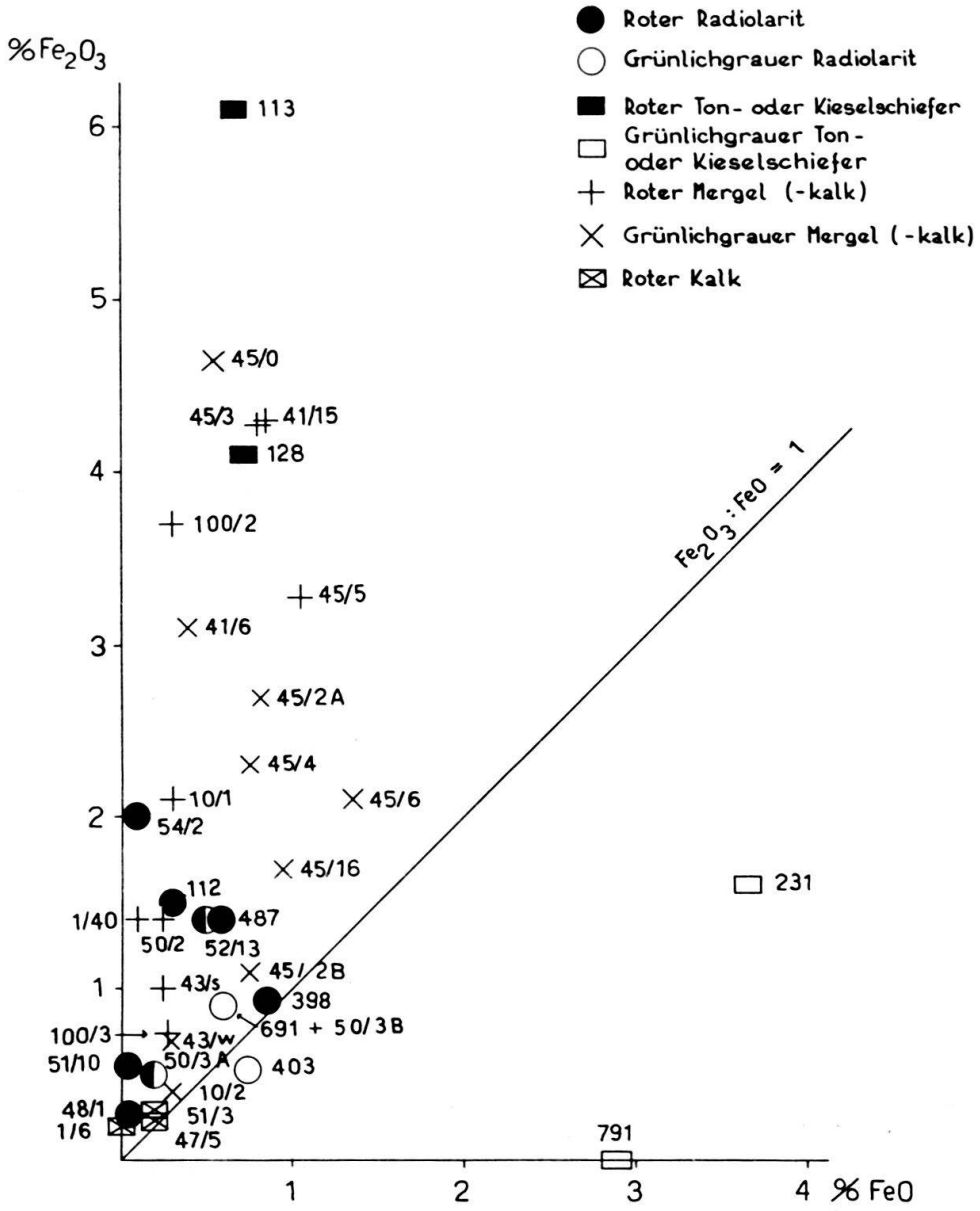

Fig. 3. Ferri-Ferro-Diagramm verschiedener Radiolarite, Ton- und Kieselschiefer, Mergel, Mergelkalke und Kalke, analysiert durch H. R. GRUNAU, TH. HÜGI und F. RÜFENACHT.

Herkunft der analysierten Proben:

Mergel oder *Mergelkalke* der Bunten Scaglia (Breggia-Schlucht, Südtessin): 45/0, 45/2 A, 45/2 B, 45/3, 45/4, 45/5, 45/6, 45/16, 41/6, 41/15.

Mergelkalke des Ammonitico rosso (Molino di sopra am Torrente Clivio, Oberitalien, nahe Schweizergrenze bei Arzo): 10/1, 10/2, 50/2.

Mergelkalke des Ammonitico rosso (Breggia-Schlucht, Süd-Tessin): 100/2, 100/3.

Mergelkalke des Keuper bei Aldingen (Schwäbischer Jura): 43/s, 43/w.

Stomiosphärenmergel aus dem obersten Teil der Radiolaritgruppe (Bellavista am Monte Generoso, Süd-Tessin): 1/40.

Bianconekalk von Bellavista: 1/6.

Bianconekalk (Torrente Clivio, Oberitalien): 47/5, 51/3.

Radiolarite von Verborgen Wäng bei Arosa (Graubünden): 112, 398, 403, 487, 691.

Radiolarite (Torrente Clivio, Oberitalien): 48/1, 50/3 A, 50/3 B, 51/10, 52/13.

Radiolarit (Buoffen bei Ober Iberg, Kt. Schwyz): 54/1.

Kieselschiefer von Verborgen Wäng bei Arosa (Graubünden): 113, 128, 231, 791.

ist, doch sind auch hier Ausnahmen möglich (z. B. Probe 691). Der Ferro-Gehalt liegt maximal bei 2%, der Ferri-Gehalt übersteigt 1% nicht.

Rote Kieselschiefer: Das Ferri-Ferro-Verhältnis liegt stets höher als 4. Der Fe_2O_3-Gehalt schwankt von 4% bis gegen 16%, während der FeO-Wert klein ist. Ein Vergleich mit den roten Radiolariten zeigt, dass der Fe_2O_3-Gehalt in den tonärmeren und kieselsäurereicheren Radiolariten viel kleiner ist. Auch hier ist also das Eisen mit Vorliebe an Tone gebunden [1]).

Grüngraue Kieselschiefer: Die beiden analysierten Proben zeigen beide ein Ferri-Ferro-Verhältnis, das kleiner als 1 ist. In Probe 791 ist der Gehalt an Fe_2O_3 sogar gleich 0.

Aus den eben erwähnten Tatsachen ergibt sich deutlich, dass die von TOMLINSON (1916) zusammengestellten Ferri-Ferro-Teilanalysen, die auch im Lehrbuch von PETTIJOHN (1949) erscheinen, uns eine viel zu einseitige Anschauung vermitteln. Die aus der neueren Literatur entnommenen und durch eigene Analysen gewonnenen Daten vermochten unsere Vorstellung weitgehend zu modifizieren. Es erwies sich dabei als notwendig, Gesteinsproben verschiedenen geologischen Alters und verschiedener Lithologie heranzuziehen, um allzu einseitige Schlüsse zu vermeiden. Das hierdurch gewonnene Bild kann jedoch keinesfalls in verallgemeinernder Form angewandt werden, da die Analysenbasis noch viel zu schmal ist. Für zukünftige Forschungen erweist sich die Methode der Ferri-Ferro-Teilanalysen allerdings nicht als sehr erfolgversprechend. Das Hauptgewicht ist vielmehr auf die Ermittlung des Mineralbestandes zu legen.

Mineralien, die eine Färbung verursachen

Für die Rotfärbung der untersuchten Mergel, Mergelkalke, Kalke, Radiolarite und Kieselschiefer ist in erster Linie der Hämatitgehalt massgebend. Goethit konnte nicht nachgewiesen werden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass er in geringen Mengen vorliegt, die in Gemischen röntgenographisch nicht erfasst werden können. Hämatit erzeugt im Bianconekalk eine Rotfärbung bei Mengen von 0,3% Fe_2O_3. In Radiolariten genügen ebenfalls 0,3% Fe_2O_3 zur Erzeugung eines roten Farbtones. Die intensiv dunkelrotbraune Farbe von Kieselschiefern ist einem hohen Gehalt an Fe_2O_3 zuzuschreiben. Es gilt ja ganz allgemein die Regel, dass ein zunehmender Hämatitgehalt eine Intensivierung und Verdunklung des Farbtones bewirkt [2]). Dabei kommt es natürlich auch auf die Beimischung anderer Farbmineralien an, die die Farbwirkung des Hämatits überdecken können. In grüngrauen Mergeln und Mergelkalken der Bunten Scaglia ist Hämatit vorhanden, sicher in Mengen, die 0,5% Fe_2O_3 übersteigen, aber die Farbe bleibt wegen des Gehaltes an Chlorit und Montmorillonit gleichwohl grüngrau. Dabei spielen noch die Verteilungsdichte des Pigmentes und der Teilchendurchmesser eine Rolle.

Die Grüngraufärbung der untersuchten Mergel, Mergelkalke, Radiolarite und Kieselschiefer ist zurückzuführen auf einen Chloritgehalt, der höchstens einige Prozente des Gesamtgesteinsvolumens ausmacht. Für die Grünfärbung der Bunten-

[1]) Zur gleichen Feststellung kommt auch E. SEIBOLD (1955): *Zum Phosphat-, Eisen- und Kalkgehalt einiger Horizonte des süddeutschen Jura.* Geol. Jb. 70, p. 585.

