

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. — Pfannenstiel Gedenkband —	67	S. 307—324	2 Abb.	Freiburg, 1977
--	----	------------	--------	----------------

CYPERN

Über neuere geologische Untersuchungen, vor allem des Troodos

von

Wilhelm F. Schmidt-Eisenlohr, Freiburg i. Br.

Zusammenfassung

Pionierarbeiten seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts folgend, wurde Cypern seit 1951 zu einem Schwerpunkt geologischer Untersuchung. Hatten zuvor die Bergwerksgesellschaften den Nutzen geologischer Arbeit erkannt, so wurde diese entscheidend vorangetrieben nach der Gründung des Geological Survey. Die zunächst britische Gruppe führte eine genaue geologische Aufnahme und Kartierung durch. Sie wurde von den cyprischen Geologen und mit internationaler Mitarbeit fortgeführt. Zwischen der Nordkette (Kyrenia Range), noch Teil der eurasiatischen Faltengebirgsregion, und dem stabilen Block Afrika-Arabien hat das Troodos-Massiv seine einzigartige Lage und Geschichte. Zwischen beiden harrt der tiefere Untergrund der Mesaoria noch weiterer Erforschung. Als Horst steht die Insel Cypern im jung zerbrochenen Rahmen des östlichsten Mittelmeeres. Hier gibt die Deutung der Meeresbodenkarten durch M. PFANNENSTIEL und G. GIERMANN wichtige Hinweise. Westlich Cyperns erreicht der Meeresboden über 3000m Tiefe, so daß sich ohne Wasserbedeckung der Troodos 5000m hoch erhebe. Die Westküste ist im Sinne von PFANNENSTIEL tektonisch angelegt. Auch die starken E-W-Blattverschiebungen der Insel zeigen sich am Meeresboden. Viele Geologen, Geophysiker und Montangeologen haben sich mit dem Troodos-Komplex und seinen Erzlagerstätten befaßt, darunter auch Deutsche und Österreicher. Der Troodos sei Modellfall für die Primärdifferentiation des Erdmantels (BORCHERT). Moderne Methoden wurden angewandt, um die Probleme des Troodos zu klären, solche der Petrographie, Strukturgeologie, Erzmikroskopie, Geophysik und Geochemie. Die Erzlagerstätten Cyperns sind inzwischen so gut bekannt, daß man sie weltweit vergleichen konnte. Die Erzkörper wurden beschrieben nach Entstehung, Form, Inhalt, Struktur, Tektonik, Oxidation und Abtragung. Endlich wurde der Troodos-Komplex aufgefaßt als verfrachtetes Stück des Erdmantels, ophiolitische Anhäufung auf altem ozeanischen Boden, Beispiel eines mittelozeanischen Rückens mit dessen Vulkanismus und Bewegung. Cypern wird als alter Inselbogen diskutiert und wurde Gegenstand der Plattentektonik. Die internationale Mitarbeit an der Erforschung der geologischen Verhältnisse Cyperns erbrachte zugleich gegensätzliche Auffassungen. So wurde die Insel ein Mittelpunkt geologischer Problematik. Weitere Forschung ist herausgefordert.

Anschrift des Verfassers:

Dr. W.F. SCHMIDT-EISENLOHR, Kapplerstr. 26, D-7800 Freiburg i.Br.

Abstract

Subsequent to remarkable previous work, since 1951 Cyprus became a most interesting object of geological research. Already the mining companies were interested in geological work. However, since the Geological Survey Department had been established, systematic investigation steadily increased. Geologists of world-wide experience did their best for Cyprus. Most of the island was mapped. Between the southernmost alpine Kyrenia Range still belonging to the Eurasiatic region and the solid block of Africa-Arabia the Troodos massif has a unique geological history. The deeper underground of the Mesaoria between Kyrenia Range and Troodos is only partly known. Cyprus rises as a horst amidst the utmost Eastern Mediterranean, broken down around like the Aegaeis. To the south the stable continent of Africa is very close. To understand this geomorphological behaviour the study of the ocean-floor relief is essential. From the deepest point Cyprus rises 5000 m. The western coast is in consequence of tectonic lines, and the strong E-W faults on the island are also expressed on the sea-bottom. Numerous geologists, geophysicists and mining geologists dealt with the Troodos-Complex which is connected with famous sulphide ore deposits. Modern methods have been applied to explore the Troodos, those of petrography, structural geology, ore-microscopy, geophysics and geochemistry. Now the ore deposits of Cyprus are well known. The ore-bodies have been described as to their ore types, shape, relation to the surrounding rocks, structural geology and tectonics as well as their oxidation and erosion. Eventually Cyprus became an example as a piece of Upper Mantle, an ophiolitic pile on an ancient sea-floor, typical for mid-ocean volcanism, partly considered to have been an old island arc. Cyprus may be a case of plate tectonics. This contribution is to show the progress in geological exploration since 1951. Different opinions may lead to further geoscientific work on the complicated island of Cyprus.

Der Problematik des Troodos-Komplexes soll dieser Bericht in erster Linie gelten. Hervorzuheben ist die Frische der plutonischen Troodosgesteine. Der Gangkomplex außerhalb der plutonischen Kerne hat mit seinen Tausenden paralleler, steiler N-S-Gänge in seinem Bau und dem Ausmaß wenig Vergleichbares auf der Erde. Dasselbe läßt sich von den so ausgedehnt entwickelten Kissenlaven im Umkreis des Massivs sagen. Das Fehlen von Sedimenten stellt das Troodos-Massiv in Gegensatz zur cyprischen Nordkette und dem Taurus.

Zu den Besonderheiten der Insel Cypern mögen zählen die Serpentinsschollen der sog. Mamonialfolge, die Rolle der Trias, der Fossilreichtum des Pliozän (W. F. SCHMIDT 1963). Über das Quartär wurde inzwischen viel gearbeitet, doch eröffnet sich hier ein noch weites Feld der Forschung. Bekannt wurde Cypern auch durch die Funde von extremen Zwergformen von Elefanten und

¹ Verfasser war 1952—1955 auf Cypern als Montangeologe tätig. Er sah 1964 nochmals die Insel und hat stets verfolgt, was geologisch dort geschah. Daß Familienangehörige ihn zeitweise im Gelände begleiten konnten, erleichterte die Tätigkeit.

Der Dank des Verfassers gilt besonders seinem Förderer MAX PFANNENSTIEL, der ihm Ausarbeitungen seiner Unterlagen am Geologischen Institut in Freiburg ermöglichte. Zugleich dankt er erneut der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Sein Dank gilt ebenfalls den Angehörigen der Institute für Geologie und Mineralogie der Universität Freiburg sowie den Kollegen, mit denen er in Cypern arbeitete, der Hellenic Mining Company, den cyprischen Mitarbeitern und den Angehörigen des Geological Survey, besonders L. M. BEAR und P. G. PETROPOULOS, jetzt Leiter des amtlichen Bergbauwesens.

Flußpferden, u. a. entdeckt durch Miss BATE, auf deren Originalität S. E. KUSS (1973) hinwies.

Sehr beeindruckend sind die überall zu beobachtenden Ergebnisse der gewaltigen Hochhebung des Troodos und des Horstes Cypern. Verfasser konnte während seiner monatelangen Tätigkeit im SW des Troodos die sehr mächtigen Störungszonen genau studieren. Ähnliches sah er nur in den Anden.

Die Insel Cypern bietet noch wesentlich mehr zu untersuchende Eigentümlichkeiten. Sie zu erläutern, verbietet hier der Raum.

Die schon recht detaillierte Karte des Meeresbodens um Cypern sollte dazu veranlassen, lineare Elemente mit dem Befund auf der Insel selbst zu verbinden (vgl. W. F. SCHMIDT 1960, Tf. 7). Die Küstengestaltung folgt oft tektonischen Linien oder läßt sich mit dem Meeresbodenrelief im Sinne der Erklärung durch M. PFANNENSTIEL verknüpfen.

Die Nordkette Cyperns, die ebenso voller Probleme (anderer Art) ist, wird hier nicht näher erörtert. Die sehr unterschiedlich gebaute Zwischenzone mit der Mittelebene (Mesaoria) verbirgt noch viele Fragen der Cyperngeologie.

