

- Schuster, J. Über ein fossiles Holz aus dem Flysch des Tegernseegebietes. Geognost. Jahresh. 19 f. 1906, München 1908.
- Starkl, G.: Copalin von Hütteldorf bei Wien. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst. 33, Wien 1883.
- Weidmann, M.: Sur quelques microfossiles nouveaux dans le Flysch pré-alpin. Bull. Lab. Géol. Min. Univ. Lausanne 137, Lausanne 1963.
- Weidmann, M.: Un nouveau lambeau de la nappe de la Simme dans les Préalpes du Chablais. Bull. Lab. Géol. Min. Univ. Lausanne 140, Lausanne 1963 (a).
- Wolf, M.: Sporenstratigraphische Untersuchungen im Randcenoman Oberbayerns. N. Jahrb. f. Geol. u. Pal., Mh. 1963, Stuttgart 1963.

**Hans Wieseneder: \*)** Bemerkungen zu Themen des XXII. Internationalen Geologenkongresses in New Delhi (Indien)\*\*

Mit 1 Textfigur

Vom 14. bis 22. 12. 1964 fand in New Delhi der XXII. I. G. C. statt. Delegierte aus mehr als 90 Staaten, insgesamt etwa 1600 Personen, nahmen an diesem zum ersten Male in einem Staate Asiens abgehaltenen Kongreß teil. Delegierte Österreichs waren Prof. Dr. K. Metz und der Gefertigte. Neben den Veranstaltungen und Symposien der Internationalen Union of Geological Sciences (IUGS), einer am XXI. I. G. C. in Kopenhagen gegründeten Tochterorganisation des Kongresses, wurden mehr als 340 Vorträge in 16 Sektionen abgehalten. Die Veranstalter und die Behörden Indiens haben sich alle Mühe gegeben, um den Kongreß zu einem großen Erfolg werden zu lassen. Lediglich die „Proceedings“ des Kongresses sind noch immer nicht erschienen. Die in den Vorträgen behandelten Themen sind in der nachfolgenden Aufzählung angeführt:

1. Geology of Petroleum
2. Geological results of Applied Geophysics
3. Cretaceous-Tertiary boundary including Volcanic activity
4. Rock deformation and Tectonics
5. Genetic problems of Ores
6. Minerals and Genesis of Pegmatites
7. Plateau Basalts
8. Palaeontology and Stratigraphy
9. Gondwanas

\*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Hans Wieseneder, Min.-Petrogr. Institut der Universität, Wien I, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1.

\*\*) Vortrag gehalten am 4. März 1966 in der Geologischen Gesellschaft in Wien.

10. Archean and Pre-Cambrian Geology
11. Himalayan and Alpine Orogeny
12. Hydrogeology
13. Charnockites
14. Laterite
15. Sedimentary Geology and Sedimentation
16. Other subjects

Da es unmöglich ist, über alle Kongreßereignisse und Vorträge zu berichten, möchte sich der Referent darauf beschränken, auf Themen hinzuweisen, die für die Fortentwicklung der geologischen Wissenschaften von besonderer Bedeutung sind und Beziehungen zu petrologischen Problemen aufweisen, die zur Zeit vom Autor dieses Berichtes und seinen Mitarbeitern studiert werden. Es handelt sich dabei um Fragen, die in erster Linie die tiefere Kruste und den Erdmantel betreffen.

Die Typuslokalität der Charnockite, einer von T. H. HOLLAND (1893, 1900) nach dem Gründer Calcuttas, Job Jarnock, benannte Gesteinsserie, liegt im südindischen Staate Madras. Eine Vortragsreihe sowie mehrere Exkursionen waren dieser Gesteinsserie gewidmet, die im tiefen Grundgebirge aller Kontinente vertreten ist. Man kennt Charnockite aus der Zentralsahara, aus Uganda, aus dem südlichen Natal, aus der Antarktis, aus den Adirondacks, aus Australien, Südamerika und Europa. Es handelt sich um Gesteine von massiger Textur, dunkel-olivbrauner Farbe, die unabhängig vom Chemismus ist, der von granitisch bis ultrabasisch variiert. Mineralogisch sind diese Gesteine durch das Auftreten rhombischer Pyroxene, besonders Hypersthen charakterisiert. Die sauren Typen enthalten Alkalifeldspate, deren Natronfeldspatgehalt nach R. A. HOWIE (1955) 15—20 Mol-% beträgt; sie stehen kristallographisch zwischen Orthoklas und Mikroklin. Dazu kommen antiperthitische Plagioklase, deren An-Gehalt, je nach dem Bauschalchemismus zwischen 30% und 60% liegt. Die kieselsäurereichen Charnockite verdanken dem blaugrauen Quarz ihre dunkle Farbe. Die Ursache dieser Färbung dürften submikroskopische Entmischungskörper sein, die durch die Entlösung von Zr und Ti entstehen. Die Zusammensetzung der rhombischen Pyroxene reicht von Bronzit bis zum Ferrohypersthen. Neben rhombischen Pyroxenen kommen auch Klinopyroxene, seltener Amphibole, Biotite und Granate vor. Als Akzessorien sind Magnetit, Ilmenit und Apatit regelmäßig vertreten, gelegentlich kommen Pyrit, Magnetkies und Kupferkies hinzu. Da erkennbare Ausscheidungsfolgen und porphyrtartige Strukturen fehlen, werden die Charnockite von den meisten Autoren den Metamorphiten zugezählt, und auf Grund ihrer chemischen Zusammen-

