

ΓΕΩΛΟΓΙΑ. — **Die Geologische Untersuchung der gebieten Valti bei Kilkis und Aswestochori bei Thessaloniki, Nordgriechenland (Ein petrographisch - tektonischer Vergleich), von Eleftherios Art. Chatzidimitriadis ***. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Λουκᾶ Μούσουλου.

1. EINLEITUNG

Es wird hier der Versuch unternommen, die Lithofazies und die Tektonik der untersuchten Bereiche genau zu beschreiben und vergleichsmässig gegenüber zu stellen.

Da die Valtikalke mit ihrer liegenden-vulkanosedimentären Serie durch Fossilfunde altersmässig als eine mesozoisch-jungpaläozoische Einheit erkannt sind (Mercier, 1966, s. 24 - 27), kann man ohne weiteres annehmen, dass die in Aswestochori-Umgebung studierten Kalksteine mit ihrer liegenden Tonschieferserie ähnliche litho-faziell-tektonische Verhältnisse zu denen der Valtiumgebung zeigen und altermässig mit ihnen verglichen werden können. Dieser Vergleich wird durchgeführt, um das Alter der Aswestochorschichten zu ermitteln, weil ja bei ihnen bis heute keine Fossilien gefunden wurden, durch die man das Alter der betreffenden Gesteine erfahren konnte.

Meinen Kollegen K. Michailides und A. Tzirambides danke ich herzlich für ihre wertvolle Untersuchung an Tonmineralien der Gesteine meiner Arbeitsbereiche.

Ebenfalls danke ich besonders den Geologen Di. Tarenides und G. Chrones für ihren mühevollen Beitrag bei der Vermessung verschiedenartiger tektonischen Daten in meinen Untersuchungsgebieten.

* Ε. Α. ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗ, Γεωλογική μελέτη και σύγκριση τῶν περιοχῶν Βάλτων (Κιλκίς) καὶ Ἀσβεστοχωρίου (Θεσσαλονίκη).

2. VORUNTERSUCHUNGEN

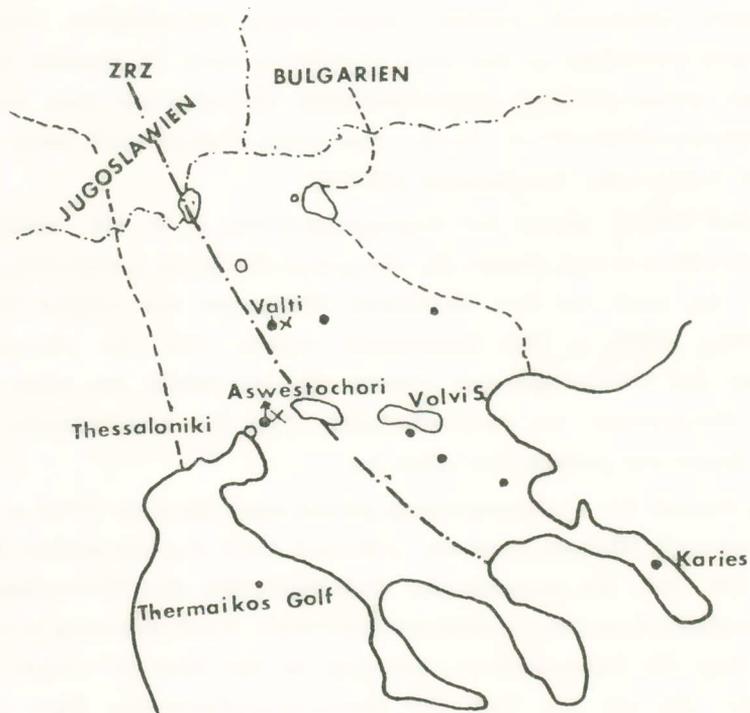
Nach Oswald, K. (1938, s. 43 - 45) sind die karbonatischen Gesteine der Aswestochoriumgebung triassischen bis kretazischen Alters (?), während die Liegendserie, die aus graphitischen Tonschiefern und sandigen Phylliten bestehen, als devonischen oder wahrscheinlich auch als silurisch angesehen werden. Äquivalente Verhältnisse nach dem selben Autor herrschen zu den oben erwähnten auch im Bereich Valti bei Kilkis und seines nördlich anschliessenden Gebietes mit dem Auftreten einer vulkanosedimentären Serie. Das ganze Gebiet galt nach Oswald (1932) zur Axios-oder Vardarzone gehörig.

Monod (1965), zitiert bei Sapountzis (1969, s. 44 - 45), spricht vom Aswestochoriflysch und nimmt für die ganze Serie ein permo-triassisches Alter an, das auch bei den ähnlichen Bildungen von «Agios Vasilios» von Mercier (1966, s. 792) festgestellt wurde. Für die mesozoischen Sedimente der Valtiumgebung nimmt Mercier (1966) ein Alter an, das von Lias (Domerium) bis Anis schwankt. Für die Liegendserie nimmt derselbe Autor ein permisches Alter an.

Das Gebiet der Valtiumgebung gehört nach Mercier (1966, s. 24 - 27) der Serbomazedonischen Zone an, während nach Kockel-Mollat-Walther (1971, s. 537 - 541) als mesozoische Sedimenthülle der Westramen der Serbomazedonischen Zone charakterisiert wird. Nach den eben erwähnten Autoren liegt die Aswestochoriumgebung in der Einheit «Aspri Vrissi-Chortiatis», die als ein Teil der Serbo-Mazedonischen Zone gilt (?), obwohl diese Annahme noch eine (fragliche) Vermutung bleibt. Mercier (1966, s. 24 - 27) rechnet die Einheit «Aspri Vrissi-Chortiatis» der Axioszone zu. Zur «Aspri Vrissi - Chortiatis» Einheit reiht man auch die Grünneise von Thessaloniki (Sapountzis, 1969, s. 75 - 93). Melentis, J. (1972, s. 467 - 469) gibt für die Sedimente der Valtiumgebung und ihrer schwach metamorphen Liegendserie ein permo-triassisches Alter an, das durch den Vergleich mit anderen Gebieten Griechenlands begründet wird. Schliesslich sind nach Kockel - Mollat und Walther (1977, s. 12 - 14) die zwei von mir untersuchten Gebiete Teile der zirkumrhodopischen Zone.

3. GESTEINSEINHEITEN

Meine Untersuchungsgebiete Aswestochori und Valti liegen entsprechend in Entfernungen von ca. 12 Km nord-nordöstlich und 35 Km



XX = Arbeitsbereiche.

ZRZ = Zirkumrhodopen Zone.

Abb. 1.

nord-nordwestlich von Thessaloniki (siehe Abb. 1). Es scheint zweckmässig die Gesteinseinheiten beider Gebiete getrennt zu behandeln, wie ebenfalls auch ihre Tektonik. In einem folgenden Kapitel wird der geologische Vergleich zwischen beiden Gebieten durchgeführt.

3.1. Aswestochoriumgebung - Gesteinseinheiten.

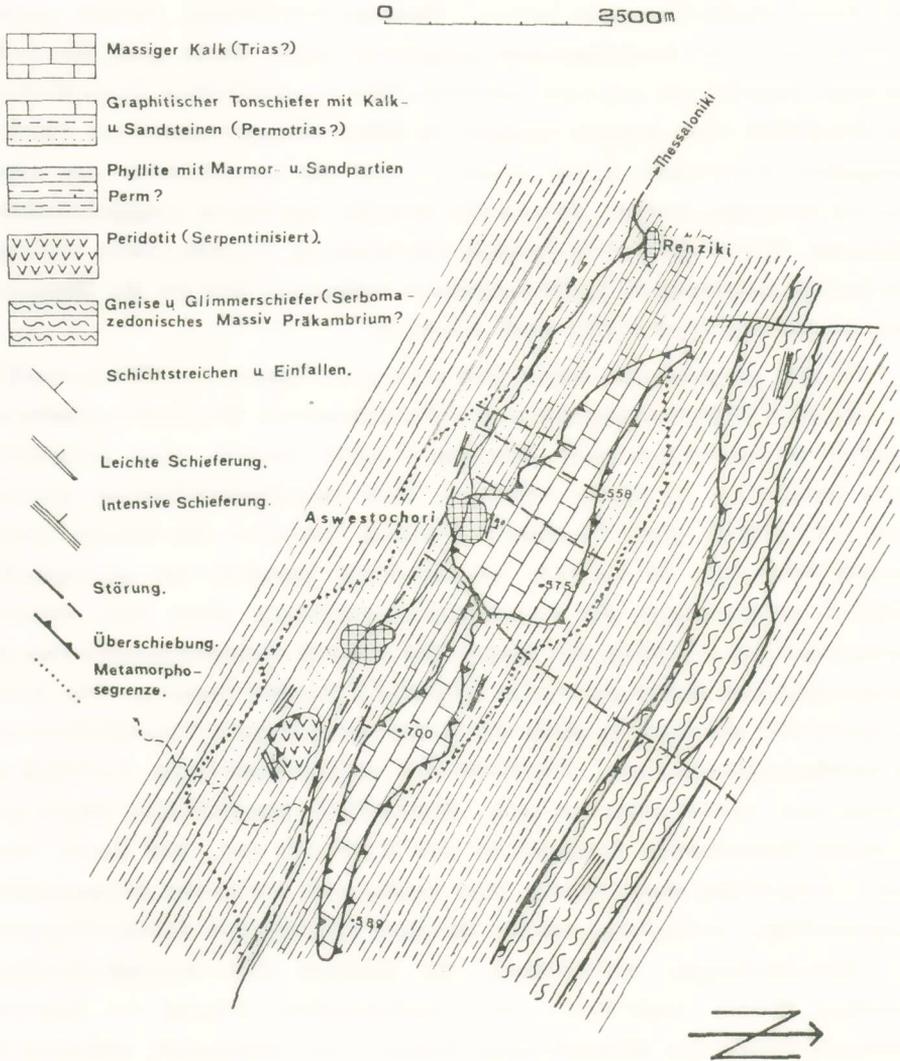
a) Makroskopische Beschreibung.

Das Gebiet wurde im Masstab 1 : 50.000 geologisch aufgenommen. Aus dieser Aufnahme geht hervor, dass das betreffende Gebiet grundsätzlich aus zwei Gesteinstypen aufgebaut wird (siehe geol. Karte I): der erste besteht aus schwach metamorphen graphitischen Tonschiefern, die allmählich ohne scharfe Grenze in höher metamorphosierte Phyllite übergehen (Punktierte Linie Karte I) und die Liegendserie des untersuchten Gebietes bilden. Der zweite besteht aus einem langgestreckten, schmalen, WNW-ESE streichenden Gesteinszug, der aus einem verschieden-farbig aussehenden Karbonatgestein aufgebaut und als die Hangendserie angesehen wird (siehe geol. Karte I).