[2]) Violettfärbung ist einem gewissen Prozentsatz titanhaltigen Hämatits zuzuschreiben. [E. NIGGLI (1955): *Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthardmassivs.* Schw. min. petr. Mitt. 24]

Scaglia-Mergel könnte auch Montmorillonit in Frage kommen. In den Bunten-Scaglia-Mergeln tritt weiterhin Glaukonit als grünes Farbmineral auf.

Grau- und Dunkelgraufärbung wird verursacht durch einen Gehalt an kohliger und bituminöser Substanz (z. B. bituminöse Mergel der Bunten Scaglia, sogenannte Fischschiefer, vgl. VONDERSCHMITT, 1941; GANDOLFI, 1942), wobei die Zunahme an kohligem und bituminösem Pigment die Verdunklung des Farbtones bestimmt, wie das schon TRASK and PATNODE (1936) an Hand von zahlreichen Analysendaten gezeigt haben.

Die Frage des reduzierenden Milieus

Von einer grösseren Anzahl Autoren wird die Ansicht vertreten, die rote Farbe könne sich nur dort erhalten, wo reduzierende Bedingungen nicht verwirklicht seien. Reduzierende Bedingungen hätten eine Erniedrigung der elektrochemischen Wertigkeit des ursprünglich in der höchsten Oxydationsstufe vorhandenen Eisenoxyds oder -hydroxyds zur Folge. Als Mineralneubildungen könnten u. a. entstehen Siderit, Glaukonit, Chlorit und unter euxinischen Bedingungen Pyrit. Nun richtet sich unsere Frage nach dem Vorhandensein untrüglicher Kriterien, die in Sedimenten der geologischen Vergangenheit einstmals reduzierende Bedingungen erkennen lassen. Als gut untersuchter, aktualistischer Vergleich kann hier der Schwarzmeertypus herangezogen werden, der charakterisiert ist durch an organischer Substanz reichen Bodenschlamm, worin zahlreiche anaerobe Bakterien H_2S erzeugen. Analoge Beispiele aus der geologischen Vergangenheit sind nicht selten (z. B. silurische Graptolithenschiefer Europas und Nordafrikas, Kupferschiefer des deutschen Perms, Posidonienschiefer des Lias ε). Für die von uns untersuchten Schichtreihen ist euxinische Fazies in «klassischer Ausbildung» nicht verwirklicht. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die bituminösen Mergel der Bunten Scaglia (VONDERSCHMITT, 1941; GANDOLFI, 1942) mit ihrem hohen Gehalt an Substanzen organischer Herkunft und an Pyrit bloss unter stark reduzierenden Bedingungen gebildet werden konnten.

Für die Radiolarite und die mit ihnen wechsellagernden Kieselschiefer, Mergelkalke und Kalke sind weder im Südtessin noch in Graubünden irgendwelche Anzeichen gefunden worden, die auf reduzierende Bedingungen hinweisen. CORNELIUS (1935) macht zwar geltend, dass eine Reduktion des ursprünglichen Ferri-Eisens zu Ferro-Eisen (grüner Radiolarit) nur beim Durchstreichen flüchtiger Bitumina verwirklicht sei, bleibt uns aber den Beweis schuldig. Die Feldbeobachtungen (Konstanz einer Farbe in horizontaler Richtung) sprechen ebenfalls gegen diese Ansicht.

Mineralneubildung oder klastische Zufuhr?

Diese Frage stellt sich vor allem bei Sedimenten, deren Grünfärbung durch Chlorit, Glaukonit und Montmorillonit verursacht ist. Es wird heute kaum von jemandem bestritten, dass sich diese drei Mineralien authigen bilden (siehe PETTIJOHN, 1949, S. 503f.), doch geht es hier nicht um die Frage der Bildung an sich, sondern um die Möglichkeit, im Sediment authigene oder allothigene Mineralien überhaupt unterscheiden zu können. Für die Mergel der Bunten Scaglia, in denen Chlorit, Glaukonit und Montmorillonit vorliegen, lässt sich wegen der submikro-

skopischen Kleinheit dieser Mineralien kein sicheres Kriterium für oder gegen die authigene Bildung anführen. Es ist keineswegs ausgeschlossen, dass sowohl authigene als auch allothigene Grünmineralien vorliegen.

Für die grüngrauen Radiolarite und Kieselschiefer der Aroser Zone von Arosa scheint eine authigene Chloritbildung wenig wahrscheinlich zu sein. Die Chlorite (deren Natur nicht näher bestimmt wurde) enthalten ja des öfteren Picotit, so dass als Materialspender vermutlich nur der Serpentin in Frage kommt. Übereinstimmende Beobachtungen hat GEES (1955) im Gebiete von Klosters gemacht. Er fand in einem 10 cm starken roten Tonschieferband, das mit Radiolariten wechsellagert, Fragmente von olivin- und augitführendem Serpentin, titanhaltigen Magnetit, Picotit, Orthaugit (in Bastit umgewandelt), Fragmente von Plagioklas-Biotit-Gneissen und Quarzaggregate. GEES (und übrigens schon der Verfasser, 1947) deutet diesen Befund dahin, dass die Peridotite wahrscheinlich früher oder annähernd gleichzeitig mit der Bildung der Radiolarite zur Intrusion gelangten. Aus diesen Beobachtungen geht deutlich hervor, dass die Beteiligung klastischen Peridotit- und Serpentinmaterials in roten Tonschiefern und grünen Radiolariten wie Kieselschiefern eindeutig belegt ist. Somit stellt sich für die Radiolarite der Aroser Zone die Frage nicht nach dem Oxydations-Reduktions-Rhythmus, sondern nach den Gründen periodischer Hämatit-Chlorit-Zufuhr. Dabei kann eine gravitative Sonderung von gleichzeitig geliefertem Hämatit und Chlorit eine oftmals alternierende Rot-Grün-Schichtung erzeugen, wenn sich die Materialzufuhr mit längeren Zeiten der Unterbrechung stossweise wiederholt.

SCHLUSSBETRACHTUNGEN

Die vorliegenden Ausführungen haben die Vielgestaltigkeit des Farbschichtungsproblems knapp umrissen. Die rein methodischen Schwierigkeiten der Erfassung des Chemismus und des Mineralbestandes lassen sich mit Hilfe moderner Arbeitsweisen zum grössten Teil, wenn auch nicht vollständig, überwinden. Hingegen bereitet eine genetische Deutung noch zahlreiche Hindernisse. Eine blosse Fragestellung nach den Gründen des Oxydations-Reduktions-Mechanismus erweist sich in manchen Fällen als zu eng, in Sonderfällen sogar als unrichtig. Die Farbschichtung-erzeugenden Bedingungen sind nur einer polykausalen Betrachtungsweise zugänglich, die eine Zusammenschau aller chemisch-physikalischen, sedimentologischen, biologischen, klimatischen, tektonischen, magmatischen und paläogeographischen Faktoren anstrebt. Das zieht weitere Problemkreise nach sich, von deren Lösung wir allerdings heute noch weit entfernt sind. In der auf Seite 500 angekündigten Arbeit des Verfassers soll versucht werden, auf die hier bloss erwähnten Faktoren der Schichtbildung an Hand ausgewählter Beispiele einzugehen.

LITERATUR

CORNELIUS, H. P. (1935): *Geologie der Err–Julier-Gruppe.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] *70.*

DAVIS, E. F. (1918): *The Radiolarian Cherts of the Franciscan group.* Univ. Calif. Publ.

DENNINGER, E. (1926): *Chemische und sedimentpetrographische Untersuchungen über die Keupermergel des Stromberges.* Jb. u. Mitt. d. Oberrhein. geol. Vereins *15.*

DORSEY, G. E. (1926): *The origin of the color of red beds.* J. Geol. *34*/2.

