**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft
**Band:** 52 (1959)
**Heft:** 2

**Artikel:** Über die Struktur der Parnasszone
**Autor:** Paraskevaidis, Ilias
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-162604

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 12.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Über die Struktur der Parnasszone

Von **Ilias Paraskevaidis**, Athen

Mit 12 Textfiguren

Die innere Struktur der Parnasszone ist nicht so weitgehend bekannt wie die der Ionischen und der Pindoszone[1]). Über die Struktur dieser beiden Zonen bzw. über ihren Schuppenbau hat uns C. RENZ genaue Aufschlüsse gegeben. Was die Parnasszone anbelangt, schreibt er folgendes: «Die Durchforschung der Gebirge der Parnass- und der Osthellenischen Zone ist nicht so weit vorangeschritten wie die Begehung der westgriechischen Zonen (Adriatisch-ionische und Pindoszone). Mein Routennetz ist zu weitmaschig und es handelt sich um mehr örtlich begrenzte Forschungsbezirke, deren durchgängige Verknüpfung da und dort noch zu wünschen übrig lässt.» Deshalb sind auf der vom Institut für Geologie und Bodenforschung zu Athen veröffentlichten geologischen Karte von Griechenland 1:500000 von C. RENZ, N. LIATSIKAS, IL. PARASKEVAIDIS keine Angaben über Einzelstrukturen gemacht worden.

C. RENZ ist der Ansicht, dass «mit dem Auftreten des Parnass-Kionasystems in Mittelgriechenland die ausgesprochene Deckentektonik des Gebirges beginnt, während die Struktur des sich westlich anreihenden ätolischen und tessalischen Pindos (Olonos-Pindoszone) durch Schuppenbau charakterisiert wird.» In seinem «Gebirgsbau Griechenlands» schreibt er folgendes: «Nach Osten (Vardoussia bzw. Parnasszone) wird der Faltenwurf schwächer; hier tritt daher mehr der durch eine spätere Phase der Gebirgsbildung bedingte Schollen- und Flexurcharakter der Gebirgsmassive hervor, d. h. es zeigen sich hier die Merkmale des Bruchgebietes als des gefalteten Gebirges.»

Die Feststellung der unmittelbaren Nachbarschaft zwischen rätischen Korallenkalken auf dem Gipfel Likeri (richtig Ljakoura) des Parnassmassivs und tithonischen Ellipsactinienkalken auf dem benachbarten Gerontovrachos, sowie bei Livadhi von Arachova führt RENZ aber zu der Annahme, dass sekundäre Verschuppungen und Durchknetungen stattgefunden hätten. Auch vom Oetagebirge (Katavithra) schreibt er, dass die Kalke des Hauptkammes (Pyrgos) sowie die anderen jurassischen Kalkvorkommen des Plateaus als Durchspiessungsschollen aus der Flyschhülle schuppig hervorstossen.

ARONIS hat im bauxitführenden Gebiet von Eleussis (zur Parnasszone gehörend) eine Reihe von Falten festgestellt; im Südparnass gibt er ebenfalls schiefe Falten an. Durch eigene Beobachtungen habe ich richtige guterhaltene Falten

[1]) Ich verwende die Bezeichnung «Ionische» anstatt «Adriatisch-ionische Zone» bzw. Fazies, denn jenes ist die ursprüngliche Bezeichnung von PHILIPPSON, wie sie auch C. RENZ in seiner Arbeit «Der Geologische Bau etc. 1913» verwendet. Ähnlich verhält es sich mit der Bezeichnung Pindoszone, welche ursprünglich von A. PHILIPPSON stammt und später von C. RENZ erweitert und in Olonos-Pindoszone umbenannt wurde. Die Bezeichnung Parnasszone ist die kürzere Form der Renz'schen Parnass-Kionazone und ersterer gleich.

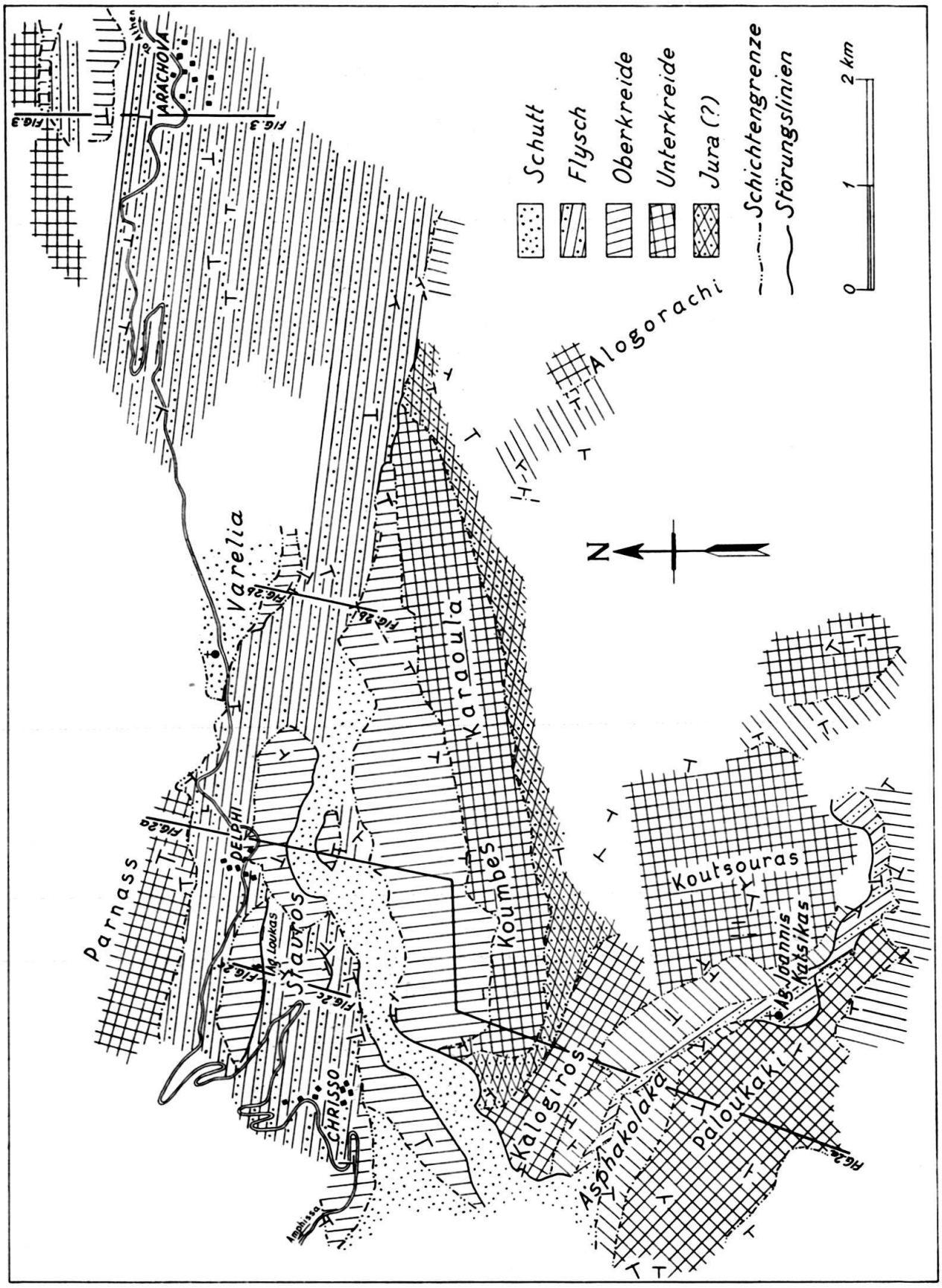


Fig. 1. Geologische Karte der Umgebung von Delphi. (Die Synklniale von Delphi mit den Antiklinalen von Koumbes und Paloukaki)