In der Liegendserie beobachtet man noch Gneise und Glimmerschiefer, die als Überschiebungsreste der Vertiskosserie (Serbomazedonisches Massiv) zu bezeichnen sind. Dieselbe Einheit enthält noch serpentinierte Peridotite, in denen teilweise Talk und Chrysotilasbest gebildet wird. Vermutlich sind die eben erwähnten Gesteine die älteren geologischen Bildungen in meinem untersuchten Bereich. Im geologischen Profil (I, schematisch) der Aswestochoriumgebung, sieht man mehrere geologische Einzelheiten, die wegen des kleinen Aufnahmemasstabes der topographischen Karte gar nicht dargestellt werden konnten. Die Aswestochorikalke scheinen in SSW-Richtung auf sandigen Tonschiefern und marmorhaltigen-sandigen Phylliten mit serpentiniertem Peridotit als Untergrund überschoben zu sein. Nordöstlich des Gebietes liegen graphitische Tonschiefer Konkordant der Kalkserie auf. Auf dieser Serie sind Gneispartien überschoben. Man beobachtet weiterhin dünnmächtige dunkelfarbige Hornsteinspartien in einer scheinbaren Wechsellagerung mit dünnmächtigen Kalksteinen, die ähnlich dem Aswestochorikalk aussehen. Weiter nach Osten, mit zunehmendem Abstand von Aswestochorikalk fehlen die dünnmächtige Kalkpartien überhaupt, während die ganze Serie zu den sandigen seidig-glänzenden Phylliten übergeht. Die Grenze zwischen Phylliten und Gneisen sollte etwa der Untergrund des Sees Langada sein (?).

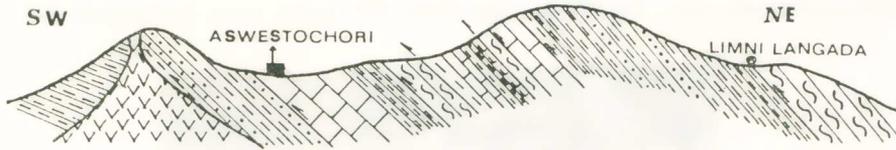
Im Bild der Abb. (2) sieht man die Grenze zwischen Phyllit (Ph) und Kalk (K). In einer Stelle desselben Bildes ist auch das Streichen und Einfallen des Kalksteins deutlich zu betrachten. Wie vorher erwähnt,

GEOLOGISCHE KARTE (I) Masstab 1: 50.000



sieht man südlich und nördlich des Kalkzuges graphitische Tonschiefer, die mit dünnmächtigen Sandsteinen, Kalksteinen und Hornsteinen wechsellagern und diese Wechsellagerungsfolge mit zunehmendem Abstand vom Kalkzug fehlt. Diese Erscheinung gibt uns zu verstehen, dass

GEOLOGISCHES PROFIL I (SCHEMATISCH)



Massiger Kalk (Trias?)



Graphitischer Tonschiefer mit Sandsteinen, Hornsteinen u. Kalcken (Perm?)



Phyllite mit Sandsteinen (Perm?)



Serpentinisierter Peridotit (Präkambrium?)



Glimmerschiefer, Gneise (Serbomazedonisches Massiv)
Präpaläozoikum?



Abb. 2.

hier eine kontinuierliche Sedimentation von den graphitischen Tonschiefern mit den verschiedenen Einschaltungen bis zum Kalkzug hin nicht auszuschliessen ist. Im Bilde der Abb. (3) sieht man Kalkteile (K), die

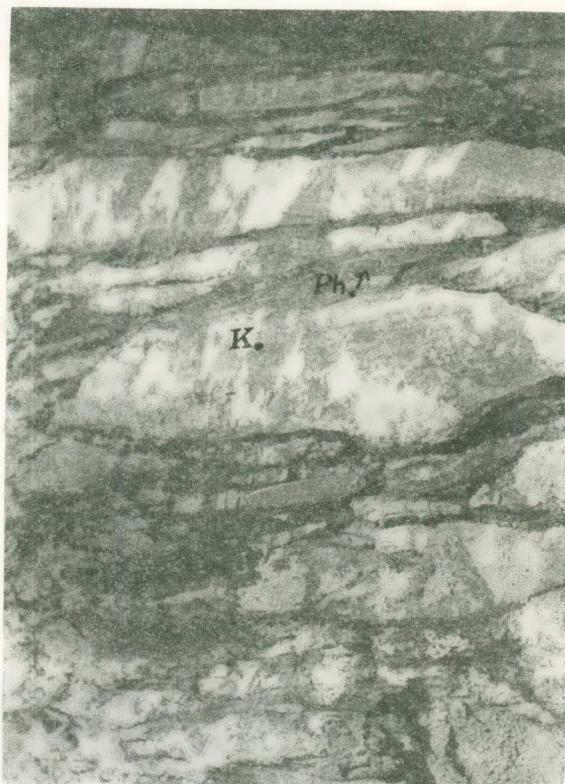


Abb. 3.

zwischen sich dünne Lagen von graphitischen Tonschiefern einschliessen (Ph).

Diese Erscheinung ist immer an der Grenze beider Einheiten (Typen) zu beobachten. Eine andere Erklärung, dass diese Erscheinung tektonisch bedingt sein kann, ist auszuschliessen.

b) Mikroskopische Beschreibung.

Die weitere Umgebung meines Untersuchungsgebietes wird hauptsächlich aus Phylliten aufgebaut. Mikroskopisch betrachtet bestehen sie

aus kleinen Serizitschuppen und kleinen Quarzkörnern mit unterschiedlichen Quarzkorngrößen. In manchen Stellen nimmt der Kalkgehalt zu. In diesem Fall spricht man ohne weiteres von einem Kalkphyllit. Das Gestein enthält ausgestreute Pyritkörner, die stellenweise in gutkristallisierten Individuen erhalten bleiben. An anderen Stellen erscheinen die Pyritkristalle wieder völlig zersetzt. Man hat es hier mit den genannten Goethitpseudomorphosen nach Pyrit zu tun. Sehr selten sieht man hier auch Epidot, aber es ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Dieser Gesteinskomplex nimmt an Metamorphosegrad zu dem Kalkzug hin ab und geht weiter zum graphitischen Tonschiefer über. Das Gestein besteht aus kleinen Quarzkörnern und dunkelgefärbten Tonmineralien, die durch Röntgenuntersuchung hauptsächlich als Illite und weniger als Chlorite bestimmt wurden. Obwohl der Metamorphosegrad des Gesteins eigentlich sehr niedrig ist, für die Bildung von Chloritmineralien, ist trotzdem eine Chloritbildung möglich beim Übergang eines detritischen Tonminerals vom Süßwasser - in das marine Milieu Grim & Johns (1954), zitiert bei Füchtbauer, H. und Müller G. (1970 s. 176 - 177). In graphitischen Tonschiefern sieht man noch dünnmächtige Einschaltungen von Hornsteinen, Sandsteinen und Kalken.

Die dunkelfarbigten Hornsteine bestehen aus sehr kleinen, gut kristallisierten Quarzkörnern mit seltenen Serizitschuppen und anderen Tonmineralien. Die Quarzkörner sind ziemlich isometrisch. Ein nicht detritischer Charakter ist bei dem betreffenden Gestein anzunehmen. Bei der mikroskopischen Untersuchung des genannten Gesteins hat man keine Spuren von organischen Resten feststellen können. Deswegen ist hier unmöglich die Herkunft der SiO_2 -Lösungen zu deuten. Die dunkle Farbe desselben könnte durch die Mischung von organischer Pigmentierung bedingt sein. Für diesen Fall spricht auch die Tatsache des Vorkommens von Pyritkristallen im Gestein, die möglicherweise sedimentären Ursprungs sind (Reduziertes Milieu).

Die hier vorkommenden Sandsteine bestehen aus verschiedengroßen Quarzkörnern mit seltenen Feldspat- und Glimmerdetritus. Diese Körner sind in einer kalkigen Matrix eingebettet. Es handelt sich im allgemeinen hier um einen kalkigen Sandstein, dessen kalkiger Teil gut kristallisiert ist. Die dünnmächtigen Kalklagen bestehen aus hetero-

metrischen, gut kristallisierten und ziemlich grossen Kalzitkristallen. Obwohl man es hier mit keinem echten Marmor zutun hat, ist trotzdem eine schwache Metamorphose ersichtlich. Der graphitische Tonschiefer mit den Hornstein-Kalk-Sandsteinslagen gibt uns den Eindruck, als ob man es hier mit einem Flysch zu tun hat, denn es sind bei den Sandsteinslagen auch Gerölle vorhanden, die vermutlich Teile eines Feinkonglomerats sein können. Das Vorkommen vom Illit und weniger vom Chlorit innerhalb der graphitischen Tonschiefer gilt als ein Beweis dafür, dass das betreffende Gestein ziemlich alt sein muss (Fuchtbauer & Müller, 1970, s. 254 - 255). Eine frische Durchbewegung bis zum Kornbereich wird bei den eben beschriebenen Gesteinen deutlich bemerkbar. Sie äussert sich in undulöser Auslöschung und kataklastischen Erscheinungen der Quarzkörner, Drucklamellen der Kalkkörner in zwei Richtungen, die sich unter einem spitzen Winkel schneiden, in kleinen mit Quarz gefüllten Bruchrissen, die sich in zwei Durchbewegungsgenerationen trennen lassen, von denen die eine relativ älter als die andere ist. Kleinfältelungen sind eine häufige Erscheinung bei den graphitischen Tonschiefern und Phylliten. Die eben beschriebenen Erscheinungen der Gesteinsmineralien sind auf jüngere postkristalline Deformation im untersuchten Bereiche zurückzuführen.

c) Tektonik.

Die geologische Karte (I) zeigt einigermaßen deutlich, dass die Gesteine des Aswestochorigebietes eine feste, tektonisch bedingte Lage besitzen. Es wird für die Schieferung der vorerwähnten Gesteinsserie eine ost-südöstlich bis west-nordwestliche Streichrichtung gemessen, während das Einfallen derselben von 30° - 60° nach Nord-Nordosten genichtet ist. Man beobachtet ein leichtes Schwanken in der Streichrichtung im Gegensatz zum Einfallen, das von 20° bis 90° pendelt. Das ganze Gebiet wird in einer ESE - WNW - Richtung eingeeengt, von Kräften, die NNE gerichtet sein müssten. Diese hatten zur Folge die genannte Serie in einem Schuppenbau zu setzen, was älteres und jüngeres zusammenbringt (siehe geol. Prof. I).