FAIRBAIRN, H. W. et al. (1951): *A Cooperative Investigation of Precision and Accuracy in Chemical, Spectrochemical and Modal Analysis of Silicate Rocks.* Geol. Surv. Bull. *980.*

GANDOLFI, R. (1942): *Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sulla scaglia e sul flysch cretacici dei dintorni di Balerna (Ticino)*. Riv. it. Pal. *48*, suppl.
GEES, R. (1955): *Geologie von Klosters*. Diss. Bern.
GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA (1951): *Rock-Color-Chart*. Distributed by Geol. Soc., New York.
GRIM, R. E. (1951): *The depositional environment of red and green shales*. J. Sed. Petr. *21*/4.
GRUNAU, H. R. (1947): *Geologie von Arosa (Graubünden)*. Diss. Bern.
HUBER, N. K., & GARRELS, R. M. (1953): *Relation of pH and Oxidation Potential to Sedimentary Iron Mineral Formation*. Econ. Geol. *48*/5.
JASMUND, K. (1951): *Die silicatischen Tonmineralien*. Monogr. zu «*Angewandte Chemie*» und «*Chemie-Ingenieur-Technik*». *60*.
KERR, P. F. et al. (1949): *Preliminary reports of Reference Clay Minerals (Clay Mineral Standards)*. Am. Petrol. Inst., Research Project *49*, New York.
KERSEN, J. F. VAN (1955): *Bauxite Deposits in Suriname and Demerara (British Guaiana)*. Leidse Geol. Mededel. *21*.
LIPPMANN, F. (1952): *Mineralogische Untersuchungen an einigen niederhessischen Tertiärtonen*. Heidelberger Beitr. Min. Petr. *3*.
MÜLLER, AE. (1948): *Müllers Schweizer Chromometer*. Taschenfarbenatlas mit 2200 Farben. Chromos-Verlag Winterthur.
– (1956): *Coloristischer Universal Code*. Chromos-Verlag, Winterthur.
NIGGLI, P., QUERVAIN, F. DE, & WINTERHALTER, R. U. (1930): *Chemismus schweizerischer Gesteine*. Beitr. geol. K. Schweiz [Geotechn. S. 15]. 1. Nachtrag [Geotechn. S. 20], 1942.
PETTIJOHN, F. J. (1949): *Sedimentary Rocks*. Harper & Brothers, New York.
SEIBOLD, E. (1952): *Chemische Untersuchungen zur Bankung im unteren Malm Schwabens*. N. Jb. Geol. Paläont. *95*/3.
TOMLINSON, C. W. (1916): *The origin of red beds*. J. geol. *24*.
TRASK, P. D., & PATNODE, H. W. (1936): *Means of recognizing source beds*. Drill. and Prod. Pract.
VONDERSCHMITT, L. (1941): *Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in den Süd-Tessin*. Eclogae geol. Helv. *33*/2, 1940.

---

7. – FRANZ HOFMANN (Schaffhausen): **Ein experimentelles Verfahren zur Bestimmung der Kornform von Sanden.** Mit 1 Textfigur.

Einführung

Die in der geologischen und sedimentpetrographischen Literatur aufgeführten Verfahren zur Bestimmung der Kornform von Sanden basieren fast ausschliesslich auf mikroskopischer Beurteilung und haben den Nachteil, dass die Klassierung wenig anschaulich und zudem sehr subjektiv ist.

Nachstehend wird ein Messverfahren beschrieben, das es erlaubt, sowohl die durchschnittliche Kornform eines Korngemisches als auch jene einzelner Fraktionen zahlenmässig, reproduzierbar und anschaulich zu charakterisieren.

Bestimmungsmethode

Prinzip

Das Verfahren zur Bestimmung der Kornform von Sanden beruht einerseits auf der Messung der wirklichen spezifischen Oberfläche des Korngemisches nach dem Durchlässigkeitsverfahren. Anderseits lässt sich aus der Siebanalyse die theoretische spezifische Oberfläche des Sandes bestimmen, die auf der Annahme der Kugelform aller Teilchen beruht.

Je eckiger nun die Sandkörnchen sind, umso grösser wird der Unterschied zwischen tatsächlicher, gemessener spezifischer Oberfläche, und theoretischer spezifischer Oberfläche sein. Dividiert man die wirkliche spezifische Oberfläche (cm^2/g) durch die theoretische spezifische Oberfläche (cm^2/g), so erhält man den «Eckigkeitskoeffizienten» (Coefficient of Angularity):

$$E = \frac{S_w}{S_{th}}. \tag{1}$$

E Eckigkeitskoeffizient,
S_w wirkliche spezifische Oberfläche,
S_{th} theoretische spezifische Oberfläche.

Dieses Prinzip wurde erstmals von Robertson & Emödi (1943) angewandt und von Davies & Rees (1944, 1950) zur Charakterisierung von Giessereisanden ausgebaut.

Die Messung der wirklichen spezifischen Oberfläche von Korngemischen

Die Messung der wirklichen spezifischen Oberfläche beruht auf dem Durchströmenlassen von Luft durch eine lange, zylindrische Sandschüttung. Die wirkliche spezifische Oberfläche (S_w) ist eine Funktion der Porosität und Durchlässigkeit dieser Schüttung:

$$S_w = \frac{\text{Konstante}}{\text{Raumgewicht}} \sqrt{\frac{\text{Porosität}^3}{\text{Durchlässigkeit}}}$$

Ausgehend von einer Formel von Kozeny (1927) hat Carman (1938) die folgende, halbempirische Formel aufgestellt:

$$S_w = \frac{1}{\delta\,(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{\varepsilon^3\,A\,p\,g}{K\,\eta\,Q\,L}} \tag{2}$$

worin bedeuten:

δ spez. Gewicht des zu untersuchenden Materials (Quarz = 2,65),
ε Porosität der Schüttung (Porenvolumen pro Volumeneinheit der Sandschüttung),
A Querschnitt der Schüttung (cm^2),
p Druckdifferenz zwischen den Enden der Schüttung (dyn/cm^2),
g Erdbeschleunigung (981 cm/s^2),
K Konstante (= 5, unabhängig von Apparat und Körnung),
η dynamische Viskosität der Luft (g/cm/s),
Q Luftmenge in cm^3, die pro Sekunde durch die Sandschüttung strömt («rate of flow»),
L Länge der Sandschüttung (cm).

g und K sind Konstanten, so dass sich die Carmansche Formel allgemeingültig wie folgt schreiben lässt:

$$S_w = \frac{14}{\delta\,(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{\varepsilon^3\,A\,p}{\eta\,Q\,L}}. \tag{3}$$

In dieser Formel ist das Durchlässigkeitsgesetz von DARCY enthalten:

$$Q = Gd \frac{A\,p}{\eta\,L}$$

$$\text{Gasdurchlässigkeit} = Gd = \frac{Q\,\eta\,L}{A\,p}.$$

DAVIES & REES (1944, 1950) benutzten für ihre Messungen an Giessereisanden das Messverfahren nach LEA & NURSE (1939), das zur Oberflächenmessung an Pulvern (Zement) auf Grund der Formel von CARMAN entwickelt wurde.

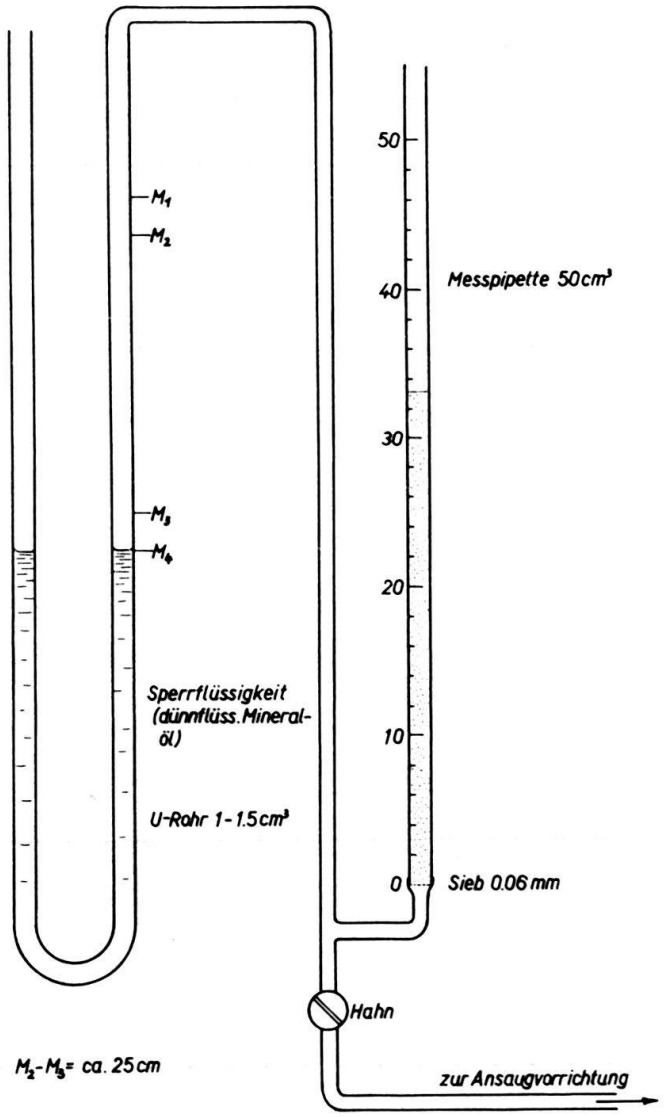

Fig. 1. Schematische Darstellung der Apparatur zur Bestimmung der wirklichen spezifischen Oberfläche von Sanden.

Dabei wird Luft durch Wasserverdrängung durch eine Sandschüttung und anschliessend durch eine feine Düse (in der Praxis ein langes Kapillarrohr) durchgedrückt. Das pro Zeiteinheit durchströmende Luftvolumen ergibt sich aus einer Düseneichung und der Messung des Staudruckes vor der Düse.

Der Sand befindet sich in einer 50-cm³-Pipette, so dass bei bekanntem Ein-

waagegewicht das durch Rütteln erzielte Minimalvolumen, die Länge, das Raumgewicht und die Porosität der Schüttung ohne weiteres bestimmt werden können.

In Vereinfachung des Messprinzips von LEA & NURSE hat RIGDEN (1943) ein Messverfahren für pulverförmige Substanzen entwickelt, bei dem die Sperrflüssigkeit in einem U-Rohr nach vorherigem Hochsaugen die Luft durch die Probe hindurchsaugt. BLAINE (1943) hat die Apparatur bedeutend vereinfacht und ihr die Form gegeben, wie sie heute zur Messung der spezifischen Oberfläche von Pulvern, insbesondere in der Zementindustrie (GUYE, 1953) verwendet wird.