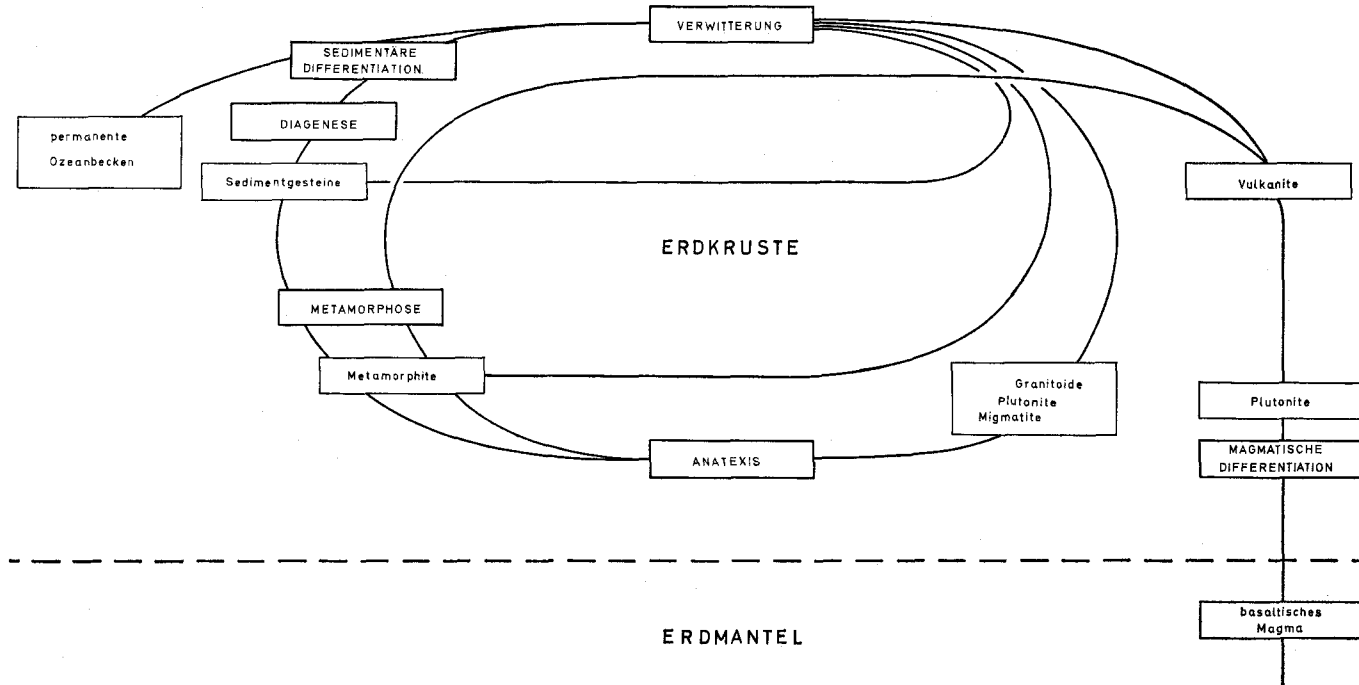
setzung den Orthogesteinen zugewiesen. Da diese Gesteine nach ihrem Mineralbestand zur Granulitfazies gehören, ist zu beachten, daß in dieser Fazies Prozesse der Gesteinsmetamorphose in plutonische Vorgänge übergehen können. Das verbreitete Vorkommen von Hypersthen in Charnockiten ist durch die chemische Zusammensetzung bedingt. Ein Vergleich mit typischen Granuliten zeigt, daß die Charnockite bei gleichem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt weniger Aluminium und mehr Eisenoxyde enthalten. Dies gilt auch für den zuletzt von H. G. SCHARBERT (1964) beschriebenen Hypersthengranulit von Wieselburg a. E., den man ebensogut als Charnockit bezeichnen könnte. Es ist wahrscheinlich, daß basische Charnockite neben Gabbros und Noriten wesentlich am Aufbau der Unterkruste = „basaltic layer“ beteiligt sind.

