

Zur Deutung des Querprofiles durch die südlichen Appalachen

Autor(en): **Boesch, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **29 (1936)**

Heft 1

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-159613>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Deutung des Querprofiles durch die südlichen Appalachen.

Von Hans Boesch, Zürich.

Mit 4 Textfiguren.

Die folgenden Mitteilungen sind das Ergebnis einer Studienexkursion, die ich im Herbst 1934 unter der kundigen Führung von Prof. WALLACE W. ATWOOD SR. (Worcester, Mass., U. S. A.) durch die Appalachen unternehmen durfte. Meine Auffassung vom Aufbau der Appalachen hat sich freilich schon im Felde und in vermehrtem Masse bei der Durcharbeitung des Materiales von der seinen teilweise beträchtlich entfernt; gerade deshalb wurde aber die wechselseitige Diskussion über die tektonischen Fragen für mich besonders fruchtbar. So verdanke ich die Anregung zu den folgenden Resultaten zum grössten Teile seiner Führung im Feld und der sich anschliessenden Diskussion während der Ausarbeitung.

In einem Querschnitt von Westen nach Osten werden im Raume der zentralen und südlichen Appalachen folgende physiographischen Einheiten unterschieden:

1. a) *Interior Low Plateau*
b) *Cumberland-Alleghany Plateau*
2. *Great Appalachian Valley (Ridge- and Valley-Zone)*
3. *Southern Appalachian Mountains (Blue Ridge)*
4. *Piedmont Plateau*
5. *Atlantic Coastal Plain.*

Dieselben entsprechen weitgehend auch den geologischen Struktureinheiten erster Ordnung.

Nach beinahe allgemeiner bisheriger Auffassung wurden die strukturellen Beziehungen wie folgt gedeutet: Durch das ganze Paläozoikum gelangte in der appalachischen Geosynklinale, die SW—NE verlaufend mit der Ridge- and Valley-Zone zusammenfällt, das von den beiden begrenzenden Blöcken eingeschwemmte Material zur Sedimentation. Während der NW-Block jedoch meist von epikontinentaler See überflutet war, lieferte der Block im SE, die alte präcambrische Landmasse „Appalachia“, das meiste Sedimentationsmaterial. Als Haupteffekt der gegen NW gerichteten appalachi-

schen (hercynischen) Orogenese wurde die juraartige Faltung der klassischen appalachischen Geosynklinale angesehen. Erst in neuerer Zeit sind auch grössere Durchbewegungen des als präcambrisch gedeuteten Piedmont-Rücklandes mit Sicherheit festgestellt worden. Im ganzen würde es sich also um ein ausserordentlich einfach gebautes Gebirge handeln, um ein Gebirge, das sich wohl am besten mit dem zentralen schweizerischen Jura vergleichen liesse.

In Wirklichkeit sind aber die Verhältnisse bedeutend komplizierter: Bestehen bleibt die allgemeine Schubrichtung gegen NW, die aber zeitlich in mindestens zwei, wenn nicht drei Hauptphasen zerlegt werden muss. Der Aufbau der Gebirgszone ist viel komplexer: Schon in den Southern Appalachian Mountains erkennen wir einen ausgesprochenen Schuppen- und Deckenbau mit zum Teil beträchtlichen Überschiebungsbreiten. Dann wird aber vor allem auch die präcambrische Natur des Piedmontkristallins immer unsicherer und es deutet alles darauf hin, dass dasselbe in den allgemeinen Bauplan einzubeziehen ist; damit kommen auch die karbonischen granodioritischen Batholithen des Piedmont zu einer im Rahmen des Ganzen besser verständlichen Position.

Schon jetzt lässt sich erkennen, dass sich die im folgenden entwickelte Auffassung, die vor allem von Feldbeobachtungen im Raume der beigegebenen Karte (Fig. 3) ausgeht, im Einklang mit dem meisten Tatsachenmaterial der neueren Untersuchungen auch auf die nördliche und südwestliche Fortsetzung des Gebirges zwanglos anwenden lässt.

Die orogene Zone als Ganzes.

Während wir die nordwestliche Begrenzung der orogenen Zone gegen die inneren Ebenen leicht beobachten können, ist dies gegen die atlantische Seite hin nicht der Fall. Die oberflächliche Begrenzung der orogenen Zone fällt hier zusammen mit dem Transgressionsrand der kretazisch-tertiären Coastal Plain-Sedimente auf dem Piedmont-Kristallin.