Dieses Prinzip wurde vom Verfasser zur Bestimmung der spezifischen Oberfläche von Sanden angewandt, nachdem es bis anhin nur für pulverförmige Stoffe verwendet worden war (Apparatur zum Patent angemeldet). Es ist in der beigefügten Abbildung dargestellt.

Die Sperrflüssigkeit wird bis M_1 hochgesaugt und der Hahn geschlossen. Die Sperrflüssigkeit lässt man nun absinken, wobei sie Luft durch die Probe saugt. Dabei wird die Zeit gemessen, die die Sperrflüssigkeit benötigt, um von M_2 nach M_3 abzusinken.

Die CARMANsche Formel kann diesem Messverfahren wie folgt angepasst werden:

Die pro Zeiteinheit durch die Probe strömende Luftmenge Q lässt sich ausdrücken als

$$Q = \frac{V}{T}.$$

V totales Volumen der durchströmenden Luft (cm³) = Volumen des U-Rohrabschnittes zwischen M_2 und M_3,

T Durchströmzeit (s) von M_2 nach M_3.

Daraus ergibt sich aus Formel (3):

$$S_w = \frac{14}{\delta\,(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{\varepsilon^3\, A\, p\, T}{V\, \eta\, L}}. \tag{4}$$

p lässt sich nach RIGDEN und BLAINE für das U-Rohr-Verfahren wie folgt ausdrücken:

$$p = \frac{0{,}8686\, h_1\, \gamma}{\log\,(1 + 2\, h_1/h_2)}.$$

h_1 Höhe zwischen M_2 und M_3 = Messintervall,

h_2 doppelte Höhe $M_3 - M_4$,

M_4 Gleichgewichtshöhe der Sperrflüssigkeit,

γ spezifisches Gewicht der Sperrflüssigkeit.

Daraus ergibt sich aus Formel (4):

$$S_w = \frac{14}{\delta\,(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{\varepsilon^3\, A \cdot 0{,}8686\, h_1\, \gamma}{V\, L \log(1 + 2\, h_1/h_2)\, \eta}} \cdot \sqrt{T}$$

oder wie folgt, wobei $\delta\,(1-\varepsilon) = D$ = Raumgewicht der Schüttung in g/cm³:

$$S_w = \underbrace{\frac{1}{D}\sqrt{\frac{\varepsilon^3}{L}}}_{X} \cdot \underbrace{14\sqrt{\frac{A \cdot 0{,}8686\, h_1\, \gamma}{V \log(1 + 2\, h_1/h_2)\, \eta}}}_{Y} \cdot \underbrace{\sqrt{T}}_{Z} \tag{5}$$

oder

$$S_w = X \cdot Y \cdot Z.$$

Der Wert für X ergibt sich aus dem Volumen und der Länge der Probe, woraus D und ε leicht zu berechnen sind.

Der Wert für Y ist für einen bestimmten Apparat konstant und muss nur einmal bestimmt werden.

Die Messung reduziert sich deshalb auf die Bestimmung des Volumens der Sandschüttung (die Länge ergibt sich für einen bestimmten Apparat daraus) und auf die Messung der Absinkzeit $M_2 - M_3$ der Sperrflüssigkeit. Aus diesen Werten ergibt sich für ein bestimmtes spezifisches Gewicht des untersuchten Materials sehr rasch die wirkliche spezifische Oberfläche.

Das U-Rohr-Prinzip bietet den Vorteil, dass sich die Bestimmung auf eine Zeitmessung reduziert, während beim komplizierteren System von DAVIES & REES zwei gleichzeitige Druckmessungen nötig sind und die Ablesegenauigkeit kleiner ist, weil sich die Drucke kontinuierlich ändern.

Zur Vorbereitung wird der zu prüfende Sand durch Kochen mit Natriumpyrophosphatlösung und durch anschliessendes Wirbeln vom anhaftenden Ton befreit und vollkommen aufgeteilt (HOFMANN, 1955). Dann wird er auf einem Sieb von 0,06 mm lichter Maschenweite mit dem Wasserstrahl gewaschen und anschliessend getrocknet. Es wird eine Probemenge von stets 50 g verwendet. Die gleiche Probe dient nachher zur Bestimmung der theoretischen spezifischen Oberfläche mittels Siebanalyse.

Der trockene Sand wird möglichst homogen in die 50-cm³-Pipette eingeschüttet, die umgekehrt steht und bei der 0-Marke abgeschnitten und mit einem 0,06-mm-Sieb verschlossen ist. Der Sand wird durch leichtes Klopfen an der Wandung der Pipette so eingerüttelt, bis sich keine Volumenreduktion mehr ergibt. Aus dem Volumen ergibt sich mit einem Faktor die Länge der Schüttung.

Verschiedene Sande haben verschiedene Schüttungsvolumina. Je feiner der Sand, umso grösser das Schüttungsvolumen. Gleichzeitig wirkt sich aber auch die Breite der Kornverteilung aus, wobei eng gekörnte Sande grössere Volumina ergeben, als breite Körnungen. Gleichzeitig mit der Eichung des Apparates lassen sich für verschiedene Schüttungsvolumina und für verschiedene Zeiten T graphisch Kurvenscharen ermitteln, wodurch sich für die jeweils gemessene Zeit sofort die spezifische Oberfläche ablesen lässt.

Die dynamische Viskosität der Luft kann für Raumtemperatur als konstant mit $181 \cdot 10^{-6}$ eingesetzt werden.

Die Bestimmung der theoretischen spezifischen Oberfläche

Unter Annahme der Kugelform ergibt sich die theoretische spezifische Oberfläche S_{thi} für ein Siebintervall i als

$$S_{thi} = a_i \pi d_i^2. \tag{6}$$

a_i Anzahl Teilchen des Siebintervalls,
d_i mittlerer Durchmesser der Teilchen = Grösse des Siebintervalls (cm).

Die gesamte spezifische Oberfläche beträgt:

$$S_{th} = \sum a_i \pi d_i^2.$$

Die jeweilige Anzahl a_i der Teilchen ist nicht bekannt, dagegen das Gewicht P_i jeder Fraktion (g):

$$P_i = a_i \frac{1}{6} \pi d_i^3 \delta .$$

δ spezifisches Gewicht von Quarz = 2,65.

$$a_i = \frac{6 P_i}{\pi d_i^3 \delta} ;$$

eingesetzt in Formel (6) ergibt sich:

$$S_{th} = \sum \frac{6 P_i}{d_i \delta}$$

oder pro g

$$S_{th} = 2{,}26 \frac{\sum \frac{P_i}{d_i}}{P} . \tag{7}$$

P Gesamtgewicht der Probe (g).

Anwendungsbeispiele

Das beschriebene Verfahren gestattet es, die durchschnittliche Kornform eines Sandes zahlenmässig zu erfassen und auszudrücken. Vergleichsweise ergibt sich für einen Würfel ein Eckigkeitskoeffizient von 1,25, für ein reguläres Tetraeder ein solcher von 1,49.

Nachstehend sind die Werte aufgeführt, die für einige Sande gefunden wurden:

Quarzsand der ordovicischen St-Peter-Sandstone-Formation, Ottawa, Illinois, USA	1,12
Dünensand, Michigansee, USA	1,18
Wüstensand, Dokkaradünen, alger. Sahara	1,27
Belgischer mariner Quarzsand (tertiär), typisch kantengerundet	1,30
Juraquarzsand (Huppererdeformation), Berner Jura	1,31
Heidenlöchersand (Burdigalien), Überlingen am Bodensee (Glaukonitsandstein)	1,37
Graupensand, Süssbrackwassermolasse (Helvétien), Benken/Wildensbuch ZH, Totalwert	1,46
Graupensand wie oben, aber nur Grobsandanteil > 0,4 mm	1,31
Knauersand, Obere Süsswassermolasse Seerücken, Kt. Thurgau, Durchschnitt von 5 Proben	1,48
Glimmersand, Obere Süsswassermolasse Seerücken, Kt. Thurgau, Durchschnitt von 5 Proben	1,53
Granitischer Sandstein, Aquitanien, Rehetobel AR	1,60
Reuss-Sand, rezent, Amsteg (kurzer Transportweg!)	1,62

Schon aus den oben aufgeführten Beispielen ergeben sich interessante Aufschlüsse über die Entstehungs- und Ablagerungsbedingungen von Sanden. Es zeigt sich z. B., dass Luftaufbereitung (Dünensand) besser gerundete Körner ergibt, als Wasseraufbereitung. Die Glimmersande der Ost-West-Schüttung der

Oberen Süsswassermolasse (HOFMANN, 1955/56) sind trotz des langen Transportweges noch vollkommen eckig. Offenbar hängt dies mit dem mehr oder weniger schwebenden Transport in Wasser zusammen, während bei Luftaufbereitung oder auch bei lange bearbeiteten Strandsanden die Scheuerwirkung viel grösser ist. Interessant ist auch der relativ niedrige Wert beim Glaukonitsand von Überlingen, der auf eine sehr lange Bearbeitungszeit und geringe Materialzufuhr hindeutet.

LITERATUR

BLAINE, R. L. (1943): *A Simplified Air Permeability Apparatus.* ASTM-Bull., Aug.

