

ΔΕΛΤΙΟΝ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

Bulletin of the Geological Society of Greece



ΤΟΜΟΣ VII
VOLUME VII

ΤΕΥΧΟΣ 1
NUMBER 1

883603 ΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

DER RHYOLITH VON STRIMONIKON, SEIN TEKTONISCHER RAHMEN UND DIE JUNGE LAGERSTÄTTENBILDUNG IN SEINER UMGEBUNG (ZENTRAL-MAZEDONIEN, GRIECHENLAND)*

V O N

FRANZ KOCKEL UND HANSJUST W. WALTHER

Mit 3 Abbildungen und 1 Tafel

Βιβλ. Εισ.

Kurzfassung: Durch vergleichende Gefügestatistik konnte das Alter des Rhyolithstockes von Strimonikon (Zentralmazedonien, Griechenland) als jungpliozän bis altquartär bestimmt werden. Zusammenhänge zwischen diesem jungen Magmatismus und der Bildung der Antimonitgänge in den benachbarten Gebirgen sowie der Magnesitbildung im Nordteil des Ultrabasitkörpers von Nigrita werden aufgezeigt.

Abstract: By means of comparative statistical fabric analysis the age of the rhyolite intrusion of Strimonikon (Central Macedonia, Greece) was determined as younger Pliocene to older Quaternary. Interrelations between this young magmatism and the origin of the antimonite veins in the neighbouring mountains as well as the formation of magnesite in the northern part of the ultrabasic complex of Nigrita are demonstrated.

Résumé: Par moyen de la statistique comparée de la fabrique, l'âge de l'intrusion rhyolitique à Strimonikon (Macédoine centrale, Grèce) a pu être déterminé comme Pliocène supérieur au Quaternaire inférieur. Des correlations entre ce jeune magmatisme et la formation des filons de stibine dans les montagnes voisines ainsi que la formation de magnésite dans la partie nord du complexe ultra-basique de Nigrita sont démontrées.

* F. KOCKEL - H. W. WALTHER: 'Ο ρυόλιθος του Στριμονικού, τὸ τεκτονικὸν του πλαίσιον καὶ ἡ νεώτερα μεταλλογένεσις εἰς τὴν περιοχὴν αὐτοῦ (Κεντρικὴ Μακεδονία - Ἑλλάς). Ἀνεκοινώθη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 24 Μαΐου 1966.

I. EINLEITUNG

In den Jahren 1962 und 1963 haben die Verfasser in Griechisch — Zentral — und Ostmazedonien im Auftrage der Bundesanstalt für Bodenforschung und in Zusammenarbeit mit dem Institute for Geology and Subsurface Research, Athen, geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen durchgeführt. (vgl. KOCKEL, LEUBE & WALTHER 1968, KOCKEL & WALTHER 1965, 1968). Dabei wurde am Südwestrand des Beckens von Serrae ein kleines, bisher unbekanntes Rhyolith - Vorkommen festgestellt und kurz untersucht.

Bei den wenigen Begehungen, die wir im Rahmen unserer Aufgaben dort ausführen konnten, fanden wir eindeutige Kriterien für das mindestens pliozäne Alter dieses Magmatismus und Hinweise auf Zusammenhänge mit der Bildung der jungen Antimonit - und Magnesit - Vererzung in den benachbarten Teilen des Serbo - Mazedonischen Massivs. Das gibt uns Veranlassung, diese Untersuchungsergebnisse vorzulegen.

Die jungtertiäre und quartäre Bruchtektonik und der mit ihr verbundene Magmatismus in der Umrahmung der Nordägäis ist in jüngster Zeit wiederholt untersucht worden. Wir verweisen dazu u. a. auf die Arbeiten von BONČEV (1965), DAVIS (1957), JARANOV (1960), KOPP (1964), PETROV (1960) und SOLDATOS (1961). In der Nähe unseres Arbeitsgebietes am unteren Strimon sind zahlreiche kleine, stock - oder gangförmige intermediäre bis saure Vulkanitvorkommen bekannt geworden, die dem Kristallin aufsitzen und altersmässig nur als «jung» eingestuft werden können, (Abb. 1, Nebenkarte), so im Symvolon - Gebirge nördlich Pyrgos Apollonias, im östlichen Bos Dagħ (BIRK 1964), bei Lachanas (MAUCHER, pers. Mitt.) und bei Kilkis. Am Westrand des Beckens von Sandanski in SW - Bulgarien ist seit langem ein kleiner Trachyandesitstock bekannt, der Pliozän kontaktmetamorph verändert hat und kürzlich von PETROV (1960) untersucht wurde. Auch im westlich benachbarten Ograzden - Gebirge treten nach PETROV an einigen Stellen «ähnliche vulkanische Gesteine» auf, und es ist zu erwarten, dass eine Kartierung der Gebirge beiderseits des Strimon weitere Funde von jungen Vulkanitvorkommen ergeben wird.

Unser Dank gilt Herrn Generaldirektor Dr. K. ZACHOS, Athen, und den Fackhollegen seines Instituts, die unsere Untersuchungen in grosszügiger Weise unterstützten, den Herren Dr. H. FAUTH, Dr. B. MATTIAT und Herrn Dr. A. SCHELMANN, Hannover, für die Erstellung einiger Analysen und dem Herrn Präsidenten der Bundesanstalt für Bodenforschung Prof. Dr. MARTINI, für die Genehmigung zur Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse.