Schon Geologen vor dem hier besprochenen Zeitabschnitt empfanden die ungewöhnliche Rolle des Troodosgebirges. Es gewann weltweites Interesse als Überrest eines ehemaligen mittelozeanischen Rückens, als hochgepreßte Scholle von Gesteinen des Erdmantels, als Beispiel im Rahmen der Plattentektonik, seinem Reichtum an sulfidischen Erzlagerstätten.

Die Insel Cypern lag noch im vorigen Jahrhundert fast außerhalb der Arbeitsmöglichkeit europäischer Geologen, wiewohl gewisse Pionierarbeit geleistet wurde, voran die erste geologische Beschreibung durch den Franzosen A. GAUDRY (1863). In unserm Jahrhundert ergab sich neues Interesse durch die Erschließung der Erzlagerstätten, gefördert durch die Bergwerksgesellschaften. Verfasser hat den Werdegang der geologischen Untersuchung bis 1960 dargestellt (SCHMIDT 1961). Dies geschah im Rahmen seiner Mitarbeit am Geologischen Institut der Universität Freiburg (1961), im Auftrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft, stets gefördert durch Prof. MAX PFANNENSTIEL. Die gründliche geologische Aufnahme und Durchforschung von Cypern setzte jedoch erst 1951 ein, nachdem das Geological Survey Department, Nicosia, begründet worden war. Von dessen Tätigkeit berichten die Jahresberichte (Annual Reports) und die Memoirs 1—8. Aus der Zeit von 1951 bis 1960 stammen die wichtigen Arbeiten von BISHOPP (1952, 1960), INGHAM (1959), BEAR (1958—1966), WILSON (1959), GASS (1958—1960), BAGNALL (1960) u. a. Wie sich die geologische Mitarbeit an Cypern laufend verstärkte, zeigen die Bibliographien, wobei als erste diejenige von BEAR (1961) zu nennen ist. Sie wurde erweitert durch PANTAZIS (1969 c). Im Rahmen der Levante ist Cypern enthalten in der Bibliographie von AVNIMELECH (1969). Die meisten Arbeiten über Geologie und Lagerstätten Cyperns finden sich u. a. bei KORTAN (1970).

Die intensiv betriebene geologische Kartierung der Insel findet Ausdruck in den Karten 1:50 000, ohne welche die seither mit so viel Eifer fortgesetzte Erkundung und Deutung der geologischen Verhältnisse dieses schwierigen Gebietes

kaum möglich geworden wäre. BEAR hat alle bis dahin verfügbaren Daten verwandt, um eine geologische Karte Cypern 1:250 000 zu verfassen (BEAR 1963). Die regionale Erkundung der Insel findet Ausdruck in den zahlreichen Mitteilungen der Angehörigen des Geological Survey.

Neuere regionale Beiträge sind von LAPIERRE (1967—1973), KLUYVER (1969), PANTAZIS (1967—1969) LILLJEQUIST (1969), SEARLE (1968), TURNER (1971). Sie betreffen vor allem den schwierigsten Teil Cyperns, den Paphos-Distrikt im W und SW. Dort ist die schwer zu entziffernde Mamonia-Formation ausgedehnt anstehend sowie Trias als Gemenge aus Sedimenten und Vulkaniten, endlich finden sich die problematischen Kristallinen Schiefer. Dem Pliozän und Quartär der Mittelebene widmete sich DUCLOZ (1965).

Zahlreiche Arbeiten, bei denen auf das Schriftenverzeichnis verwiesen sei, befassen sich mit den geologischen Formationen. BEAR (1958) beschrieb erstmals zusammenhängend die umstrittenen Kristallinen Schiefer im Westen. GASS (1960a) klärte Zusammenhänge der damals fast unbekannteren Akamas-Halbinsel im äußersten Westen von Cypern. Die zuvor kaum erfaßten Formationen des Paphosgebietes sind Gegenstand der Arbeiten von H. LAPIERRE (1968a, b, 1969, 1970, 1973) sowie ROCCI-LAPIERRE (1969). BAROZ (1970) untersuchte das Eozän der Nordkette, WEILER (1969) befaßte sich mit dem miozänen Flyschbecken, MOSHKOVITZ (1966) mit dem Alter der Kyrenia-Formation, das er als Pleistozän bestimmt. Foraminiferen des Paläogen von Süd-Cypern behandelt MANTIS (1972). Stratigraphische Daten der neogenen Gesteine am Nordrand des Troodos wurden von ZOMENIS (1972) mitgeteilt. ROBERTSON (1974) untersucht die kritischen Sedimente der Kreide und des Tertiär im Rahmen des Troodos-Massivs.

Hinweise auf Bau und Entstehung Cyperns, vor allem des Troodos-Massivs ergaben sich durch die Anwendung geophysikalischer Methoden. Die Schwere-messungen (COOPER et al. 1952, HARRISON 1955) gingen den Folgerungen von GASS & MASSON-SMITH (1963) voraus, elektromagnetische Messung aus der Luft (1969, 1973) wird beschrieben. Seismische Aufnahme (KHAN et al. 1972, LORT & MATTHEWS 1972) und paläomagnetische Bestimmung (VINE & MOORES 1969) verdienen für die Deutung des Troodos Beachtung.

Ein entscheidender Impuls kam durch die bei J. W. DE BRUYN gezeigte außergewöhnliche Schwereanomalie über Cypern, dargestellt in Bouguer-Anomalien (max. 250 mgal). Die Besonderheit dieser größten Schwere-Anomalie im östlichen Mittelmeer war durch M. PFANNENSTIEL früh erkannt worden (PF. 1960, S. 14/15), wenn auch die Deutung sich nur auf die Horstnatur Cyperns bezieht.

Hier knüpften nun GASS und seine Mitarbeiter an. Er stützte sich zunächst auf die gründlichen Auswertungen geophysikalischer Daten durch J. C. HARRISON (1955). Da die zugrunde gelegten Daten in den Veröffentlichungen der Genannten ausführlich behandelt sind (GASS & MASSON-SMITH 1963), sei hier nur versucht, deren Ergebnisse und Deutungen kurz aufzuzeigen. Als Bedingungen werden vorangestellt:

Ein prätriassisches Alter des Troodos-Massivs, daß die Troodos-Gesteine spezifisch cyprisch sind, daß während der ganzen Bildungszeit des Massivs eine Ost-West-Zugbeanspruchung herrschte. Man leitet die ultrabasische Natur der magmatischen Troodos-Abfolge von einem Stamm-Magma des Peridotit-Mantels der Erde ab.

Betont wird das Fehlen von Sedimenten im Massiv.

Die Tatsache wird ferner betont, daß die meisten Extrusiva Kissenlaven sind. Eine sialische Kruste unter Cypern wird zudem wahrscheinlich gemacht.

Diese Bedingungen lassen sich nach GASS am besten durch die folgenden Vorgänge erklären (Abb. 1):

1. In prä-triassischer Zeit waren die Kontinente Eurasien und Afrika weiter getrennt als gegenwärtig. Das Gebiet des jetzigen östlichen Mittelmeeres war ozeanisch, daher war die sialische Kruste dünn oder fehlte. Im Paläozoikum begann am Ozeanboden die vulkanische Tätigkeit. Sie schuf eine Aufsichtung (pile) von 80 km Durchmesser, dort wo sich der Troodos befindet. Die E-W-Zug-Beanspruchung (stress) zwang das eindringende Material zur N-S-Anordnung. Diese setzte sich fort, bis die E-W-Ausmaße der vulkanogenen Aufsichtung ca. 240 km erreicht hatten.
2. Während der alpidischen Orogenese begannen die kontinentalen Schilde sich aufeinander zu bewegen. Der Afrikanische Schild unterfuhr die vulkanischen Massen des Troodos (und andernorts den eurasiatischen Schild). Der Troodos wurde zum Horst über dem Meeresspiegel. Es gab Intrusionen von Serpentin. Der Hauptvulkanismus hörte auf, weil die Verbindung zu den magmatischen Wurzeln abgeschnitten wurde.
3. Die Unterfahrung des Troodos durch den Afrikanischen Schild drückte die Manteloberfläche um einen Betrag hinab, der größer war als der isostatische Ausgleich. Daraus ergab sich isostatische Aufwärtsbewegung auch nach dem Ende der alpidischen Orogenese. Die vulkanischen Massen wurden fast bis zu ihren Wurzeln abgetragen (GASS).