CARMAN, P. C. (1938): *The Determination of the Specific Surface of Fine Powders.* J. Soc. Chem. Ind. *57.*

DAVIES, W. & REES, W., J. (1944): *The Effect of Grain Shape on the Moulding Properties of Synthetic Moulding Sands.* J. Iron & Steel Inst. *2.*

DAVIES, W. (1950): *Foundry Sand Control* (Sheffield).

ENGELHARDT, W., & PITTER, H. (1951): *Über die Zusammenhänge zwischen Porosität, Permeabilität und Korngrösse bei Sanden und Sandsteinen.* Heidelb. Beitr. Min. u. Petr. *2.*

GUYE, F. (1953): *La finesse des ciments et sa détermination.* Schweiz. Arch. angew. Wiss. u. Techn. *19*/11.

HOFMANN, F. (1955): *Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz.* Eclogae geol. Helv. *48*/1.

– (1956): *Die Obere Süsswassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau.* Bull. Ver. Schweizer. Petrol. Geol. Ing. *23*/63.

JASSON, P. (1952): *Granulométrie et perméabilité des sables de fonderie.* Fonderie, 73, févr.

KOZENY, J. (1927): *Über kapillare Leitung des Wassers im Boden.* Wien. Akad. Wiss. Sitz.-Ber. [A] 136.

LEA, F. M., & NURSE, R. W. (1939): *The Specific Surface of Fine Powders.* J. Soc. Chem. Ind. *58.*

RIGDEN, P. J. (1943): *The Specific Surface of Powders. A Modification of the Air-Permeability Method for Rapid Routine Testing.* J. Soc. Chem. Ind. *62.*

ROBERTSON, R. H. S., & EMÖDI, B. S. (1943): *Rugosity of Granular Solids.* Nature *152*, Nov.

---

8. – ALBERT PERONNE (Porrentruy): **Nivations.** Pas recu de manuscrit.

---

9. – AUGUSTIN LOMBARD (Bruxelles). **Découverte d'une roche éruptive dans la Coupe du Lauibach, à Trom (près Gstaad) et la tectonique au front de la Nappe du Niesen[1]).** Avec 2 figures dans le texte.

I. Sommaire

a) La «brèche de Trom» affleure le long du Lauibach à l'amont de Gstaad. Elle était considérée jusqu'ici comme un ensemble tectoniquement pris entre le front d'un flysch banal (GAGNEBIN & ARBENZ 1946), dit flysch supérieur du Niesen (DE RAAF, 1929) et du flysch crétacé. L'unité de cet ensemble n'est qu'apparente. La brèche consiste en deux écailles composées chacune des termes suivants, de bas en haut: roche éruptive, brèche de Trom, calcaire cristallin. Ces deux écailles sont séparées par de la cargneule triasique.

b) Le flysch banal supérieur attribué par G. & A. (1946) à l'Ultrahelvétique, présente des affinités avec celui du Niesen.

[1]) Publié avec l'autorisation de la Commission Géologique Suisse.

c) Au col de Jable, ce flysch supérieur est en contact avec un flysch ultrahelvétique qui correspond à celui de l'aval de la coupe de Lauibach. Les écailles de Trom ont disparu, soit qu'elles soient chevauchées par le premier flysch, soit qu'elles aient été tectoniquement laminées. Leur équivalent ou écailles du Meiel sont également au front du flysch supérieur.

d) La découverte d'une roche éruptive associée à la «Brèche de Trom» complique le problème de l'attribution de cette formation à l'une des nappes préalpines. Il paraît préférable, pour l'instant de laisser la question en suspens.

II. Introduction

Au cours de levers sur la feuille «Lenk» de l'Atlas géologique au 1 : 25000, j'ai eu l'occasion de revoir une fois de plus la coupe du Lauibach. Une révision des travaux antérieurs m'a permis de compléter les données acquises jusqu'ici et de modifier quelque peu l'interprétation du dernier profil, publiée en 1946 par E. Gagnebin & K. Arbenz.

Pour éviter d'inutiles redites, je me réfère d'emblée à la coupe en question (op. cit. fig. 1, p. 395), à l'introduction de ces auteurs sur la «zone submédiane», devenue «grande fenêtre mitoyenne» et aux indications bibliographiques correspondantes.

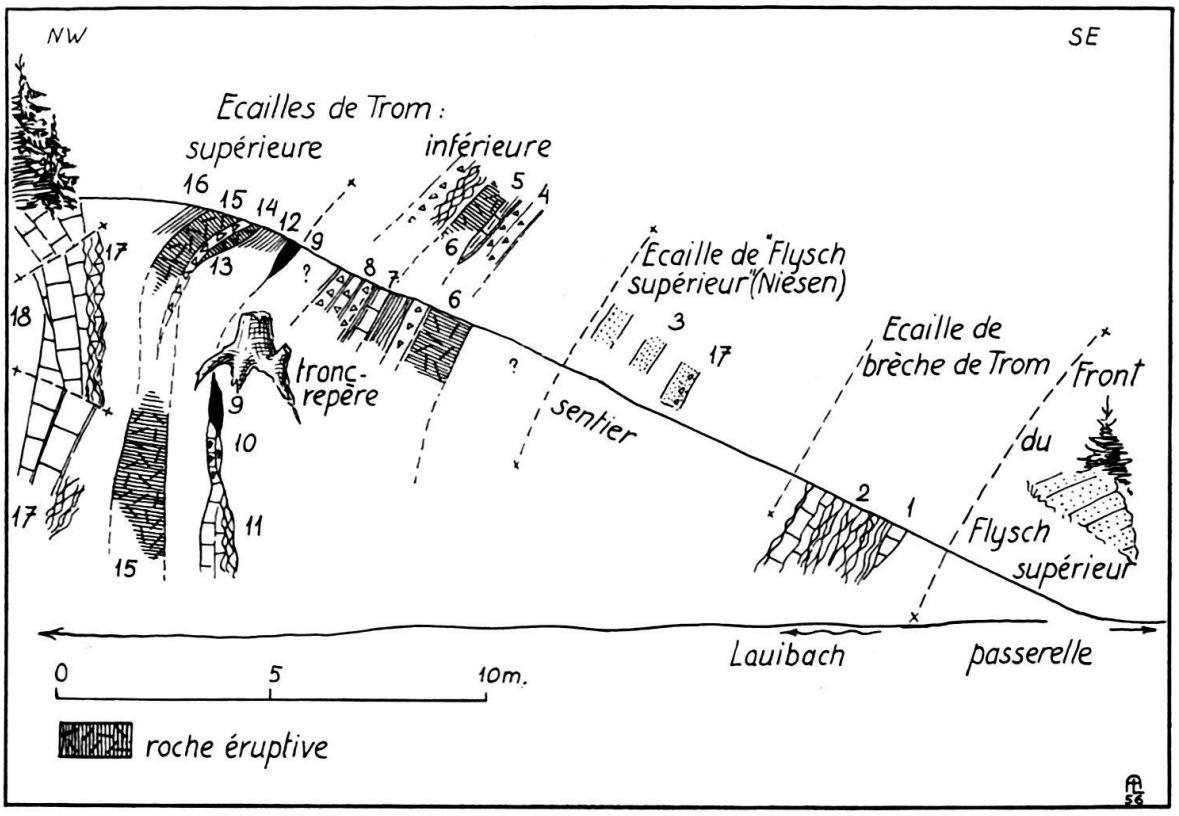

Figure 1. Coupe schématique des affleurements de roche éruptive associée à la Brèche de Trom. Sentier de Trom; rive droite du Lauibach.

La légende des signatures lithologiques est la même que celle de la figure 2. Les numéros correspondent au texte.

III. Les terrains de la rive droite du Lauibach près de Trom

(affleurement I DE RAAF p. 91, fig. 14).

Procédant de l'amont vers l'aval, on traverse les éléments suivants:

A. *Flysch du Niesen*

Série calcaréo-conglomératique: partie supérieure formant de gros bancs verticaux à la scierie de Trom, disparaissant sous les alluvions puis réapparaissant à l'amont de la halte de Trom dans le Lauibach (r. dr.) où débute la coupe décrite ci-après.

1° Grès plaquetés séparés par des lits schisteux. 1 banc typique polygénique de brèche et conglomérat. Micr.: (307/1) Orbitoïde à test épais.

2° Grès plaquetés en bancs plus massifs, gréso-calcaires, séparés par des schistes.

3° Conglomérats intercalés dans les grès N 60 E pl. 45 NW ép. 3 m. L'épaisseur de 1 à 3 est de 50 m env. Une source dépose une carapace de tuf sur ces conglomérats. Une faille met en contact le sommet de 3 avec

Série gréseuse zonée et schistes (Flysch supérieur; DE RAAF; op. cit., p. 29).

4° Schistes argileux noirs plissés N 70 E, à rares bancs de grès fin souvent zoné; quelques gros bancs de conglomérat fin affleurant plus haut au bord de la route à la halte de Trom. La surface inférieure de ces bancs présente des pistes grossières. Cet ensemble détermine une dépression sèche.
Schistes et grès forment à nouveau le sommet (aval) de l'affleurement (dir. N 15 E) jusqu'à un petit torrent. L'ensemble mesure 30 m env. d'épaisseur.