Innerhalb des der direkten Beobachtung zugänglichen Teiles der orogenen Zone lassen sich vorerst die folgenden drei Hauptelemente ausscheiden: (a) das Appalachian Valley, (b) die Southern Appalachian Mountains (Great Smoky Mts., Unaka Mts.), (c) das Piedmont-Plateau. Diese drei Zonen nehmen physio-graphisch wie tektonisch ihren bestimmten Platz im Gesamtaufbau ein; sie unterscheiden sich deutlich voneinander sowohl hinsichtlich der Vollständigkeit und der Fazies ihrer Sedimentserien, deren Metamorphose und des Faltungscharakters, wie auch der Verteilung des coorogenen und postorogenen Eruptivmaterialies.

Im grossen ganzen verlaufen sie parallel mit dem allgemeinen Gebirgsstreichen, das heisst SW—NE. Betrachten wir dieses Streichen

über den ganzen Raum des östlichen Amerika, so erkennen wir un-
schwer eine bogenförmige Anordnung der Kettenzüge; im Gebiete
unserer Betrachtung befinden wir uns im südlichsten der drei grossen
Hauptsegmente, die wir von Süd nach Nord als Blue Ridge-, Penn-
sylvania- und New England-Bogen bezeichnen können.

Axiale Schwankungen im Streichen des Gebirges stören
dagegen im Detail den allgemeinen SW—NE Verlauf der Zonen-
grenzen; auch sind mancherorts in Gebieten axialer Kulmination
tiefere Elemente in Fenstern wieder sichtbar oder höhere Elemente
überdecken in Zonen axialer Depression auf weite Erstreckung die
tieferen Strukturen. Es sind dies an sich allgemein bekannte Er-
scheinungen. Sie werden aber noch viel mehr als in den Alpen in
einem Gebiete wichtig, in welchem durch langen Abtrag die ehe-
maligen Höhenunterschiede beinahe vollständig verwischt wurden.
Hier kann uns überhaupt erst das konsequente Verfolgen axialer
Schwankungen Einblick in den Aufbau des Gebirges geben. Während
die Deutung des einzelnen Querprofiles oft kaum möglich ist, ent-
wirren sich die Schwierigkeiten weitgehend, wenn wir die weitere
Entwicklung desselben in axialer Richtung verfolgen.

Innerhalb unseres Untersuchungsgebietes können wir eine Haupt-
kulmination und eine Hauptdepression beobachten. Beide verlaufen
durchgehend quer durch das Gebirge und beeinflussen sämtliche
Strukturelemente; wir nennen sie einerseits die Grandfather-
Kulmination, weil diese in der Gegend des Grandfather Mt. (North
Carolina) am besten erkennbar ist, andererseits die Nantahala-De-
pression, welche am besten auf dem Blatt Nantahala des geologischen
Atlas zum Ausdruck kommt.

Die Ridge and Valley-Zone.

Die Ridge and Valley-Zone (= RV-Zone) ist im allgemeinen so gut bekannt
und die Literatur darüber so leicht zugänglich, dass es hier genügt, auf die für
die folgenden Untersuchungen wichtigsten Punkte hinzuweisen.

Die Sedimente dieser westlichsten Zone innerhalb des orogenen
Raumes der Appalachen zeigen weitgehend noch die epikontinentale
Fazies des westlichen Plateaulandes, welches seinerseits im Grunde
genommen nur die sedimentbedeckte Verlängerung des kanadischen
Schildes nach Süden repräsentiert. Hier wie dort finden wir aus-
gesprochene Flachseeablagerungen von grösstenteils Brachiopoden-
kalkfazies. Immerhin unterscheiden sie sich in den folgenden zwei
wesentlichen Punkten von den westlicheren innern epikontinentalen
Serien:

1) Die drei orogenen Hauptphasen, die den Ostrand Nord-
amerikas beeinflusst haben, die kaledonische, akadische und appa-
lachische, führten in ihren vorbereitenden Stadien zu einer Art Vor-

tiefenbildung und zu einem Wechsel von Kalk- zu Schieferfazies. Die orogene Phase selbst ist durch einen kräftigen Sedimentationswechsel, durch Diskontinuitäten, oft auch durch vulkanische Tätigkeit (Bentonite) usw. angedeutet; darauf sind im Gefolge der orogenen Bewegungen sowohl im oberen Silur wie im unteren Mississippian Bildungen erkennbar, die sich weitgehend mit unserer Molasse vergleichen lassen, nämlich Sandsteine, Konglomerate, Deltabildungen, die alle deutlich mit einem im Osten gelegenen Festland verknüpft sind.

Dieser Vortiefencharakter der Sedimente an der Front einer weiter rückwärts liegenden orogenen Hauptzone beweist vorerst einmal nur deren Stellung in einem grösseren Zusammenhange, eine Stellung freilich, die diese klassische Geosynklinale nur als eine Nebenerscheinung im Gesamt-Orogen erscheinen lässt.