Die Schweremessungen zeigen, daß Cypern in geringer Tiefe von einer ausgedehnten Schicht hoher Dichte unterlagert wird. Sie müßte mindestens 11 km betragen (3.3 g/cm^3). Das regionale isostatische Gleichgewicht zeigt, daß diese hochdichte Lage vom eigentlichen Mantel durch eine Schicht niedriger Dichte getrennt ist. Die obere Lage ist ultrabasisch, die Zwischenschicht sialisch. Das Schwerfeld liegt über ganz Cypern. Die Raumgestalt der ultrabasischen Schicht wird als feste Schubmasse gedeutet. Das Troodos-Massiv erlitt keine wesentliche Deformation.

Die vorherrschende E-W-Zugbeanspruchung während der Ausbildung des Troodos-Massivs wird nach GASS & MASSON-SMITH (1963) belegt durch die N-S-Anordnung des sog. „Sheeted Intrusive Complex“, eines ungewöhnlich dichten und regelmäßigen Gangschwarms sowie der N-S-Bänderung im plutonischen zentralen Troodos und der Ausrichtung der Gänge in den Kissenlaven. Das Troodos-Massiv wurde seit seiner Entstehung nicht deformiert. Es fehlen radiale oder randliche Strukturen, welche anzeigen würden, daß gewaltsam geschmolze-

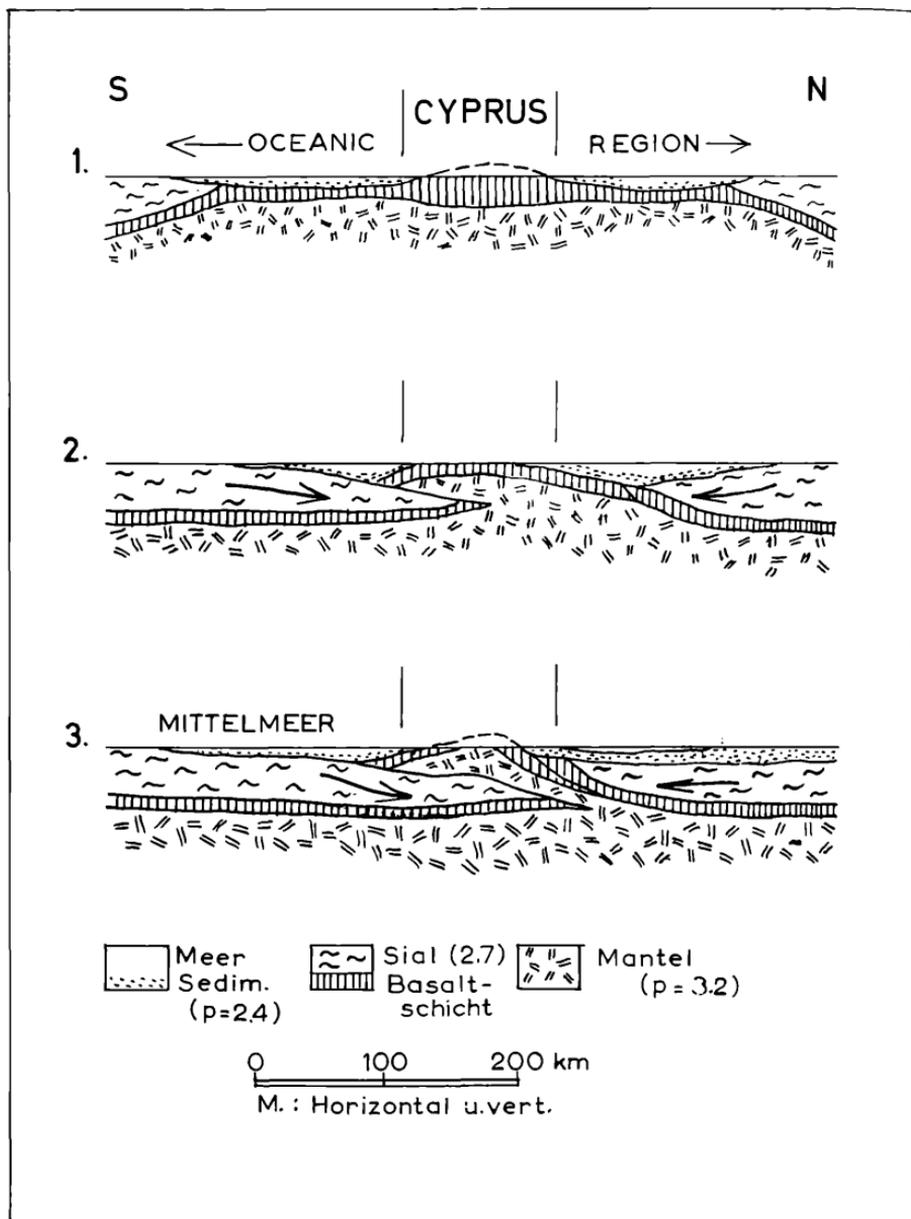


Abb.1: Die Unterschiebung Cyperns durch den Afrikan. Schild
(n. GASS/MASSON-SMITH).

nes oder plastisches Magma von einem zentralen Zufuhrort aus eindrang. Nicht gemeint sind die späteren Verwürfe, Verschiebungen und randlichen Zertrümmierungen. Petrologisch wird eine Differentiation aus einem peridotitischen Magma deutlich. Gesteine sind Dunite, Peridotite, Olivingabbros bis Gabbros und „Graprophyre“. Gewisse Umwandlung zeigt nur der „Sheeted Intrusive Complex“ (daher die „Diabase“). Die Serien der Troodos-Kissenlaven (pillow lava series) sollen sich aus der selektiven Aufschmelzung peridotitischen Troodosmaterials ableiten.

Als pseudostratiformen alpinotypen Peridotit-Gabbro-Komplex, dessen Platznahme in Form zweier magmatischer Komponenten fast gleichzeitig erfolgte, stellte BEAR (1966) den Troodos dar. Er betont den alkalinen Charakter der oberen Kissenlaven. Die alpine Tendenz des Komplexes bemerkte zuerst THAYER bei seinem Besuch im September 1962 (vgl. THAYER 1960). Die Ähnlichkeit mit alpinen Komplexen zeige sich besonders in den Chromitlagerstätten. Die Rolle tholeiitischer Magmen in ihrer Beziehung zum Erdmantel in ozeanischen Provinzen wird auch von BEAR für Cypern betont.

Nach H. BORCHERT (1972) handelt es sich beim Troodos um den Modellfall für die Primärdifferentiation des Erdmantels. Er mißt der Untersuchung der Hauptelemente sowie Spurenelemente im Verlauf der Differentiation größte Bedeutung bei. Chemisch und petrographisch entstanden verschiedene Gesteine aus demselben Ursprungsmagma. BORCHERT sagt auch, daß die zeitliche Einstufung (also die geologische Zuordnung) beachtliche Schwierigkeiten macht, hält jedoch ein oberkretazisches Alter für wahrscheinlich (in Analogie). Zwischen der Ausbildung des Troodos-Komplexes in der Tiefe und der Heraushebung als Gebirge klafft eine zeitliche Lücke. Die Hochhebung begann mit dem Miozän, die Abtragung des kristallinen Troodos erst im Pliozän, war stark im Quartär und dauert an. Hinsichtlich des Befundes, besonders der Gesteine, stimmen alle Bearbeiter weitgehend überein, die Deutungen weichen voneinander ab. Die genauen Untersuchungen cyprischer Erzlagerstätten und Troodosgesteine von D. WOLFF (1964, 1966), W. BÖTTCHER (1967, 1969) und O. KORTAN (1970) entsprechen der Gesamtauffassung von H. BORCHERT. So lesen wir bei D. WOLFF: „Die extrusiven und intrusiven Formationen Cyperns sind im wesentlichen verschiedene Glieder einer zusammengehörenden magmatischen Periode. Letztere ist als initialer ophiolitischer Magmatismus einzuordnen in das spätmesozoische bis frühtertiäre Geosynklinalgeschehen, das auch durch fast ganz Südanatolien zu verfolgen ist“ (vgl. BORCHERT 1960). WOLFF (1966) stellt den Ablauf des magmatischen Geschehens entsprechend dar. Zum Fehlen der kontaktmetamorphen Bildungen heißt es: „Größere Temperaturdifferenzen konnten wegen ständiger Aufheizung in dem gesamten Komplex nicht auffällig werden, so daß es auch zu keinen kontaktmetamorphen Umwandlungen größeren Stils kam.“ WOLFF geht dann auf die im Umkreis der Vererzung in Cypern so ausgeprägte Propylitisierung näher ein. Seine Studien sind für den Lagerstättenpraktiker gut anwendbar. Es fehlt hier der Platz, auf die guten Beobachtungen