5° Schistes et grès foncés micacés, à hiéroglyphes N 40 E, ép. env. 50 m subverticaux déterminant une dépression avec un cours de ruisseau asséché. Cette série est d'un faciès banal et tend à devenir horizontale dans les 40 m suivants vers l'aval. Les grès s'altèrent en brun et ne présentent que des rares microbrèches. G. & A. (op. cit., p. 397) y signalent des débris d'organismes sans Nummulites, observations que je confirme.

Le tuf décrit plus haut viendrait d'une hypothétique lentille de Trias séparant 3 et 4 et permettrait aux auteurs d'attribuer 4 et 5 à l'Ultrahelvétique. Je pense que même si c'était le cas, l'argument ne serait pas suffisant pour marquer le front de la nappe car on connaît des lentilles de Trias entre des digitations de la nappe du Niesen (Seeberghorn; cf. MAC CONNEL, 1951).

L'une de ces lentilles, le Trias de Praz-Cornet, citée comme preuve par G. & A, perd ainsi sa signification tectonique. D'autres observations, faites sur la feuille des Rochers de Naye, m'engagent à considérer cette série comme appartenant au flysch du Niesen, conservant ainsi la notion initiale de DE RAAF (1934, p. 20). On remarquera que de bas en haut (amont vers aval), ce flysch devient toujours plus gréseux et que ces grès on une stratification zonée fine très typique. On la retrouve à Jable, à l'Etivaz et aux Mosses.

Dans le cours du Lauibach, ce flysch supérieur affleure jusqu'à la passerelle de Trom puis sur la rive gauche et dans le versant herbeux de la rive droite. Son sommet échappe à l'observation mais 3 m plus loin que le dernier banc zoné,

la coupe reprend, cette fois le long du sentier de la rive droite qui conduit à la dite passerelle. On pénètre dans le complexe tectonique suivant.

B. *Complexe de Trom* (figure 1)

La coupe est levée le long du sentier et en-dessous de celui-ci, jusqu'au Lauibach. A mesure que s'affinent les observations, la série des terrains apparaît plus complexe. La plupart des unités traversées sont lenticulaires et rares sont celles qui se poursuivent sur plus de quelques mètres. Elles traversent rarement le lit du torrent.

1. 0,5 m Calcaire gréseux gris-foncé lenticulaire empaqueté dans des schistes argileux sombres, laminés. Flysch non Niesen.
2. 2,0 m Calcaire cristallin lenticulaire (marmorisé?) gris-clair, laminé et pris dans des schistes verts également écrasés.
3. 3,5 m Grès zoné et schistes; banc microbréchique. Ecaille de la série gréseuse zonée du Niesen.
4. 0,6 m Bloc de calcaire massif gris, localement bréchique-monogénique, à stylolithes soulignés d'hématite. Sa position est quelque peu douteuse. Il se trouve sous un affleurement de roche éruptive qui se prolonge dans le sentier (n° 6).
5. 0,5 m Lentilles de marno-calcaire gris-clair et de schistes verts.
6. 2,0 m Roche éruptive vert-foncé altérée en rouge sombre, massive, formant une lentille d'origine tectonique.

M. DE RAAF (1934, p. 94) avait sommairement signalé la présence de quartzite à schistes rouges aux environs de ce point, dans de l'éboulis. Sans doute s'agissait-il de débris de cette roche. La diagnose microscopique a été faite par le professeur M. E. DENAEYER, mon collègue à l'Université de Bruxelles. Je le remercie de son aimable et précieuse collaboration. Le professeur M. VUAGNAT a également examiné les préparations, apportant des réserves à l'attribution que l'on pourrait faire de cette roche, étant donné son degré d'altération (minéral phylliteux: séricite et illite) et la formation du quartz. Je lui exprime également ma gratitude.

Description microscopique: roche éruptive microlithique à structure fluidale tendant à devenir arborescente. Les minéraux primaires sont: des microlithes d'oligoclase-andésine ou d'un plagioclase plus sodique; du quartz xénomorphe et accessoirement: de l'apatite en petits prismes brunâtres.

Les minéraux accessoires sont: de la séricite intersticielle résultant probablement de la séricitisation du plagioclase; de nombreux petits cristaux épigénisant de l'ilménite primaire; de la calcite géodique abondante, veinée de dendrites d'oxyde de fer; du quartz prismatique en cristaux encapuchonnés; des squelettes de cristaux d'ilménite ou de pyroxène.

La présence de nombreux cristaux de quartz a engagé M. DENAEYER à attribuer cette roche à une dacite. Si le quartz est secondaire et le feldspath de l'albite, remarque M. VUAGNAT, on aurait une roche se rapprochant de celle de coulées sous-marines du type des «roches vertes» préalpines.

Je pense également que ce quartz est épigénique car de la silice a certainement circulé dans et autour de la roche, ce que montrent plusieurs coupes minces.

Cette roche se présente très localement sous forme de brèche dans un ciment calcitique silicifié, au contact des schistes verts en particulier. S'agit-il d'une brèche tectonique ou d'une formation détritique sédimentaire? La réponse est incertaine, surtout à l'examen en coupe mince. Macroscopiquement, il semble plutôt que l'on a une brèche sédimentaire car les éléments bréchiques sont noyés dans la pâte calcaire recristallisée et silicifiée; la teinte rouge d'altération pénètre dans ce même calcaire. Ces brèches sont fines et minces mais ces mêmes critères peuvent être utilisés dans l'autre sens et dans ces conditions, l'argumentation reste bien fragile.

7. 0,10 m Lentille de calcaire gris, légèrement dolomitique, prise dans les schistes verts du niveau 8 et séparée de 6 par une écaille (0,25 m) de «brèche de Trom» très laminée. Un des éléments de cette brèche est un calcaire à Radiolaires et à *Globochaete alpina* du Jurassique supérieur. Le calcaire gris pourrait être un élément liasique de la brèche.
8. 1,0 m Nouvelle lame de «brèche de Trom» séparée de 7 par des schistes verts laminés. Brèche fine; éléments anguleux et abondants de calcaire blanc. Base schisteuse.
   Le sommet de ce niveau est couvert sur 1 m d'épaisseur. La couche suivante, plus loin, est une lentille de
9. 0,20–0 m Cargneule triasique étirée, affleurant non seulement sur le sentier mais en contre-bas, sous une grosse souche de sapin. Elle est relayée vers le bas par une lentille de
10. 0,50–0 m «Brèche de Trom» (Définition: DE RAAF, 1934, p. 92) sans schistes, verticale, relayée à son tour par
11. 1,00–0 m Calcaire blanc marmorisé, lenticulaire à la base, compact au sommet, avec des intercalations de schistes verdâtres. Visible au bas du versant.
12. 0,80 m Schistes verts, sur le sentier.
13. 0,50–0 m Roche éruptive lenticulaire.
14. 0,10 m Brèche de calcaire rose et de calcaire vert-clair.
15. 0,30–0,50 m Roche éruptive à niveau microbréchique au sommet.
16. 0,20 m Schistes calcaires verts dont la base présente un contact stratigraphique avec la roche éruptive, ici altérée en rouge. La brèche de contact est silicifiée; elle est parcourue par une fine veinule de quartz. Le sommet des schistes passe au niveau suivant
17. 1,0 m env. «Brèche de Trom». Eléments bréchiques calcaires lenticulaires (tectonisés) polygéniques non cristallins pris dans des schistes verts laminés. Nombreux galets de calcaire cristallin rose ou verdâtre. La base est plus schisteuse et passe au niveau 16.
18. 0,5–0,8 m Calcaire cristallin rose massif, affleurant peu sur le sentier mais apparaissant sur une plus grande surface dans les prés et sur le talus du Lauibach. Relevons au passage que les sections d'Ammonites minuscules signalées autrefois par DE RAAF se rapportent à des Gastéropodes.

Fin de l'affleurement; le sentier émerge dans les prés et la coupe devient discontinue.

Cette coupe comprend deux bandes de brèche de Trom: 8 et 17. Cette dernière correspond au premier banc (amont) s'avançant dans la rivière à l'aval de la passerelle. Le no 8 correspond au second. Partant de ces repères et gagnant la rive gauche, on y retrouve un rocher de brèche de Trom, signalé par G. & A. (op. cit. p. 398). C'est le banc 17. On ne retrouve aucun autre élément signalé dans la coupe de la rive droite. Une épaisse couche de moraine glissée recouvre l'ensemble.

Dans la coupe du sentier de la rive droite, ces deux bandes de brèche reposent chacune sur une lame de roche éruptive et sont recouvertes à leur tour de calcaire cristallin rose. Mettant à part les complications mineures de tectonisation, on a deux écailles composées chacune de:

- calcaire cristallin
- brèche de Trom
- roche éruptive

séparées par un chapelet de lentilles de cargneule triasique. Le reste de la coupe correspond aux levers de G. & A. et je n'ai pas de remarques à y apporter, du moins pour les affleurements de la rive droite.

C. *Suite de la coupe du Lauibach sur la rive droite* (Figure 2)

A la brèche de Trom succède une série de calcaires crétacés et de schistes intercalaires puis vient un contact mécanique et du flysch surmonté de cargneule discordante. Plus à l'aval, toujours sur la rive droite, on trouve du flysch à petites Nummulites, attribuée à l'Ultrahelvétique. Il se termine par une lentille de cargneule. Ainsi s'achève cette longue coupe de la rive droite du Lauibach, désignée comme affleurement I par M. DE RAAF.