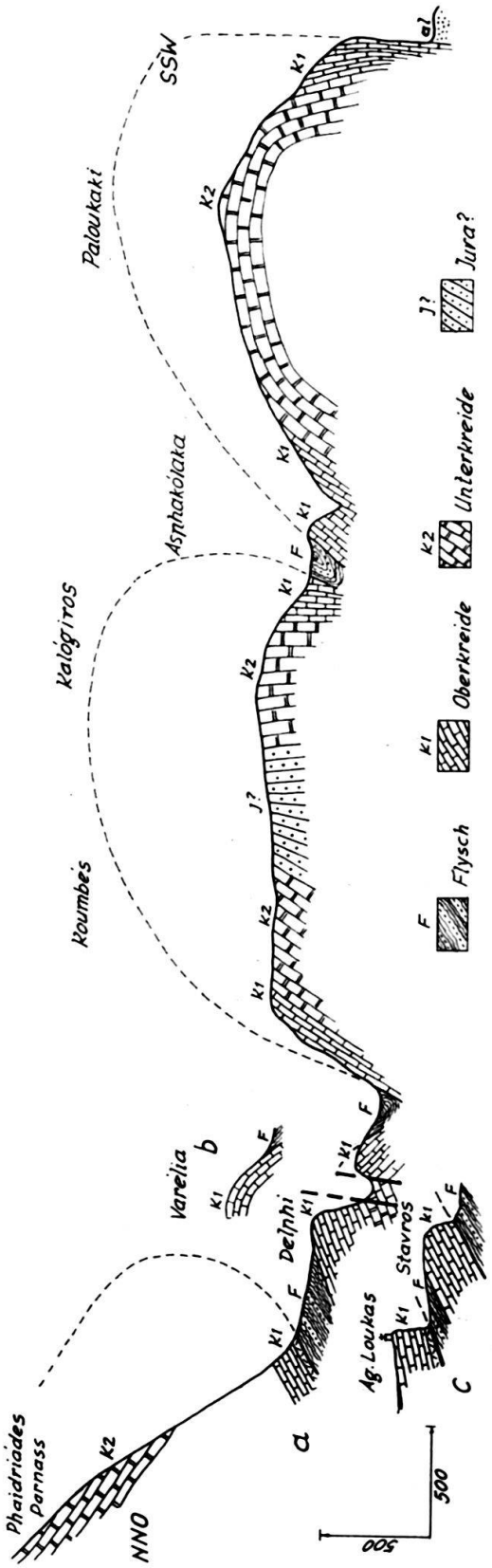


Fig. 2. Schematisiertes Profil durch die Synklinale von Delphi und die Koumbes- und Paloukakianti-klinalen. In Perspektive die Vareliaaufwölbung und die Stavrosschuppe (Profiltr. s. Fig. 1)

festgestellt, mit zum Teil aufrechten Antiklinalen. Durch höheren Druck werden sie zu schiefen Falten und schliesslich zu Schuppen, so dass die Entwicklung von einfachen Aufwölbungen bis zu Schuppen deutlich erkennbar ist. Die Verwerfungen spielen dabei eine grosse Rolle. Dadurch entsteht eine komplizierte Struktur. Diese strukturellen Formen kommen im Relief wegen der nicht weit fortgeschrittenen Erosion deutlich zur Geltung.

Das Gebirgsmassiv Karaoula-Koumbes (Fig. 1), dessen Hänge steil nach N abfallen, so dass man von weitem annehmen könnte, es handle sich um eine Verwerfung, bildet die Nordflanke einer Antiklinale, die E–W orientiert ist, mit stellenweisen NW–SE bis WNW–SES-Abweichungen. Im Westen dreht sich die Achse nach NW–SE. Die oberkretazischen Schichten, die die steile Wand bilden, fallen durchschnittlich mit 50°–65° nach N (Fig. 2). Stellenweise liegen die Schichten noch steiler, senkrecht bis sogar, wenn auch selten, überkippt. Der Nordschenkel der Antiklinale ist am Mijilarko abgebrochen, und es herrscht hier ein Durcheinander der Schichten. Die Niederung am Fusse der Steilwand, die den Eindruck eines Grabens macht, ist eine Synklinale, durch einen schmalen roten Flyschstreifen markiert (Fig. 2). Diese Synklinale umfasst in ihrer Breite die ganze Gegend zwischen den obengenannten und den gegenüber, oberhalb Delphi, liegenden Steilwänden, wo grösstenteils Flysch auftritt. Fast in der Mitte der Synklinale, unter dem Dorf Kastri (Delphi), wölbt sich der oberkretazische Kalk auf. Diese Aufwölbung ist durch Verwerfungen und Brüche in zwei Teile gespalten; der südliche Teil, viel kleiner, ist 300 m in die Tiefe gesunken. Die Schichten dieses Teiles fallen mit 37° nach S 15° W. Auf diese Weise ist die steile Wand unterhalb Kastri entstanden. Der oberkretazische Kalk wird von roten Schiefern überlagert, die teilweise den Untergrund des Dorfes Kastri bilden; sie fallen nach N. Darüber liegt typischer Flysch, der aus wechselnd grün-grauen Sandsteinen und grau-bläulichen Tonschiefern, bzw. Mergelschichten besteht. Diese Schichtenfolge bildet den Hang bis zu den steilen Kalkfelsen hinauf. Die roten Schiefer kommen weiter oben noch einmal vor und liegen direkt unter den Kalkschichten, die die steilen Hänge oberhalb Delphi bilden [Weg nach Kroki und Agoriani über Delphi]. Der Kalk ist tektonisch stark beansprucht worden, so dass man keine Schichtung erkennen kann. Seine Fortsetzung nach E, bei der Kastaliaquelle zeigt ein N 20° W-Fallen. Weiter oben, am Weg nach Kroki fallen die *Nerineen* und oolithische Bänke führenden Schichten nach S. Dass der Flysch unter dem Kalk liegt, wird bei der Kastaliaquelle deutlich bewiesen. Hier ist die Kalkmasse bis auf den Flysch hinab von einer sehr engen Schlucht durchsägt. Letzterer bildet den Boden derselben und lässt sich noch 50 m weit in das Innere des Gebirges, bzw. unter dem Kalk, der die Phaidriades-Felsen bildet, verfolgen. An dieser Stelle ist der Flysch zu einer kompakten Masse gepresst, was auf den starken Druck der auflagernden Kalkmassen zurückzuführen ist (altes Heiligtum). Dies weist auf eine überkippte, bzw. liegende Falte hin (Fig. 2). Die Überlagerung des Flyschs durch den Kalk wird von Papastamatiou kurz erwähnt. Die Einbuchtung beim alten Delphi bezeichnet C. Renz als eine rückwärts eingebuchtete Schieferscholle in einer weiten Nische des Kalkbruches. Bei seiner flüchtigen Durchfahrt, wie er selber sagt, konnte er die ganze obengenannte Disposition nicht erkennen und hat daher die Synklinale Ara-

chova-Delphi als eine Bruchstaffel, und die Kastaliaquelle als Verwerfungsquelle bezeichnet.

Östlich Delphi in der Synklinale (Varelia) kommt eine weitere Kalkaufwölbung zum Vorschein, an deren Südflanke der Flysch in normalem Kontakt mit dem Kalk tritt. An einer anderen Stelle ist der Kalk stark gestört. Sonst ist die Aufwölbung und besonders an der Nordseite von Schutt überdeckt. Noch weiter östlich, unterhalb Arachova, ab 600 m Höhe, fallen die Flyschschichten abwechslungsweise nach N und S, und zum Teil stehen sie saiger. Diese Fältelung ist auf die höhere Plastizität des Flyschs zurückzuführen. Vom Pleistos-Wildbachbett ab, wo der Flysch mit dem Kalk, der den steilen Südschenkel der Synklinale bildet, in Kontakt tritt, fallen die Schichten ständig nach N bis zu 600 m Höhe. Direkt unter Arachova ist wieder der rote Flaysch zu sehen, wo das Ende der Synklinale andeutet.