Verfolgen wir diesen Vortiefentrog im Streichen, so sinkt er einerseits im Süden unter die Kreide der Coastal Plain, während anderseits im Norden zusammen mit dem weitgehenden Ausflachen des Troges auch die Faltenzüge ausklingen. Hier lässt sich erkennen, dass diese Zone lediglich den hier zur Vortiefe deformierten Ostrand des vorhercynischen amerikanischen Kontinentalblockes darstellt. Verbiegungen dieses Kontinentalblockes lassen sich freilich auch in den innern Plateaulandschaften erkennen als „doms“ (Cincinnati, Nashville) und „basins“ (Pennsylvania); nie nehmen dieselben aber eigentlichen Trogcharakter an, immer handelt es sich dort um schwache Verbiegungen von grossem Radius. Die stärkere Verbiegung im Falle der RV-Zone hängt sicher mit deren randlicher Lage und vermutlich auch weitgehend mit einer primären Schwächezone im kristallinen Untergrund zusammen.

Um den besondern faziellen Charakter dieses Troges zu kennzeichnen, hat man dafür schon die Bezeichnung „intrakontinentale Geosynklinale“ vorgeschlagen; dadurch wird aber nicht die Gesamtheit der faziellen Eigenschaften umfasst, weshalb wir besser vom „Vortiefentrog“ sprechen.

2) Im Gegensatz zu dem ungestörten inneren Plateaugebiet hat die letzte, die appalachische Orogenese die Sedimente der appalachischen Vortiefe weitgehend verfaltet und verschuppt. Nur wenn wir das Einsetzen dieser Störungen als wesentliches Unterscheidungsmerkmal herbeiziehen, vermögen wir überhaupt die zwei Elemente mit einer klaren Linie zu trennen.

Diese Dislokationen weisen ausgesprochen den Typus des Schweizerjuras auf; Faltenzüge und Überschiebungen geringen Ausmasses herrschen vor. Zwischen dieselben schalten sich ausgedehnte starre, kaum gefaltete Massen ein; einzelne Zonen zeigen gegenüber den andern eine beträchtliche Hebung en bloc. Dies weist darauf hin, dass die Faltungen und Schuppungen nicht in irgend einer besonderen

Eigenschaft der miteinbezogenen Sedimente begründet sind — eigentliche Schmierhorizonte fehlen —, sondern bis auf den kristallinen Untergrund hinunterreichen und auch von dort ihren Ausgang nehmen. Im Raume unserer Untersuchung lässt sich dies freilich nur vermuten; am Südrand der Adirondack-Kulmination ist eine Verschuppung der Sedimentbedeckung mit dem kristallinen Untergrund dagegen direkt beobachtbar. Die primäre Schwächezone, die schon zur Vortiefe deformiert war, bedingt so auch direkt die Bildung der RV-Zone.

Noch in einem weiteren Punkte stimmen diese appalachischen Faltenzüge mit einem Vorlandgebirge vom Juratypus überein: Fassen wir die Anordnung des Gebirgszuges in einzelne Bogen als Ausdruck seiner Anpassung an das Vorland auf, so zeigt sich hinter den Blöcken grösserer Resistenz ein Zurücktreten und Anstau sämtlicher Kettenzüge, während in den Zwischenräumen dieselben divergieren und als Regel auch an Intensität abnehmen. Dies ist jedoch nur richtig für die zentralen orogenen Zonen, die sich dem Vorland anzupassen haben. Für die Vorlanddeformation gilt das gerade Gegenteil: Gegen die steifen resistenten Blöcke zu ersterben die Falten, dazwischen jedoch entwickeln sie sich zu gewaltigem Ausmasse. Dies gilt für die Juraketten so gut wie für die Faltenzüge der RV-Zone und ist in beiden Fällen ein Hinweis auf die Vorlandnatur der Zone, wie auch auf die Verkettung der Faltung der Sedimente mit Störungen im kristallinen Untergrunde.

Zusammenfassend erweist sich deshalb die RV-Zone sowohl stratigraphisch-faziell wie auch strukturell als typische, dem amerikanischen Kontinentalblock zugehörnde Vorlanddeformation. Der Sedimentationsraum nimmt weitgehend den Charakter einer Vortiefe an und deutet damit schon auf die weiter östlich liegende orogene Hauptzone.

Southern Appalachian Mountains.