Das Schwanken der Einfallswinkel der Sf-Flächen wird dadurch bedingt, dass bei der Einengung des Gebietes, härtere Untergrundteile (Peridotite, Gabbros) einen grösseren Widerstand als die mobilen Phyl-

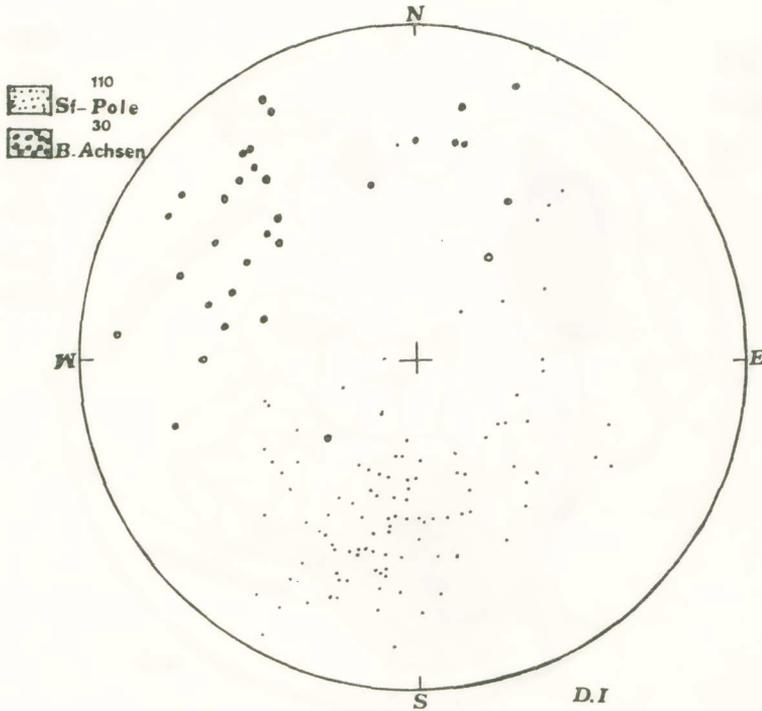


Abb. 4.

lit- und Tonschiefersteile sind, entgegenleisteten, die diesen Gesteinen in kleinen und grössen Einfallswinkeln setzten.

Im tektonischen Diagramm I (Abb. 4) werden Phyllit-Tonschiefer sf-Flächen als Polpunkte dargestellt. Im selben Diagramm sieht man auch die B-Faltenachsen der beiden Gesteinstypen als Kleine Kreise. Eine unwesentliche Streuung der Sf-Polpunkte und etwas stärkere der B-Faltenachsen ist deutlich.

Im Diagramm II (Abb. 5) hat man die statistische Auswertung des Diagramms I (Abb. 4). Aus diesem ist ein Maximumwert für die Sf-Flächen der Phyllit-Tonschieferserie 100/34 NNE abzulesen. Ausserhalb dem Maximumkreis der Sf-Pole ist der π -Kreis, der π -Pol und der β

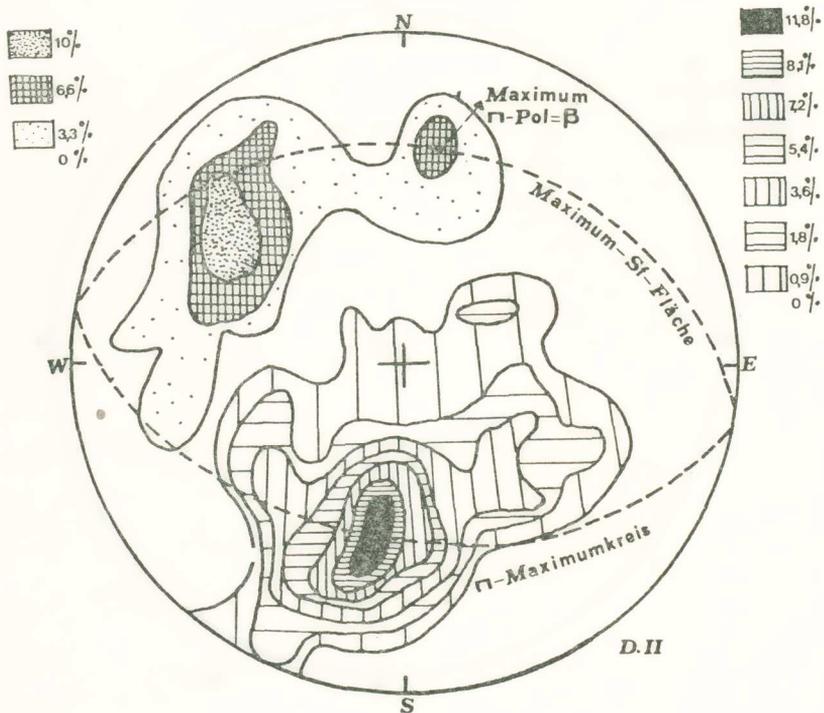


Abb. 5.

Wert ersichtlich. Der Konstruktiv ermittelte (β) fällt mit den NNE-streichenden B-Faltenachsen des Gebietes zusammen.

Man beobachtet eine Steuerung der B-Faltenachsen im Norden und Westen mit deutlichen Maxima in NNE- und NW-Richtungen. Dies kann entweder durch die mechanischen Inhomogenitäten der betreffenden Gesteine bedingt sein oder es kann sein, dass hier verschiedenartige B-Faltenachsen vorliegen. Das eine Untermaximum fällt mit dem π -Pol und β zusammen. Diese Achsengruppe streicht NNE und taucht mit ca. 34° nach NNE ein. Für das zweitgrößte Maximum liest man das Datum 128/40 WNW bis NW ab, d. h., dass die betreffende Achsengruppe von

ESE-WNW bis SE-NW streicht und ca. mit 40° nach WNW bis NW eintaucht. Ausser den genannten B-Faltenachsen ist bei den graphitischen Tonschiefern eine b-Lineation gemessen worden. Im Diagramm III der (Abb. 6) sieht man das eingetragene b-Linear und die daraus abgeleitete B-Faltenachse mit dem Datum 124/22 WNW, die ungefähr den Faltenachsen der grössten Maximumgruppe zu ordnen ist. Hier kann man eine syngenetische tektonische Ursache vermuten, also eine leichte gleichzeitige Schieferung und Faltung.

Über das relative Alter der B-Faltenachsen wird im letzten Kapitel berichtet. In denselben Gesteinen wurden die Kluftrichtungen ermittelt und in einer Richtungsrose dargestellt, Diagramm IV (Abb. 7). In Beziehung zu den Faltenachsen kann man die Klüfte in zwei Systeme gliedern. Das erste System zeigt zwei Streichrichtungen von 0° - 10° (b) und von 85° - 90° (b'), die sich ungefähr unter einem rechten Winkel schneiden (90°) und zu den NNE-Streichenden B-Faltenachsen bc (hoo)- und ac (oko) Klüfte bilden (vgl. Diagr. II, IV, Abb. 5. u. 7). Das gleiche gilt auch für das Klüftsystem (a'-a), in Beziehung zu den NW-SE streichenden B-Faltenachsen.

Auf der Phyllit-Tonschieferserie scheint der Aswestochorikalkzug überschoben zu sein. In manchen Stellen sieht man den Kalk unter der Phyllit-Tonschieferserie in anderen Stellen wieder umgekehrt. So wird der Eindruck verursacht, dass die beiden Gesteine in einer Wechsellaagerung auftreten, während die heutige Situation derselben tektonisch bedingt ist. Die starke Einengung aller Gesteine der weiteren Umgebung hat sie in Schuppen gestellt, deshalb sieht man heute dieses komplizierte geologische Bild, wie es in der Abb. (8) dargestellt ist.

Die Phyllit-Tonschieferserie (Ph) scheint deutlich im Kalk (K) aufzutauchen, eine Erscheinung, die im Bereich nördlich der Ortschaft «Exochi» betrachtet wird und nur tektonisch erklärt werden darf.

Man hat genau wie bei der Phyllit-Tonschieferserie auch im Kalk die tektonische Daten gemessen und in tectonischen Diagrammen dargestellt. Im Diagramm V der (Abb. 9) hat man statistisch ausgezählte SS-Pol-Flächen und B-Faltenachsen. Der Kalk, wie auch die Liegendserie zeigen ungefähr das gleiche Schichtstreichen- und Einfallen. Vom Diagramm V (Abb. 9) liest man für den Kalk das Maximumdatum 102/40 NNE, also ein ENE-WNW Streichen und ein mit 40° Einfallen nach

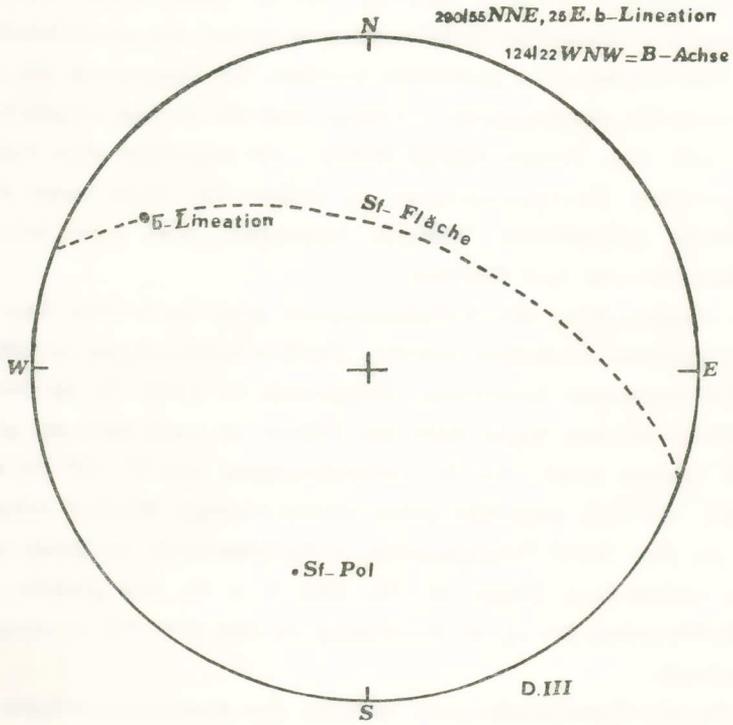


Abb. 6.

