

Zur Geologie von Süd-Attika.

Von **W. E. Petrascheck jun.** (Leoben) und **G. Marinos** (Athen).

(Mit 3 Textabbildungen.)

Im Jahre 1929 hatte L. Kober durch neue, wenn auch unsicher bestimmbare Fossilfunde und durch lithologische Vergleiche mit den Alpen die schon früher gelegentlich ausgesprochene Vermutung vom mesozoischen Alter des attischen Kristallins gestützt und einen großzügigen Deckenbau in den Bergen südlich von Athen aufgestellt. Diese Auffassung ist seither von verschiedenen Autoren (J. Trikalinos, C. Renz, K. Sindowski) bezweifelt worden.

Wir hatten während der Jahre 1951 und 1952 das südlich an den Kober'schen Untersuchungsbereich anschließende Gebiet des Laureotikums, vom Keratovuni bis Kap Sunion reichend und rund 170 qkm umfassend, im Auftrag des „Institute of Geology and Subsoil Research“ in Athen im Maßstabe von 1:20.000 kartiert, wobei uns neben der hervorragenden alten Spezialkarte von R. Lepsius (1893) noch die zahlreichen Bergbauaufschlüsse des weiten Grubengebietes von Laurion zu Hilfe kamen. Diese Aufnahme hat, um das Ergebnis vorwegzunehmen, die von Kober weiter im Norden gewonnene Vorstellung nun für Süd-Attika im Grundprinzip vollkommen bestätigt: das attische Kristallin ist mesozoisch und es herrscht Deckenbau.

Stratigraphie.

Die Schichtfolge in Süd-Attika (Laureotikon) stellt sich nach unseren Untersuchungen, verglichen mit jener nach Lepsius, wie folgt dar:

	Lepsius 1893:	Neue Erkenntnis:	
Kreide	metam. Athener Schiefer ————— Diskordanz	Phyllit-Decke mit	
Jura?	Unterer Kalk u. Kara Schichten ————— Diskordanz	Marmorschuppen Überschiebung	
	Oberer Marmor	Oberer Marmor	
Präkambrium	Kaesariani Glimmerschiefer Unterer Marmor Pinari Dolomit Vari Schiefer	Kaesariani Glimmerschiefer Unterer Marmor mit Dolomit und Schiefern	}
			Ober-Trias bis Jura?

Unterer Marmor: Dieses Schichtglied hat die größte Mächtigkeit von etwa 600 m. In den tieferen Partien, welche eine domartige Aufwölbung auf dem Kerato Vuni und auf dem Laurischen Olymp bilden, treten hellgraue Dolomite, Epidot-Amphibolschiefer und Glimmerschieferlagen im Marmor auf. In diesen Dolomiten des Kerato Vuni fanden sich Schalenquerschnitte von Brachiopoden, die stark an *Terebrateln* erinnern. Immerhin ist das Gestein so stark umkristallisiert, daß eine genaue Bestimmung nicht möglich ist. Herr Prof. Dr. O. Kühn (Wien), der die Freundlichkeit hatte, das Stück zu beurteilen, erklärte: Wenn es aus den Alpen stammte, wäre es Rhät. Ferner fand sich eine Kalkalge, die Herr Dr. E. Gasche (Basel) freundlicherweise als *Macroporella* bestimmte. (Lebensdauer Trias—Jura.) Der höhere Teil des unteren Marmors (Unterer Marmor im strengeren Sinne nach Lepsius) ist im östlichen und westlichen Laureotikon etwas verschieden ausgebildet: im Osten ist er weiß und gebankt, im Westen weiß, wenig gebankt und brecciös, manchmal auch leicht rötlich. Immerhin kommt die gleiche brecciöse, durch zahlreiche dunkle Adern gekennzeichnete Ausbildung örtlich auch zwischen den gebankten Partien im Osten vor. (Der Untere Marmor im West-Laureotikon ist von Lepsius zum Teil als „Unterer Kalk“ kartiert worden.) Durch Glimmerschieferbänke, die sich in den obersten Teilen des Unteren Marmors einschalten, geht dieser über in die Zone der