über Zementation und Oxydation einzugehen. Ausgezeichnete Schliffbilder belegen die Schilderungen.

Die alte Auffassung von H. BORCHERT (1960) findet Bestätigung in der gründlichen Arbeit von W. BÖTTCHER (1969). Petrographisch trägt sie dazu bei, wichtige Unterlagen zu schaffen, was z. B. die Variationsprofile belegen und die guten Schliffbilder deutlich machen. Der Differentiationsverlauf ist in Diagrammen gezeigt. Dennoch läßt möglicherweise eine auf selektiv genommene Gesteinsproben aufgebaute petrographische Ableitung auch abweichende geologische Deutung zu.

Die am gründlichsten untersuchte Kupfer-Pyrit-Erzlagerstätte Cyperns ist Skouriotissa. Auf die einzigartige Möglichkeit ihrer Aufnahme wies schon CALLAGHAN (1966) betont hin. In jahrelanger Arbeit hat O. KORTAN (1970) diese ausgeführt. Daraus sind zu entnehmen Beziehungen zwischen Erztypen und Gestein, Grade der Umwandlung, räumliches Nebeneinander von magmatischem Gestein, Erz und Sedimentation. Die submarine Ausbreitung der sulfidischen Erze erfolgte über einer Lavoberfläche entlang günstiger Bedingungen. Auch Verdrängung von Lava durch Erz wird gezeigt. KORTAN stellt vergleichend alle cyprischen Erzkörper dar sowie genaue Angaben der Reserven.

Im Südosten des Troodos findet sich nordöstlich von Limassol das ultrabasisch-basische Kakomalis-Massiv, das dem zentralen Troodos petrographisch entspricht. Ich hatte es genau zu begehnen. Anlaß war die Verfolgung jener sehr gestörten Zone im Serpentin, in welcher die Hellenic Mining Company eine Lagerstätte mit Nickel-Kupfer-Kobalt-Vererzung durch Schürfgräben, Schächte und Bohrungen untersucht hatte (W. SCHMIDT 1954/55). Die wichtige Stellung dieses ultrabasischen Komplexes, in dem sich auch Vorkommen von Chromit, Magnesit und Kupfer finden, wurde mehrfach betont (SCHMIDT 1959, S. 187, 189 u. Abb. 1, SCHMIDT 1960, S. 390/391 u. Taf. 7).

Erzproben wurden von Prof. P. RAMDOHR und seinen Mitarbeitern genau bestimmt (ANTUN, EL GORESY, RAMDOHR 1966). Es finden sich auch Hinweise auf die tektonische Stellung.

Dieses Massiv wurde von H. LAPIERRE & G. ROCCI als „Massiv von Kellaki“ zum Gegenstand eingehender Untersuchung gemacht (LAPIERRE & ROCCI 1969). Es liegt vom zentralen Troodoskern entlang einer Störung abgesetzt und etwa 1000m tiefer als Bastion des Gesamtmassivs im SE.

Wichtig erscheint, daß nach LAPIERRE & ROCCI der Kellaki-Komplex weit mehr tektonisch überprägt wurde als der zentrale Troodos selbst, was auf die Rolle als vielleicht tiefere Scholle hinweist. Auch hier gibt es nur Randzonen größter Durchbewegung und Verwerfung. Wenn auch die petrographische Verwandtschaft zum Troodos außer Zweifel steht, so sind die räumlichen Beziehungen noch nicht völlig geklärt. Zu beachten ist die für Cypern ungewöhnliche Vererzung mit Nickel, Kupfer, Kobalt auf einer vermutlich sehr tiefreichenden Störzone.

Sedimente zwischen und über Kissenlaven des Troodos-Massivs waren seit ihrer ersten Feststellung immer wieder Anlaß der Untersuchung und Deutung. Sie sind nur in Resten erhalten. Zu ihnen gehören sog. Umber, Manganschiefer-tone,

verkieselte Lagen u. a. Ihre ungewöhnlich hohen Gehalte an Fe, Mn, As und Cu wurden näher untersucht (ELDERFIELD, GASS, HAMMOND, BEAR 1972). An diesen Sedimenten soll Material eines Vulkanismus längs einer Tethyserhebung beteiligt sein. Laugung spielte eine Rolle und hydrothermale Tätigkeit führte zur Anreicherung von Kupfer, Blei, Zink und Nickel.

Gehalte an seltenen Erden des Troodos-Ophiolit-Komplexes wurden von KAY (1972) festgestellt, ähnlich derer in analogen Gesteinen mittel-ozeanischer Rücken und kleiner ozeanischer Becken. Die Verwandtschaft der basischen Troodosgesteine mit mittelozeanischen Tholeiiten könnte durch Meerwassereinwirkung teils verdeckt sein. Ähnliche Untersuchungen stammen von PETERMAN (1970, 1971).

Die Erzlagerstätten der Insel waren über Jahrzehnte Anlaß der Untersuchung und Beschreibung. Unter den älteren Schilderungen nehmen CULLIS & EDGE (1922) eine vorausweisende Stellung ein. Verfasser befaßte sich mehrfach mit ihnen (SCHMIDT 1953—1966), wobei der Struktur und Tektonik der Erzkörper und dem Grad ihrer Erhaltung oder Abtragung das Augenmerk galt (SCHMIDT 1960b, 1962). Ihre Gesamtheit und den Bergbau beschrieb BEAR (1963 a). Zu den behandelten Schwerpunkten zählen die Asbestlagerstätten des Troodos (SAGUI 1925), die Pyrit-Kupferkieslagerstätten von Agrokipia, Kokkinopezoula, Memi-Alestos, Kalavassos, Asproyia, Kykko-Konisi, Pefkos-Prastion (SCHMIDT 1953—1955). Über Kokkinopezoula erfahren wir besonders durch WOLFF (1964, 1966), Kokkinopezoula und Agrokipia durch KATTAMIS (1963). Die Memi-Mine beschreibt PANTAZIS (1969), die Troulli-Lagerstätte LILLJEQUIST (1969). Eingehend beschrieb MOUSSOULOS (1957) die Kalavassos-Erzkörper (daher der „Moussoulos Ore Body“!). Über Kinousa verfaßte HARRIS (1956), über Skouriotissa und benachbarte Erzkörper KORTAN (1970).

Mehrere Berichte behandeln die cyprischen Lagerstätten als Gesamtheit (s. Schrifttum). Der Versuch, diese Lagerstätten mit verwandten der Erde zu vergleichen, wurde unternommen (CLARK 1971, HUTCHINSON 1965, 1971, WILLIAMS 1966).