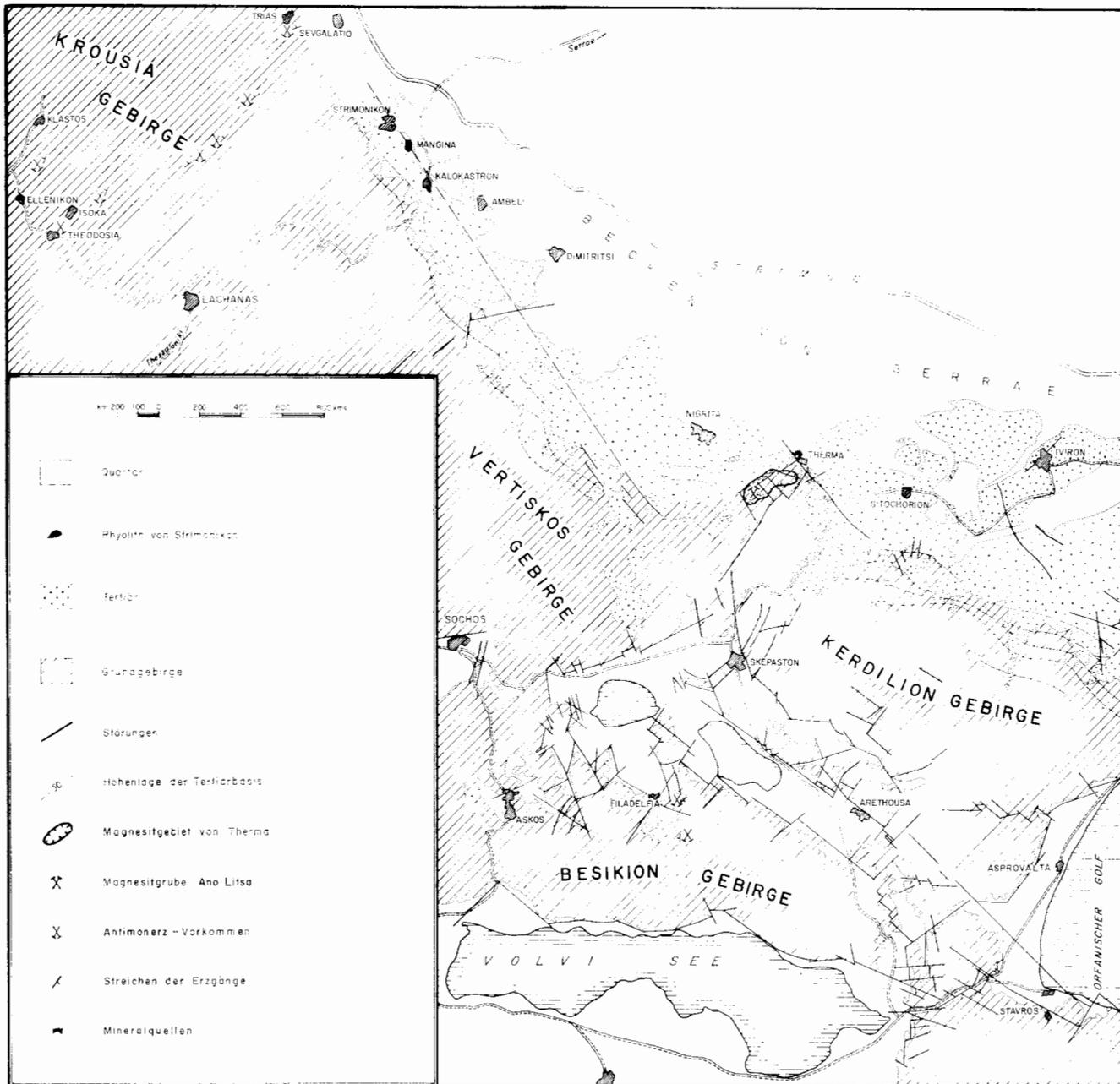
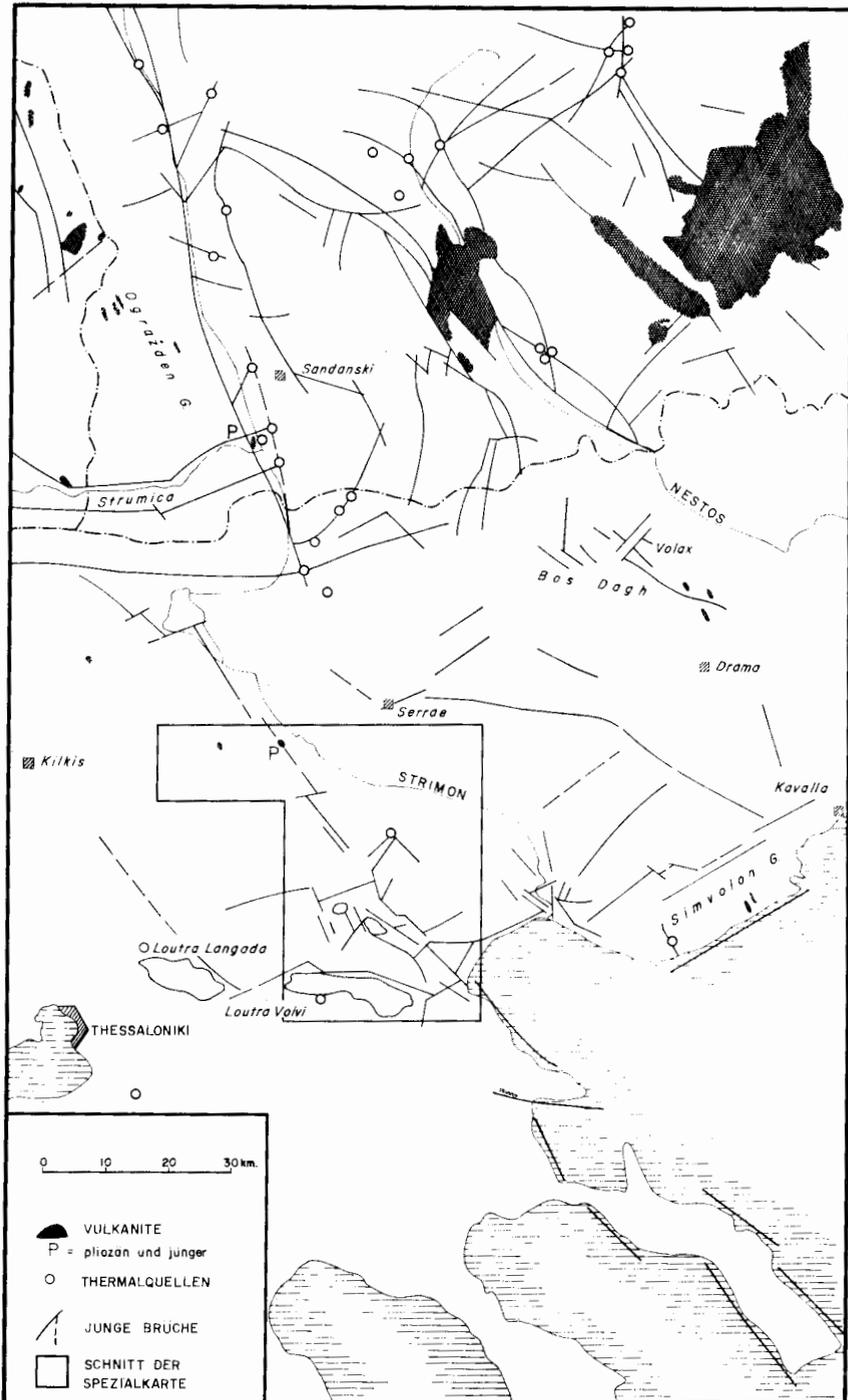