Kaesariani Glimmerschiefer. Diese sind im nördlichen Laureotikon mehr als 250 m mächtig — ihre Untergrenze ist dort noch nicht durchbohrt —, im Süden bei Sunion 50 m mächtig. Die Änderung ist hauptsächlich primär. Es sind grobschuppige Calcit-Muscowitschiefer, oft durch graphitisches Pigment schwarz gefärbt. In einer Marmoreinlagerung in dieser Stufe auf dem Pentelikon bei Athen wurde eine *Quinquelloculina*¹⁾ bestimmt (G. Marinós, 1948).

Der Obere Marmor ist bis zu 300 m mächtig, bisweilen aber viel weniger, da seine primäre Obergrenze nicht mehr erhalten ist. Er liegt in konkordantem, sedimentärem Verband auf den Glimmerschiefern. Bei Agrileza im Südlareotikon ist in einem alten Werksbahneinschnitt die Auflagerung durch eine unterste Marmorlage mit sedimentärem Schieferdetritus gekennzeichnet. Es herrscht also kein tektonischer Kontakt, wie L. Kober für Nord-Attika annehmen wollte, indem er die beiden Marmore als Teilschuppen desselben stratigraphischen Horizontes auffaßte. Die unteren Teile des Oberen Marmors sind weiß, die oberen meist dunkel blau-grau. In diesen höheren Partien finden sich bei Sunion zahlreiche kleine, zum Teil wohl gerundete Gerölle und Bröckchen von Phyllit, Quarz und selten auch von hellem Marmor. Das ist ein Horizont, der dem des Koberschen „sedimentären Breccien-Marmor“ von Nord-Attika entsprechen dürfte. Gleichartige Geröllhorizonte wurden übrigens auch in den tieferen Horizonten des Unteren Marmors im Süd-Hymmetos beobachtet. In den oberen grauen Lagen des Oberen Marmors fand sich bei Agrileza ein unbestimmbarer Stock-Korallenrest, der *Lithoden-*

¹⁾ Vorkommen ab Carbon.

dron sein könnte. Nach allen diesen neuen Fossilfunden läßt sich das schon von Rusegger, Cayeux, Negris und Kober vermutete mesozoische Alter des attischen Kristallins nicht mehr wegdiskutieren.

Über dem Oberen Marmor liegt, von diesem durch eine große Bewegungsfläche getrennt, die

Serie der Phyllite mit eingeschalteten Kalken und Prasiniten. Die Kalke sind meist durch aufsteigende Eisenlösungen im Zusammenhang mit der Vererzung ankeritisiert und dadurch braun gefärbt. Diese Ankeritisierung hat aber auch oft den Oberen Marmor dicht unter der Bewegungsfläche erfaßt, so daß die braunen Kalke manchmal unter der Bewegungsfläche liegen. Dies ist der „Untere Kalk“ oder „Eisenkalk“, den Lepsius nicht als ein sekundäres Produkt erkannt hat, sondern für einen stratigraphischen Horizont gehalten hat.

Die Phyllite selbst sind stark durchbewegte Quarz-Serizitphyllite, die besser als Phyllonite zu bezeichnen sind. Sie wurden von Lep-