D. *Les prolongations du complexe de Trom*

On peut se demander ce que deviennent les écailles de Trom en direction du NE ou du SW. Vers le NE et le Turbachtal, il faut aller jusqu'au col de Reulisen, pour en retrouver quelque équivalent. K. ARBENZ a signalé deux écailles ultrahelvétiques renfermant entre autres éléments une lame de calcaire à *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI (K. A. 1947, fig. 9, p. 57). J'ai découvert, plaqué contre ce calcaire, du flysch gréso-calcaire bleu, vertical (N 15 W) sans microfaune. Les deux éléments affleurent sur 4 m d'épaisseur et sont compris entre 2 lames de cargneules, l'une au front des conglomérats calcaires du Niesen (série du Reulisengrat), l'autre en arrière de la masse gypseuse des Gummenen (nappe de Bex Laubhorn). A Kesseln, dans un affluent du Kesselgraben (Simmental), K. A. (op. cit. p. 66) signale l'existence de Crétacé supérieur en lentille dans le gypse de la deuxième écaille ultrahelvétique. La série consiste en schistes marneux verts et en calcaires pseudobréchiques à *Globotruncana;* elle rappelle le faciès de Trom. Mais aucune roche éruptive n'y est associée. Plus loin, il faut aller au Grimmipass pour trouver le dernier affleurement correspondant à ces écailles vers le NE (A. L., 1942).

E. *Extension de la zone des écailles de Trom*

Vers le SW, le train des écailles de Trom se poursuit, format la «zone de Meiel». Les études de MAC CONNEL (1951) et d'E. GAGNEBIN, révisées par l'auteur de ces lignes, montrent que ni la brèche de Trom ni la roche éruptive n'affleurent dans le Meiel. Ce sont d'autres terrains qui relaient ces éléments; ils appartiennent à des calcaires mésozoïques d'âge précis encore indéterminé (étude micrographique en cours) ou Crétacé supérieur à *Globotruncana* sp.

Leurs affleurements sont dispersés, ce qui rend très hypothétique toute construction d'ensemble. Toutefois, sans entrer dans plus de détails pour l'instant, on peut établir que la série de Trom occupe dans le Meiel une position analogue à celle du Lauibach: elle est prise entre le flysch supérieur du front du Niesen (élément b de la coupe G. & A., fig. 1, p. 395) et le Trias de l'arrière des Préalpes Médianes.

Au col de Jable, le flysch supérieur à grès zonés (Unité 5 de la coupe A.L. p. 105, op. cit., 1954) recouvre complètement les lames mésozoïques. Seul le flysch ultrahelvétique des «écailles de Jable» correspond à l'élément e) de la coupe du Lauibach. En d'autres termes, au col de Jable, l'élément b) de la coupe G. & A. butte contre e) et les écailles intermédiaires de Trom passent en tunnel, pour autant qu'elles existent encore dans cette région et ne se terminent pas en coin dans la région des chalets de la Gumme, ce qui est très probable.

Attribution tectonique de la roche éruptive

La coupe du Lauibach montre l'association tectonique et peut-être lithologique qui existe entre l'ophiolithe et la brèche de Trom. Cette dernière est considérée jusqu'ici comme formée d'éléments provenant des nappes préalpines inférieures (nappes ultrahelvétiques – G. & A. op. cit. p. 397). On n'a pas signalé jusqu'ici de coulées sous-marines dans ces nappes. Leur découverte dans des conditions tectoniques très défavorables, ajoute un nouvel élément qui complique encore le problème de l'attribution de la brèche de Trom à l'une des nappes préalpines connues.

Il me paraît raisonnable, dans ces conditions, de laisser encore ouverte la question de l'origine tectonique du train des écailles mésozoïques de Trom et de Meiel, à savoir si elles viennent du dessus ou du dessous de l'édifice préalpin. Il n'y a pour l'instant qu'une «zone de Meiel-Trom».

IV. Remarques sur l'affleurement aval de la Rive gauche du Lauibach

(n° II, DE RAAF, op. cit. p. 91) et Figure 2

A 200 m environ de l'extrémité aval de la coupe précédente, affleurent à nouveau des terrains très plissés et complexes. Ainsi que l'ont observé G. & A. (op. cit. p. 399), de la cargneule recouvre des calcaires, du grès et des schistes à faciès flysch. Les auteurs ont attribué ce flysch à la nappe du Niesen car il ne ressemble pas à l'Ultrahelvétique de l'amont; les calcaires clairs renferment des spicules d'éponges et des Globigérines; les brèches contiennent des Foraminifères dont *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI.

L'examen de détail de cette falaise et l'étude de préparations microscopiques m'ont montré que seul l'anticlinal de grès et de microbrèches présente des carac-

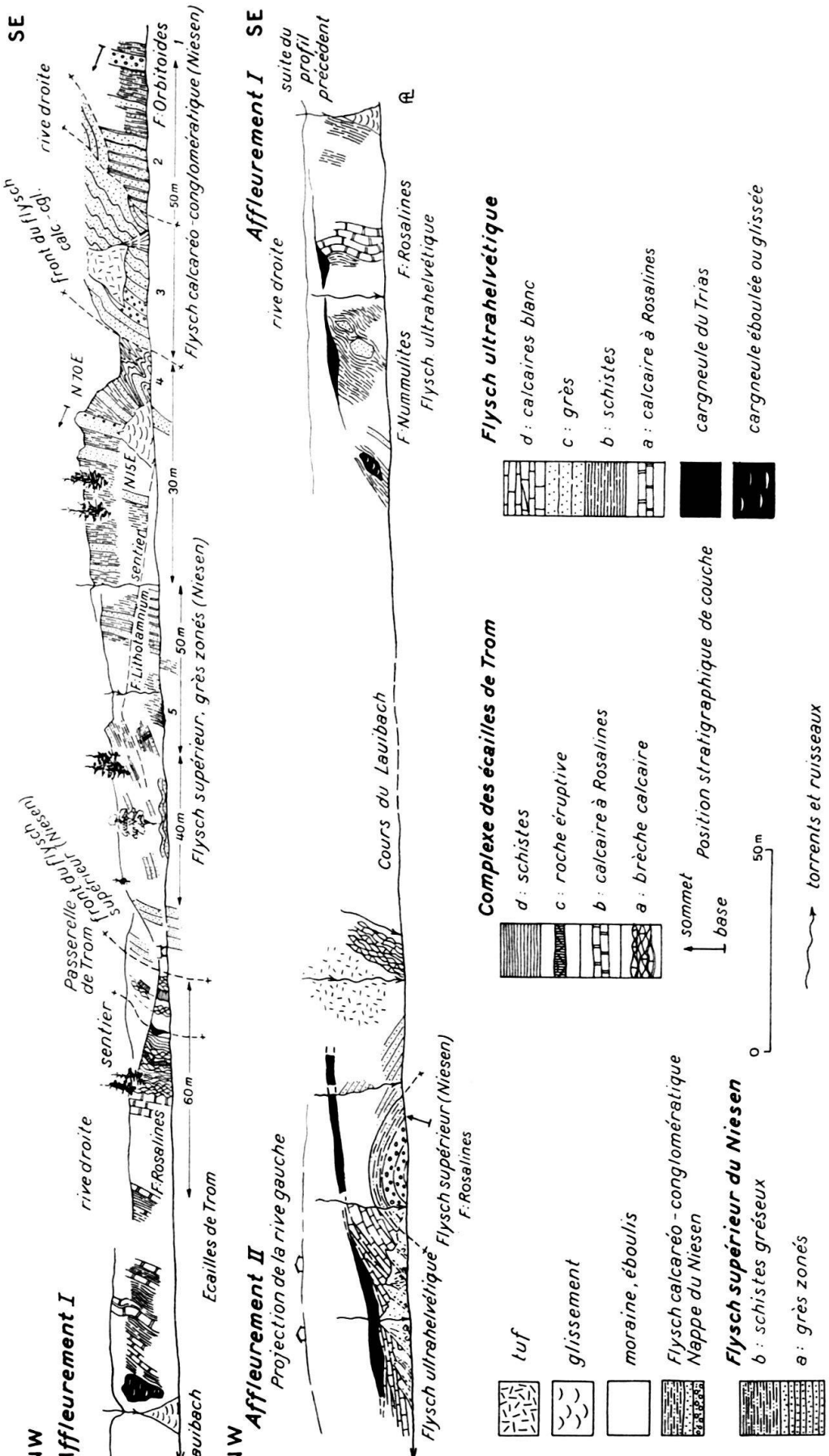

Figure 2. Coupe schématisée du Lauibach à Trom près de Gstaad. En partie suivant E. Gagnebin et K. Arbenz (1946).

tères propres au Niesen et encore sa microfaune offre des singularités. Lithologiquement, la roche a le caractère polygénique niesénien, avec des éléments détritiques chloriteux, des pistes et des sillons très accentués, empâtés de schiste noir avec des craquelures de stratification. Le calcaire en est souvent absent, ce qui exclut de rattacher ce faciès à la série calcaréo-conglomératique mais il s'apparente plutôt au flysch supérieur (cf. affleurement de l'ouvrage militaire de la route au SW de la Comballaz) avec des Globigérines et des fragments de foraminifères à test fin, caractère typique du flysch supérieur et inconnu dans le Niesen (digitation de la Palette). Il manque également le cortège d'Algues et de Bryozoaires pourtant si fréquent dans ce dernier microfaciès.