Abb. 1. Das pliozän - quartäre Bruchsystem und die jungen Erzlagerstätten im Westen des unteren Strimon. Nebenkarte: (S. 3). Die wichtigsten Bruchstrukturen und die Verbreitung der jungen vulkanischen Gesteine in Griechisch Ost - Mazedonien und SW - Bulgarien. (nach OSSWALD 1931, BOYADJIEV 1959, JARANOV 1960, DJUSELKOVSKI 1960, PETROV 1960, MEYER & PILGER 1963, BIRK 1964, DRAGOV pers. Mitt. und eigenen Aufnahmen).



Abt. 1. Nebenkarte,

II. DER RHYOLITH VON STRIMONIKON

20 km WSW Serrae erhebt sich, 500 m westlich der Strasse Thessaloniki - Serrae beim Dorf Strimonikon und unmittelbar am SW - Rand der breiten Strimon - Aue, der markante Hügel Mangina (Pkt. 142 m) ungefähr 120 m über das allgemeine Talniveau. (Abb. 1 und Taf. 1, Fig. 1). Auf der geologischen Karte von OSSWALD (1921) ist dieser Hügel als Aufschluss der Gneisserie dargestellt, in der Geologischen Karte von Griechenland 1 : 500 000 (1954) ist er nicht aufgeführt. Der Mangina - Berg hat eine elliptische Form mit einer NW - SE - gestreckten Achse von ca. 300 m Länge und eine Breite von ca. 200 m. Einige Steinbrüche erschliessen, besonders im S - Teil des Kegels, das anstehende vulkanische Gestein. Die Kontakte zum Nebengestein sind durch Hangschutt und Pflanzendecke verdeckt und an keiner Stelle zugänglich.

1) Bereits makroskopisch lassen sich in dem hellgrauen bis weissen, örtlich auch rötlichen Rhyolith drei verschiedene Gesteinsvarietäten erkennen:

a) An der Ostseite des Berges treten stark serizitisierte und kaolinisierte Gesteine auf, die z. T. idiomorphe Einsprenglinge bis zu 6 mm \varnothing in einer dichten Grundmasse führen. U.d.M. wurden als Einsprenglinge Quarz, Sanidin und Hellglimmer, in der stark zersetzten Grundmasse Quarz, Serizit und Kaolinit erkannt.

Quarz

1) Als Einsprengling rundlich bis polygonal, gelegentlich Resorptionerscheinungen, z. T. undulös auslöschend.

2) In der Grundmasse klein, in Kornhaufen, undulös auslöschend.

3) Als Neubildung in den zersetzten Sanidin - Einsprenglinge feinkristallin idiomorph.

Sanidin

Als Einsprenglinge grosse idiomorphe XX, meist stark zersetzt in feinschuppige Aggregate von wahrscheinlich Serizit und Kaolinit. In der Gipfelregion des Manginaberges vollständige, an Spalttrissen einsetzende Verdrängung durch Fe - oxyde unter Neubildung idiomorpher Quarze.

In der Grundmasse konnte Sanidin nicht indentifiziert werden.

Hellglimmer

1) Als Einsprenglinge vereinzelt, ohne erkennbare Regelung. Stark zersetzt, mit Erzkörnchen auf den Spaltflächen angereichert.

2) In der Grundmasse verfilzte Aggregate als Neubildung.

Akzessorien sind Erz und Zirkon

b) In den Gesteinen im Westteil des Manginaberges treten Sanidineinsprenglinge allgemein seltener auf. Innerhalb des überwiegend dichten Rhyoliths lassen sich Partien von Handteller- bis Tischgrösse erkennen, die ein Mandelgefüge aufweisen. Die Mandeln besitzen einen Innensaum von Cristoballit? und sind von einem sehr feinschuppigen, strahligen Mineral erfüllt.

c) Im südwestlichen Teil des Hügels zeigt der Rhyolith ein knolliges Gefüge, das auf agglomeratische Natur hinweist. Die sonst ausgeprägte Klüftung fehlt in diesem Bereich.

In den Zwickeln der rundlichen Knollen findet sich wiederholt ein gelbliches, splittrig brechendes, jaspisartiges Gestein. U.d.M. lassen sich ausser kleinen eckigen Quarzen in der dichten Grundmasse keine Mineralien bestimmen. Kleine opake, am Rande rötlich durchscheinende Körner (Hämatit?) sind überall verstreut und ordnen sich zuweilen zu schlierigen Anreicherungen. Das Gestein zeigt keinerlei Ähnlichkeit mit den Rhyolithvarietären. Zweifellos handelt es sich um ein primär feinkörniges Nebengestein, das vom Magma mitgeschleppt und kontaktmetamorph verändert wurde.

Nach Kenntnis der Sedimentfolge am SW-Rand des Beckens von Serrae kann es sich nur um Pliozän oder Altquartär handeln (vgl. KOCKEL, LEUBE & WALTHER 1968). Kontaktmetamorph verändertes Kristallin ist mit Sicherheit auszuschliessen. Damit ist ein wichtiger Altershinweis gegeben. Gestützt wird diese Altersangabe durch die Tatsache, dass der Rhyolithstock an drei Seiten von Pliozänsedimenten umgeben ist.

Der Rhyolith ist damit mindestens Mittel- bis Oberpliozän oder jünger.