Es findet sich eine eigenartige Kupfervererzung im „Sheeted Complex“ des westlichen Troodosgebirges (SCHMIDT 1962). Parallel mit den steil einfallenden Gängen streichen die Vererzungen bei Kykkos N-S, weiter westlich, z. B. am Konisi NNW-SSE. Primäres Erzmineral ist Kupferkies in Adern, vererzten brecciosen Spaltenfüllungen, erzreichen Störungszonen. Von den sekundären Anreicherungen mit Cuprit u. a. sind nur noch Reste da. Diese ausgedehnt entwickelten Erztonen waren in der Antike vielenorts Gegenstand des Bergbaus, meist unter Tage. Stollen, Schrägschächte und Abbauorte sind weitgehend erhalten, die Stollenzugänge meist verschüttet. Diese Anlagen im steilen Gebirge erfreuten sich guter Bewetterung und Entwässerung. In der vulkanogenen Abfolge befindet man sich hier in einem tieferen Stockwerk, über dem die höheren Kissenlaven infolge der Heraushebung des Troodos abgetragen sind. Anders als bei den stratiformen Pyriterkörpern der Kissenlaven folgt hier die Vererzung tief hinabreichenden

Störungszonen. Waren sie zugleich Aufstiegsbahnen für die Erzkörper der Kissenlaven? Deren Untergrund in viel tieferer Lage ist nur teils bekannt.

Strukturgeologische Untersuchungen wurden ausgeführt im Rahmen des Troodos (BISHOPP 1952, CARR 1960, SCHMIDT 1960a, GASS 1960, 1963, GEORGE 1974, SEARLE 1969, TURNER 1969) und dessen SE-Fortsetzung (LAPIERRE & ROCCI 1967). Sie betrafen z.T. vor allem die Erzkörper (SCHMIDT 1960b, KORTAN 1970). Annahmen über die N-S-Ausrichtung der Kristallinen Schiefer einerseits, der ultramafischen Plutonie andererseits in ihrer Beziehung zu den Nachbarländern machte HIESSLEITNER (1957). BAGNALL (1964) zeigt die starken Versetzungen mächtiger Zonen entlang E-W-Bahnen, besonders beiderseits des Troodos. Andere Untersuchungen galten den Tiefenstrukturen der Nordkette und Mittelebene (AUBERT & BAROZ 1974). Verwerfungen und Erdbebenfolgen im Paphosgebiet wurden studiert (MERCIER et al. 1974). Im Rahmen der Strukturgeologie und Tektonik eröffnen sich in Cypern noch fast unbegrenzte Untersuchungsmöglichkeiten.

Schema der eruptiven Abfolge und tektonischer Vorgänge im Umkreis der Erzlagerstätten von Kalavassos (zu Abb. 2):

1. Auflagernde miozäne Kalke, stark verworfen, z.T. Schuttstrom.
2. Terra umbra, eisen-manganreiche Feinsedimente, mit der obersten bunten Lavabreccie verschuppt. Verwitterungshorizont.
3. Bunte Lavabreccie mit Zufuhrspalten.
4. Ältere Kissenlaven, durch Verwitterung (infolge Pyritgehalts) rot verfärbt, durchädert und zersetzt und mit oxidischen Kupfermineralien.
5. Pyriterzkörper zwischen propylitischem Andesit (z.T. schwarzes Glas und Tuffit, auch andesitische Gänge) mit steiler Zufuhrspalte (Störung).
6. Durch Oxidation und Laugung zerstörter oberer Teil des Erzkörpers (Jarosit u. a.).
7. Propylitische Unterlage der Erzkörper (veränderter Basalt) mit fein verteiltem Kupferkies.
8. Gabbro-Intrusion (uralitisiert), z.T. säulig, mit Schollen der unteren Kissenlaven.
9. Unterlage aus Gestein des „Sheeted Complex“ (Diabas).
10. Störung mit Vererzung.
11. Brecciöse Zone: Bewegungsbahn.
12. Schwarze vulkanische Gläser und Asche sowie chloritisch-andesitische Gänge (Dykes).
13. Diabas mit feinen Adern von Kupferkies.

Diese Feststellungen entstammen dem Tagebuch (1955) des Verfassers. Bei der Suche nach Erzkörpern muß sehr ins Detail gegangen werden. Wiewohl großräumige Hypothese wertvoll sein wird, muß auf die vielen Abweichungen von Ort zu Ort Rücksicht genommen werden. Bekanntlich hat jede einzelne Lager-



Abb. 2: Eruptive Abfolge und tektonische Vorgänge bei Kalavassos. —

stätte ihren besonderen Bau und Werdegang. Ein Schema ist nützlich, doch nicht ohne Risiko. So sei dieser Beitrag aufgefaßt.

Um für den Troodos-Komplex die erdgeschichtlichen und tektonischen Vorgänge zu erfassen und Vergleiche möglich zu machen, wurden geochemische Methoden angewandt. Gehalte an stabilen und zur Unterscheidung von Magmentypen geeigneten Elementen wurden nach Erfahrungen aus ozeanischen Erdgebenden bestimmt (PEARCE 1975). Daß sich der Ozeanboden ausweitete, wird für die Trias angenommen. Eine ozeanische Insel lieferte alkalische Laven. In der Kreide taucht diese ozeanische Kruste entlang einer Zone gegen Süden ab. Im Campan dehnt sich hinter dieser Zone der Bereich so, daß an einer E-W-Achse Kissenlaven, Diabasgangschwärme und der plutonische Troodos-Komplex Raum gewinnen. Die oberen Kissenlaven folgen später als basaltische Laven eines Inselbogens, vom Graben abgesetzt. Die Laven der Mamonia-Formation und der Nordkette ähneln sich im Gegensatz zu denen des Troodos. Von Maestricht bis ins Miozän entstanden in randlichen Becken pelagische Sedimente. Der Hochstieg des Troodos geht im unteren Miozän dem der cyprischen Nordkette voraus.

Im Zuge weit über Cypern hinausgehender Diskussion wird die Rolle des Troodos-Massivs als Fragment eines ehemaligen Ozeanbodens betont (GASS 1969), eines tiefen Ozeanbodens (MOORES & VINE 1969, 1971) sowie das magmatische Geschehen im Stile der ozeanischen Rücken (GREENBAUM 1972). Indizien werden ermittelt, um vergangene Ozeanausdehnung und das Verhalten im Inselbogen oder am Plattenrand zu erklären (NISBET & PEARCE 1973, GASS

& SMEWING 1973, MIYASHIRO 1973, KIDD & CANN 1974, COLEMAN & IRWIN 1974). Dazugehörige Sedimentation wird erörtert (HUDSON & ROBERTSON 1973, 1974).

Schriftenverzeichnis

- ADAMIDES, N. G. (1975): Geological history of the Limni concession, Cyprus, in the light of the plate tectonics hypothesis. — *Inst. Min. Metall., Trans., Sect. B.* **84**: B 17—B23.
- AMSTUTZ, G. C. (1957): Spilitisation — the missing link in ore and rock genesis. — *Naturwiss.*, **44**: 490
- ANTUN, P., EL GORESY, A., & P. RAMDOHR (1966): Ein neuartiger Typ „hydrothermaler“ Cu-Ni-Lagerstätten. Mit Bemerkungen über die Mineralien: Vallerit, Mackinawit, Oregonit. — *Mineralium Deposita*, **2**: 113—132.
- AUBERT, M., & BAROZ, F. (1974): Structure profonde de la chaîne du Pentadaktylos et de la Mesaoria (Chypre) (Deep structure of the Pentadaktylos Range and Mesaoria (Cyprus). — *Inst. Fr. Pet., Rev.*, **29**: 361—374.
- AVNIMELECH, M., A. (1969): Bibliography of Levant geology including Cyprus, Hatay, Israel, Jordania, Lebanon, Sinai and Syria. — *Israel Program, Sci. Trans.*, **2**: 184 S.; Jerusalem.
- BAGNALL, P. S. (1960): The geology and mineral resources of the Pano Lefkara-Larnaca area. — *Mem. Geol. Surv., Cyprus*, **5**: 1—116; Nicosia.
- (1964): Wrench Faulting in Cyprus. — *Journ. Geol.*, **72**: 327—345.
- BAROZ, F. (1970): Observations nouvelles sur l'Eocène de la chaîne de Kyrenia (Chypre). — *C. R. Acad. Sci.*, **270**: 1205—1208; Paris.
- BEAR, L. M. (1958): A Preliminary Note on the Schist Series of Cyprus. — *Cyprus, Ann. Rep. Geol. Surv.* (1957), 17—20; Nicosia.
- (1961): A Bibliography of Cyprus Geology. — *Cyprus, Ann. Rep. Geol. Surv.* (1960): 35—45; Nicosia.
- (1963a): The Mineral Resources and Mining Industry of Cyprus. — *Geol. Surv. Dep. Cyprus*, **1** (Bull.): 1—208; Nicosia.
- (1963b): Geological Map of Cyprus, 1:250 000. — *Geol. Surv. Dep. Cyprus*; Nicosia.
- (1966): The Evolution and Petrogenesis of the Troodos Complex. — *Cyprus, Ann. Rep. Geol. Surv.* (1965): 26—38; Nicosia.
- BERGEAT, A. (1892): Geologie der massigen Gesteine der Insel Cypren. — *Tscherm. Min. u. Petrogr. Mitt.*, **12**:
- BISHOPP, D. W. (1952): The Troodos Massif, Cyprus. — *Nature*, **169**: 489.
- (1960): Ultrabasic Pillow-Lavas from Cyprus. — *Geol. Mag.*, **97**: 82—84.
- BOEKSCHOTEN, G. J., & SONDBAAR, P. Y. (1972): On the fossil mammalia of Cyprus. *Ned. Akad. Wet., Proc., Ser. B*, **75**: I: 306—325; II: 326—338.