Les autres éléments de l'affleurement ont été rapportés à du flysch. Ils ne sont pas caractéristiques du Niesen. Les calcaires blancs sont cristallisés et zonés, faciès inconnu dans les «calcaires blancs» de cette nappe. Ils appartiennent plutôt à un flysch ultrahelvétique ou même au Trias charrié sur cette série.

Quant aux calcaires noduleux ou conglomératique du premier banc à l'amont, le long du ruisseau, je n'en vois aucun correspondant dans la série du Niesen. Sous le microscope, le calcaire des galets passe à du grès. Il renferme des spicules et des sphérules floues (Radiolaires?) inconnues dans le Niesen (Palette) et somme toute très banales.

Ces restrictions ne changent guère les éléments de la discussion introduite par G. & A. sur les relations entre cette écaille de Niesen et le front de la même nappe. Elles renforcent plutôt l'hypothèse d'un lambeau de digitation supérieure de la nappe du Niesen (ici du flysch supérieur) «entièrement détaché de la masse principale» (G. & A., p. 399) venu par le haut lors du redressement frontal de la nappe du Niesen, redressement si marqué dans la région de Gstaad. Il s'est intercalé dans le flysch d'autres unités préalpines, non pas sous forme de pli lingual puisqu'il n'y a pas de liaison matérielle entre l'écaille et sa digitation d'origine mais sous forme de copeau.

L'explication n'est pas entièrement satisfaisante, car ce copeau se trouve *sous* un chapeau de Trias basal appartenant à une des nappes préalpines inférieures. Suivant l'hypothèse qui suppose que la nappe du Niesen est la dernière venue, on s'explique difficilement comment s'est introduite cette écaille *sous* une des nappes préexistantes.

Il semble toutefois que la distance entre le front de la nappe du Niesen et cette écaille ne soit pas considérable. On connaît l'extension et la souplesse des digitations de cette nappe (Praz-Cornet, Arnon) et il est très probable qu'il s'est produit un *bourrage* tardif de matière entre le front du Niesen et l'arrière des nappes préalpines déjà mises en place. Ce bourrage apparaît ailleurs dans le Gurbstal, sous le Twirienhorn, dans la région de l'Etivaz et à Jable, sans parler des replis d'Aigremont. La question n'est pas complètement résolue. Elle montre une fois de plus la complexité des relations entre unités préalpines et leur processus de mise en place.

BIBLIOGRAPHIE

Mc Connel, R. B., & de Raaf, M. (1929): *Communication préliminaire sur la géologie de la nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk.* Eclogae géol. Helv. *22*, 95.

de Raaf, M. (1934): *La géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme.* Mat. Carte géol. Suisse. [N. S.] 68e livr.

Lugeon, M., & Gagnebin, E. (1941): *Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes Romandes.* Mém. Soc. vaud. Sci. nat. *7*, n° 1.

Lombard, Aug. (1942): *Observations sur la nappe du Niesen dans le territoire de la feuille Wildstrubel.* Eclogae geol. Helv. *35*, 118.

Gagnebin, E., & Arbenz, K. (1946): *La coupe du Lauibach à Trom près de Gstaad.* Eclogae geol. Helv. *38*, n° 2, 394.

Arbenz, K. (1947): *Geologie des Hornfluhgebietes.* Matér. Carte géol. Suisse. [N. S.] 89e livr.

Mc Connel, R. B., (1951): *La nappe du Niesen et ses abords entre les Ormonts et la Sarine.* Matér. Carte géol. Suisse. [N. S.] 95e livr.

Lombard, Aug. (1954): *Un profil au col de Jable.* Arch. Sci. Genève, *7*, fasc. 2, 103.

---

10. – Rolf F. Rutsch (Bern): **Das Typusprofil des Helvétien.** Kein Manuskript eingegangen.

---

11. – Rolf F. Rutsch (Bern): **Die Verbreitung des Habkerngranits im Quartär des schweizerischen Mittellandes.** Kein Manuskript eingegangen.

---

12. – Hugo Fröhlicher (Olten): **Nachweis von Ölsanden in der Molasse bei Olten.** Erscheint in den Verhandlungen SNG, 1956.

---

13. – Léon Mornod (Zürich): **Aperçu sur l'hydrologie souterraine du massif du Haut de Cry (Nappe de Morcles), de la région de Derborence et la vallée de la Lizerne.** Paraîtra dans les Actes S.H.S.N., 1956.

---

14. – Werner Brückner (Achimota): **Zur Tektonik des autochthonen Sedimentmantels am Belmeten bei Erstfeld (Kanton Uri).** Kein Manuskript eingegangen.

---

15. — Arnold Heim (Zürich): **Tektonische Bemerkungen über den neuen Erdölfund in Zentral-Iran.**

Am Schluss der geologischen Sitzung wurde ich aufgefordert, noch eine kurze geologische Mitteilung über die tektonische Lage des neuen Erdölfundes in Iran zu machen.

Seit Beginn 1950 sind 7 Schweizer Geologen der Iran Oil Co. in Teheran damit beschäftigt, im Auftrag der iranischen Regierung das riesige Land ausserhalb der ehemaligen Konzession der Anglo-Iranian Oil Co. auf Petrolmöglichkeiten zu untersuchen.

Ausser der Randzone am Kaspischen Meer kam dazu in erster Linie die zentrale Wüste in Betracht, und darin wiederum zunächst ihr südwestlicher Teil in der Umgebung von Qum (Ghum), 120 km südlich Teheran. Schon nach den ersten Terrainuntersuchungen konnte dort eine riesige Brachy-Antiklinale erkannt und durch systematische Flugfotos bestätigt werden.

In gewaltiger Mächtigkeit dehnt sich eine miozäne Serie von Sandsteinen und Tonschichten (Molasse) in geschlossenem Bogen. Darunter wurde auf Grund der Beobachtungen in den Umgebungen eine Salz-Gips-Formation vermutet und unter dieser der untermiozäne Asmarikalk erhofft. Diese Kalkformation ist bekanntlich der Haupt-Öllieferant des ehemals britischen Gebietes jenseits des breiten Zagros-Gebirges.

Da die Antiklinale im Querschnitt des Kulminationsgebietes asymmetrisch ist und einen steilen bis übervertikalen Nordschenkel aufweist, wurde die erste Bohrung einige hundert Meter südlich des flachen Scheitels angesetzt. In etwa 1200 m stiess sie auf eine Störung mit steiler Schichtlage. Die zweite, seichte Bohrung bezweckte, die Lage der Störung zu bestimmen, und stellte eine lokale Überschiebung fest. Um dieser auszuweichen, plazierten wir die Bohrung 3 weit westlich davon, wo die Überschiebung ausklingt und beide Schenkel ein normales aufrechtes Gewölbe bilden. Bei etwa 2160 m stiess sie auf die Salz- und Gipsformation. Es zeigte sich eine «nice show» von etwa einer Tonne Leichtöl. Bald musste aber wegen technischen Schwierigkeiten die Bohrung 3 aufgegeben werden. Bohrung Nr. 4 wurde im Kulminationsprofil 6 km südlich im Schenkel angesetzt, erreichte erst in 2346 m das Salz und konnte dieses erst recht nicht bemeistern. Nach jahrelangen, unsäglichen Schwierigkeiten gelang es nun den amerikanischen Bohringenieuren der Drillexco infolge der Erfahrungen mit Bohrung Nr. 3 und 4, die 400 m dicke Salzformation zu durchbohren. Nach Mitteilung des Chefgeologen Dr. August Gansser musste bei 2677 m nur noch eine harte Bank von 5 cm bewältigt werden, um auf den Asmarikalk zu stossen.

Im gleichen Augenblick wurde der Bohrschlamm ausgeschleudert. Eben war es noch dem Bohrpersonal gelungen, die Maschinen abzustellen und die Flucht zu ergreifen. Es folgte eine der grössten Gas- und Erdöleruptionen der Erde. Noch nach 30 Stunden erreichte der Springbrunnen eine Höhe von über 100 m. Sofort wurden Strasse und Eisenbahn durch Truppen abgesperrt und das Öl in Form eines 6 km langen Baches in ein abgedämmtes Wüstenbecken geleitet. Die Produktion wird von A. Gansser auf täglich 10000 Tonnen geschätzt. Es entstand ein ferner, spiegelnder, welliger See von Leichtöl ohne einen Tropfen Wasser darin.

Das Ereignis vom 26. August morgens 3 Uhr eröffnet noch unabsehbare wirtschaftliche und politische Konsequenzen, denn es lässt sich bei Qum ein ganzes Bohrfeld entwickeln.

Analoge Verhältnisse haben wir auch in anderen Teilen der zentralen Wüste festgestellt, fernab von allen bisherigen produktiven Erdölgebieten. Es ist zu hoffen, dass der grosse Fund dem iranischen Volk zum Glück gereichen wird. Mittelst des Erdöls können Wasserbrunnen erbohrt und Kulturen an Stelle der völlig öden Wüste angelegt werden.