2) Im Rhyolith des Manginaberges wurden folgende, voneinander unabhängige *Primärgefügeformen* festgestellt:

a) Agglomeratisches Gefüge wurde nur lokal am SW-Rand des Berges beobachtet. (vgl. oben)

b) Fliessgefüge finden sich an zwei Stellen. In einen kleinen Bruch unterhalb des Hauptbruches am Gipfel ist eine ca. 12 m breite Zone erschlossen, in der neben einer plattigen Absonderung (1-5 cm-Bänken) ein lagenweiser Wechsel in der Korngrösse der Einsprenglinge zu beobachten ist. Die Streichrichtung dieser Zone beträgt 80°, das Fallen ist steil N.

In einem der Brüche an der Westseite des Berges findet sich eine ca. 1 m breite Partie, in der cm-breite Schlieren, die sich durch unterschiedliche Korngrösse und Anwitterung auszeichnen, Fließfalten mit annähernd horizontalen, 155° streichenden Achsen bilden (vgl. Taf. 1, Fig. 2).

Die Streichrichtung der Fließgefüge ist am Rand der Diagramme a und b der Abbildung 2 wiedergegeben.

3) In allen aufgeschlossenen Teilen des Rhyolithstockes mit Ausnahme der agglomeratischen Partien sind ausgeprägte *Kluftsysteme* zu beobachten. (vgl. Taf. 1, Fig. 3).

In den östlichen Steinbrüchen sind die Kluftflächen meist mit einer bis zu 3 cm dicken, ziegel- bis purpurroten Tapete überzogen. Die darauf in allen Richtungen zu beobachtenden Rutschstreifen rühren wahrscheinlich von den Gewinnungsarbeiten her.

Die Korngrössenanalyse zeigt, dass das Material zu 80% der Tonfraktion angehört ($< 2 \mu$). Der Mineralbestand wurde röntgenographisch ermittelt und Serizit als Hauptbestandteil neben wenig Quarz und Kaolinit sowie Goethit und Hämatit festgestellt. Im Dünnschliff fanden sich in einer feinkörnigen serizitischen Matrix (um 5μ) örtlich grössere Serizitbüschel. In der Matrix sind stark korrodierte Quarze (um 50μ , bis zu 1 mm) eingebettet. Daneben treten, um Hohlräume gruppiert, Quarze auf, die Neubildungen zu sein scheinen.

Es ist möglich, dass es sich bei den Tontapeten um Bildungen handelt, die unter dem Einfluss einer früheren Thermaltätigkeit entstanden sind.

Im Westteil des Berges (Diagramm a in Abb. 2) sind die Klüfte statistisch in zwei Hauptstreichrichtungen angelegt. Ein sehr enges Streichrichtungsmaximum liegt in $155^\circ/25^\circ$ NE (B), ein breiteres in $40^\circ/80^\circ$ NW ($35^\circ/60^\circ$ NW bis $30^\circ/80^\circ$ NE = D). Hinzu kommen Nebenmaxima in $5^\circ/90^\circ$ (C), und in $65^\circ/75^\circ$ SE (E). Ein weiteres schwaches Maximum liegt mit $155^\circ/80^\circ$ SW annähernd im Streichen von B (B'). Die Achsen der in diesem Bereich beobachteten Fließgefüge streichen in der Richtung des B - Maximums.

Ein ganz anders orientiertes Kluftnetz zeigt der Ostteil des Hügels (Diagramm b). Die Hauptmaxima liegen in $135^\circ/65^\circ$ NE (A), und $80^\circ/20^\circ$ SE (F). Ein breit gestreutes schwächeres Maximum liegt in $80^\circ - 90^\circ/70^\circ$ N (F') mit einer starken Ausbuchtung bis $100^\circ/50^\circ$ N. Ungefähr im Schwerpunkt dieses Maximums, das mit dem F - Maximum einen Winkel von 90° bildet, liegt der Polpunkt des in diesem Bereich auftretenden Fließgefüges. Ein weiteres schwaches Maximum schliesslich findet sich in $175^\circ/80^\circ/85^\circ$ W (C).



Fig. 1. Der Mangina-Berg bei Strimonikon von SE. Links hinten das Kristallin des Krousia-Gebirges.



Fig. 2. Fließgefüge im Rhyolith. Mangima-Berg, Steinbruch an der W-Seite.



Fig. 3 Ausgeprägte Klüftung im Rhyolith. Mangina-Berg,
Steinbruch am Gipfel (E - Seite).

4) Ein Blick auf die Übersichtsskizze in Abbildung 1 zeigt die *tektonische Stellung* des Rhyolithstockes im Rahmen des nordägäischen Störungssystems. Er sitzt der SW-Randstörung des Beckens von Serrae an der Stelle auf, wo diese von einer etwa senkrecht dazu verlaufenden Störungszone, die von ENE her in der Nähe der Stadt Serrae den NE-Rand des Beckens quert, gekreuzt wird. Wenn auch diese Störungszone auf der Westseite des Strimon bisher nicht nachgewiesen werden konnte, wird die Deutung doch durch die Tatsache gestützt, dass jeder der beiden Störungsrichtungen eins der im Rhyolithstock festgestellten Fließgefüge parallel läuft: Das im Westteil des Manginaberges liegt in Richtung der NNW-streichenden Beckenrandstörung, das im Ostteil beobachtete verläuft etwa parallel zur ENE-Störungszone.

Ähnliche Verhältnisse schildert PETROV (1960) für den Kozuh Vulkan, der im Becken von Sandanski dem Schnittpunkt der westlichen Randstörung und einer grösseren NE-Störung am E-Ende des Strumica-Grabens aufsitzt.

III. DAS JUNGE STÖRUNGSSYSTEM AM SW-RAND DES BECKENS VON SERRAE

Die von uns bei der Kartierung des Gebietes zwischen unterem Strimon und Volvi-See festgestellten und z. T. photogeologisch ermittelten Störungen sind in der Störungsrose (Diagramm g der Abb. 2) zusammengefasst¹. Dabei sind die Streichrichtungsmaxima der Störungen mit den gleichen Buchstaben bezeichnet wie die der ihnen parallel streichenden Klüfte im Rhyolith von Strimonikon. Es ergibt sich, dass alle wichtigen Rhyolith-Kluftmaxima auch im regionalen Störungssystem vertreten sind. Umgekehrt fehlt lediglich das schwache Streichrichtungsmaximum G in der Klüftung des Rhyoliths.