Im Rahmen des „Upper Mantle Symposium“ der IUGS wurde von H. CLOSS (1965) über reflexions- und refraktionsseismische Untersuchungen europäischer Arbeitsgruppen im alpinen Raum berichtet, deren Ergebnisse für unsere Vorstellungen vom Bau und der Entstehung der Alpen von größter Bedeutung sind. Der Verlauf der Mohorovičić (M) Diskontinuität entspricht annähernd unseren bisherigen Vorstellungen: sie liegt im Bayerischen Alpenvorland 30 km unter der Oberfläche, unter den Nördlichen Kalkalpen bereits 40 km tief, um unter der Bernina auf den beobachteten Höchstwert von 65 km abzusinken. Im Gegensatz dazu verläuft die Conrad- (C)-Diskontinuität, die nach der herrschenden Auffassung die „Granitschicht“ von der „Basaltschicht“ trennt, nahezu horizontal unter dem Alpenkörper durch. Aus dem Verlauf der C- und M-Diskontinuität ergibt sich eine Verdickung der simatischen Unterkruste auf das 3- bis 4fache des im Alpenvorland beobachteten durchschnittlichen Wertes von 10 km, während das Sial eher ausgedünnt ist. Sollte sich die hier wiedergegebene Interpretation der geophysikalischen Daten bestätigen, so könnte dies zu einer Entscheidung zwischen rivalisierenden geotektonischen Hypothesen führen. Es ist offensichtlich, daß das hier skizzierte Bild vom Bau der tieferen Zonen unter den Alpen mit den Vorstellungen der Unterströmungslehre nur schlecht verträglich ist, da diese das Abtauchen des Oberkrustenmaterials verlangt. Nimmt man an, daß der Zusammenschub der tieferen Zonen das gleiche Ausmaß erreichte wie der des sedimentären Oberbaues (Reduktion auf ein Drittel bis ein Viertel der ursprünglichen Breite) so ergäbe dies eine ursprüngliche Mächtigkeit von 7 km für die Oberkruste. Dies entspricht der vertrauten Vorstellung einer Ausdünnung der granitischen Kruste unter den Geosynklinalen. Hinweise für die Annahme der Entstehung größerer Sialmassen während der Orogenese ergeben sich aus den bisher vorliegenden geophysikalischen Untersuchungen nicht. Dagegen scheinen sich die bisherigen Vorstellungen

der Deckenlehre vom Bau der Ostalpen zu bestätigen, da sich nach H. CLOSS (1965) aus dem Verlauf der als Oberkante des Kristallins gedeuteten seismischen Flächen keine Anhaltspunkte für eine tektonische Wurzel der Kalkalpen nördlich des Kristallins der zentralen Alpen ergeben. Im südlichen Alpenvorland, der gravimetrischen Anomalie von Ivrea entsprechend, liegt nach den seismischen Untersuchungen ein 50 km mächtiger basischer Körper in ca. 10 km Tiefe, dessen Bedeutung für den Bau der Alpen aber noch ungeklärt ist. Unter dem variskischen Gebirge gibt es das tiefere Eintauchen der M-Diskontinuität nicht. Ob etwa ursprünglich vorhandene Gebirgsurzeln bereits ausgeglichen wurden oder gar nicht vorhanden waren, ist zur Zeit noch nicht zu entscheiden.