Weiter oben über dem Flysch folgen Kalke, die in Richtung N 20° W mit 30° einfallen. Sie sind am Westrand des Dorfes unter einer Gehängebreccie aufgeschlossen. Auf diesem Kalk liegt Flysch nach N einfallend (bei Platanos auf der Strasse nach Livadhi). Ein Stück weiter oben auf dieser Strasse (Fig. 3) begegnet man Kalkschichten mit Mikrofossilien des Maestrichtiens, *Globotruncana*, dann mit Hippuriten. Diese Kalke bilden eine Erhöhung, die aus dem Hang herausragt; dadurch entsteht eine leicht geneigte Antiklinale, die sich aus dem Flysch herauswölbt. Dieser kommt auch noch weiter oben vor. Die Schichten fallen hier mit 45° nach N 25° W. Der Flysch bildet hier eine kleine Synklinale, auf die wieder Kalk in Form einer geneigten Antiklinale folgt. In diesen Kalkschichten lassen sich Umbiegungen beobachten. Der Kalk ist hier tektonisch stark beansprucht. Er nimmt den ganzen Haupthang ein und besteht im oberen Teil aus oberkretazischen Kalkschichten.

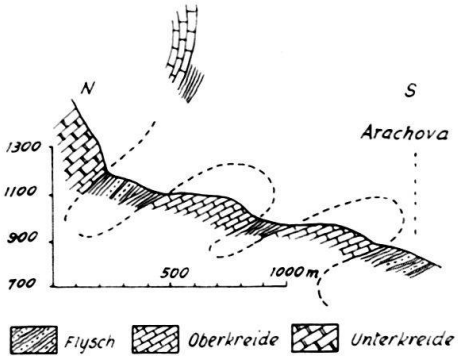


Fig. 3. Schematisches Profil der Gegend nördlich von Arachowa

Die überkippte Lagerung ist auch nördlich von Chrisso zu beobachten. Helle Nerineenkalke der unteren Kreide lagern dort auf schwarzen oberkretazischen Kalken.

Westlich von Delphi sind zwei Schuppen zu beobachten. Die untere (Svarni-Stavros) liegt ungefähr in einer Höhe von 400 m ü. M. und bildet eine steile Wand, die nach S gerichtet ist. An ihrem Fuss liegt roter Flysch. Im oberen Teil der Wand zeigen die Kalkschichten ein Fallen von 65° in N 43° E-Richtung. Darüber folgt der Flysch, der grösstenteils mylonitisiert ist; er bildet im Relief eine deutliche Geländeverflachung. Darüber erhebt sich die 100 m hohe (Fig. 2) Steil-

wand von Agios Loukas. Oben liegen die Schichten ziemlich flach. Diese Schuppe bildet ebenfalls eine Geländestufe. Der oberste Teil der Schuppe besteht aus Flysch, der grösstenteils unter Schutt liegt. Er ist hoch oben, unter dem Kalk, der die steile Wand bildet, die das Parnassmassiv nach S begrenzt, aufgeschlossen. Es handelt sich um den gleichen roten Flysch, der auch bei der Kastaliaquelle auftritt.

Die Südflanke von Koumbes läuft im Westen eine kurze Strecke (Kalogiros) der Nordflanke parallel, dann dreht sie nach S ab, so dass die Schichten am Koutsouras-Massiv N–S streichen und senkrecht stehen. So teilt sich die NW–SE-Richtung, die für die griechischen Gebirge bezeichnend ist, in eine E–W- und N–S-Richtung. Blöcke von zertrümmerten Kalkschichten der überkippten Flanke[2]) sind auf dem Flysch der nächsten schmalen Synklinale zu sehen. Der in der Synklinale erhaltene Flysch begrenzt die Südflanke und läuft als rosafarbener Streifen dem Hang entlang. Im Relief kommt er, abgesehen von einer Störung der Hanglinie, kaum zur Geltung. Der Übergang von Kalk zu Flysch ist im Relief oftmals nicht erkennbar, während die Schlucht von Asphakolaka tief im Kalk eingeschnitten ist. Unterhalb der Kapelle Agios Ioannis Katsikas liegt der Flysch auf oolithischen hellen Kalken der unteren Kreide, was eine Überschiebung der Synklinale vermuten lässt (Fig. 2).

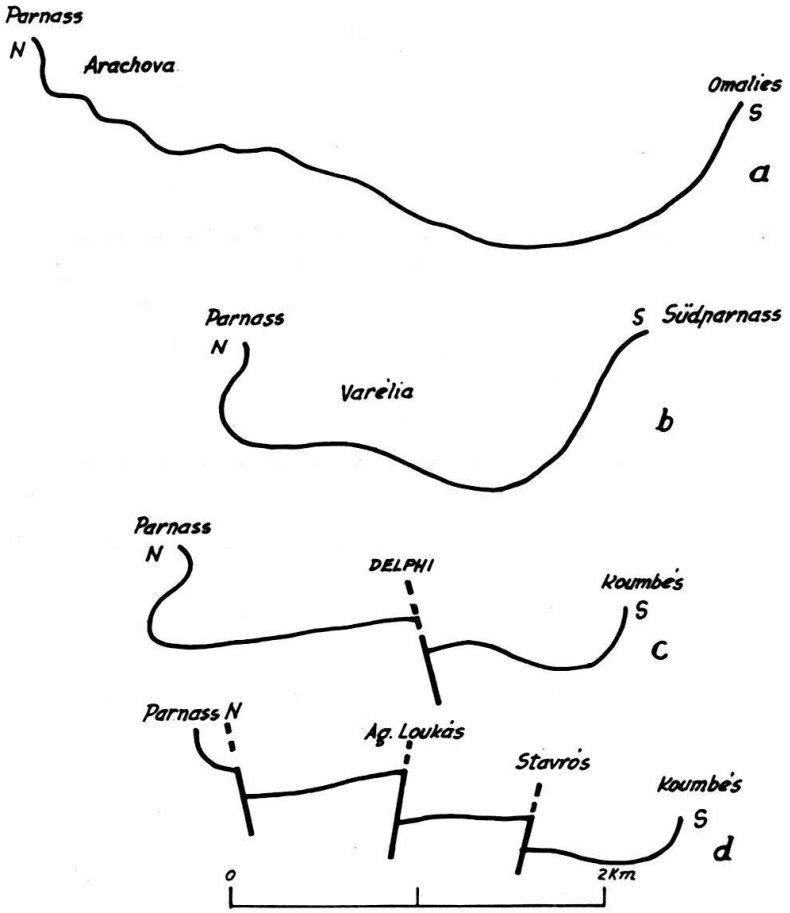


Fig. 4. Schematische Darstellung der Ausbildung quer durch die Synklinale Delphi–Arachova an 4 Stellen

[2]) Die unter dem Flysch liegende Kalkschicht zeigt am Kontakt mit dem Flysch Eisenmanganausscheidungen.

Die nächste strukturelle Einheit ist die Antiklinale von Paloukaki, deren Achse NW–SE orientiert ist. Sie ist leicht assymmetrisch und ihre Schichten zeigen an der NE-Flanke ein Fallen von 35° und an der SW-Flanke von 80°. Dieser Faltenbau, der bis jetzt unbeachtet geblieben ist, könnte eine grosse Rolle innerhalb der betreffenden Zone spielen.