Der südwestliche und westliche Beckenrand des mit pliozänen und pleistozänen Sedimenten gefüllten Beckens von Serrae wird im aufgeschlossenen Bereich durch eine markante Flexurzone gebildet, an der die im Kerdilion- und Vertiskos-Gebirge austreichenden kristallinen Schiefer des Serbo-Mazedonischen Massivs unter die tertiären Decksedimente abtauchen. Wie sich aus dem Verlauf der

1. Die Störungsrose zeigt eine sehr gute Übereinstimmung mit derjenigen, die BONCEV (1965) kürzlich für die östliche Balkanhalbinsel zusammengestellt hat.

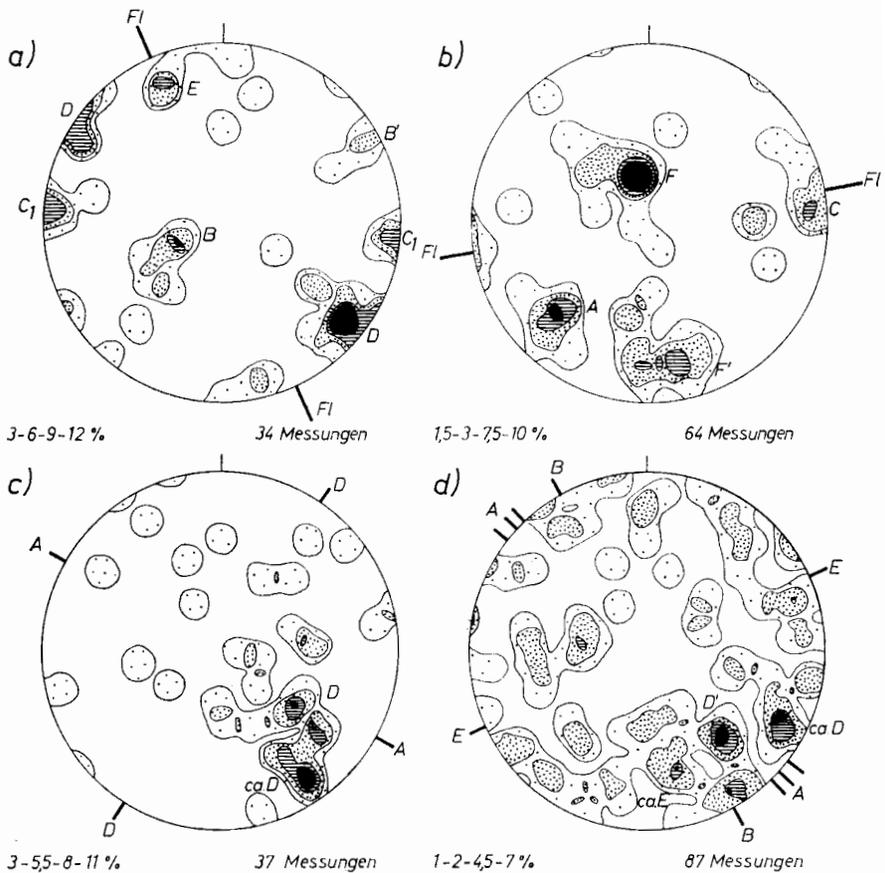


Abb. 2. a + b) Kluftpol-Diagramme im Rhyolith von Strimonikon. Die starken Linien am Rande der Diagramme geben die Streichrichtung der Fließgefüge wieder. a) Steinbrüche im westteil des Mangina-Berges. b) Steinbrüche im Ostteil des Mangina-Berges. c - e). Flächenpole der Magnesit-Klüfte von Therma. Die starken Linien am Rande der Diagramme geben die Streichrichtungen der Magnesit-Zonen wieder. c) Umgebung der Grube Ano Litsa. d) Mittlerer Teil des Magnesit-Gebietes.

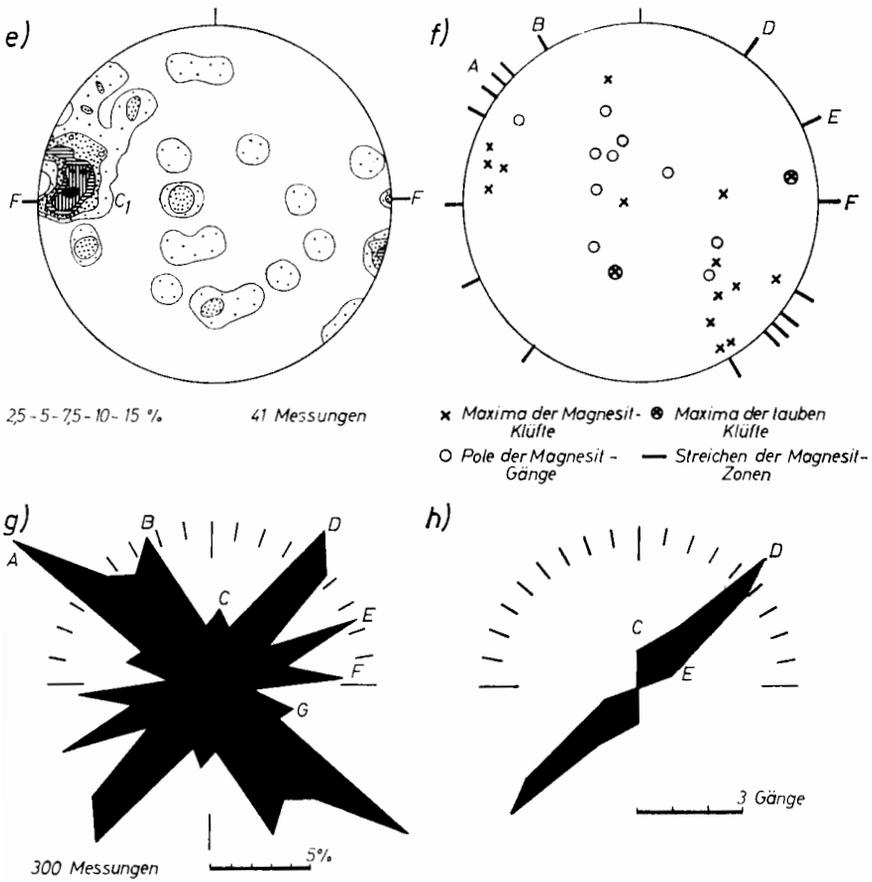


Abb. 2. e) Umgebung von Therma. f) Synoptisches Diagramm der Magnesit - Zonen, - Gänge und Klüfte von Therma. g) Störungsrose der jungen Bruchstrukturen im Nigrita - Gebiet. h) Streichrichtungsrose der Antimonit - Gänge von Lachanas und Filadelfia.