Aus geophysikalischen Gründen wird schon lange angenommen, daß der obere Mantel der Erde aus Peridotiten, Pyroperidotiten und Eklogiten besteht. Diese Gesteine finden daher im Rahmen der Studien des oberen Mantels besondere Beachtung. T. ERNST (1965) kommt durch mineralogische, petrologische und chemische Untersuchungen zum Schluß, daß die Peridotitlinsen einiger deutscher Basalte aus dem Mantel stammen. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte R. F. FORBES und H. KUNO (1965), die die gleiche Frage auf regionaler Basis prüften. Eklogite die Peridotiten oder Kimberliten assoziiert sind, wurden immer schon als Zeugen großer Tiefe angesehen, zumal die letzteren auch mit Diamant, einem Mineral, das nur bei sehr hohem Druck entsteht, zusammen vorkommen. V. M. GOLDSCHMIDT postulierte daher eine „Eklogitzone“ für den Mantel, doch ist es aus petrologischen Gründen wahrscheinlicher, daß der obere Mantel aus Peridotiten und einzelnen Eklogitlinsen besteht. Als Beitrag zum „Upper Mantel Project“ wurde eben eine Untersuchung über die Eklogite im serpentinierten Peridotit von Meidling im Tal und im Mitterbachgraben abgeschlossen, F. KAPPEL (1966). Diese Vorkommen sind ebenso wie eine Reihe weiterer mit Granuliten verknüpft. Aus der Zusammensetzung der koexistierenden Mineralphasen im Eklogit ergibt sich unter Auswertung der Diagramme von J. O. HARA (1962/63), daß die Eklogitbildung unter PT-Bedingungen erfolgte, die über jenen der Granulitfazies liegen. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil die räumliche Assoziierung von Granulit, Peridotit und Eklogit einzelne Autoren veranlaßte, an eine gleichzeitige Bildung dieser mineralfaziell verschiedenen Gesteine zu denken. Jedoch scheinen die eklogitführenden Peridotitkörper durch einen noch nicht näher verstandenen Vorgang aus großer Tiefe bis zu den Granuliten vorgedrungen zu sein. Eine gemeinsame Deformation der genannten Gesteine ist durch Gefügeanalysen von G. KAPPEL (1966) nachgewiesen worden. Das innere Gefüge der Granulite,

# PETROGENESIS IN ERDKRUSTE UND ERDMANTEL



das nach H. G. SCHARBERT (1964) von dem der umgebenden Gesteine abweicht; der Metamorphosenunterschied gegenüber den in Amphibolitfazies ausgebildeten Nachbargesteinen sowie das Auftreten der Granulitkörper in der Nähe der moldanubisch-moravischen Überschiebung scheinen unseres Erachtens darauf hinzuweisen, daß die Granulite in eine mineralfaziell fremde Umgebung eingeschleppt wurden, und zwar zusammen mit den Peridotiten. Es ist möglich, daß bei diesem Vorgang durch mechanische Deformation das typische „Granulitgefüge“ mit Quarzzeilen und Diskenquarzen entstand. Auf ähnliche mechanische Beanspruchungen in Peridotiten und Anorthositen weisen F. J. TURNER und J. VERHOOGEN (1960) besonders hin; man könnte vielleicht bei diesen Vorgängen von Tiefenmylonitisierung sprechen.

Der obere Mantel ist nach heute geltender Auffassung der Entstehungsort der basaltischen Magmen. Seit langem werden zwei charakteristische Basaltassoziationen unterschieden: Alkali-Olivin-Basalte mit ihren zur Alkalireihe tendierenden Differentiationsprodukten, und Tholeiitbasalte, deren Abkömmlinge zur alkalikalziumbetonten Gesteinssippe gehören. Die Basalte der ersten Gruppe sind reich an Olivin und enthalten diopsidische Pyroxene, während die der zweiten Gruppe durch das Fehlen oder Zurücktreten der Olivine, durch pigeonitische Pyroxene und quarzhältige Residua ausgezeichnet sind. Alkaliolivinbasalt-Provinzen finden sich vor allem im ozeanischen Bereich, sie fehlen aber auch nicht in kontinentalen Segmenten. Die großen Trappdecken Indiens, Sibiriens, Nord- und Südamerikas werden als tholeiitische Basalte beschrieben. Allerdings berichtet S. C. CHATTERJEE (1964) über eine Alkaliolivinbasalt-Subprovinz im Dekkan Trapp. Das Zusammenvorkommen der beiden Gesteinsprovinzen ist aber auch aus Hawaii und der Thule-Provinz bekanntgeworden, so daß die Trennung derselben keineswegs so scharf ist wie ursprünglich angenommen wurde. Aus petrologischen und geophysikalischen Gründen ist es wahrscheinlich, daß basaltisches Magma durch partielles Aufschmelzen des kristallisierten Mantels entsteht. S. H. YODER und C. E. TILLEY (1962) nehmen, gestützt auf experimentelle Untersuchungen, an, daß Granatperidotit das Ausgangsmaterial der basaltischen Schmelzen darstellt. Zunächst soll „eklogitisches Magma“ entstehen, dessen Fraktionierung in größerer Tiefe zum alkaliolivinbasaltischen und in geringerer Tiefe zum tholeiitischen Basalttypus führt.