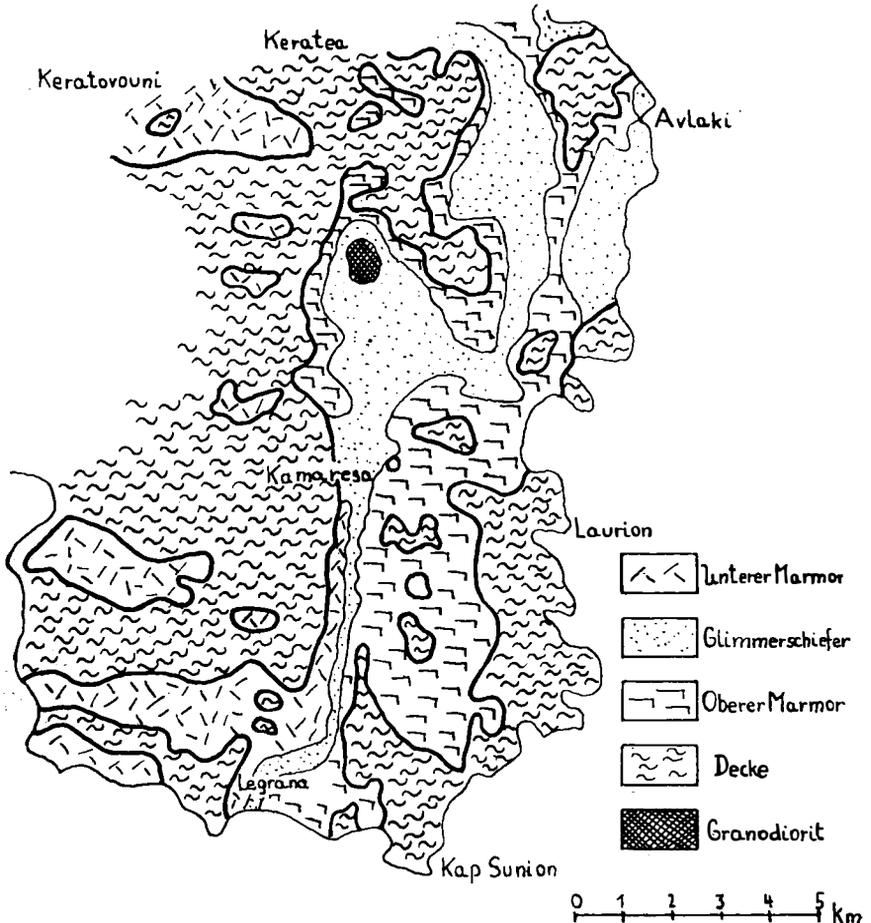


Abb. 1. Tektonische Skizze von Süd-Attika.

sus für transgredierende metamorphe Athener Schiefer gehalten. Mit ihnen im Verband stehen oft helle Serizitquarzite. Ferner treten in dieser Serie von Phylliten und braunen Marmorschuppen zahlreiche Lager, steile Durchbrüche und Blöcke von Grüngesteinen auf, die nach P. Kokkoros aus diabasischen Vulkaniten, aber auch aus Gabbro und zum kleinsten Teil aus Serpentin hervorgegangen sind und heute in Chlorit-Epidotfazies als „Prasinite“ erscheinen.

Tektonik.

Eine große N—S-Störungszone, von Legrana an der Südküste über Kamareza bis gegen Keratea reichend, trennt das Laureotikon in zwei Teile. Der Schlüssel zur Tektonik ist in der Osthälfte zu erkennen.

Ein großer Unterschied des tektonischen Stiles trennt hier die tiefere Marmor-Glimmerschiefer-Serie von der höheren Phyllit-Serie; die Marmorschichten und die Kaesariami Glimmerschiefer liegen flach, gleichmäßig; örtliche Undulationen, welche meist NNO streichen, ergeben Neigungswinkel von 5—10°. Die Phyllite dagegen haben meist ein mittelsteiles Einfallen (30—60°), sind gefältelt, von zahlreichen Scherflächen durchzogen, mit ankeritischen Kalken und mit Grüngesteinen verschuppt. Neben NNO-Streichen kommt auch häufig O—W-Streichen und umlaufendes Streichen vor. Bemerkenswert ist ein Unterschied, in der Richtung der linearen Streckung in beiden Stockwerken: in der Marmor-Glimmerschiefer-Serie streicht sie stets NNO, in der Phyllitserie O—W.