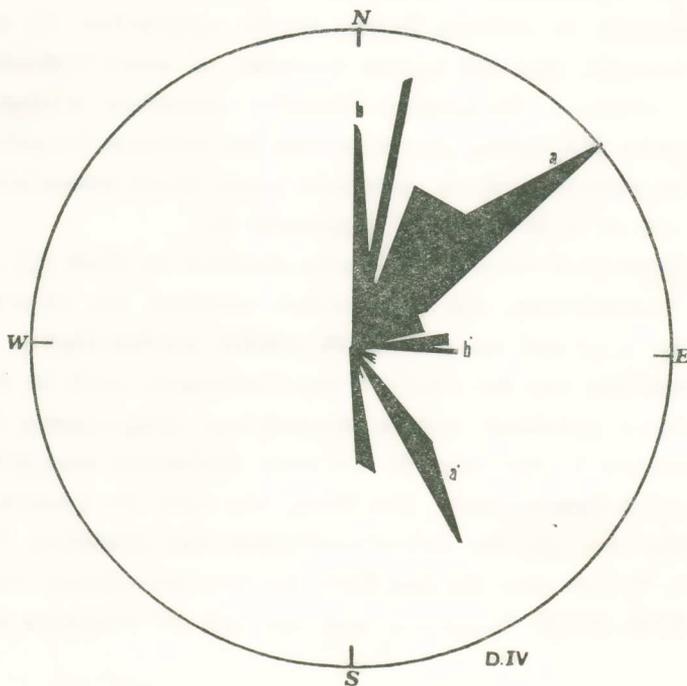


Abb. 7.

Abb. 8.

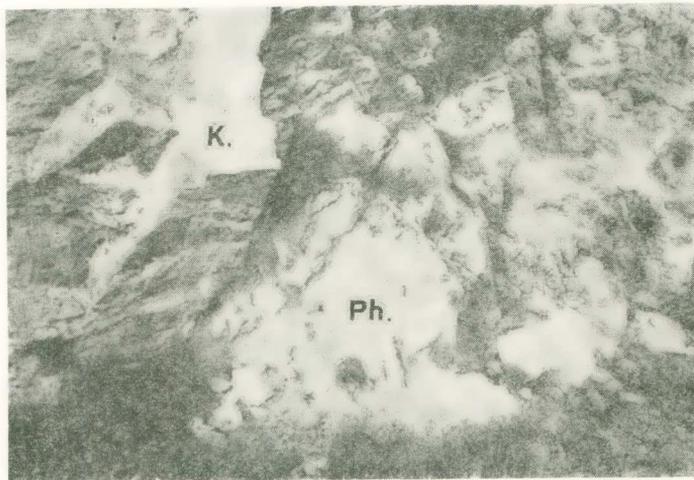
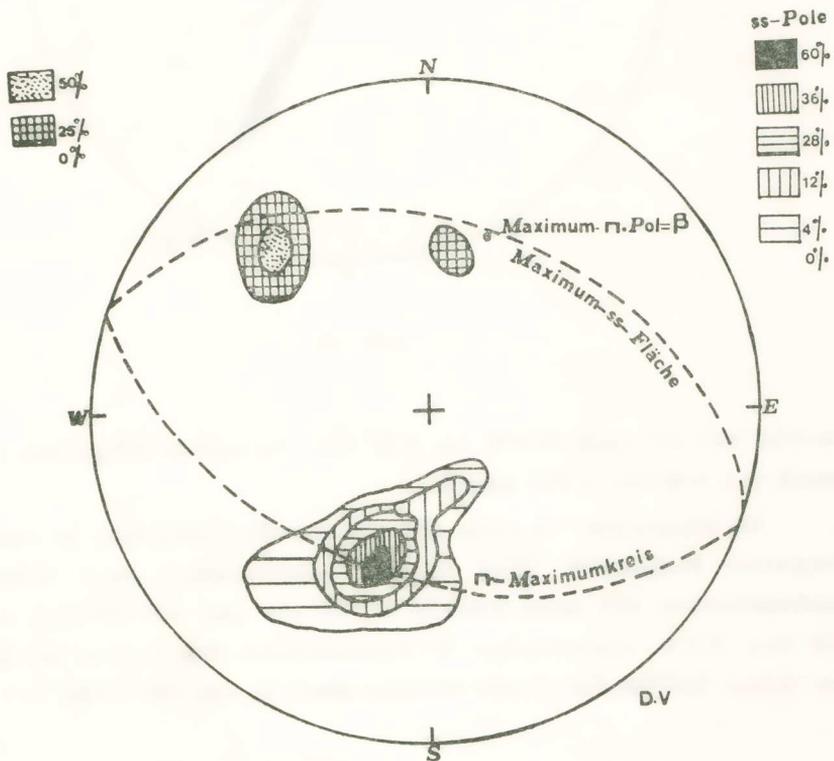


Abb. 9.



NNE. Die B-Faltenachsen im selben Diagramm werden in zwei Gruppen unterschieden: die erste streicht NNE-SSW und taucht mit 50° nach NNE ein: mit dieser Richtung fällt auch der Konstruktiv ermittelte (β) zusammen: die zweite Gruppe streicht von SSE-WNW bis SE-NW und

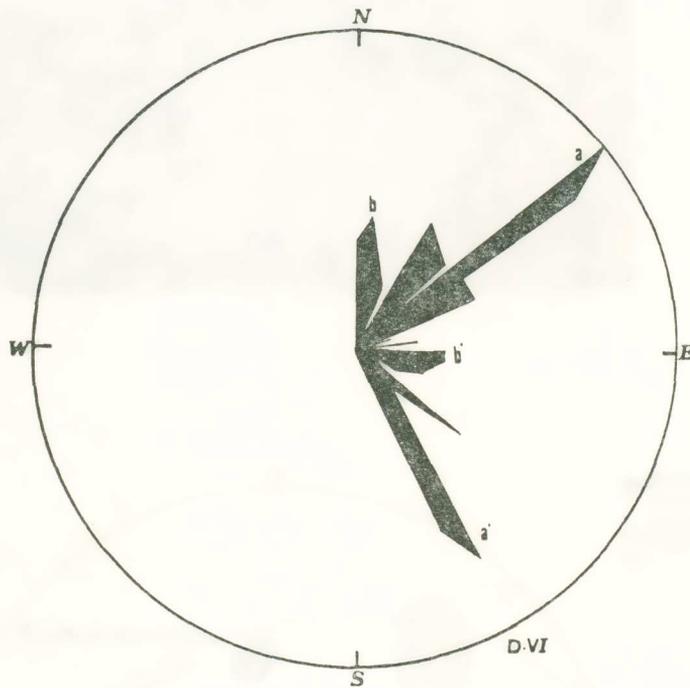


Abb. 10.

taucht mit 35° nach WNW bis NW ein. Im selben Diagramm sieht man noch den π -Kreis, π -Pol und β .

Im Diagramm VI (Abb. 10) werden die Kalkklüfte in einer Richtungsrose dargestellt. Hier werden hauptsächlich zwei Klüftgruppen unterschieden. Die erste streicht $0^\circ - 15^\circ$ (b) und $88^\circ - 93^\circ$ (b') und bildet zu den NNE-streichenden B-Faltenachsen des Kalkes bc-(hoo) und ac-(oko) Klüfte, die zweite Gruppe streicht von $130^\circ - 135^\circ$ (a') und von

30° - 50° (a) und bildet zu den SE - NW streichenden B - Faltenachsen bc - (hoo) und ac - (oko) Klüfte.

Die Liegendserie mit den Phylliten und graphitischen Tonschiefern als auch der hangende Kalkzug werden im allgemeinen in SE - NW streichenden Störungen eingeeengt, die älteres und jüngeres oder Hochmetamorphes und Schwachmetamorphes zusammenbrachten und als Schuppengrenze zwischen den genannten Gesteinen angedeutet wurden (geol. Kart. I, geol. Prof. I). Ausserdem Schuppenbau sieht man noch NE - SW bis NNE - SSW streichenden Verwerfungen, die stellenweise als Abschiebungen an anderen Stellen wieder als Horizontalverschiebungen zu erkennen sind.

Die NNE - SSW Störungen bilden vermutlich zu den NNE - streichenden Faltenachsen hol - Flächen, während die SE - NW streichen zu den entsprechenden B - Faltenachsen mit NW - SE Streichen ebenfalls (hol) Fläche?

3. 2. Valtiumgebung - Gesteinseinheiten.

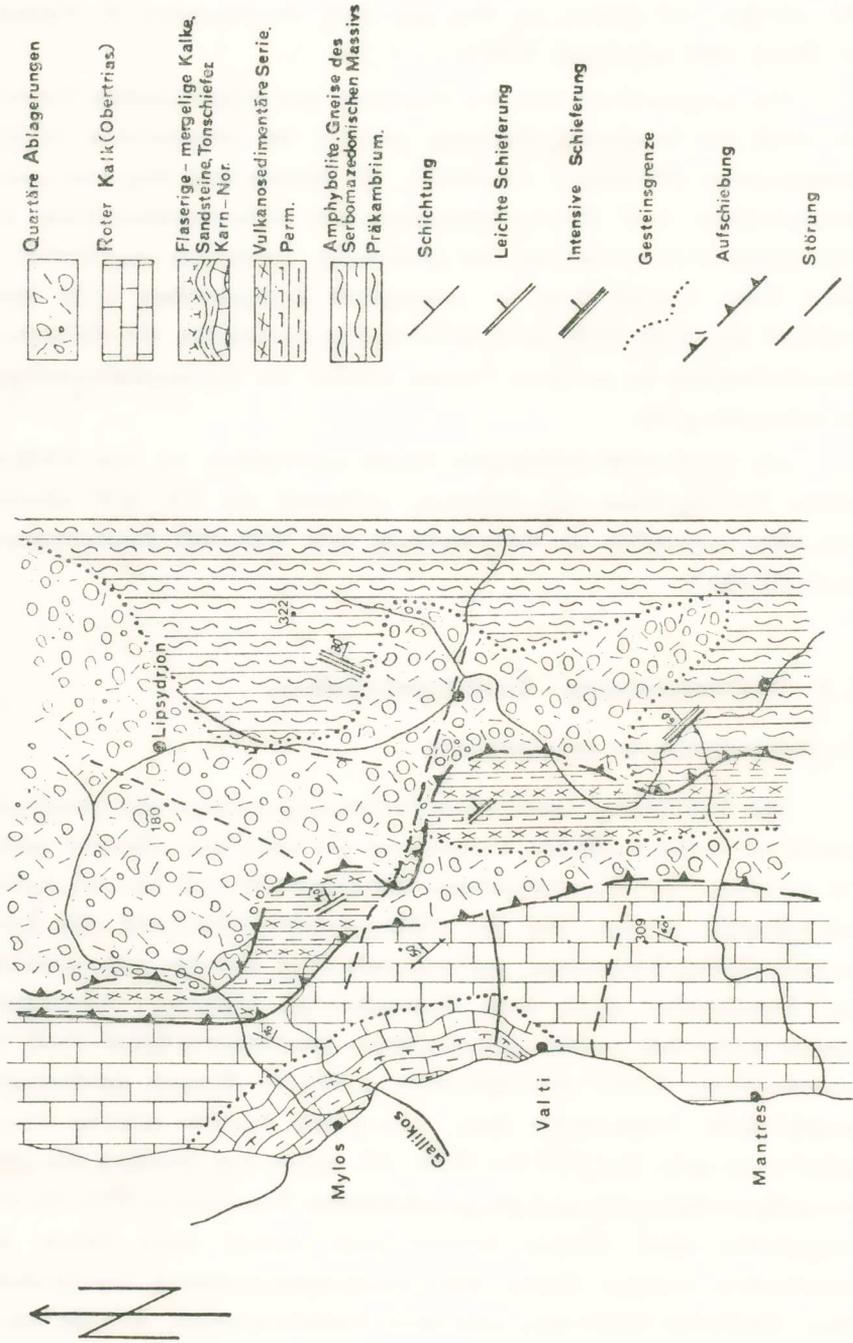
a) Makroskopische Beschreibung.