Linien gleicher Höhenlage der Tertiärbasis (Abb. 1) und der paläogeographischen Konfiguration der pliozänen Faziesverteilung (vgl. Abb. 4 in KOCKEL, LEUBE & WALTHER 1968) rekonstruieren lässt, folgte diese Flexurzone im nördlichen Teil der NNW - Richtung B, um dann im Gebiet östlich Therma in die WNW - Richtung A einzubiegen.

Diese, den ehemaligen Beckenrand bildende Flexurzone wird durch ein System jüngerer Störungen verworfen. Zu diesem System gehören neben den Störungen am Beckenrand westlich Nigrita die bedeutenden Abschiebungen, an denen das Becken von Skepaston, das ausschliesslich mit quartären Sedimenten gefüllt ist, als Scheitelgraben im Kern des breiten Kerdilion -, Vertiskos - und Besikion - Gewölbes eingebrochen ist. (Abb. 1). Auch die Abbrüche an der SW - und NE - Küste des Orphanischen Golfes gehören dem Störungssystem an.

Eine pliozäne Anlage der Störungen ist wahrscheinlich, doch waren die Bewegungen vor allem an der Tertiär - Quartär - Wende und in post - pliozäner Zeit von Bedeutung. Dafür sprechen erhebliche Verwürfe im Pliozän und im überlagernden Calabriano des Gebietes von Aidonochorion (SSE Iviron in Abb. 1) und der posttertiäre Einbruch des Beckens von Skepaston. (vgl. H. KÖRBER in KOCKEL, LEUBE & WALTHER 1968). Gleichzeitige intensive Bewegungen auch in den Gebirgen östlich des Strimon beweist die Datierung des Einbruchs des Beckens von Volax im NW von Drama nach Vertebratenfunden durch H. SICKENBERG (pers. Mitt.)

IV. ANTIMONIT UND - MAGNESIT - LAGERSTÄTTEN IM KRISTALLIN DES SERBO - MAZEDONISCHEN MASSIVS

Im Ostteil des Serbo - Mazedonischen Massivs treten in Griechenland eine Anzahl meist armer Erzgänge auf: Antimonit - Gänge im Gebiet Lachanas - Ellenikon - Trias im mittleren Krousia - Gebirge und bei Filadelfia im Besikion - Gebirge sowie Magnesit in Gängen und mineralisierten Klüften im Nordteil des Ultrabasis von Nigrita (Abb. 1) (vgl. dazu auch WALTHER & KOCKEL 1964 a und b). Im Rahmen dieser Arbeit interessiert nur die tektonische Anlage der Gänge.

1) Die Antimonit - Gänge im Krousia - und Besikion - Gebirge. Ausgewertet wurden 13 Erzgänge nach den Angaben von PETRASCHHECK (1952) und Beobachtungen der Verfasser. Die Gänge strei-

chen in der überwiegenden Mehrzahl NE, worauf bereits PETRASHECK aufmerksam gemacht hat. Bei Lachanas fallen die Gänge einheitlich mittelsteil gegen NW, bei Filadelfia gegen SE hin ein. Die Antimonitgänge sitzen damit vorwiegend Störungen der D - Richtung und vereinzelt auch der C - und der E - Richtung auf. (vgl. Diagramm h, Abb. 2).

Die Gänge von Filadelfia durchsetzen das Grundgebirge mehr oder weniger geradlinig und unbeeinflusst von der alten Falten tektonik des Grundgebirges. Die Gangart, vorwiegend Quarz, zeigt geringe tektonische Beanspruchung und keinerlei Rekristallisation.

Die im nordöstlichen Krousia - Gebirge, besonders um Pontekerasia auftretenden Blei - Zink - und Pyrit - Erzgänge zeigen zwar ebenfalls vorherrschend nordöstliches Streichen, jedoch in einem viel breiteren Fächer von N - S bis E - W bei wechselndem Einfallen und stärkerer innerer tektonischer Beanspruchung. Bereits OSSWALD (1938, S. 73) wies auf das jüngere Alter der Antimonitvererzung in diesem Raume hin.

Aufgrund der Koinzidenz der Streichrichtungen von Antimonitgängen und den nachweislich plio - pleistozänen Störungen wird ein ursächlicher Zusammenhang zwischen *junger Bruchtektonik, Vulkanismus* und der *Genese der Antimonit - Erzgänge* wahrscheinlich, für die damit ebenfalls ein *jungstpliozänes bis altquartäres Alter* angenommen werden muss.

2) Die Magnesit - Vorkommen von Therma. Im nördlichsten Teil des Ultrabazit - Komplexes von Nigrita und unmittelbar am S - Rand des Beckens von Serrae findet sich im SW des kleinen Badeortes Therma Magnesit in Form einer armen, z. T. netzförmigen Kluftmineralisation. Zur Ausbildung einiger, vorwiegend NE streichender Magnesit - Gänge ist es nur in der SW - Ecke des $3,5 \times 1,5$ km grossen Gebietes gekommen, wo die kleine Grube Ano Litsa auf dem grössten dieser Gänge Abbau treibt. Die geringe Zahl der Gänge, deren Entstehung auf örtliche Sonderbedingungen zurückzuführen sein dürfte, lässt ihre Einbeziehung in die gefügestatistische Auswertung nicht zu.

Die Kluftmineralisation ist an schmale, meist zwischen 50 und 100 m breite Zonen gebunden, die in der Mehrzahl NW - SE, daneben vereinzelt NE - SW bzw. annähernd E - W streichen. (Linien am Rand der Diagramme c - f, Abb. 2). Die seitliche Begrenzung der Zonen ist recht scharf, die zwischen ihnen liegenden Bereiche sind praktisch frei von Magnesit.

a. Mineralisierte und nicht mineralisierte Kluftsysteme.