Der Südostrand der RV-Zone ist eine auf jeder geologischen Karte sofort in die Augen springende scharfe Begrenzungslinie. Westlich derselben liegt das verfaltete Paläozoikum der „appalachischen Geosynklinale“, östlich davon eine vollständig fremde, sehr komplex gebaute Serie von Sandsteinen, Arkosen, Konglomeraten usw. im westlichen Abschnitt und mannigfache Ortho- und Paragneisse mit jüngeren Batholithen im östlichen Teil, die sich gegen Osten bis zum Transgressionsrand der Coastal Plain und unter diese erstrecken. Dass diese ganze östliche komplex gebaute Zone gegen Westen aufgeschoben ist, zeigen schon die Originalaufnahmen der „geologic folios“ mit aller Deutlichkeit. Im allgemeinen hat man sich aber mit ausserordentlich geringen Überschiebungsbreiten zufrieden gegeben trotz der folgenden Tatsachen:

1. Die Überschiebung der östlichen Komplexe auf das Vorland ist kein lokales Phänomen, sondern lässt sich auf der ganzen Länge des Gebirges verfolgen.
2. An diesem Überschiebungsrand, den wir in der Folge als appalachische Randüberschiebung bezeichnen wollen, stossen zwei Faziesreihen zusammen, die unmöglich zusammengehören können. Irgendwelche Übergänge von der einen Serie zur andern sind nicht zu beobachten. Zur Erklärung dieser Tatsache wurden die gesamten östlichen Elemente dem Präcambrium, d. h. der alten Rücklandmasse „Appalachia“, zugeordnet und angenommen, dass Brüche in erster Linie für die Tektonik des Gebirges verantwortlich seien. Dies trotz der vollkommen eindeutigen Aufnahmen, die beweisen, dass
3. zum mindesten in den westlichen Gliedern ein gut ausgebildeter Falten- und Schuppenbau vorhanden ist und
4. die Überschiebungsflächen sich an Fenstern bis weit ins Innere des Gebirges verfolgen lassen.

Die Diskrepanz zwischen den beobachtbaren Tatsachen und deren Deutung ist demnach beträchtlich, und wir werden uns deshalb in erster Linie mit der Entwirrung der Verhältnisse auf Grund der ursprünglichen geologischen Detailaufnahmen zu beschäftigen haben. Da sich meine Felduntersuchungen im besondern auf den Abschnitt der Great Smoky Mountains erstreckten, werden wir zuerst auf die dort ausgezeichnet aufgeschlossenen Verhältnisse zu sprechen kommen.

Die zentralen Great Smoky Mountains.

Der Hauptanteil am Aufbau der Great Smoky Mountains (= GSM) kommt einer wechsellagerung gegliederten Serie von Sandsteinen, Schiefen, Konglomeraten usw. der sogenannten Ocoee-Gruppe zu. Wenn dieselbe auch stellenweise beträchtliche Epimetamorphose aufweist, ist ihr sedimentärer Charakter doch durchwegs sichergestellt. Die Unterlage bilden stark epimetamorphe Granite (Cranberry-Granit und andere Lokalnamen). Im oberen Teile der Ocoee-Gruppe finden wir über diesen Great Smoky-Konglomeraten mächtige tonige und sandige Schieferlagen, die stellenweise granat- und ottrelitführend sind, und zuoberst stellt sich die Sedimentfolge von Murphy-Marmor, Andrew's-Schist und Nottely-Quarzit ein. Wir nennen diese ganze Schichtfolge vom basalen Kristallin (incl.) bis zum Nottely-Quarzit die GSM-Serie.

In der Deutung ihrer stratigraphischen Stellung hat die GSM-Serie schon beinahe sämtliche Horizonte vom Karbon bis zum Präcambrium durchlaufen müssen, als welches letzteres sie auch heute aus theoretischen Gründen zumeist betrachtet wird. Infolge des Fehlens jeglicher Fossilien sind wir zur Deutung ihrer Stellung aus-

schliesslich auf lithologische Vergleiche angewiesen; dieselben bringen uns weitgehend zu der ursprünglichen Ansicht zurück, dass nämlich die basalen Glieder der GSM-Serie als Cambrium, z. T. eventuell auch als Grönlandium (?) anzusehen sind. Diese mächtigen detritischen Ablagerungen finden sich auch in andern Profilen durch die Appalachen in ähnlicher struktureller Stellung wieder. Murphy-Marmor und Andrew's-Schiefer scheinen das Ordovicium zu vertreten; auch weist A. KEITH auf die grosse Ähnlichkeit des Murphy-Marmors mit dem Knox-Dolomit hin. Der Nottely-Quarzit ist ein deutlicher Vertreter des Silur, welches ja durch die ganzen Appalachen in littoraler sandiger Fazies ausgebildet ist. Genau wie im Vorland finden wir auch in der GSM-Serie Hämatit-Erzlager in den als Ordovic-Silur anzusprechenden Gliedern. Die Übereinstimmung ist demnach eine weitgehende. E. A. SMITH hat in Alabama in schwarzen Schiefen, die wahrscheinlich der Ocoee-Gruppe zugehören, Karbon-Pflanzen gefunden, sodass unter Umständen stellenweise auch das Karbon noch vorhanden sein dürfte. Wir kommen deshalb zu folgender Gliederung der GSM-Serie:

Karbon . . .	schwarze Schiefer	?
Devon . . .	?	?
Silur	Nottely-Quarzit	50 m
	Andrew's-Schiefer mit Hämatit	60—120 m
Ordovicium .	Murphy-Marmor	50—150 m
	Ocoee-Gruppe: Wechsel von Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefen	3000—4000 m (?)
Präcambrium	Granit (Cranberry)	—

Durch diese Festlegung des Alters der GSM-Serie als paläozoisch vertieft sich nun selbstverständlich die Bedeutung des abrupten Fazieswechsels beidseits der appalachischen Randüberschiebung. Es kann sich nicht mehr nur um eine rein lokale Verschiebung handeln. Die Tatsache, dass an der appalachischen Randüberschiebung zwei vollständig verschiedene paläozoische Faziesreihen zusammenstossen, zwingt zur Annahme ganz beträchtlicher Überschiebungen.

Wir werden deshalb vor allem einmal den Überschiebungsrand selber etwas genauer zu betrachten und darauf die innere und rückwärtige Struktur der GSM-Serie zu untersuchen haben.

Mit aller wünschbaren Deutlichkeit ist die Randüberschiebung am Little River (Tennessee) aufgeschlossen:

Bei Gamble Store befinden wir uns noch im SE fallenden Paläozoikum der RV-Zone; dasselbe umfasst hier noch Devonschiefer und Karbonkalke (!) als höchste Glieder. 2 km oberhalb Gamble Store ist ihnen, bevor wir noch in die eigentliche GSM-Serie gelangen, eine Serie von cambrischen Schiefern und Sandsteinen mit (transgressivem?) Knox-Dolomit (Ordovicium) in bedeutender Mächtigkeit aufgeschoben, die die Chilhowee Mts. aufbauen. Diese Chilhowee-Serien nehmen eine Mittelstellung zwischen dem westlichen Paläozoikum und der GSM-Serie ein, von denen sie sich einerseits durch die mächtigere Entwicklung des Cambriums, andererseits durch die Ausbildung von sicherem Knox-Dolomit deutlich unterscheiden. Das Fehlen des gesamten Silurs, Devons und Karbons, das westlich davon gerade noch vorhanden ist, lässt sie als südöstliche geantiklinale Grenzzone des appalachischen Troges erscheinen. Dieselbe ist an

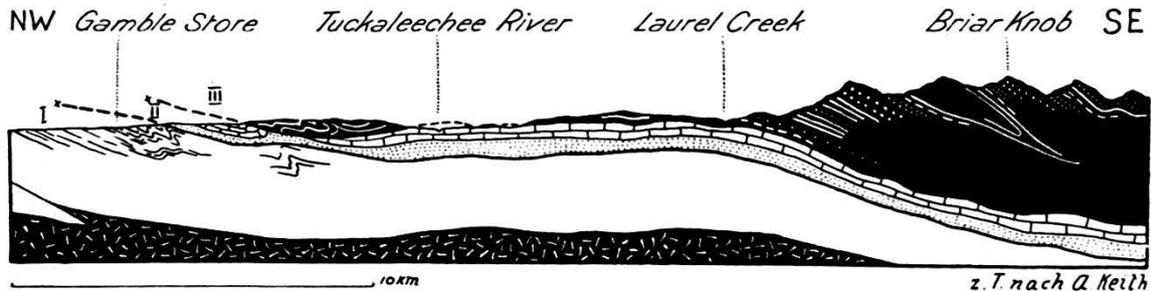


Fig. 1. *Appalachische Randüberschiebung am Little River (Tennessee).*

- I. *RV-Zone*: Präcambrium (schwarz, hachiert) und Cambrium bis unteres Karbon (weiss).
- II. *Chilhowee-Serie*: Cambrium (punktiert) und Knox-Dolomit (quergestrichelt).
- III. *Great Smoky Mts.-Serie*: Paläozoische (?) Konglomerate usw. (schwarz).

der Basis der GSM-Überschiebung mitverschürft worden und erstreckt sich heute entlang der appalachischen Randüberschiebung beinahe durch ganz Tennessee.

Erst nach weiteren zwei Kilometern erreichen wir den Aufschiebungsrand der GSM-Serie auf die Chilhowee-Serie. Diese Überschiebungsfläche liegt ausserordentlich flach, wie das besonders die Umgebung von Sevierville (Tennessee) zeigt. Die Kartierung ist hier im Detail weitgehend ungenügend und suggeriert eine viel zu steile Aufschiebung.

Von ganz besonderer tektonischer Bedeutung sind innerhalb der GSM die Coves. Es ist dies nichts anderes als eine Serie von Fenstern in der GSM-Serie, in welchen der Knox-Dolomit der Chilhowee-Serie unter den höhern Sandsteinen und Tonschiefern erscheint. Diese Fenster liegen alle auf einer Linie, die parallel der appalachischen Randüberschiebung verläuft und die strukturell als eine längsverlaufende Antiklinalzone zu verstehen ist.