Das Valtigebiet besteht aus Sedimentgesteinen, die lithofaziell von Stelle zu Stelle variieren. Genau von der Ortschaft «Mylos» (geol. Kart II) zieht der Gallikos-Nebenfluss mit einer SW - NE Streichrichtung bis zur «Megalo Rema», der die vulkanosedimentäre und die hochmetamorphe Serie abschneidet und bis zum Dorf Krithea ankommt (Abb. 1). Im Mylosgebiet sieht man dünnmächtige flaserige Margelkalke bis tonige Kalke mit zwischengeschalteten Sandsteinen (geol. Prof. II). Mit zunehmender Tiefe geht das eben erwähnte System in dunkelfarbige graphitische Tonschiefer über. Das ganze System scheint zusammengefaltet zu sein. Im Bild der (Abb. 11) sehen wir deutlich die gefalteten mergeligen Kalke (K) und die graphitischen Tonschiefer (Ph), die ebenfalls mitgefaltet sind. Dieses System geht weiter nach Osten in rote, ungebankte massige Kalke mit zwischengeschalteten Sandsteinspartien über. Südlicher trifft man eine neue Gesteinseinheit, die die sogenannte vulkanosedimentäre Serie (Mercier, 1966) darstellt. Es handelt sich

GEOLOGISCHE KARTE (II)

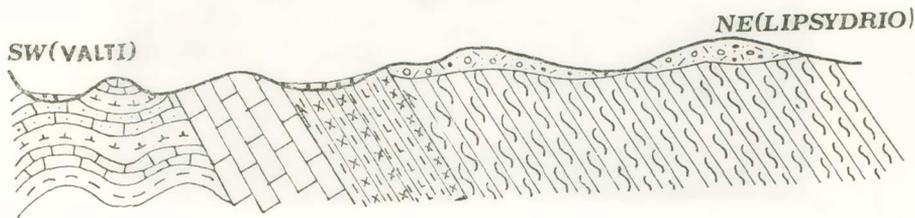
1:50000

2500m



hauptsächlich um ehemalige Phyllite oder Tonchiefer, die intensiv vom sauren Vulkanismus beeinflusst wurden. Heute sieht man vor allem Metarhyolithe, Tuffe, Serizitschiefer und Quarzite mit verschiedenen Farben, die einen geringeren Metamorphosegrad aufweisen. Im Bilde der (Abb. 12) sieht man einen Teil der vulkanosedimentären Serie (Vs).

GEOLOGISCHES PROFIL II. (SCHEMATISCH)



Härtere Stellen projizieren sich heraus und bestehen aus rot und grün gefärbten Quarziten, bei denen die sekundäre Spaltenfüllung mit weissem Quarz eine häufige Erscheinung ist. Stellen mit hellen Farbtönen bestehen aus Kaolinitisierten Tuffen und Phylliten und im Bach links im Bilde, aus Sanden.

b) Mikroskopische Beschreibung.

Bei den sandig-mergeligen Kalken der Valtiumgebung unterscheidet man kleine Quarzkörner, weniger Feldspatdetritus in einem kalkigen Bindemittel eingebettet, das mehr als 60 Vol % des Gesteins ausmacht. Manche Serizitschuppen und Rutilnadeln sieht man auch deutlich. Das kalkige Bindemittel ist gut kristallisiert und zeigt Drucklamellen. Bei den Quarzkärnern ist eine undulöse Auslöschung sichtbar. Im betreffenden Falle kann man von einem sandigen Kalk sprechen, bei dem der detritische Charakter deutlich ausgeprägt ist. Die Tonminerale des Gesteins stehen mit tonigen Teilen desselben in Verbindung. Kleine Spältchen sind mit neu mobilisiertem Quarz gefüllt. Sie treten in zwei streichrichtungen auf, die sich unter einem spitzen Winkel abschneiden.

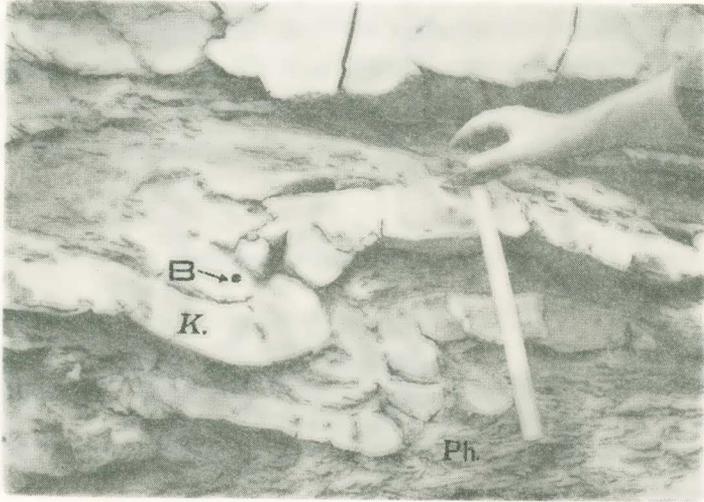


Abb. 11.



Abb. 12.

Bei den rötlichen Kalken sieht man grösseren Kalzitkörner mit Drucklamellen, rot gefärbt. Diese Farbe kann durch die Beimischung von fein verteilten Hämatitmineralien im betreffenden Gestein bedingt sein.

Der Tonschiefer (Phyllit ?) zeigt mikroskopisch spärliche Schuppen von Serizit und stellenweise Chlorit. Die anderen Mineralien sind sehr klein und können mikroskopisch nicht bestimmt werden. Das Gestein ist ziemlich dunkel gefärbt, eine Tatsache, die durch organischen Beimengungen bedingt sein kann. Durch die Röntgenuntersuchung sind hauptsächlich Chlorit und Illit mit fraglichem Kaolin festgestellt worden. Hier auch wie im Gebiet von Aswestochori, sind die Chloritbildungen neu und das Vorkommen von Illit mit Chlorit zeigt ähnlich, wie bei Aswestochori einen ziemlich alten Tonschiefer (Füchtbauer & Müller, 1970, S. 254 - 255).

Das Gestein ist schwach geschiefert, mit kleinen Rissen aus Quarz, die sich wieder unter einem spitzen Winkel abschneiden. Die postkristalline Durchbewegung ist hier auch deutlich bemerkbar.

Die mikroskopische Untersuchung der vulkanosedimentären Serie bereitet besondere Schwierigkeiten, weil der starke Einfluss des sauren Vulkanismus auf die Sedimente und danach die schwache Metamorphose und Durchbewegung, ein durcheinander der mineralogischen Zusammensetzung des betreffenden Gesteins mit sich brachten.

Auf jedem Fall sind hier typische Rhyolithe und Quarzporphyre vorhanden. Die Quarzporphyre sind häufiger und bestehen aus einer mikrokristallinen bis amorphen Grundmasse mit Quarz und Feldspat und grossen Einsprenglingen von Hochquarz und Plagioklas, spärliche Serizitschuppen und Titanitnadeln sind auch hier zu beobachten. Die Grosskristalle zeigen intensive Durchbewegung mit kataklastischen Erscheinungen und undulöser Auslöschung. In anderen Präparaten sieht man wieder heterometrische mittelgrosse Quarzkörner mit Serizitschuppen. An manchen Stellen sind die Quarzkörner ziemlich gross. Hier handelt es sich wahrscheinlich um die oft vorkommenden Quarzite. Sie haben in allen Fällen kleine Spalttrisse, die sekundär mit Quarz gefüllt sind. Hier ist auch eine intensive Durchbewegung ersichtlich. Bei den meisten Präparaten findet man Serizitschuppen, wenig Chlorit, kleine Quarz-

körner und Tonmineralien, die in der Mehrheit Kaoline sind. Eine leichte Schieferung ist hier zu beobachten. Man sieht auch kleine Faltungen mit undulös auslöschenden Quarzkörnern.

c) **Tektonik.**

Aus der geologischen Karte (II) und dem Profil (II) geht hervor, dass hier die verschiedenen Gesteinseinheiten eine inverse Lagerung

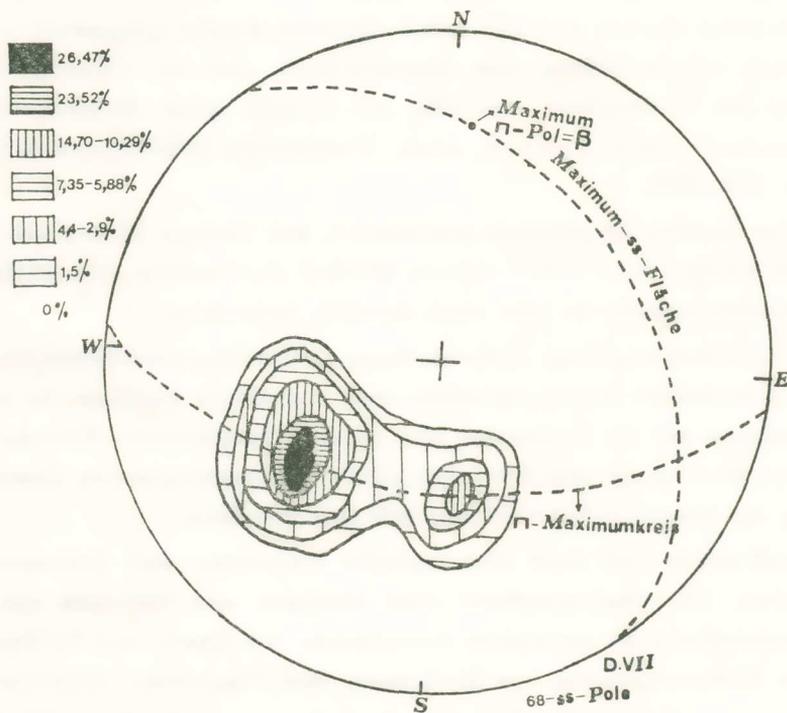


Abb. 13.