- BÖTTCHER, W (1967): Die Verteilung der Hauptelemente Silizium, Aluminium, Eisen, Magnesium, Calcium, Natrium und Kalium bei der fraktionierten Kristallisation eines basaltischen Magmas, untersucht am Beispiel der Tiefengesteine des Troodos-Komplexes der Insel Zypern. — Diss. Clausthal.
- (1969): Zur Entstehung des magmatischen Troodos-Komplexes (Zypern). — N. Jb. Miner., Abh. 110: 159—187; Stuttgart.
- BORCHERT, H. (1960): Geosynklinale Lagerstätten, was dazu gehört und was nicht dazu gehört sowie deren Beziehungen zu Geotektonik und Magmatismus. — Freiburger Forschungsh., C 79: 7—61.
- (1961): Zusammenhänge zwischen Lagerstättenbildung, Magmatismus und Geotektonik. — Geol. Rundsch., 50: 131—165; Stuttgart.
- BORCHERT, H., & LAMBY (1972): Tiefengesteine des Troodos-Komplexes der Insel Zypern. — Deutsche Forschungsgemeinschaft, Forschungsbericht „Unternehmen Erdmantel“: 267—269; Bad Godesberg.
- CALLAGHAN, E. (1966): Emplacement of massive cupreous pyrite orebody Skouriotissa, Cyprus. (Abstr.). — Geol. Soc. Amer., Spec. Paper, 87: 25—26.
- CARR, J. M., & BEAR, L. M. (1960): The Geology and Mineral Resources of the Peristerona — Lagouthera Area. — Mem. Geol. Surv., Cyprus, 2; ; Nicosia.
- CLARK, L. A. (1971): Volcanogenic Ores; Comparison of cupriferous Pyrite Deposits. — In: Intern. Assoc. of the Genesis of Ore Deposits, Tokyo-Kyoto Meetings, Papers and Proc., Soc. Min. Geol. Jap., spec. issue, 3, 206—215; Tokyo.
- CONSTANTINOU, G., & GOVETT, G. J. S. (1972): Genesis of sulphide deposits, ochre and umber of Cyprus. — Trans. Inst. Min. Metall., Sect. B: Appl. earth sci., 81: 34—46.
- CORLISS, J. B., GRAF, J. L. JR., & SKINNER, B. J. (1972): Rare earth data for iron- and manganese — rich sediments associated with sulphide ore bodies of the Troodos Massif, Cyprus. — Geol. Soc. Am., Abstr., 4: 476—477.
- CULLIS, G. G., & EDGE, A. B. (1922): Report on the cupriferous deposits of Cyprus. — London.
- DESPRAIRIES, A., & LAPIERRE, H. (1973): Les argiles liées au volcanisme du massif du Troodos (Chypre) et leur remaniement dans sa couverture. (The clays associated with the volcanism of the Troodos Massif (Cyprus) and their detrital products in the cover sediments.) — Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn. — 15: 499—510.
- ELDERFIELD, H., GASS, I. G., HAMMOND, A., & L. M. BEAR (1972): The origin of ferromanganese sediments associated with the Troodos Massif of Cyprus. — Sedimentology, 19: 1—19; Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- GASS, I. G. (1958): Ultrabasic pillow lavas from Cyprus. — Geol. Mag., 95: 241—251.
- GASS, I. G., & MASSON-SMITH, D. (1960): The Geology of the Akamas Peninsula. — Cyprus, Ann. Rep. Geol. Surv. (1959), 19—29; Nicosia.
- GASS, I. G. (1960): The Petrology, Structure and Evolution of the Troodos Massif, Cyprus. — Diss. Univ. Leeds.
- GASS, I. G., & MASSON-SMITH, D. (1963): The Geology and Gravity Anomalies of the Troodos Massif, Cyprus. — Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A, math.-phys. Sci., Nr. 1060, 255: 417—467; London.

- GASS, I. G. (1967): The Ultrabasic Volcanic Assemblage of the Troodos Massif, Cyprus. — In: Ultramafic and related Rocks, 121—134; New York, London, Sydney.
- (1969): Is the Troodos massif of Cyprus a fragment of Mesozoic ocean floor? — *Nature*, **220**, (No. 5162); 39—42; London.
- GASS, I. G., & SMEWING, I. D. (1973): Intrusion, extrusion and metamorphism at constructive margins: evidence from the Troodos Massif, Cyprus, — *Nature*, **242**: 26—29; London.
- GEOPHYS. CYPRUS (1969): An Airborne magnetic and electro-magnetic survey in Cyprus. — *Bull. Geol. Surv. Dep., Cyprus*, **3**: 76 S.; Nicosia.
- GEORGE, R. P. jr. (1974): Internal Structure of the Troodos Ophiolite Complex, Cyprus (abstr.). — *Eos, Am. Geophys. Union, Trans.*, **55**, 435.
- GIERMANN, G. (1966): Gedanken zur Ostmediterranen Schwelle. — *Bull. de l'Inst. Océanographique, Monaco*, **66**: Nr. 1362 B.
- GOVETT, G. J. S., & PANTAZIS, TH. M. (1971): Distribution of Cu, Zn, Ni and Co in the Troodos Pillow Lava Series, Cyprus. — *Trans. Inst. Min. Metall.*, **80**: 27—46.
- GOVETT, G. J. S. (1972): Interpretation of a rock geochemical exploration survey in Cyprus; statistical and graphical techniques. — *J. Geochem. Explor.*, **1**: 77—102.
- GRÄBE, R. (1972): Analyse der metallogenetischen Faktoren stratiformer sulfidischer Geosynklinallagerstätten. — *Z. angew. Geol.*, **18**; 289—300; Berlin.
- GREENBAUM, D. (1972): Magmatic Processes at Ocean Ridges; Evidence from the Troodos Massif, Cyprus. — *Nature*, **238** (No. 80): 18—21; London.
- (1973): The Geology and evolution of the Troodos Plutonic Complex and associated chromite deposits, Cyprus. — (abstr.), *Inst. Min. Metall., Trans., Sect. B*. **82**: B 78.
- GREGORY, J. W (1931): A Submarine Trough off the Coast of Cyprus. — *Geogr. J.*, **78**: 357—361.
- HARRIS, D. C., & VAUGHAN, D. J. (1972): Two fibrous iron sulfides and valeriite from Cyprus with new data on valeriite. — *Am. Mineral.*, **57**: 1037—1052.
- HARRISON, J. C. (1955): An Interpretation of Gravity Anomalies in the Eastern Mediterranean. — *Phil. Trans. Roy. Soc. No. 947*, **248**: 283—325.
- HENSON, F. R., BROWNE, R. V., & MCGINTY, J. (1949): A Synopsis of the Stratigraphy and Geological History of Cyprus. *Quart. J. Geol. Soc.*, **105**: 1—41, 2 Taf.; London.
- HIESSLEITNER, G. (1957): Beitrag zur Geologie von Cypern. — *Jb. Geol. Bundesanst.*, **100**: 239—255; Wien.
- HUDSON, J. D., & ROBERTSON, A. H. F. (1973): Sedimentation on Cretaceous Ocean-ridge, Troodos Massif, Cyprus. — *Am. Assoc. Pet., geol. Bull.*, **57**: 785.
- HUTCHINSON, R. W (1965): Genesis of Canadian massive sulphides reconsidered by comparison to Cyprus deposits. — *Canad. Min. Met. Bull.*, **58**: 972—986; Montreal.
- HUTCHINSON, R. W., & SEARLE, D. L. (1971): Stratabound Pyrite Deposits in Cyprus and Relations to other Sulphide Ores. — In: *Intern. Assoc. of the Genesis of Ore Deposits, Tokyo-Kyoto Meetings, Pap. and Proc.; Soc. Min. Geol. Jap., spec. issue*, **3**; 198—205; Tokyo.
- INGHAM, F. T., & WILSON, R. A. M. (1959): Account of the Mineral Resources: Xeros-Troodos Area. — *Geol. Surv. Dep. Cyprus, Mem.* **1**; Nicosia.