Wodurch die Coves zuerst auffallen, ist der ihnen eigene topographische Charakter. Sobald der sich vertiefende Talboden den basalen Knox-Dolomit erreicht, treten Karsterscheinungen, verbunden mit einer starken Ausweitung des Talbodens auf. Der Aspekt der Coves ist deshalb ein ähnlicher wie der eines gewaltigen, später zugeschwemmten Seebodens innerhalb des Sandsteingebirges. Eingehendste Untersuchung gerade dieser Frage, ob ein altes Seebecken in den Coves zu vermuten sei, hat eindeutig erkennen lassen, dass dies nicht zutrifft, und dass diese merkwürdige Erscheinung ausschliesslich ein Ergebnis der differenzierten Geländeform in Kalk- und Sandsteingebieten ist.

Die schon angetönte, tiefere tektonische Bedeutung der Coves liegt darin, dass ihr Vorhandensein (1) eine Überschiebungsbreite von minimal 12 km beweist und eine beträchtlich grössere wahrscheinlich macht und (2) den sehr flachliegenden Verlauf der Überschiebungsfäche deutlich demonstriert.

Die zentralen GSM zeigen demnach die folgenden am Aufbau beteiligten strukturellen Einheiten: (I) Autochthon, (II) Chilhowee-Serie und (III) GSM-Serie.

III und II sind beide gegen NW bewegte Überschiebungsmassen. Dabei ist II als unter dem Anschub von III verschürfter Ostrand des appalachischen Troges erkannt worden, somit noch enge mit dem Autochthonen verbunden.

Über den Aufbau und die nähere tektonische Stellung der GSM-Serie orientieren wir uns in der Folge im Raume der Unaka- und Roan-Mts. im NE-Tennessee, d. h. im Raume der Grandfather-Kulmination.

Die Grandfather-Kulmination.

Im Abschnitt der zentralen GSM wies die innere Struktur der GSM-Überschiebungsmasse eine grössere Zahl wohlausgebildeter, gegen NW überkippter Falten auf. Es ist nicht ausgeschlossen, dass grössere Komplikationen später noch einmal entdeckt werden; die merkwürdig grosse Mächtigkeit der GSM-Serie lässt wenigstens vermuten, dass vielleicht auch hier eine Anhäufung von einzelnen Schuppen oder Deckfalten vorliegen dürfte. Immerhin kann dies für die zentralen GSM wie gesagt heute erst vermutungsweise angedeutet werden. Dagegen zeigen uns die Aufschlüsse beidseits der Grandfather-Kulminationszone eine weitgehende Auflösung der GSM-Serie in einzelne Teilschuppen oder Decken. Es ist dies vor allem in den Bergen südlich und östlich von Johnson City (Tennessee) der Fall. Die Verhältnisse sind dort etwa die folgenden:

Im Gebiete der Grandfather-Kulminationszone, welche etwa mit NW-Streichen über Johnson City verläuft, heben sich die rand-

lichen Glieder der GSM-Schuppen axial in die Luft hinaus, und es erscheint in Form eines Halbfensters darunter das autochthone Paläozoikum des Appalachian Valley, vielleicht noch mit verschürften Gliedern vom Typus Chilhowee längs der Randüberschiebung. Die vorhandenen Profile zeigen, dass diese randlichen Partien der GSM-Serie sich in einzelne lokale Schuppen auflösen, an deren Basis sich stellenweise dünne kristalline Keile einschalten, wie dies bei Fish Spring (Tennessee) am Watauga River mit aller Deutlichkeit beobachtet werden kann. Diese randlichen Elemente stellen die höheren Teilschuppen der GSM-Einheit dar, denn gegen die zentralen Zonen des Gebirges erscheint darunter noch eine grössere Anzahl tieferer Schuppen; die tiefsten sind wahrscheinlich in den Unaka Mts. aufgedeckt. Wir erkennen hier somit eine Auflösung der GSM-Einheit in eine grössere Anzahl von Teilschuppen zum Teil mit kristalliner Basis; der Scheitel des Schuppenpaketes verläuft etwa parallel mit der Hauptwasserscheide: Südöstlich derselben gelangen wir in die Wurzelgebiete der Schuppen, d. h. in eine kristalline Zone mit einzelnen sedimentären Keilen, während im NW die frontal gehäuften Sedimente dem Vorland aufgeschoben sind.

Diese allgemeine Charakterisierung des Aufbaues muss heute noch genügen; denn trotz der ausgezeichneten geologischen Grundlagen ist es nicht möglich, etwa die Zone in einzelne Teilschuppen unterzuteilen und dieselben durchgehend zu verfolgen.