zeigen, durch die N-S bis NNE-SSW verlaufende Aufschiebungen geäußert werden. Das Streichen und Einfallen der Kalk- und Vulkanosedimentären Serie schwanken sehr deutlich von Stelle zu Stelle, eine Tatsache, die mit der Faltung der weiteren Umgebung zusammenhängt. Ein Maximumwert für das Kalkstreichen und Einfallen mit dem Datum 142/40 NE ist aus dem Diagramm (VII) der (Abb. 13) ersichtlich. SE-Einfallen ist in dem untersuchten Bereich auch vorhanden. Im selben

Diagramm hat man den π -Kreis und π -Pol und den β Wert eingetragen. Für SE-Einfallen der SS-Flächen, fällt (β) mit östlich streichenden B-Faltenachsen zusammen.

Die vulkanosedimentäre Serie zeigt den oben erwähnten Maximumwert allerdings mit grösseren Einfallswinkeln. Aus dem Diagramm

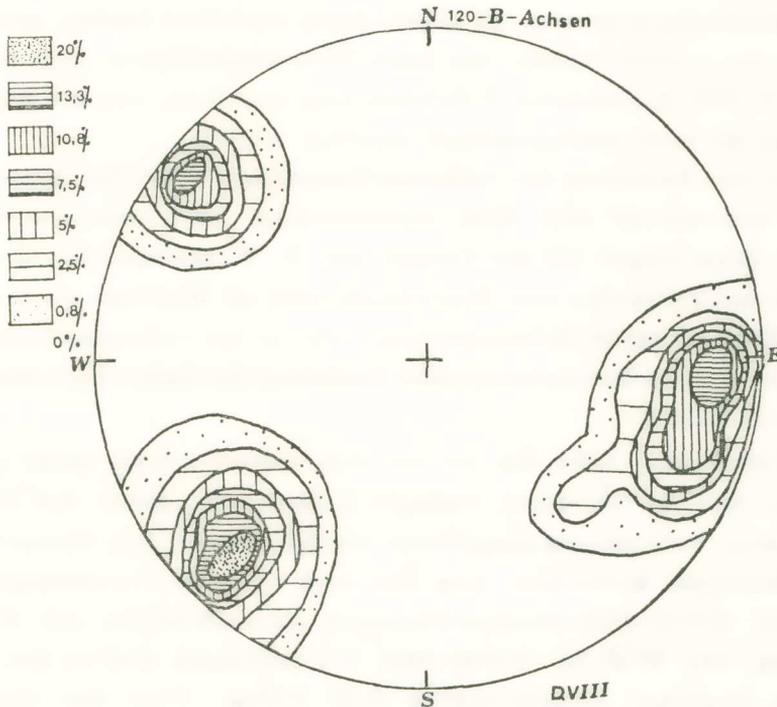


Abb. 14.

VIII, der (Abb. 14) liest man die verschiedenen der Kalkserie vorkommenden B-Faltenachsen ab. Die erste Gruppe streicht E bis ESE und taucht mit 15° durch schnittlich nach E ein. Die zweite Gruppe streicht NW-SE und taucht mit 10° nach NW ein. Die dritte Gruppe streicht ca. 45° , NE-SW und taucht mit 10° nach SW ein.

Die drei Gruppen von B-Faltenachsen mit den variierten Streichrichtungen können einerseits verschiedenartig sein oder auch durch die mechanische Inhomogenität der betreffenden Gesteine bedingt sein. Das weitere Gebiet scheint von E-W bis ENE-WSW streichenden Bewegun-

gen eingengt zu sein. Wie aber der Sedimentationsraum der betreffenden Gesteinstypen entwickelt war, kann hier nicht fixiert werden.

In den Abbildungen 15 und 16 haben wir entsprechend die Diagramme (IX) und (X) für Sandsteins- und Kalkklüfte in Form von Richtungsrosen dargestellt. Diese Klüfte bilden mit den genannten B-Faltenachsen verschiedenartige Klüftsysteme. Aber in welcher der Faltungsachsengruppe man sie altersmässig einordnen konnte, kann hier nicht leicht erklärt werden. Mit einer Wahrscheinlichkeit kann man sie zu den E-ESE streichenden B-Faltenachsen einreihen, mit der Begründung, dass sie auch syndiagenetisch angelegt wurden.

Bei den Gesteinen der vulkanosedimentären Serie hat man ESE-WNW und mit 40° nach ESE eintauchenden B-Faltenachsen messen können. Diese zeigen mit der Gruppe der E-W streichenden B-Faltenachsen der Valtikalke eine Ähnlichkeit, aber sie sind hier etwas steiler als im Kalk. Dieselbe Achsenrichtung, wie in der vulkanosedimentären Serie, ist bei den hochmetamorphen Gesteinen des Serbo-Mazedonischen Massivs feststellbar.

Klüftsysteme habe ich bei der oben genannte Serie nicht messen können, weil ja tektonisch bedingte Klüftsysteme durch den Einfluss des saueren Vulkanismus ausgelöscht wurden. Ausser dem Charakter der Aufschiebungen beobachtet man hier noch typische Verwerfungen mit W-E bis WNW-ESE Streichrichtungen als auch solche mit NE-SW Richtung. Die W-E bis WNW-ESE Verwerfungen sind zu den Faltenachsen ähnlicher Streichrichtung (hol) Fläche. Über das Alter der erwähnten tektonischen Vorgänge wird im nächsten Kapitel berichtet.

4. DAS RELATIVE ALTER DER TEKTONISCHEN VORGÄNGE UND DIE LITHOFAZIELLEN ZUSAMMENHÄNGE IN BEIDEN UNTERSUCHUNGSGBIETEN

Weiters wird versucht, die bisher beschriebenen petrologisch-tektonischen Daten in eine gesetzliche Beziehung zu bringen. Im Bereich von Aswestochori kann man ohne weiteres die Annahme machen, dass der graphitische Tonschiefer mit den dünnmächtigen Konkordanten Sandstein- und Kalkeinschaltungen zum reinen massigen Kalk übergeht. Dieser Übergang zeigt einigermassen eine allmähliche Sedimentations-

kontinuität von den graphitischen Tonschiefern zum massigen Kalk hin (siehe Abb. 2, 3). Die flyschartige Ausbildung der Tonschiefer bedeutet eine Unruhe des Sedimentationsrhythmus im Ablagerungsraum, die mit den letzten orogenetischen Bewegungen des Gebietes zusammenhängt. Diese äussern sich in kurz dauernten Hebungen und Senkungen.

Ziemlich weiter vom Kalk, in südlicher Richtung hin, wird eine Zunahme des Metamorphosegrades der Tonschiefer betrachtet, die durch Phylliten ersetzt werden. Man weiss nicht, ob es sich hier um verschiedenaltige Gesteine oder verschieden metamorphe gleichaltige Gesteine handelt. Als Annahme gilt nämlich hier, dass Teile des Tonschiefers unmetamorph im engeren Kalkbereich bleiben, weil sich der Schuppenbau im genannten Bereiche nicht so intensiv bemerkbar machte, wie es der Fall bei den ziemlich entfernt liegenden Phylliten gewesen ist.

Aus den Diagrammen I, II, III, IV, V, VI, (siehe Abb. 4, 5, 6, 7, 9 u. 10) geht hervor, dass eine Ähnlichkeit der tektonischen Vorgänge sowohl in der liegenden Tonschiefer-Phyllitserie als auch im hangenden Kalke ersichtlich ist.

Meiner Ansicht nach ist die Grenze zwischen Tonschiefern und Kalken stratigraphisch. Sie kann später tektonisiert aber nicht wesentlich verlegt worden sein.

Im Valtigebiet hat man fast ähnliche lithologische Verhältnisse, wie im Aswestochorigebiet, mit der Ausnahme, dass hier eine zusätzliche Bildung auftritt, die man als Vulkanosedimentäre Serie bezeichnet.

Die mergelig-tonigen Flaserkalke sind mit graphitischen Tonschiefern zusammengefaltet. Sie gehen weiter nach NE zu Sandsteinen und danach zu roten massigen Kalken über. Dieser Übergang, steht natürlich mit orogenetischen Hebungen und Senkungen des weiteren Gebietes in Verbindung. Dies wird deutlich, wenn man annimmt, dass die tonig mergeligen Flaserkalke einen starken terrestrischen Einfluss zeigen, während die Sandsteine und rötliche Massenkalken einen ruhigeren Bildungszustand aufweisen. Meiner Ansicht nach ist hier eine kontinuierliche Sedimentation ersichtlich, ohne wesentlichen Unterbrechungen.

Nach Mercier (1966) sind diese Bildungen liassischen Alters (Domerien). Nach Heterastridiiden Fossilfunden im selben Bereich von Papastawrou & Chatzidimitriadis, die von Dr. Fenniger bestimmt wurden, ist hier Karnisch - Unternorisches Alter möglich (Mündliche Mitteilungen).

Die rötlichen Kalke und Sandsteine haben ein ähnliches Alter oder wahrscheinlich relativ jüngeres. Nach Stoppel, zitiert bei Kockel - Mollet - Walther (1971, s. 538) haben dieselbe Kalke Karnisches Alter (?), während nach Mercier (1966) ladinisches Alter angegeben wird.