Aus den oben beschriebenen Beobachtungen kann auch der Mechanismus der Schuppenbildung abgeleitet werden. Die einzelnen Entwicklungsstufen sind an den verschiedenen erhaltenen tektonischen Formen zu erkennen. Einfache Aufwölbungen sind durch stärkeren Druck zusammengepresst worden und bilden nun liegende Falten, die bei noch grösserem Druck Brüche erhielten und auf die davorliegende Synklinale aufgeschoben wurden. Diese ganze Entwicklung zeigt sich deutlich, wenn man von Arachova an in westlicher Richtung an verschiedenen Stellen der Synklinale die N–S-Profile verfolgt (Fig. 4). So ist z. B. unterhalb Arachova die Fältelung der Schichten im Flysch, und oberhalb des Dorfes eine Reihe von schiefen kleinen Falten zu erkennen. Westlich davon (Varelia) tritt eine Kalkaufwölbung auf und weiter westlich bei Kastri (Delphi) zeigt diese eine Verwerfung. Noch weiter westlich kommen zwei Schuppen (Stavros, Agios Loukas) zum Vorschein. Von Arachova bis hieher wird die Synklinale immer schmäler, was auf einen hier stärker wirkenden Druck zurückzuführen ist.

Im Gebiet zwischen Parnass- und Gjonagebirge (Fig. 5) ist eine komplizierte Struktur festzustellen.

Die sich oberhalb der Strasse Lamia–Amphissa fast N–S hinziehende Kette mit dem Pournovouni und der Spitze Stavros bildet eine Schuppe. Neben dieser langgezogenen N-S-Schuppe ist die kleine Schuppe von Spilia bei km 51 zu sehen (Fig. 9). Die Schuppe Stavros-Pournovouni besteht hauptsächlich aus oberkretazischem, der untere Teil aus unterkretazischem Kalk (Fig. 6). Die Schuppe lässt sich weiter über den Papapass (km 51) in die Schlucht hinunter verfolgen. Der Hang besteht aus Flysch, der zum SE-Schenkel der Antiklinale von Lyritsa gehört (Fig. 10). Unterhalb bzw. westlich dieses Flyschs bildet die Kalkserie die E- und SE-Hänge des Lyritsa-Gebirges. Östlich davon ist der Kalk der Schuppe zu sehen, der als zusammengepresste Kalkmasse fast mit dem Kalk der Antiklinale in Kontakt kommt. Der Flysch ist hier, bis auf einige schiefrige Überreste fast ganz verschwunden. Diese liegen zwischen dem gut geschichteten und dem darüber lagernden, zu Mylonit gewordenen Kalk (Fig 6a). Dadurch ist hier eine kleine Stufe entstanden. Die Schuppe liegt direkt auf rotem Flysch. Das weist darauf hin, dass es sich um eine schiefe Falte handelt, die abgebrochen und weiter auf die SE-Flanke der Lyritsa-Antiklinale aufgeschoben worden ist (Fig. 6). Das Fallen der Schichten der Antiklinale weist nach S und SE, während das der Schuppe nach N 70° E und E gerichtet ist.

Unter der Spitze Stavros ist der bisher mächtige Flysch durch die Aufwölbung der Antiklinalflanke stark reduziert, wodurch eine sekundäre Antiklinale am Anemorhachi entstanden ist. Südlich der Spitze Stavros taucht die Schuppe unter den Flysch. Die weiter südlich aus dem Flysch hervortretende Falte an der Strasse (Pouri), an der sich bei allgemeinem SE-Einfallen kaum eine Schichtung erkennen lässt, muss als Fortsetzung der Pournovouni-Schuppe gelten. Der Flysch dehnt sich am Hang nach S aus bis in die Nähe von Strongylolakos, wo eine komplizierte

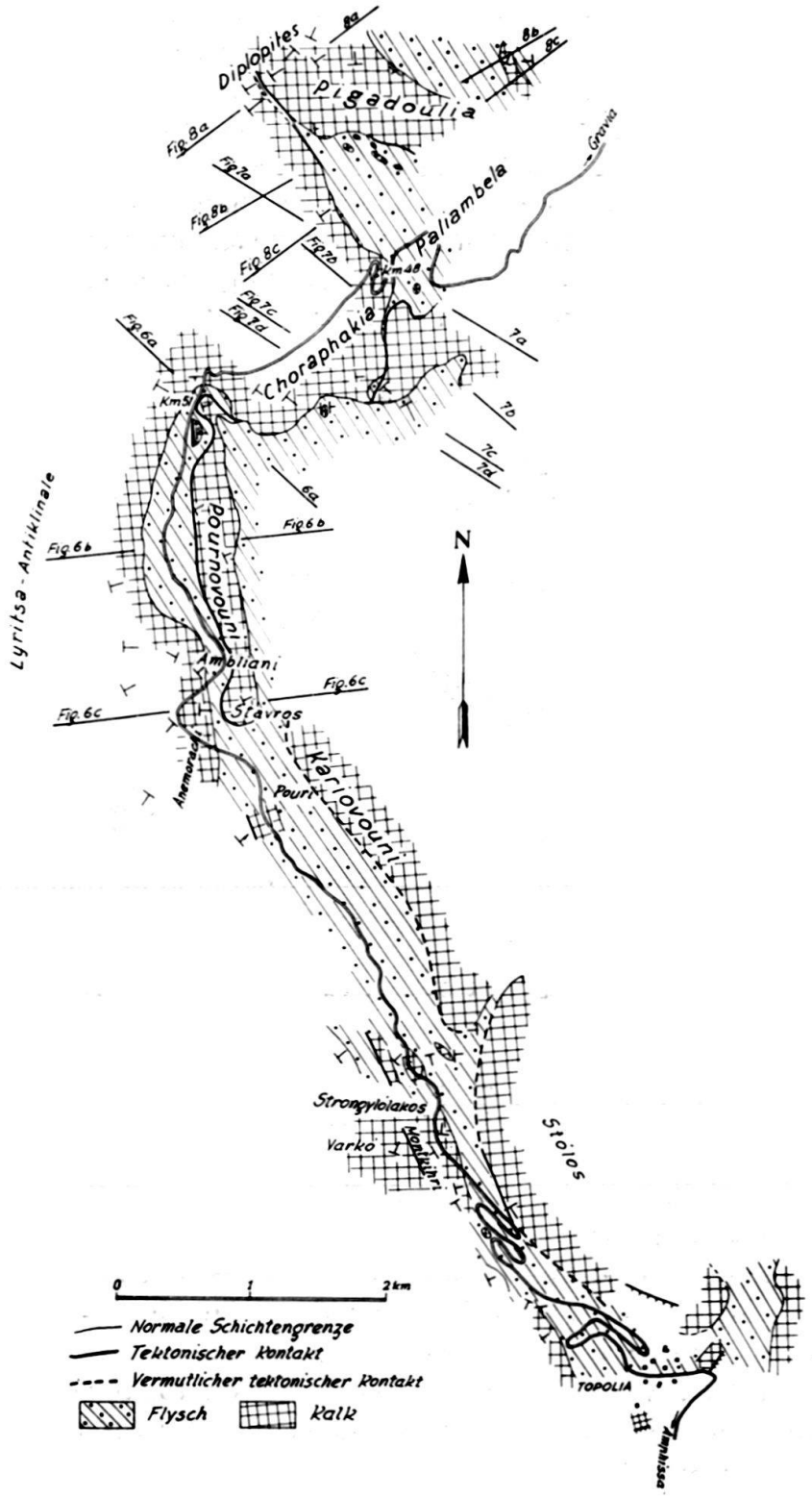


Fig. 5. Tektonische Skizze des Gebietes zwischen Parnass- und Gjonagebirge mit den Schuppen und schiefen Falten

Struktur vorliegt. So ist eine kleine Schuppe unterhalb der Strasse vorhanden. Die Kalkschichten sind an der Ostseite normal von Flysch überdeckt und fallen nach E. Auf der W- bzw. SW-Seite sind die Kalkschichten abgebrochen und lagern anormal auf dem Flysch. Oberhalb der genannten kleinen Schuppe treten an der Strasse oberkretezische Kalke mit *Hippuriten* aus dem Flysch hervor. Ihre Lagerung deutet auf eine geneigte kleine Antiklinale hin. Weiter oben am Hang stösst eine zweite kleine Kalkaufwölbung aus dem Flysch hervor. Direkt am Pass Mont-Kihri, wo sich eine grösstenteils aufgeschlossene Bauxitlagerstätte befindet, ist die Struktur noch komplizierter, da eine neue mächtige Kalkmasse (Varko), die zu einer anderen tektonischen Einheit gehört, hinzukommt.