Man wäre nun vorerst versucht, die Rückwärtsverlängerung der kristallinen Kerne der GSM-Einheit — es sind dies die ausgedehnten Areale des Cranberry- und Beech-Granites — als autochthon zu betrachten und etwa mit den Zentralmassivzonen der Alpen oder der europäischen Hercyniden zu vergleichen. Dies ist jedoch nicht zulässig, da in Form eines grossen, SSW—NNE gestreckten Fensters eine tiefere Serie, die wir, da sie topographisch im Grandfather Mt. kulminiert, die Grandfather-Serie (G-Serie) nennen, auf eine Länge von ca. 60 km und eine maximale Breite von ca. 20 km unter diesen Graniten erscheint.

Diese G-Serie besteht aus den folgenden Gesteinen: Die kristalline Basis gleicht dem Cranberry-Granit. Darüber liegen mächtige algonkische (?) Ergüsse in Form von Diabasen und Rhyolithen, z. T. stark dislokationsmetamorph, und darüber erst das Cambrium als weisse Sandsteine, Quarzite und Schiefer usw. mit Basalteinlagerungen in der sogenannten Unicoi-Fazies. Es ist dies eine Ausbildung, die etwa zwischen der Fazies der Chilhowee-Serie und der GSM-Serie steht; besonders typisch sind die mächtigen basalen Ergüsse, die ihrerseits auch wieder einen deutlichen Hinweis auf die Vorlandnatur und das Fehlen jeglichen geosynklinalen Charakters geben. Die G-Serie ist sicher autochthon, wenigstens deutet nichts auf das Gegenteil.

Die G-Serie ist in sich heftig keilförmig gegen Nordwesten verschuppt. Die einzelnen Schuppen streichen SSW—NNW und stehen eine hinter der andern wie die Zähne einer Säge.

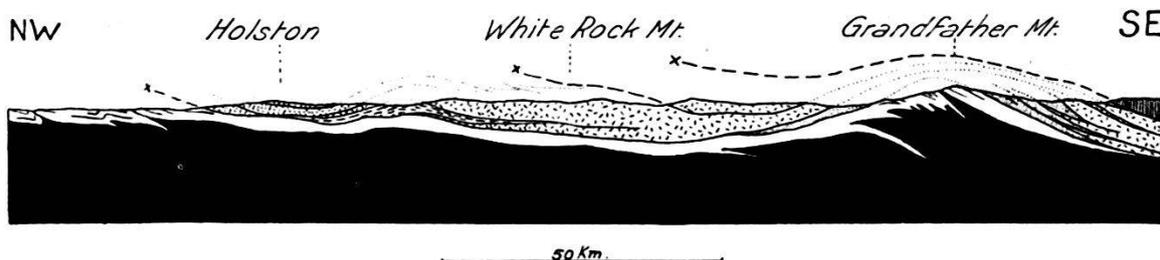


Fig. 2. Querprofil im Abschnitt der Grandfather-Kulmination.

- Schwarz: Autochthones Vorlandkristallin.
- Weiss: Autochthone Sedimentserien.
- Gestrichelt: Sedimente der unteren GSM-Schuppen.
- Punktirt: Sedimente der höheren GSM-Schuppen und parautochthoner Schuppen des G-Mt.
- Haschiert: Parautochthones Kristallin und Kristallin der GSM-Schuppen.
- Vertikal schraffiert: Metamorphes Piedmont-Kristallin.

Die Fensternatur dieser Serie ist durch die Aufnahmen von A. KEITH sichergestellt. Das Kristallin der GSM-Einheit (Cranberry-Granit) überschiebt die G-Serie vollständig; nur am SE-Rand des Fensters scheinen sich komplizierte Verhältnisse einzustellen, indem hier die beiden kristallinen Komplexe der GSM-Serie und der G-Serie scheinbar miteinander verknüpft sind. Die Verhältnisse scheinen so zu deuten zu sein, dass die südöstlichen Teile der G-Serie als GSM-Serie weit nach NW vorgetrieben wurden. Mit dieser Annahme steht noch folgende Tatsache im Einklang: Verfolgen wir die schuppen-trennenden Sedimentkeile innerhalb der GSM-Serie wurzelwärts, so beobachten wir, wie sie in den rückwärtigen Teilen häufig von Diabasen und Rhyolithen von genau dem gleichen Habitus wie in der autochthonen G-Serie abgelöst werden. Dies gilt vor allem für die tieferen Schuppen der GSM-Einheit, die sich also auch dadurch als in engem Kontakt mit der G-Serie stehend erweisen, d. h. eben deren primäre südöstliche Fortsetzung sind.