- JOHNSON, A. E. (1972): Origin of Cyprus Pyrite Deposits. — In: Mineral Deposits, sect. 4, Int. Geol. Congr. Progr. Nr. 24: 291—298.
- KATTAMIS, TH. (1963): Etude Metallogénique des Gisements de Pyrite de Kokkinopezoula et Agrokippia (Chypre). — Ann. soc. Géol. Belg., Bull. 5—10 (1961/62), 85: 209—248.
- KAY, R., & SENECHAL, R. (1972): Rare Earths in Mafic Rocks of the Troodos Ophiolite, Cyprus. — (Abstr.) Eos: Amer. Geophys. Union. Trans., 53: 536.
- KHAN, M. A., SUMMERS, C., & BAMFORD, S. A. D. (1972): Reversed Seismic Refraction Line on the Troodos Massif, Cyprus. — Nature; Phys. Sci., 238: 134—136; London.
- KIDD, R. G. W., & CANN, J. R. (1974): Chilling statistics indicate an ocean-floor spreading origin for the Troodos complex, Cyprus. — Earth Planet. Sci. Lett., 24: 151—155.
- KLUYVER, H. M. (1969): Report on a regional geological mapping in Paphos district. — Cyprus Geol. Surv., Bull. 4: 21—36 (geol. Kt. 1:33000), Nicosia.
- KORTAN, O. (1970): Zur Bildung der Schwefelkies-Vorkommen Cyperns unter besonderer Berücksichtigung der Lagerstätte Skouriotissa. — Diss. Claustahl: 260 S.
- KUSS, S. E. (1973): Die pleistozänen Säugetierfaunen der ostmediterranen Inseln. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 63: 49—71.
- LAPIERRE, H., & ROCCI, G. (1967): Le Massif Plutovolcanique basique de Kellaki (Chypre). 1. — Etude pétro-graphique et structurale. — Science de la Terre, 12: 145—181; Nancy.
- LAPIERRE, H. (1968a): Découverte d'une série volcanosédimentaire probablement d'âge crétacé supérieur au sud-ouest de l'île de Chypre. (Discovery of a volcanic-sedimentary series of probable upper Cretaceous age, southwest Cyprus). — Acad. Sci., C. R., Sér. D, 266 (No. 18): 1817—1820. Paris.
- (1968b): Nouvelles observations sur la série sédimentaire de Mamonia (Chypre). (New data on the Mamonia sedimentary series, Cyprus). — Acad. Sci., C. R., Sér. D, 267: 32—35; Paris.
- LAPIERRE, H., & ROCCI, G. (1969): Un bel exemple d'association congénétique laves-radiolarites-calcaires; la formation triasique de Petra tou Romiou (Chypre). — Acad. Sci., C. R., Sér. D, 268 (22): 2637—2640.
- LAPIERRE, H. (1970): Découverte de plusieurs phases orogéniques mésozoïques au sud de Chypre. — Acad. Sci., C. R., Sér. D, 270 (15): 1876—1878; Paris.
- LAPIERRE, H., & PARROT, J. F. (1972): Identité géologique des régions de Paphos (Chypre) et du Baer-Bassit (Syrie). — Acad. Sci., C. R., Sér. D, 274 (14): 1999—2002; Paris.
- LAPIERRE, H. (1973): Caractères des altérations des minéraux des roches ultrabasiques et basiques du Troodos et de Mamonia (Chypre). — Réunion. Annu. Sci. Terre (Program. Res.): 250.
- LILLJEQUIST, R. (1969): The geology and mineralization of the Troulli inlier. — Geol. Surv., Cyprus, Bull. 4 (incl. geol. Kt. 1:50000): 45—87; Nicosia.
- LORT, J. M., & MATTHEWS, D. H. (1972): Seismic Velocities measured in Rocks of the Troodos Igneous Complex. — R. Astron. Soc.; Geophys. J., 27: 383—392.
- MALLOTIS, G. (1966): The Troodos massif, Cyprus. — Sheffield Univ., Geol. Soc., J., 5: 10—19.

- MANTIS, M. (1972): Some planctonic foraminifera from the Paleogene of south Cyprus. — *Cyprus Geol. Surv., Bull.* 5; 91—124; Nicosia.
- MERCIER, J., VERGELY, P., & DELIBASSIS, N. (1973): Comparison between deformation deduced from the analysis of recent faults and from focal mechanisms of earthquakes. (an example: The Paphos region, Cyprus). — *Tectonophysics*, 19: 315—332; Amsterdam.
- MIYASHIRO, A. (1973): The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19: 218—224.
- MOORES, E. M., & VINE, F. J. (1969): Troodos massif, Cyprus, a deep ocean floor; preliminary structural and petrologic evidence (abstr.). — *Eos (Amer. Geophys. Union, Trans.)*, 50: 333.
- MOORES, E. M., & VINE, F. J. (1971): The Troodos Massif, Cyprus, and other ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications. — *Phil. Trans. Roy. Soc.*, A 268: 443—466.
- MOSHKOVITZ, S. (1966): The age of the Kyrenia formation in Cyprus. — *Int. Union Geol. Sci., Comm. Medit. Neogene Stratigr., Sess. 3, Proc.*: 303—307.
- MOUSSOULOS, L. (1957): Contribution à l'étude des Gisements de Pyrite cuivreuse de l'île de Chypre. Recherches géologiques et minières dans la région de Kalavassos. — *Ann. Géol. des Pays Hell., Sér. 1*, 8: 269—320; Athen.
- NISBET, E., & PEARCE, J. A. (1973): TiO_2 and a possible Guide to past oceanic spreading rates. — *Nature*, 246 (No. 5434): 468—470; London.
- PANTAZIS, TH. M. (1967): The Geology and Mineral Resources of the Pharmakas — Kalavassos Area. — *Geol. Surv. Dep., Cyprus, Mem.* 8: 190 S.; Nicosia.
- (1969a): A revised bibliography of Cyprus geology. — *Geol. Surv. Dep., Cyprus, Bull.* 2: 57—81; Nicosia.
- (1969b): Landslides in Cyprus. — *Geol. Surv. Dep., Cyprus, Bull.* 4: 1—20; Nicosia.
- (1969c): The Memi mine (Cyprus). — *Geol. Surv. Dep., Cyprus, Bull.* 4: 37—44; Nicosia.
- PEARCE, J. A. (1975): Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. — *Tectonophysics*, 25: 41—67; Amsterdam.
- PETERMAN, Z. E., COLEMAN, R. G., & HILDRETH, R. A. (1970): Sr 87/Sr 86 in mafic rocks of the Troodos massif, Cyprus — *Geol. Soc. Amer., Abstr.*, 2: 650.
- (1971): Sr 87/Sr 86 in mafic rocks of the Troodos massif, Cyprus. — *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, No. 750 D: 157—161.
- PETROPOULOS, P. G. (1967): The Mining Industry of Cyprus. — *Inst. Min. Metall., Trans.*, 76, Bull. No. 725: A 57—66.
- PFANNENSTIEL, M. (1952): Das Quartär der Levante. Teil I: Die Küste Palästina-Syriens. — *Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Abh. math. nat. Kl.*, 7: 375—475.
- (1960): Erläuterungen zu den bathymetrischen Karten des östlichen Mittelmeeres. — *Bull. de l'Inst. Océanographique Monaco*, No. 1192: 60 S.
- PICARD, L. (1943): Structure and evolution of Palestine, with comparative notes on neighbouring countries. — *Bull. Geol. Dep. Hebrew Univ.*, 4, Jerusalem.
- (1968): The fault pattern of the Levant and application to the structure of Cyprus, and practical approach to the groundwater research.