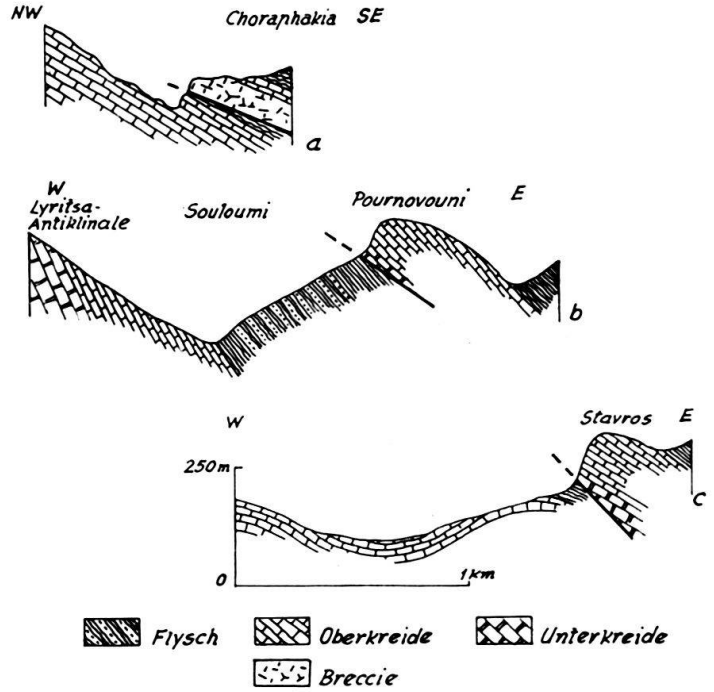


Fig. 6. Querschnitte an 3 verschiedenen Stellen durch die Schuppe Pournovouni. (Profiltr. s. Fig. 5)

Hoch oben, östlich der Strasse am Karyovouni, hinter dem das Dorf Kolovata liegt, lagern grosse Kalkmassen, die sich von Karyovouni bis nach Stolos erstrecken. Ihre genaue tektonische Stellung konnte ich nicht bestimmen; aller Wahrscheinlichkeit nach stellen sie eine oder mehrere Schuppen dar. Ihre tektonische Stellung bedarf noch eines sorgfältigen Studiums.

Südlich vom Mont-Kihri, an der zweiten Kurve unterhalb der Strasse, ist eine kleine Aufwölbung zu erkennen, welche kaum aus dem Flysch herausragt. In derselben Richtung ausserhalb des Dorfes Topolia lässt sich eine weitere, stark in die Länge gezogene, mehrmals verbogene Falte feststellen.

Oberhalb der Strasse, nicht weit vom Mont-Kihri, erscheint wieder Kalk in Form einer überkippten Falte, die an der obersten Kurve der Strasse deutlich zu erkennen ist. In der komplizierten Struktur des Gebietes zwischen km 51 und dem Dorf Topolia ist Papastamatiou die Überlagerung des Flyschs durch oberkreta-

zischen Kalk aufgefallen, die er auf Überschiebungsbewegungen zurückführt. Bei dem hier aufgeschlossenen, zu einer der Schuppen gehörigen Flysch, handelt es sich nicht um den üblichen roten, dem Kalk normal aufliegenden, sondern um den höhergelegenen typisch grau-grünen Flysch; ausserdem weisen die gewaltigen Schichtflächen des Kalkes Klüfte auf, die parallel zu der Faltenachse verlaufen. Diese beiden Tatsachen sind wie folgt zu erklären: Infolge des tektonischen Druckes ist ein Schenkel der sekundären Antiklinale wegen der niedrigen Plastizität des Kalkes von der übrigen Falte abgebrochen und auf den Flysch aufgeschoben worden. So ist die normale Schuppe entstanden. An den Stellen aber, wo der Druck besonders stark war, ist der kalkige Teil des Antiklinalschenkels von seiner normalen Flyschdecke abgerissen und hat diese durchbrochen.

Der Pappa-Pass (km 51) bildet die Wasserscheide zwischen S (Souloumi) und N. Nach S zieht der Wildbach Souloumi dem Kalk-Flysch-Kontakt entlang. Der nördliche Wildbach hat sich in den Kalk, der sich in dieser Richtung fortsetzenden Antiklinalflanke eingefressen, was auf eine längere Tätigkeit des Baches hinweist.

In Choraphakia findet sich eine kleine, aber starke Kalkaufwölbung mit Achsenrichtung NE–SW, die möglicherweise der Schuppe von km 51 (Pournovouni) entspricht und etwa parallel zu der folgenden liegenden Falte (km 48) verläuft.

Weiter nach Osten verschwindet der Kalk unter dem Flysch, der hier zum grössten Teil erhalten geblieben ist, und einen kleinen, über 900 m hohen Berg mit dem schönen Wald der Königin (Amalie) bildet.

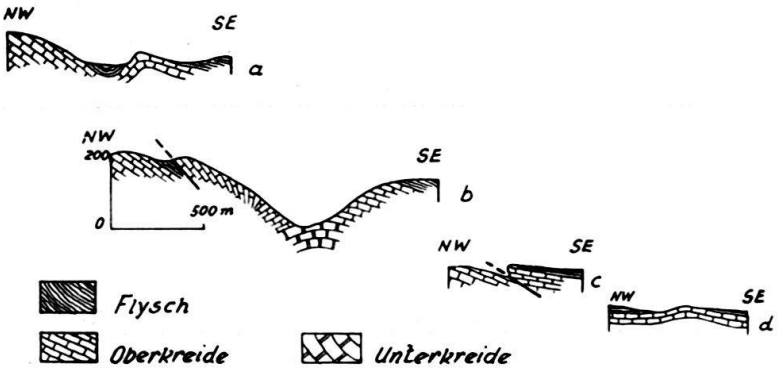


Fig. 7. Querschnitte durch die 48 km-Schuppe an 4 verschiedenen Stellen. (Profiltr. s. Fig. 5)

Die eben erwähnte liegende Falte ist bei km 48 zu beobachten. Dort ist an der Antiklinalflanke eine seichte Einkerbung am Kontakt des mürben, schwarzen, mit dem darüberliegenden hellen, kompakten Kalk unter dem Flysch entstanden. Dahinter kommt ein schmaler Flyschausbiss, auf dem ein Wirrwarr von Kalkblöcken liegt. Darauf folgen Schichten, die stellenweise sogar nach Osten bzw. N 80° E einfallen. Die Kalkschichten und der Flysch der Antiklinalflanke fallen, mit 30° nach S 50° E. Der Kalk findet seine Fortsetzung am Hang gegen den Wildbach hinunter. Es handelt sich hier um eine liegende Falte, deren W-Schenkel auf die Flyschsynklinale aufgeschoben wurde. An der rechten Seite des Baches sind die Kalkschichten 10° nach S 70° E geneigt. Am E-Schenkel, der höher gelegen ist, hat sich die Erosion tief eingeschnitten (Fig. 7b). Der Flysch der Synklinale lässt sich

als immer schmäler werdender Streifen in SW-Richtung verfolgen, bis er verschwindet, um jenseits des Baches seine Fortsetzung zu finden. Die Falte ist zur Schuppe geworden. Das zeigt sich im Hippuritenkalk, der oberhalb des Flyschs auftritt (Fig. 7c). Weiter SW ist eine Aufbiegung der Kalkschichten zu beobachten (Fig. 7d), die den Anfang der Falte darstellt. Auf der Nordseite dehnt sich Flysch aus und etwas weiter NE, mitten im Flysch, erhebt sich eine kleine starke Kalkaufwölbung (Fig. 7a); sie ist die Fortsetzung der oben beschriebenen Falte.