Die statistische Auswertung von 225 Klüftmessungen in 3 Teilbereichen zeigt, dass die Magnesitklüfte im grössten Teil des Gebietes um die NE-Richtung pendeln (D- und E-Richtung in den Diagrammen c, d und f der Abb. 2). Nur im nordöstlichsten Teilbereich tritt in einer reichlich mineralisierten, E-W-streichenden Zone ein starkes Maximum etwa N-S-streichender Magnesitklüfte auf. (Diagramm e).

Die Mehrzahl der im Bereich der Grube Ano Litsa vermessenen

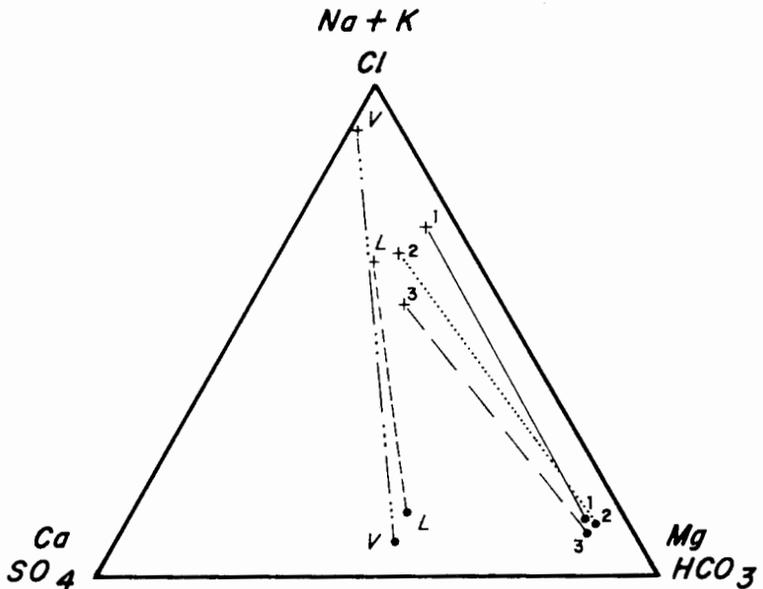


Abb. 3. Chemische Charakteristik der Mineralquellen von Therma im Vergleich mit zwei Quellen in Nachbargebieten. 1-3 = Quellen von Therma; L = Loutra Langadas; V = Loutra Volvi. x = Kationen, . = Anionen. (3 : Nero Nigrita nach Analyse Nr. 55.032 des chem. Labors des Kgl. Griech. Wirtschaftsministeriums, die übrigen nach Analysen von Dr. H. FAUTH, Bundesanstalt für Bodenforschung.)

nicht mineralisierten Klüfte streicht in der NW- bis NNW-Richtung (Diagramm f).

Die tauben Klüfte streichen somit statistisch parallel, die mineralisierten Klüfte senkrecht zu den Mineralisationszonen. Der Vergleich mit den Hauptstörungsrichtungen in der weiteren Umgebung (Diagramm g) zeigt ferner, dass den Streichrichtungsmaxima der Klüfte jeweils Störungsrichtungsmaxima entsprechen. Die

z. T. mineralisierten Klüfte im Nordteil des Ultrabasits von Nigrita gehören somit mit grosser Wahrscheinlichkeit zum Inventar der jungpliozän bis quartären Bruchtektonik.

b. Die Thermal und Mineralquellen von Therma und die Genese des Magnesits.

In Therma treten am Schnittpunkt einer NE - mit einer NW - Störung auf engem Raum eine Thermal - und zwei Mineralquellen aus (vgl. Abb. 1). Die Wassertemperaturen betragen 52 - 54°, bzw. 20 - 25° C. Eine der Mineralquellen liefert das in Greichenland bekannte Nigrita - Wasser (Nero Nigrita).

Von den zahlreichen in Ostmazedonien und SW - Bulgarien bekannten Mineral - und Thermalwässern unterscheiden sich die schwach alkalischen Natrium - Magnesium - Bikarbonat - Wässer von Therma durch hohe Magnesiumgehalte (Abb. 3). SiO₂ ist reichlich vorhanden und der Gehalt an PO₄³⁻ beachtlich hoch. (WALTHER & KOCKEL 1964 b).

Es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass die hohen Mg - Gehalte der Wässer aus dem Serpentin - Stock stammen und in tieferen Bereichen unter Zersetzung der Magnesiumsilikate aufgenommen wurden.

Die unmittelbare Nachbarschaft der Quellaustritte zu dem Magnesitgebiet macht es in hohem Masse wahrscheinlich, dass die Thermalwässer entscheidend an der Entstehung des Magnesits beteiligt waren.

Die Thermalwässer in Rila - Rhodope - Massiv und seinen Randgebieten werden allgemein als reliktsche Erscheinungen des jungen Vulkanismus in diesem Raume angesehen. Die Magnesitmineralisation von Therma wird damit als telethermale Bildungen gedeutet, die im jüngsten Pliozän oder im Quartär entstanden ist.

V. ERGEBNISSE UND ZUSAMMENFASSUNG

Der Rhyolith - Stock des Manginaberges bei Strimonikon wird fast allseitig von pliozänen Sedimenten umgeben. Örtlich enthält er kleine Schollen von gefritteten pliozänen oder altquartären Tonen. Fliess- und Kluftgefüge zeigen enge Beziehungen zu dem am SW-Rand des Beckens von Serrae festgestellten Bruchsystem, dessen Anlage auf Grund regionaler Kartierung als frühpliozän angenommen werden muss, dessen endgültige Ausbildung jedoch erst nach dem Ende des Tertiärs im älteren Quartär stattfand. Alle Streichrich-

tungs - Maxima im Kluffgefüge des Rhyoliths koinzidieren mit solchen im regionalen Störungsdiagramm. Der Rhyolith stieg am Schnittpunkt zweier grosser Störungen auf, deren Streichrichtungen in der Richtung der beobachteten Fliessgefüge abgebildet sind. Die Platznahme des Rhyolithstockes dürfte im jüngsten Pliozän oder im Altquartär vor sich gegangen sein.