Wo immer nun die Grenze der beiden Serien aufgeschlossen ist, ist sie eine starke Bewegungsfläche. An der Ostküste bei Aveaki, an der Südküste bei Aspro Lithari, bei Spilea Zesa ist die Grenzfläche durch Schuppung und Verknetung der Phyllite mit dem Oberen Marmor gekennzeichnet; in den Schurfgräben und Stollen bei Ano Sunion und Spitharopussi, wo „Eisenkalk“ auf dem Oberen Marmor liegt, tritt an der Grenze ein 0,2—3 m mächtiger mürber Mylonithorizont auf.

Die „transgredierenden Eisenkalke und Athener Schiefer“ von Lepsius sind also zweifellos eine Überschiebungsdecke, aus Phylliten und später ankeritisierten Marmorschuppen bestehend. Damit erklärt sich auch das eigenartige Phänomen, daß die Diabasgesteine selbst dort, wo sie in der Phyllitserie steile Durchbrüche bilden — wie z. B. am Megali Viglia und an der Straße zum Fischerhafen Sunion —, niemals in dem darunter liegenden Marmor-Glimmerschiefer-Stockwerk zu finden sind: die Wurzeln der basischen Durchbrüche wurden durch die Überschiebung abgeschnitten. Am eindruckvollsten ist die Überschiebung an der Küste bei Avlaki, am Bergrücken bei Dipselisa, Spilea Seza und bei der alten Erzladebrücke von Aspro Lithari zu sehen.

Westlich der erwähnten Störungszone Legrana—Kamareza—Keratea liegt eine Reihe O—W-streichende Marmorbergrücken, die durch Schiefermulden getrennt sind. Die Bergrücken bestehen aus Unterem

Marmor in seiner brecciösen Ausbildung, die Schiefermulden aus Phylliten, die hier zum Teil ein mehr glimmerschieferähnliches Aussehen haben, aber durch ihren Verband mit Chloritschiefern und Serizitquarziten und durch ihre O—W-streichende lineare Streckung als zur oberen Serie gehörig erkennbar sind.

Im West-Laureotikon liegt also die Phyllitdecke unmittelbar auf dem Unteren Marmor. Nur an wenigen Stellen, z. B. bei Kjaffamareza, liegt noch ein Rest des Kaesariani Glimmerschiefers zwischen dem Unteren Marmor und der Phyllitdecke. Die aufragenden Marmorberge — von N nach S der Kerato Vuni, die Berge von Kjaffamareza, Synterini und Ari, der Profitis Elias, der Megali Vaffi — sind also Antiklinen des Autochthons, die dazwischen liegenden Senken sind Synklinen der Decke. Dabei liegt die Auflagerungsfläche der Decke im Westen der Legrana-Störung orographisch tiefer als im Osten. Die Legranatalstörung — die „plis faille“ der französischen Bergleute — hat also eine etwas kompliziertere Geschichte: vorerst wurde die Westscholle gehoben und bis zum Unteren Marmor freigelegt, während in der Ostscholle Glimmerschiefer und Oberer Marmor erhalten blieben. Dann schob sich die Decke über beide Schollen. Hernach wurde die Westscholle relativ abgesenkt und dann in O—W-streichende Falten gelegt.