Das gegenüber sich erhebende Gebirge von Variani (Geroleka) muss aus verschuppten Schichtpaketen aufgebaut sein. Ganz unten am Bach kommen Schichten der Unterkreide zum Vorschein; darüber folgt Oberkreide und in 700 m Höhe ein Flyschstreifen; darauf folgt in tektonischem Kontakt oberkretazischer Kalk, dessen abnorme Lagerung dadurch bewiesen wird, dass seine Schichten ganz ungeordnet auf dem Flysch liegen; darüber liegt die Schichtserie bis zum Flysch, der in 900 m Höhe in Form eines Streifens vorkommt, wo das Dorf Variani liegt. Alle diese Schichten sind tektonisch stark beansprucht und lassen kaum eine Schichtung erkennen. Auf dem zuletzt erwähnten Flysch ruht die gewaltige Kalkmasse der Geroleke-Kette. Sie ist anscheinend eine letzte hochgelegene Schuppe. Nach C. Renz besteht sie aus Schichten, die zur Osthellenischen Zone gehören und auf die Parnasszone aufgeschoben sein sollen.

Die Antiklinale, die das Gebirge von Lyritsa bildet, biegt bei km 48 um und zieht nach NW weiter (Fig. 5, Karte). In der Mitte der NE-Flanke weisen die Kalkschichten ein stärkeres Fallen auf (60° bis senkrecht, manchmal sind sie sogar überkippt). Der Flysch läuft hier am Bergfuss der ganzen Flanke entlang. Er fällt deutlich nach NE. In Diplopites tritt ein kleiner Flyschüberrest auf. Schichtung ist fast keine zu erkennen. Nur an manchen Überresten kann man ein nicht sehr deutliches Fallen nach N 30° E messen. Dieser Flysch bildet den Abschluss des Antiklinalschenkels von Lyritsa. Infolge des sich gegenüber erhebenden Gebirgszuges Pigadoulia entsteht hier eine kleine Mulde. Am Fusse des Gebirges fallen die deutlich erkennbaren Kalkschichten nach N bzw. N 40° E. Weiter oben im Hang ist der Fallbetrag geringer und stellenweise fast Null. Manche Kalkschichten enthalten sehr kleine Hornsteinknollen. Die Schichten gehören der Oberkreide an. Die Nordseite des Pigadouliamassivs zeigt steil aufgerichtete bis überkippte Schichten. Es folgt Flysch, der bei den Ruinen von Paliochlomos, eine Synklinale bildet. Nach einer Aufwölbung des Kalks bei der Kapelle Agios Athanassios ziehen die Schichten weiter zu der Spitze Tsouka hinauf. Diese Lagerung deutet auf eine liegende bzw. überkippte Falte hin (Fig. 8). Die Achse des Pigadoulia-Gebirges verläuft ein wenig schräg zu der gegenüberliegenden Antiklinalflanke von Lyritsa, so dass die dazwischenliegende Flyschmulde nach SE gegen Paliambela immer breiter wird.

Parallel zu dieser Kette treten an der SW-Seite eine Reihe kleiner, schmaler Kalkaufwölbungen aus dem Flysch hervor (Fig. 8, 12). Allgemein weist die Parnasszone einen komplizierten Bau auf, der auf der geologischen Karte von Griechenland 1:500000 von C. Renz, N. Liatsikas, Il. Paraskevaidis, vom Institut for Geology and Subsoil Research Athen, veröffentlicht, nicht zum Ausdruck kommt.

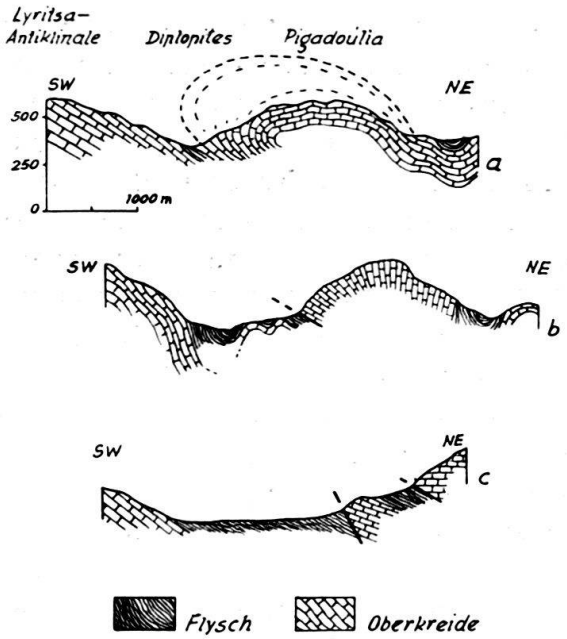


Fig. 8. Die schiefe Falte Pigadoulia. a) bei Diplopites, b) etwas südlicher mit 2 kleinen sekundären Aufwölbungen, c) noch weiter nach S, wo die Falte abgebrochen und schuppenweise vorgeschoben ist (Profiltr. s. Fig. 5).

## Betrachtungen über die tektonischen Zonen Griechenlands

Schuppenbau ist die Regel in der Struktur der Griechischen Gebirge, wie schon vor langem von C. Renz festgestellt wurde. Die Schuppen sind auf der eben erwähnten Karte von Griechenland in der Ionischen und in der Pindos- bzw. Olonos-Pindoszone deutlich vermerkt. Im Westgebiet der Ionischen Zone sind die Schuppen nur aneinander, manchmal aufeinander geschoben, also kaum als Schuppen zu bezeichnen. Im Osten dagegen zeigen sich breite, weitgespannte, im W mit Brüchen versehene Antiklinalen, wie Xerovouni u. a. Die Falten neigen meistens nach W, obwohl auch E-geneigte vorkommen (Olitsikas und Xeromero-Gebirge). Bei manchen ist der E-Schenkel sehr steil bis überkippt, während der W-Schenkel flach ist (Meropi, Mitsikeli in Epirus). In der Pindoszone sind die Falten im Inneren der Zone infolge des starken Drucks als wirkliche Schuppen aufeinandergeschoben. An der Grenze der Pindoszone sind die Schichten wenig auf den ionischen Flysch aufgeschoben. Stellenweise kam es zu einer Überschiebung (Tzoumerkagebirge). Der Schuppenbau der Pindoszone lässt sich im Peloponnes in den Gebirgen Panachaikon, Bassae und Messenien weiter verfolgen. Der Kontakt mit der Tripolitsazone, die im Peloponnes vor der Pindoszone liegt, zeigt am Kajapha-Berg ein stark zertrümmertes, schmales Band des Pindoskalks. Hier ist keine Aufschiebung auf den Tripolitsaflysch zu sehen. Weiter östlich der Zone, die durch Schuppenbau gekennzeichnet ist, lassen sich an verschiedenen Stellen im Peloponnes Teile des Pindosfazies auf bzw. in der Tripolitsazone erkennen (Chelmos, Ziria u. a.). Es handelt sich hier um eine sonderbare Struktur. Ich habe das früher in meinem Artikel «Griechische Gebirge» bereits einmal angedeutet. Haben jene schwimmenden Trümmer einmal eine besondere Einheit gebildet, die in Zusammenhang mit der verschuppten Pindoszone stand? Auch auf der Insel Kreta ist ein Durcheinander der Tripolitsa- und der Pindosfazies zu beobachten.