- POSTER, C.K. (1973): Ultrasonic velocities in rocks from the Troodos Massif, Cyprus. — *Nature; Phys. Sci.*, **243**, (No. 123): 2—3; London.
- ROBERTSON, A. H. F., & HUDSON, J. D. (1973): Cyprus umbers; chemical precipitates on a Thethyan ocean ridge. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, **18**: 93—101.
- (1974): Pelagic sediments in the Cretaceous and Tertiary history of the Troodos Massif, Cyprus. — *Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ.*, **1**: 403—436.
- ROBERTSON, A. H. F. (1975): Cyprus umbers: basalt-sediment relationships on a Mesozoic ocean ridge. — *J. geol. Soc. London*, **131**; 511—531.
- (1976): Origins of ochres and umbers: evidence from Skouriotissa, Troodos Massif, Cyprus. — *Trans. Instn. Min. Metall. (Sect. B: Appl. earth sci.)*, **85**: B 245—B 251.
- ROCCI, G., & LAPIERRE, H. (1969): Etude comparative des diverses manifestations du volcanisme préorogénique au sud de Chypre. — *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, **49**: 31—46.
- ROEVER, W. P. DE (1957): Sind die alpinotypen Peridotitmassen vielleicht tektonisch verfrachtete Bruchstücke der Peridotitschale? — *Geol. Rundsch.*, **46**: 137—146; Stuttgart.
- SAGUI, C. L. (1925): Asbestos Deposits of Cyprus. — *Econ. Geol.*, **20**: 371—375.
- SCHMIDT, W. F. (EISENLOHR) 1953/1955: Reports on structural geology, prospecting, mining geology, mapping (Conf. Rep. Hell. Mining Co, übergeben an das Geol. Surv. Dep.): Memi, Alestos, Asproyia, Kykko-Konisi, Prastion-Kellaki, Kalavassos. — *Zit. bei BEAR (1961) Bibliography*: 43—44; Nicosia.
- (1959): Der morphogenetische Werdegang der Insel Cypern. — *Erdkunde*, **13**: 179—201; Bonn.
- (1960a): Zur Struktur und Tektonik der Insel Cypern. — *Geol. Rundschau*, **50**: 375—395; Stuttgart.
- (1960b): Die Strukturgeologie zyprischer Pyritzerzkörper im Hinblick auf die Erschließung. — *Berg- u. hüttenm. Mh.*, **105**: 210—216; Wien.
- (1961): Der Werdegang der geologischen Erforschung Cyperns. — *Ms. Deutsche Forschungsgemeinschaft*, 31 S.; Freiburg i.Br.
- (1962): Die Kupferlagerstätten des westlichen Troodosgebirges (Cypern). — *Ms. (40 S., 30 Abb., 2 Kt.) Deutsche Forschungsgemeinschaft*; Freiburg i.Br.
- (1963): Untersuchungen über das Pliozän der Insel Cypern. I. Ein Wurmrihren (Serpuliden) - Bryozoenriff — Horizont südlich Leucossia (Nicosia, Cyprus). — *Ann. Géol. Pays Helléniques*, **14**: 109—132 (15 Abb.); Athen.
- (1966): Neuere Untersuchungen zur Genesis der kupferkiesführenden Pyrite und Kupferkieslagerstätten auf Cypern. — *Schr. GDMB*, **18**, „Kupfererzlagerstätten der Welt, ihre Genese und wirtschaftliche Bedeutung“: 75—88; Clausthal-Zellerfeld.
- SEARLE, D. L. (1969): The structural geology of the volcanic rocks south of Aredhiou and Politiko. — *Cyprus Geol. Surv., Bull.* **2**: 1—18; Nicosia.
- SEARLE, D. J., & VOKES, F. M. (1969): Layered ultrabasic lavas from Cyprus. — *Geol. Mag.*, **106**: 515—530.
- (1972): Mode of occurrence of the cupriferous pyrite deposits of Cyprus. — *Inst. Min. Metall. Trans., Sect. B*, **81**, (No. 792): B 189—B 197.
- STAVRINOY, Y. HJI. (1971—1973): *Ann. Rep. Geol. Surv. Dep. Cyprus*. — Cyprus, Ministr. Agric. Nat. Res., Nicosia.

- THAYER, T. P. (1960): Some critical differences between Alpine-Type and stratiform Peridotite — Gabbro Complexes. — *Int. Geol. Congr., Copenhagen, Part 13*: 247—259.
- TURNER, W. M. (1969): The Troodos massif and the Akamas peninsula, Cyprus, and their composite allochthonous — autochthonous character. — (abstr.), *Geol. Soc. Amer.*: 227—228.
- (1970): A shallow sea origin for the pillow lava basement of Cyprus. — (abstr.), *Eos (Amer. Geophys. Union, Trans.)*, 51: 442.
- (1971 a): The Calabrian Touloupos Formation of the Khrysokhou Basin of Western Cyprus. — In: *Les niveaux marins quaternaires, Part 2, Pleistocene, Quarternaria*, 15: 197—202.
- (1971 b): Geology of the Polis-Kathikas area, Cyprus. — *N.M. Univ., Diss., (incl. Kt. 1:31680)*: 432 S.; Albuquerque.
- UNDP (1970): United Nations Development Programme. Survey of groundwater and mineral resources, Cyprus. — *United Nations*: 231 S.; New York.
- VINE, F. J., & MOORES, E. M. (1969): Palaeomagnetic results for the Troodos Igneous Massif, Cyprus. — (abstr.) *Eos (Am. Geophys. Union, Trans.)*, 50, 131.
- VINE, F. J., POSTER, C. K. & GASS, I. G. (1973): Aeromagnetic Survey of the Troodos Igneous Massif, Cyprus. — *Nature; Phys. Sci.*, 244 (133): 34—38.
- VOKES, P. M. (1964): Pyrite-copper deposits in Cyprus. — *Tidsskr. for Kjemi, Bergr. og Metall*, 24: 172—177; Oslo.
- WEILER, Y. (1969): The Miocene Kytrea Flysch Basin in Cyprus. — In: *Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. 4, sess.; Prod., Part 4, Geol. (Bologna, Mus. Geol.)*, ser. 2a, 35 (1967): 213—229.
- WILLIAMS, D. (1966): Volcanism and ore deposits. — *Freiberg. Forschungsh. C* 210: 93—111.
- WILSON, R. A. M., & INGHAM, F. T. (1959): The Geology of the Xeros-Troodos Area with an Account of the Mineral Resources. — *Cyprus Geol. Surv., Mem.* 1.
- WOLFF, D. (1964): Untersuchungen zur Genesis der Kieslagerstätten in Cypern. — *Diss. Clausthal*.
- (1966): Untersuchungen zur Genesis der Kieslagerstätten in Cypern. — *Clausthaler Hefte zur Lagerstättenkunde u. Geochem. d. min. Rohstoffe*, 4, 47 S.; Berlin.
- ZOMENIS, S. L. (1972): Stratigraphy and hydrogeology of the Neogene rocks in the northern foothills of the Troodos Massif, Cyprus. — *Cyprus Geol. Surv., Bull.* 5, 22—90 (incl. *geol. Kt. 1:72000*).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt-Eisenlohr Wilhelm F.

Artikel/Article: [CYPERN Über neuere geologische Untersuchungen, vor allem des Troodos 307-324](#)