Auch im Ost-Laureotikon liegt die Deckengrenze keineswegs völlig parallel zum Schichtbau des Autochthons auf dem Oberen Marmor. Während die Phyllite im Süden einen 50 m und 100 m mächtigen Oberen Marmor bedecken, liegen sie im Norden auf nur 5—20 m Oberem Marmor. An vielen Stellen fehlt hier der Obere Marmor gänzlich und die Decke liegt hier unmittelbar auf Glimmerschiefer. Es ist hier, ebenso wie westlich der Legrana Störung, die Frage, ob eine Abtragung vor dem Deckenaufschub das Autochthon verschieden tief entblößt hat, ob also eine „Relief-Überschiebung“ im Sinne von O. Ampferer vorliegt, oder ob die Decke selbst eine „tektonische Abtragung“ verursacht hat, indem sie den Oberen Marmor und zum Teil auch den Glimmerschiefer abgeschert hat. Daß solche Abscherungsvorgänge und Einverleibung von Marmorspännen des Untergrundes vielfach vorkamen, zeigen zahlreiche Bergbauaufschlüsse im Nord-Laureotikon. Als alleinige Erklärung aber scheint die tektonische Abtragung doch nicht auszureichen, wenn man bedenkt, daß gerade im Westen, wo der ganze Obere Marmor abgeschert sein sollte, verhältnismäßig sehr wenige Marmorschuppen in der Decke liegen.

Bezüglich der Herkunftsrichtung der Überschiebung gibt die O—W-streichende lineare Streckung (B-Axen) in den Phylliten — im strengen Gegensatz zum NNO-Linear im Autochthon — einen Hinweis, da diese Streckung bei nicht eingegengtem Transport senkrecht zur Bewegungsrichtung liegen muß. Gelegentliche unsymmetrische Kleinfalten weisen auf einen Schub von Norden gegen Süden. Das deckt sich mit der von L. Kober aus allgemeinen Beziehungen für Nord-Attika erschlossenen Schubrichtung.

Abb. 2. O—W-Profil durch das nördliche Laureotikon.

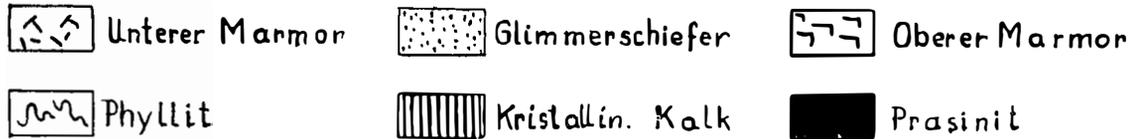
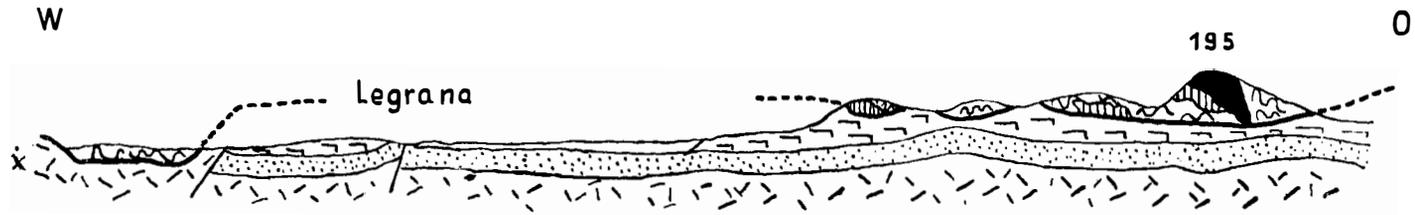


Abb. 3. O—W-Profil durch das südliche Laureotikon

Da nun die oberen Schiefer in Süd-Attika keine metamorphen Athener Schiefer sind, so erhob sich die Frage, welche die Beziehungen der Phyllonitdecke zu den echten Athener Schiefen sind. Die Phyllite finden sich noch am Südfuß des Hymettos bei Agios Kynigos und lassen sich auch noch am Nordfuß des Hymettos zwischen Kaesariani und Aleppo Vuni bei Athen als Auflagerung auf dem Oberen Marmor wiederfinden. Dort enthalten sie Schuppen von Marmor und stark durchbewegte Linsen von Serpentin. Es sind dies die „Kara-Schichten“ von Lepsius. Die Auflagerungsfläche auf dem Oberen Marmor selbst ist nicht aufgeschlossen, so daß die Überschiebung hier nicht direkt beobachtbar ist. Die Marmore sind dort zum Teil tektonische Mikrobrecien (G. Marinós, 1948). Immerhin sind diese Kara-Schichten nach ihrer Gesteinszusammensetzung und ihrer Position die Fortsetzung der Phyllitdecke von Süd-Attika. Übrigens hat schon L. Kober eine tektonische Auflagerung der Kara-Schichten als Möglichkeit erwogen.