Im östlichen Teil der Pindoszone in Festgriechenland ist ein Nachlassen der Faltung festzustellen, das durch breite, flache Aufwölbungen (Oxia) mitten in einer breiten Flyschzone zum Ausdruck kommt, wie aus einem Profil ersichtlich ist, das ich in den «Griechischen Gebirgen» gegeben habe. Im Vardoussia-Massiv ist nach RENZ die Fundamentalserie aus mesozoischen Kalken der Pindosserie aufgebaut. Die Kalkmassen des Vardoussiakammes werden nach RENZ aus Schichten der nächstfolgenden Parnass-Serie gebildet, was auf eine Vorwärtstreibung der letzteren auf die Pindosserie bzw. -zone hinweist. Das gleiche kommt im Koziakasgebirge in Westthessalien vor. Die Überschiebung sollte nach RENZ weiter westwärts reichen, da die im Voitsatal vorhandenen Überreste angeblich der Parnasserie angehören. Wahrscheinlich aus dieser Beobachtung heraus kam C. RENZ zu der Annahme, dass die ganze Parnasszone über die Pindoszone geschoben sei, und deshalb meint er, der an der Ostseite des Gjonagebirges, bei Sigdhitsa (Prossilio) normal aufliegende Flysch könne zum Substrat (Pindoszone) der von ihm postulierten Kalkdecke (Parnasszone) gehören (C. RENZ 1955, S. 577). Der Kontakt zwischen den beiden Zonen, der in WNW–ESE-Richtung verläuft, ist auf der Halbinsel zwischen Itea- und Antikyrabucht von ARONIS beobachtet worden. Die Lagerungsverhältnisse sind nicht bestimmt worden.

Die von C. RENZ auf Kreta und Rhodos erwähnten Überreste sind nicht sicher als Parnassfazies bestimmbar. Er schreibt selbst (RENZ 1955, S. 612) «Die zonarfazielle Zugehörigkeit dieser Kalkfragmente (auf Kreta) bedarf noch der Abklärung und kann erst nach genauerer Untersuchung festgelegt werden» und «von den auf Rhodos isolierten kalkmassen, die zur Parnass-Kionaserie gehören können, gelten jedoch die gleichen einschränkenden Voraussetzungen, wie für die kretischen (ebd. S. 615).

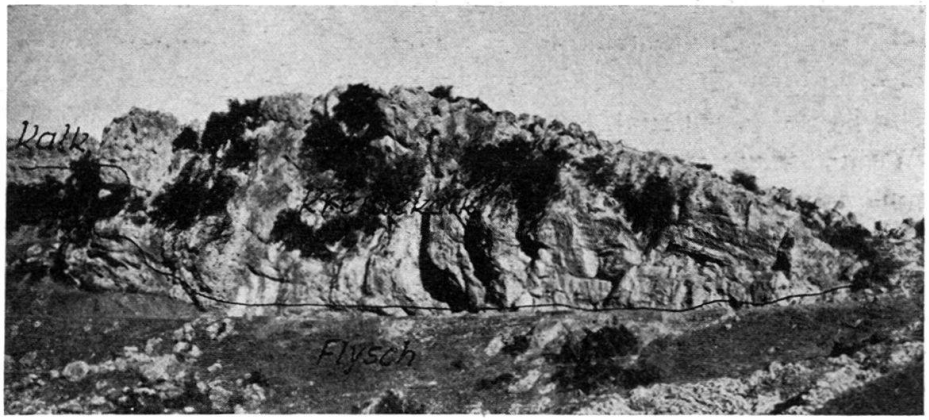


Fig. 9. Die kleine Schuppe Spilja bei km 51

Im Inneren der Parnasszone sind richtige Falten und Schuppen zu beobachten. Sie kommen auch im Relief zur Geltung. Das steht in Gegensatz zu der Behauptung von RENZ, dass in dieser Zone die Deckentektonik beginne.

Die Parnasszone verbreitet sich nach RENZ bis zur Insel Euboea, deren Gebirge aus Kalken der Parnassfazies aufgebaut sind. Es besteht aber keine Einheit zwischen allen Parnassfazies-Vorkommen, sondern es finden sich dazwischen Schich-

ten des Schieferhornsteinkomplexes der Osthellenischen Fazies. Der Begriff der Zone trifft hier also kaum zu. Ich habe das bereits in den «Griechischen Gebirgen» angedeutet. «Die Gesteine dieser beiden ostgriechischen Faziesserien kommen nebeneinander vor und verteilen sich im grossen und ganzen auf die gleichen Landschaften» schreibt RENZ. Weiter behauptet er, dass «es in vielen Fällen schwer, wenn nicht aussichtslos sei, die Zugehörigkeit von isolierten Kalken zu der einen (Parnass-) oder der anderen (Osthellenischen) Fazieseinheit richtig zu bewerten. Im

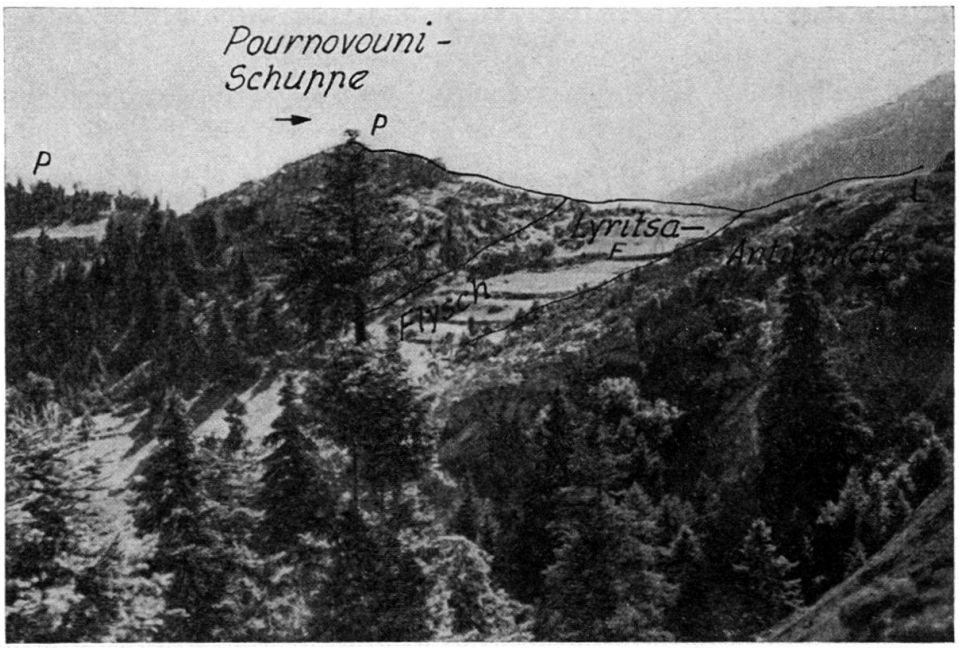


Fig. 10. Die Schuppe Pournovouni (P, links) beim km 51, auf den Flysch (F) des Ostflügels der Lyritsa-Antiklinale (L, rechts) aufgeschoben

einzelnen ist hier eine regional durchgehend präzisierte Ausscheidung noch vorzunehmen.» Das wiederholt er öfters in seinen Arbeiten. So wurde während einer genaueren Untersuchung des Instituts für Geologie und Bodenforschung Athen festgestellt, dass der im Othrisgebirge von RENZ der Parnass-Serie zugeteilte Kalkzug Griva-Charlachi als Einlagerung zu der Osthellenischen Serie gehört. In diesen Arbeiten (MARINOS) wird festgestellt, dass ein lateraler und vertikaler Übergang von der Schieferhornstein- zu der Kalkfazies besteht. Damit sind die zwischen den Schieferhornsteinen aufragenden Kalkmassen, die nach RENZ zur Parnasszone gehören, in die Schieferhornsteinserie einzubeziehen. Dabei bleibt aber das Problem des Zusammenhangs zwischen den riesigen Parnasskalkmassen und den Schieferhornsteinen bestehen.