T. MATSUMOTO (1965) versuchte auch die Bildung granitischer Gesteine teilweise mit Vorgängen im Erdmantel in Zusammenhang zu bringen. Gegen diese Auffassung spricht jedoch das Fehlen der Granitoide im Bereich der ozeanischen Kruste.

Der heutige Stand unserer Kenntnis von der Entstehung der granitoiden Oberkruste entspricht vielleicht am besten der von R. RITTMANN (1960) entwickelten Vorstellung, der in den Niederschlägen einer Pneumatosphäre den Ursprung der Sials sieht. Intensive Verwitterungsvorgänge der vorgeologischen Zeit, vulkanische Prozesse und Plutonismus schaffen die erste Sialkruste. Auf die Verwitterung in der vorgeologischen Zeit, die unter wesentlich stärkerer Beteiligung vulkanischer Exhalationen stattfand (HCl), geht auch der Salzgehalt der Weltmeere zurück, der sich vom Kambrium an kaum mehr geändert hat. Unsere Vorstellungen über den Kreislauf der Gesteinsbildung sind in Fig. 1 dargestellt. Die größte Schwierigkeit bereitet allen diesen Konzeptionen die Frage nach den Ursachen des Einsetzens der orogenen Zyklen. Sie konnte auch auf dem letzten Kongreß nicht in befriedigender Weise gelöst werden.

Über die teilweise sehr interessanten Vorträge der Sektionen 1 und 2 wurde bereits in anderem Zusammenhang berichtet (H. WIESENER, 1965). Es sei darauf verwiesen, daß fast ausschließlich sowjetische Vortragende diese Sektionen bestritten.

#### Literatur:

- Closs, H. (1965): Results of explosion seismic studies in Alps and in the German Federal Republic. The Upper Mantle Symposium, Copenhagen, 94—102.
- (1966): Der Untergrund der Alpen im Lichte neuerer geophysikalischer Untersuchungen. Erdöl und Kohle, Hamburg, 19, 81—87.
- Ernst, T. (1965): Do peridotitic inclusions in basalts represent mantle material? The Upper Mantle Symposium, Copenhagen, 180—185.
- Forbes, R. B., Kuno, H. (1965): The regional petrology of peridotite inclusions and basaltic host rocks. The Upper Mantle Symposium, Copenhagen, 161—179.
- Holland, T. H. (1893): The petrology of Job Charnock's tombstone. Journ. Asiatic Soc. Bengal., 62, 162—164.
- (1900): The charnockite series a group of Archean hypersthenic rocks in peninsular India. Mem. Geol. Surv. India, 28, 119—249.
- Howie, R. A. (1955): The geochemistry of the charnockite series of Madras, India. Transactions Royal Soc. of Edinburgh, 62, 725—768.
- (1964): Charnockites. Science Progress, 52, 628—643.
- Kappel, F. (1966): Die Eklogite Meidling im Tal und Mitterbachgraben im Niederösterreichischen Moldanubikum südlich der Donau. Dissertation, Wien.
- Matsumoto, T. (1965): Some aspects of the formation of primary granitic magmas in the upper mantle. The Upper Mantle Symposium, Copenhagen, 112—126.
- O'Hara, M. J. (1962): Melting of garnet peridotite at 30 kb. Carn. Inst. Wash. Yb., 1962/63, 71.
- Rittmann, A. (1960): Vulkane und ihre Tätigkeit. Ferd. Enke Verl. Stuttgart.
- Scharbert, H. G. (1963/64): Die Granulite des südlichen Niederösterreichischen Moldanubikums. N. Jahrb. Miner. Abh. 1. Teil, 100, 59—86, 2. Teil 101, 27—66, 3. Teil, 101, 210—231.
- Turner, F. J., Verhoogen, J. (1960): Igneous and metamorphic petrology. Mc. Graw Hill, New York—Toronto—London.
- Yoder, S. H., Tilley, C. E. (1962): Origin of basaltic magmas. Journ. of Petrology, 3, 342—532.
- Wiesener, H. (1965): Erdölgeologie auf dem XXII. Internationalen Geologenkongreß in New Delhi, Indien. Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, Wien—Hamburg, 81, 97.