Über den „Kara-Schichten“, also der Phyllitdecke, folgt an einer Bewegungsfläche am Nordfuß des Hymettos der mächtige Aleppovuni Kalk und darüber liegen, wohl wiederum an einer Überschiebung oder an einer bewegten Auflagerungsfläche, neuerlich unter Einschaltung von Serpentin-Linsen, die echten Athener Schiefer.

Wenn diese Athener Schiefer ein kretazischer Flysch sind, wie oft, aber ohne Beweise angenommen wird, dann muß der Deckenbau nachkretazisch sein. Zur weiteren Altersbestimmung geben Wechselbeziehungen zwischen datierbaren magmatischen Vorgängen und Bewegungen Hinweise. Das Laureotikon wird von einem kleinen posttektonischen Granodioritstock und zahlreichen Granitporphyrgängen durchsetzt, den sogenannten Euriten. Die Eurite bilden ungefähr O—W-streichende steile Gänge im Autochthon, aber meist Lagergänge in der Nähe der Deckengrenze und in den tiefsten Teilen der Decke. Die „mise en place“ der Decke war also schon erfolgt, als die Granitporphyre kamen. Dasselbe gilt auch für die im Zusammenhang mit dem saueren Magmatismus stehende hydrothermale Pb-Zn-Fe-Vererzung, welche im Laureotikon sowohl das Autochthon, wie die Decke ergriff und besonders durch die abdichtende Überschiebungsfläche lokal gebunden wurde. Andererseits sind die Euritlagergänge im Bereich der Überschiebungsbahn vielfach mylonitisiert (Sunion) oder zu Linsen ausgewalzt ((km 3, Straße Laurion-Kamareza) worden, woraus folgt, daß zumindest ein Teil der Eurite noch von den Bewegungen erfaßt wurde. Dasselbe gilt für die Erze an der Überschiebungsfläche. Am Profitis Ilias ist nun nicht nur der Marmor, sondern auch der zwischen Konglomeraten liegende miozäne Süßwasserkalk örtlich metasomatisch ankeritisiert und mit Baryt mineralisiert. Die postmagmatischen Mineralisationsvorgänge haben also noch das Obermiozän betroffen und die ältesten Granitporphyrlagergänge sind noch von den letzten Nachbewegungen des Decken-

schubes erfaßt worden. Das alles weist auf etwa alt-tertiäres Alter der Hauptbewegung.

Die genauere Darstellung der Geologie des Laureotikons zusammen mit den Spezialkarten und einer Behandlung der ganzen Metallogenese wird im Rahmen der Veröffentlichungen des „Institute of Geology and Subsoil Research“ in Athen erfolgen.

Literatur.

- K o b e r, L., Beiträge zur Geologie von Attika. Sitzber. Ak. d. Wiss. Wien, M. N. Kl. 138, 1929.
- L e p s i u s, R., Geologie von Attika. Berlin 1893.
- M a r i n o s, G., Notes on the structure of Greek Marbles. Am. Journ. Sc. 246, 1948.
- M a r i n o s, G. und P e t r a s c h e c k, W. E., Preliminary report on geological investigations of the metalliferous area of Laurion. Suboil Research Dept. Athen 1951.
- R e n z, C., Die Tektonik der griechischen Gebirge. Pragm. Akad. Athen, 8, 1940.
- T r i k k a l i n o s, J., Über die Schichtenfolge und den Bau Attikas. Stille-Festschrift 1936.
- S i n d o w s k i, K. H., Der geologische Bau von Attika. Ann.-Geol. Pays, Hellen., 1949.