Bei den gebankten Kalken der Kritheaumgebung (Doubia - Santa), in denen Einschaltungen von roten und violetten Phylliten, Sandsteinen und Hornsteinen beobachtet werden, gibt Stoppel ein anissisch bis karnisches Alter an. Dieser Bereich zeigt ganz ähnliche lithofazielle Verhältnisse wie die Aswestochoriumgebung. Im Diagramm VIII (Abb. 14) sieht man B-Faltenachsen mit östlichem und südöstlichem Streichen. Diese Achsenrichtungen sind in Schnitten senkrecht (B, b) bei petrologischen Präparaten von graphitischem Tonschiefer desselben Bereiches deutlich bemerkbar. Man betrachtet kleine Fältelungen, die durch Tonmineralien, serizitischen Schuppen und durch Quarzdetritus geäussert werden. Das Quarz-Serizitgemenge scheint syndiagenetisch überprägt zu sein. Diese Richtungsähnlichkeit der Mikro- und Makrofallen gibt uns Anlass dazu, dass das Alter der östlich-bis südöstlich streichenden B-Faltenachsen Karnisch bis Norisch sein kann.

Nach Stille (1944) gehört diese Achsenrichtung zur Faltungsphase «Altkimmeridge», obwohl man hier die ganze Annahme mit einer Zurückhaltung verbindet. Die ebenfalls in Flaserkalken, Sandsteinen und massigen Kalken des untersuchten Valtigebietes vorhandene Klüfte, die in den Diagrammen IX und X der (Abb. 15 u. 16) als Richtungsrosen dargestellt wurden, wurden als syndiagenetisch angelegte Klüfte erkannt, die mit den östlich bis südsüdöstlich streichendes B-Faltenachsen ac- und bc (oko- und hoo) Klüfte karnisch bis norischen Alters sind. Die NNE-SSW streichenden B-Faltenachsen können hier nicht datiert werden. Man kann hier annehmen, dass sie gleich alt zu den E bis ESE streichenden B-Faltenachsen sein können, deren Richtungsänderung durch die mechanische Inhomogenität der betreffenden Gesteine bedingt ist. Die E-W bis ESE-WNW und NNE-SSW streichenden Verwerfungen (siehe geol. Karte II, Abb. 17) sind mit grosser Wahrscheinlichkeit gleichalt mit den anderen karnisch-norischen tektonischen Elementen der Valtiumgebung. Die NW-SE streichenden B-Faltenachsen (Diagramm VIII, Abb. 14), und NNW-SSE bis NW-SE gerichteten Aufschiebungen

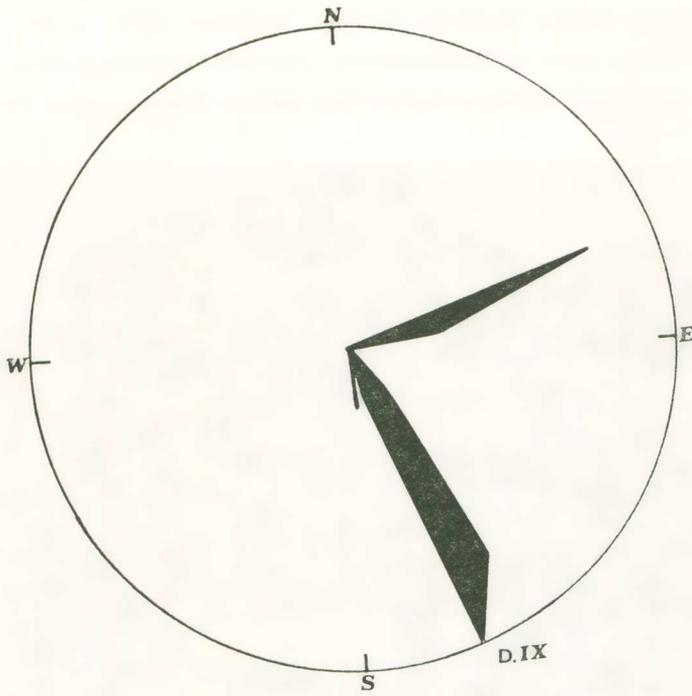


Abb. 15.

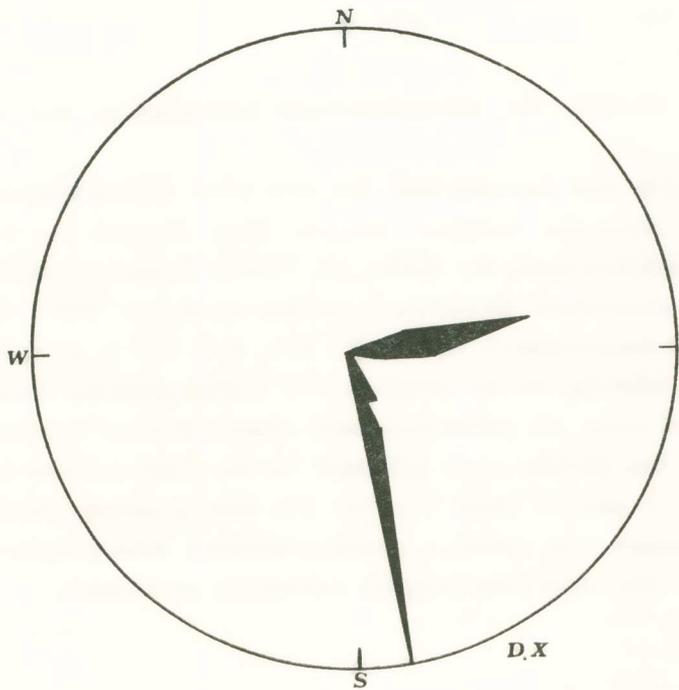


Abb. 16.

des Valtibereiches werden als tektonische Elemente mitteljurassischen Alters betrachtet (siehe Kockel - Mollat - Walther 1977, s. 54 - 55). In diesem Falle kann man wahrscheinlich von der Faltungsphase «Jungkimmeridge» sprechen. Später sind in den selben Bahnen neue Bewegun-



Abb. 17.

gen erkannt worden, die wahrscheinlich) kretazischen und tertiären Alters sind.

Im Bereich von Aswestochori hat man zwei Hauptrichtungen der tektonischen Elemente feststellen können. Eine Gruppe von B-Faltenachsen, die Streichrichtung der Kalke, die Phyllit-Tonschieferschieferung sowie der Schuppenbau desselben Bereiches streichen WNW-ESE bis NW-SE (siehe Diagramme I, II, III, V, Abb. 4, 5, 6, 9 u. geol. Karte I). Diese Streichrichtung ist der gleichen der Valtiumgebung altersmässig äquivalent und kann als mitteljurassisch charakterisiert werden (Jungkimmeridge). Das gleiche Alter gilt auch für die Klüftsysteme (a-a') der Diagrammen IV und VI (Abb. 7 u. 10). Die eben genannte Streichrichtung wird intensiv von späteren gleichgerichteten Bewegungen erfasst. Deshalb ist es hier auch schwierig sie zeitmässig zu trennen.

Eine zweite Gruppe von tektonischen Elementen, wie etwa B-Faltenachsen und Verwerfungen (siehe Abb. 4, 5, 6, 9, 18, geol. Karte I) streicht NNE-SSW. Zu diessen B-Faltenachsen gehören auch die Klufsysteme (b-b'), (siehe Diagramme IV, VI, Abb. 7, 10), die

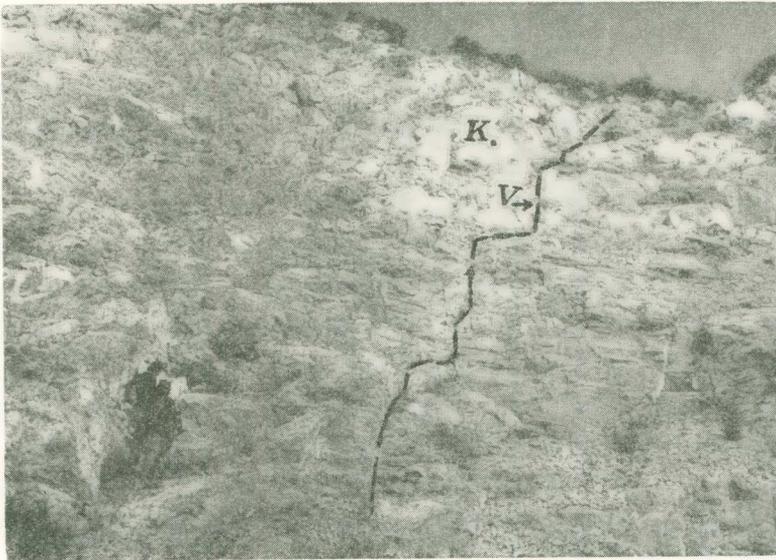


Abb. 18.

entsprechend ac- und bc- oder oko- und hoo- Klüfte bilden. Meiner Beobachtungen nach sind diese tektonische Elemente älter als die NW-SE streichenden, denn diese B-Faltenachsenrichtungen werden noch im Mikrobereich des Tonschiefers in petrographischen Präparaten als syndiagenetische Überprägungen geäußert. Wie im Falle von Valti hat man hier auch in Präparaten senkrecht «B» der NNE streichenden B-Achsen kleine Fältelungen mit Ton- und Quarzmineralien, die syndiagenetisch zusammengefaltet wurden. Deshalb ist man hier zur Annahme gekommen, dass diese tektonischen Elemente älter als die NW-SE streichenden sein müssen. Schliesslich kann man hier klarmachen, dass die E bis SE streichenden tektonischen Elemente der Valtiumgebung äquivalent zu den NNE streichenden der Aswestochoriumgebung sein können, weil sie von den NW-streichenden in beiden Gebieten stark überprägt wurden. Diese Überprägung kann mitteljurassisch sein oder noch von späteren,

ähnlich gerichteten jüngeren Bewegungen bedingt sein. Das ist allerdings bis heute nicht so klar. Die NW-SE streichenden Elemente überprägten die älteren E-W streichenden der Valtiumgebung mit einer Drehung nach SE, während in Aswestochoriumgebung die heutige ältere NNE-Streichrichtung aus einer Östlichen (E) abzuleiten wäre. Das Alter der Sedimente der Valtiumgebung als auch die der vulkanosedimentären Liegenserie ist nach Fossilfunden permotriassisch.

Ein ähnliches Alter scheint nach dem bisher erfolgten Vergleich auch für die Tonschiefer - Phyllit - Kalkserie der Aswestochoriumgebung durchaus möglich.

Die E bis SE streichenden B-Faltenachsen der Valtiumgebung sowie die NNE streichenden der Aswestochoriumgebung sind auch noch bei den hochmetamorphen Gneisen der Kritheaumgebung (Serbo-Mazedonisches Massiv) als auch bei den Grüngneisen von Thessaloniki (Axios zone) bemerkbar (Χατζηδημητριάδης, 1975, s. 27 - 29).