In den Lokrischen Gebirgen hat PETRASCHECK die Überschiebung der Schieferhornsteinserie auf Parnasskalk festgestellt. Manche Lagerungsverhältnisse weisen eher auf Schuppenbau hin. Seine Beschreibung «Rudistenkalk normal von Flysch überlagert; darüber überschobener Rudistenkalk seinerseits wieder normale Flyschauflagerung tragend» deutet auf eine Schuppe hin. PETRASCHECK schreibt weiter, dass er das Ausmass der Osthellenischen Deckenüberschiebung nicht fest-

stellen konnte, denn die Deckengrenze sei nicht immer sichtbar. Auch die Lagerungsverhältnisse sind nicht immer klar erkenntlich. So hat PETRASCHECK beim Yliki-See einen über Osthellenischen Rudistenkalk liegenden Kalk beobachtet, der der Gesteinsbeschaffenheit nach zur Parnass-Serie gehöre. «Ich musste», schreibt er, «eine Verwerfung zwischen beiden Kalken annehmen, um diese unmögliche Lagerung zu erklären, obwohl keine Beobachtungsmerkmale vorlagen». Schliesslich wirft PETRASCHECK die Frage auf, ob die Deckengliederung wirklich in dem ganzen Gebiet vorliege. Im Helikongebirge hat ARONIS im Flysch Vorkommnisse von nickelhaltigem Eisenerz (osthellenisch) angetroffen, die er als osthellenische, auf die Parnasszone überschobene Teile betrachtet.

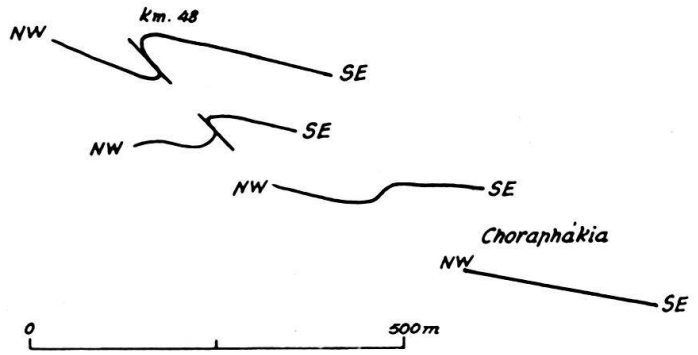


Fig. 11. Schematisierte Darstellung der Entwicklung der Falte bzw. 48 km-Schuppe

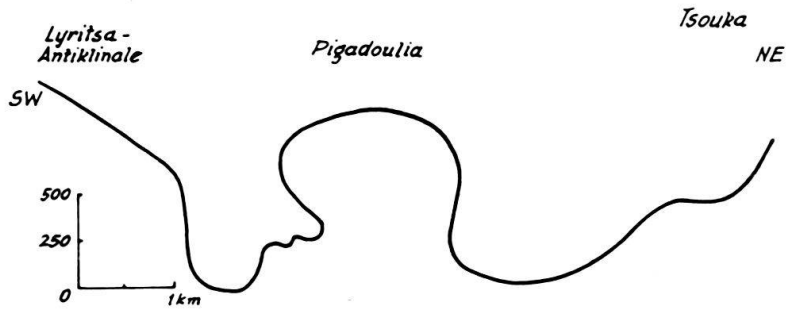


Fig. 12. Schematisierte Darstellung der Falte von Pigadhoulja

In der Argolis sind bis heute Elemente der Pindos-, Parnass- und Osthellenischen Zone bestimmt worden. Ihre Grenzen sind aber undeutlich und die Unterscheidungsmerkmale nicht eindeutig.

Nachdem die letzten genauen Untersuchungen (MARINOS, BRUNN, AUBOUIN u. a.) mit der RENZschen Zoneneinteilung nicht mehr übereinstimmen, bleibt das Problem der Zoneneinteilung Griechenlands weiterhin offen. Eine neue strukturelle Einteilung Griechenlands kann nur dann aufgestellt werden, wenn die faziellen und tektonischen Verhältnisse des ganzen Landes durch gründliche und genaue Untersuchungen geklärt worden sind.

Die in dieser Arbeit angeführten Beobachtungen sind in den Jahren 1955 und 1956 gemacht worden.

## LITERATURVERZEICHNIS

ARONIS, G. (1956): *The Bauxites of the Eleusis-Mandra-Area.* Min. Wealth Gr. *3.* Inst. geol. Subs. Res. Athen.

– (1957): *Bauxite Deposit of South Parnass-Helikon.* Geol. Rec. Inst. geol. Subs. Res. Athen.

AUBOUIN, J. (1955): *Une coupe du Pinde méridional entre la Thessalie et l'Épire.* Bull. Soc. géol. Fr. *6*, 5.

– (1957): *Sur la géologie de la bordure méridionale de la plaine de Trikala.* Ann. Géol. Pays Hellén. *8*, Athen.

BRUNN, J. H. (1956): *Contribution à l'étude géologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macédoine occidentale.* Ann. Géol. Pays Hellén. *7*, Athen.

MARINOS, G. (1956): *Über Geologie, Petrologie und Metallogenese des Ophiolithkomplexes in Ostgriechenland.* Berg- u. Hüttenm. Mh. *101*, Wien.

– (1957): *Geol. Karte von Griechenland 1:50000.* Inst. geol. Subs. Res. Bl. Myloi, Anavra, Domokos.

– (1958): *Zur Gliederung Ostgriechenlands in tektonische Zonen.* Bull. geol. Soc. Greece *3*, Athen.

MARINOS, G., & REICHEL M. (1958) *Fossilführendes Perm in Ostgriechenland und Euboea.* Bull. Inst. geol. Subs. Res., Athen.

PAPASTAMATIOU, J. (1955): *Bauxite Deposits of Parnass-Giona.* Inst. geol. Subs. Res., Athen.

PARASKEVAIDIS, IL. (1954): *Bemerkungen über die Stratigraphie Griechenlands.* Eclogae geol. Helv. *47.*

– (1955): *Sur la géologie du Pinde du nord.* Eclogae geol. Helv. *48.*

– (1956): *Die griechischen Gebirge.* Ztschr. Bergst. Ver. «To Vouno», Athen.

– (1958): *Die Tektonik Griechenlands.* N. Weltenkykl. Athen.

– (1959): *Kurze und einfache Geologie Griechenlands.* (Athen)

PETRASCHECK, W. j. (1953): *Die Eisenerz- und Nickelerzlagerstätten von Lokris.* Min. Wealth Gr. *3.* Inst. geol. Subs. Res., Athen.

RENZ, C. (1912): *Über den Gebirgsbau Griechenlands.* Ztschr. d. geol. Ges. *64.*

– (1913): *Der geologische Aufbau der Gebirge um das Kopaisbecken.* Ztschr. d. geol. Ges. *65.*

– (1928): *Geologische Untersuchungen in den Gebirgsmassiven von der Vardoussia und Giona.* Prakt. Akad. Athen *3.*

– (1929): *Geologische Untersuchungen auf den Inseln Cypern und Rhodos.* Ztschr. d. geol. Ges. *4.*

– (1937): *Stratigraphische Stellung der Parnasskalke.* Ztschr. d. geol. Ges. *12.*

– (1940): *Die Tektonik der griechischen Gebirge.* Mem. Akad. Athen *8.*

RENZ, C., LIATSIKAS, N., & PARASKEVAIDIS, IL. (1954): *Geologische Karte Griechenlands 1:500000.* Ed. Inst. geol. Subs. Res., Athen.

RENZ, C. (1955): *Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands.* Ed. Inst. geol. Subs. Res., Athen.

Bulletin vom Inst. geol. Subs. Res. 1955, 1956, 1957–1958, Nr. 2, 3, 4–5. Athen.