Auch die im benachbarten Grundgebirge aufgerissenen, hydrothermale Antimoniterze führenden Gänge zeigen in ihrer Streichrichtung enge Beziehungen zur jungen Bruchtektonik. Wir halten den Aufstieg dieser Hydrothermen für eine Folgeerscheinung des Vulkanismus, der u. a im Rhyolith von Strimonikon seinen Ausdruck findet.

Ähnliche Beziehungen zum regionalen Störungssystem zeigt das Kluffgefüge des Ultrabasis von Nigrita im Magnesit - Gebiet von Therma. Die Streichrichtungs - Maxima der mineralisierten und der tauben Klüfte sowie der Mineralisierungszonen fallen mit Streichrichtungshäufungen der Störungsrose zusammen.

Die auf einem Störungskreuz austretenden Thermalwässer von Therma sind ebenfalls als postvulkanische Erscheinungen zu deuten. Sie unterscheiden sich von ähnlichen Thermal - und Mineralwässern in der weiteren Umgebung durch ihren extrem hohen Magnesiumgehalt. Offensichtlich wurde aus diesen Wässern das in der Tiefe aus dem Ultrabasis gelöste Magnesium in oberflächen nahen Bereichen als Magnesit wieder abgesetzt. Somit steht auch die Magnesitvererzung von Therma in engem Zusammenhang mit dem jungen, plio - pleistozänen Vulkanismus in diesem Raum.

RESULTS AND SUMMARY

The rhyolite intrusion of the Mangina hill near Strimonikon is nearly entirely surrounded by Pliocene sediments. Locally the rhyolite contains small clods of Pliocene or older Quaternary clay altered by contact metamorphism. Flow - and joint - fabric within the volcanic rock show close relations with the fault pattern of the south - western rim of the Serrae basin. The regional mapping of the area proved this fault pattern to have been laid out already in the early Pliocene, but to have been definitely established only after the end of the Tertiary in older Quaternary times. All strike direction maxima of the joint pattern within the rhyolite coincide with those of the regional fault pattern. The rhyolite intruded in the crossing point of two major fault lines, the directions of which are

indicated by the directions of the flow fabric. The intrusion took place probably during younger Pliocene to older Quaternary times.

The hydrothermal antimonite veins cutting through the neighbouring basement show in their direction of strike the same relation to the regional fault pattern. We think the ascent of the hydrothermal solutions to be a consequence of the volcanism manifested by the rhyolite of Strimonikon.

The joint fabric within the ultrabasic complex of Nigrita in the magnesite region of Therma shows similar relations to the fault pattern. The strike direction maxima of mineralised and barren joints as well as the mineralised zones coincide with maxima of the fault diagram.

The thermal waters of Therma, extravasating in a fault crossing, have also to be considered as postvolcanic phenomena. They differ from similar thermal and mineral springs in the vicinity by their extremely high magnesium content. Apparently the magnesium, dissolved in depth by these waters from the ultrabasic rock, was redeposited near the surface in the form of magnesite.

Thus the formation of the magnesite deposits near Therma is also closely related with the young Plio - Pleistocene volcanism in this area.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

(A U S Z U G)

- BIRK, F.: Der geologische, strukturelle und petrographische Bau des östlichen Bos - Dagh - Massivs bei Drama in Griechisch - Mazedonien. — Diss. Clausthal, 124 S., 44 Abb., 11 Anl., 23 Diagramme, Clausthal 1964.
- BONČEV, E.: Probleme der Lineamenttektonik im östlichen Teil der Balkanhalbinsel. — Bull. «Strasimir Dimitrov» Inst. Geol. **14**, S. 5 - 31, 13 Abb., Sofia 1965.
- DAVIS, E. N.: Die jungvulkanischen Gesteine von Ägina, Methana und Poros und deren Stellung im Rahmen der Kykladenprovinz. — Publ. Vulkaninst. Immanuel Friedlaender, **6**, 74 S., 36 Abb., 6 Taf., Zürich 1957.
- KOCKEL, F., LEUBE, A. & WALTHER, H. W. mit einem Beitrag von KORBER H. & LÜTTIG, G.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Griechenland 1 : 50 000, Blatt Sitochorion. — Im Druck, Athen 1968.
- KOCKEL, F. & WALTHER, H. W.: Die Strimonlinie als Grenze zwischen Serbo - Mazedonischem und Rila - Rhodopemassiv in Ost - Mazedonien. — Geol. Jb. **83**, S. 575 - 602, 7 Abb., 1 Tab., 1 Taf. Hannover 1965.
- KOCKEL, F. & WALTHER, H. W.: Zur geologischen Entwicklung des südlichen Serbo - Mazedonischen Massivs. — Im Druck, Sofia 1968.

- KOPP, K.-O.** : Geologie Thraziens V. — Erdöl & Kohle **17**, S. 694 - 699, 3 Abb., 3 Tab., Hamburg 1964.
- PETRASCHECK, W. E.** : Erkundungsbericht über das Gebiet zwischen Axios und Strymon. — Arch. Inst. geol. subsurf. res. Athen 1952. (unveröffentl. Bericht).
- PETROV, P.** : Geologische und hydrogeologische Beobachtungen um dem erloschenen Vulkan Kozuh in Südwest - Bulgarien. — Trav. Géol. Bulg., Série stratigraphique et tectonique, **1**, S. 295 - 318, 13 Abb., 2 Taf., Sofia 1960. (bulg., deutsch. Zusammenfass.).
- SOLDATOS, K.** : Die jungen Vulkanite der griechischen Rhodopen und ihre provinziellen Verhältnisse.— Publ. Vulkaninst. Immanuel Friedländer, **8**, 102 S., 34 Abb., 30 Tab., 8 Taf., Zürich 1961.
- WALTHER, H. W. & KOCKEL, F.** : Bericht über eine Untersuchung der Antimoniterz - Gruben bei Filadelfia, Zentral - Mazedonien, Griechenland. — Arch. Bundesanstalt f. Bodenforschung, Hannover 1964 (1964a) (unveröffentl. Bericht)
- WALTHER, H. W. & KOCKEL, F.** : Bericht über Untersuchungen des Magnesitgebietes von Therma bei Nigrita, Zentral - Mazedonien, Griechenland. — Arch. Bundesanstalt f. Bodenforschung Hannover 1964 (1964b) (unveröffentl. Bericht).
- Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich in : **KOCKEL & WALTHER 1965.**