Man glaubt deshalb fest, dass hier eine ältere alpidische Durchbewegung ausser derjenigen, die NW-SE streicht, möglich scheint. Diese Möglichkeit steht mit einer im Karn bis Nor erfolgten Durchbewegung in Verbindung zu stehen (Altkimmeridge), während die jüngere NW-SE streichende als eine mitteljurassische Orogenphase (Jungkimmeridge) aufzufassen ist. Junge tektonische Phasen habe ich in dem von mir untersuchten Bereiche nicht trennen können, weil sie in gleichen Bahnen mit den älteren erfolgt sind. Von den bisher genannten Annahmen ausgehend, kann man ohne weiteres glauben, dass das permotriassische Alter der Valtiumgebung auch im Bereich von Aswestochori möglich scheint.

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Στις περιοχές Βάλτων του Κιλκίς και Ἀσβεστοχωρίου τῆς Θεσσαλονίκης, πού εὑρίσκονται ἀντιστοίχως σέ ἀποστάσεις 25 χλμ. ΒΒΔυτικά καί 12 χλμ. ΒΒΑνατολικά τῆς πόλεως τῆς Θεσσαλονίκης, ἀπαντοῦν ἐκτεταμένοι σχηματισμοὶ ἀνθρακικῶν ἰζημάτων ἐπικαθήμενοι σέ πετρώματα φυλλιτικῆς συστάσεως.

Ὁ Κ. Oswald (1938) ἐντάσσει τίς δύο αὐτὲς περιοχές στή ζώνη τοῦ Ἀξιοῦ καί θεωρεῖ τὰ ἀνθρακικά ἰζήματα τριαδικῆς ἕως ἄνω κρητιδικῆς ἡλικίας ἐνῶ κατατάσσει τὰ φυλλιτικά πετρώματα τοῦ ὑποβάθρου στή δεβόνιον ἢ σιλούριον ἐποχή. Ἀντίθετα ὁ J. Mercier (1966) ἀφ' ἑνὸς καί ἀργότερα οἱ

F. Kockel - H. Mollat - H. Walther (1971 - 1977) ἀφ' ἑτέρου, θεωροῦν τὰ ἰζήματα αὐτὰ τριαδικῆς μέχρι ἰουρασικῆς ἡλικίας, τοὺς δὲ φυλλίτες τοῦ ὑποβάθρου Περιμίου ἡλικίας. Προσφάτως βρέθηκαν ὑπὸ τῶν Παπασταύρου - Ε. Χατζηδημητριάδη, μέσα σὲ μαργαϊκοὺς ἀσβεστολίθους τῆς περιοχῆς τῶν Βάλτων, ἀπολιθώματα ἔχινων ὅπως οἱ *Heterastriidaen*, καθοριστικὰ τοῦ Καρνίου - Νορίου.

Διατίθενται λοιπὸν σήμερα ἐπαρκῆ στοιχεῖα, βάσει τῶν ὁποίων τὰ ἀνθρακικά ἰζήματα καὶ τὰ ὑποκείμενα αὐτῶν ἰζηματοφαιστειώδη πετρώματα στὴν περιοχὴ τῶν Βάλτων μποροῦν νὰ θεωροῦνται ὡς περμο-τριαδικοὶ σχηματισμοί. Ἀντίθετα, στὴν περιοχὴ τοῦ Ἀσβεστοχωρίου δὲν ὑπάρχουν ἀνάλογα στοιχεῖα πὸν νὰ ἐπιτρέπουν παρόμοια χρονολόγησι.

Στὴν παρούσα ἐργασία ὁ συγγραφεὺς ἐπιχειρεῖ, διὰ μέσου μιᾶς λεπτομεροῦς ἀναλύσεως τῶν λιθοφασικῶν καὶ τεκτονικῶν χαρακτηριστικῶν τῶν δύο περιοχῶν, καὶ συγκρίσεως τῶν χαρακτηριστικῶν αὐτῶν, τὴν ἐξαγωγή συμπερασμάτων σχετικὰ μὲ τὴν ἡλικία τῶν στρωμάτων τῆς περιοχῆς Ἀσβεστοχωρίου.

Τὰ ἀποτελέσματα τῆς παραπάνω ἀναλύσεως μποροῦν νὰ συνοψισθοῦν ὡς ἑξῆς :

1. Στὴν περιοχὴ Ἀσβεστοχωρίου τὸ ὑπόβαθρο τῶν ἀνθρακικῶν ἰζημάτων ἀποτελοῦν κυρίως ἀργιλικά πετρώματα, τὰ ὁποῖα πλευρικὰ μεταβαίνουν σὲ γραφιτικοὺς φυλλίτες ἀσθενοῦς μεταμορφώσεως.

2. Παρατηρεῖται μία βαθμιαία λιθοφασικὴ μετάβασι ἀπὸ τὰ ὑποκείμενα στὰ ὑπερκείμενα πὸν μαρτυρεῖ συνεχῆ ἰζηματογένεσι χωρὶς βασικὲς διακοπές.

3. Σημειοῦται ἡ παρουσία δύο συστημάτων πτυχώσεως. Οἱ πτυχώσεις BBA-NNΔ διευθύνσεως παρουσιάζουν συνδιαγενετικὴ πρὸς τὰ στρώματα ἡλικία καὶ εἶναι παλαιότεραι ἀπὸ τὶς πτυχώσεις ΒΔ-ΝΑ διευθύνσεως πὸν σύμφωνα μὲ τὴ γνώμη τοῦ F. Kockel εἶναι μεσοίουρασικῆς ἡλικίας.

4. Στὴν περιοχὴ Βάλτων τὰ ἀνθρακικά ἰζήματα ἀντιπροσωπεύονται ἀπὸ μαργαϊκοὺς ἕως ἀργιλικοὺς ἀσβεστολίθους μὲ παρεμβολές γραφιτικῶν σχιστολίθων στὰ βαθύτερα καὶ ψαμμιτῶν στὰ ὑψηλότερα μέρη. Πρὸς τὰ βόρεια ἢ σειρὰ αὐτῆ μεταβαίνει πρὸς χονδροκόκκους ἀσβεστολίθους κοκκίνου χρώματος πὸν θεωροῦνται σήμερα Καρνίου μέχρι Νορίου ἡλικίας.

5. Βορειότερα, ἀπαντοῦν οἱ ἰζηματοφαιστειακοὶ σχηματισμοὶ μὲ τὰ μεταμορφωμένα πετρώματα τῆς Σερβομακεδονικῆς μάζας νὰ ἐφιππεύουν τὰ πετρώματα τῆς παραπάνω σειρᾶς.

6. Ὅπως στὴν περιοχὴ Ἀσβεστοχωρίου ἔχουμε καὶ ἐδῶ, στὴν περιοχὴ Βάλτων, δύο συστήματα ἀξόνων πτυχώσεως, ΒΔ-ΝΑ καὶ Δ-Α διευθύνσεως. Στὴν

περίπτωσι τῶν πτυχώσεων τῆς Δ-Α διευθύνσεως παρατηροῦνται καὶ πάλι συνή-
λικα τεκτονικὰ φαινόμενα πρὸς τὰ ἰζήματα τῆς ἴδιας περιοχῆς.

Ἐκ τῆς παραπάνω βασικῆς καὶ ἄλλης δευτερεύουσες παρατηρήσεις ὁ συγ-
γραφεὺς ὀδηγεῖται εἰς τὴν παραδοχὴν, ὅτι τὰ περμοτριάδικὰ ἰζήματα τῶν Βάλτων
συνεχίζονται καὶ εἰς τὸ Ἄσβεστοχώρι. Στὴν περιοχὴ τῶν Βάλτων, τὸ ὑπόβαθρον τῶν
ἀνθρακικῶν ἰζημάτων ὑπέστη ἔντονον ἐπίδρασιν ὀξίνου ἠφαιστειακῆς δράσεως,
γεγονὸς ποὺ δὲν παρατηρεῖται εἰς τὸ Ἄσβεστοχώρι.

LITERATURVERZEICHNIS

- H. F ü c h t b a u e r - G. M ü l l e r, Sedimente und Sedimentgesteine, Teil II,
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1970.
- R. G r i m - W. D. J o h n s, Clay-mineral investigation of Sediments in the
northern Gulf of Mexico-Clays Clay Minerals, Proc. Nat. Conf. Clays
Clay Minerals, 2, 81-103, 1954.
- F. K o c k e l - H. M o l l a t - W. W a l t h e r, Geologie des Serbo-Mazedo-
nischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriechenland).—
Geol. Jb. 89: 529-551, 1 Abb., 11 Tab., 1 Tafel.: Hannover, 1971.
- F. K o c k e l - H. M o l l a t - H. W a l t h e r, Erläuterungen zur Geologischen
Karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1:100.000 (Nord-Griechen-
land). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 1977.
- J. M e l e n t i s, Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Gebie-
tes Krithea beim Fluss Gallikos (Griechenland). Bulletin of the Geol.
Soc. of Greece, T. IX, December 1972.
- J. M e r c i e r, Paléogéographie, orogénèse, métamorphisme et magmatisme des
zones internes des Hèllénides en Macédoine (Grece): vue d'ensemble.—
Bull. Soc. géol. France (7), 8, s. 1020-1049, 7 Abb., 1 Profiltaf, Paris, 1966.
- O. I. M o n o d, Etude Géologique du Massif du mont Chortiatis (Macédoine).
Γεωλ. Γεωφ. Μελέται, Τόμ. X, Νο 4, ΙΓΕΥ, Ἀθήναι, 1965.
- K. O s w a l d, Geologische Geschichte von Griechisch-Nordmazedonien, Athen,
Nationale-Druckerei, 1938.
- H. Σ α π ο υ ν τ ζ ῆ, Πετρογραφία καὶ Γεωλογικὴ τοποθέτηση τῶν πράσινων γνευσίων
τῆς Θεσσαλονίκης. Διατριβὴ ἐπὶ Διδακτορίᾳ. Ἀριστοτέλειον Πανεπιστήμιον
Θεσσαλονίκης, 1969.
- E. Χ α τ ζ η δ η μ η τ ρ ι ᾶ δ η, Ἡ γνῶσις τῶν τεκτονικῶν καὶ πετρολογικῶν δεδομένων
διὰ τὰς κατασκευὰς ὁδῶν. Παράδειγμα ἀπὸ ἓν τμήμα τῆς ὁδοῦ «Εὐαγγελιστρίας»
«Τριανδρίας» Θεσσαλονίκης. Μεταλλειολογικά - Μεταλλουργικά Χρονικά, Ἔτος
4^{ον}, Τεύχος 24 - 25, 1975.