Unsere bisherigen Untersuchungen haben uns, um vorerst zusammenzufassen, zu folgenden Ergebnissen geführt:

Innerhalb der bis jetzt besprochenen Gebiete haben wir die folgenden primär von NW nach SE angeordneten Zonen zu unterscheiden: (1) Innere Plateaugebiete, (2) Appalachischer Vortiefentrog, (3) Chilhowee-Schuppen, (4) Grandfather-Serie, (5) Great Smoky Mts.-Schuppen.

Alle diese Einheiten stehen, wie wir später sehen werden, in einem fundamentalen Gegensatz zu sämtlichen östlichen Gliedern.

Die Fazies ihrer Sedimente ist durchwegs nicht geosynklinal: 1, 2 und 3 zeigen die Ausbildung der epikontinentalen Brachiopodenkalkfazies, welche nur unvermittelt vor, während und nach der Periode der Gebirgsbildung in 2 und 3 zu Vortiefenfazies wechselt. 4 leitet über zu 5, das in seinen höchsten und ursprünglich südöstlichsten Gliedern vielleicht etwa zu vergleichen wäre mit unserem alpinen Flysch, während 4 mehr den Charakter eines „middleland“ besitzt. Die Endphase dieser GSM-Deckenbildung ist sicher karbonisch, sind doch längs der appalachischen Randüberschiebung noch karbonische Kalke mit überfahren worden. Es ist deshalb sehr wohl möglich, dass in der GSM-Serie noch Karbon vorhanden ist. Die feststellbaren grössten Überschiebungsbreiten betragen für die GSM-Einheiten mindestens 55 km (SE-Rand des G-Fensters bis zur appalachischen Randüberschiebung), erreichen also ein beträchtliches Ausmass.

Mit diesen Feststellungen wollen wir uns für die westlichen Zonen vorläufig begnügen.

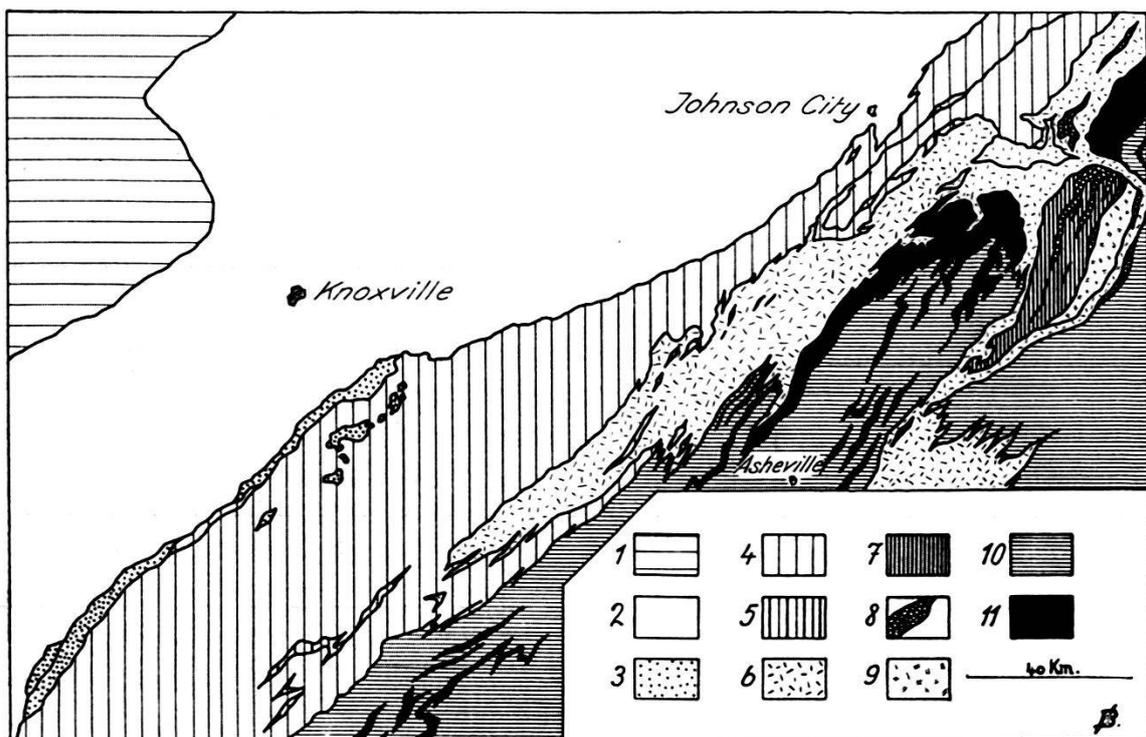


Fig. 3. Geologisch-tektonisches Kärtchen der westlichen Southern Appalachian Mountains.

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. Inneres Plateau | 7. G-Serie (Sedimente) |
| 2. RV-Zone | 8. G-Serie (Basale Laven) |
| 3. Chilhowee-Serie | 9. G-Serie (Kristallin) |
| 4. GSM-Serie (Cambrium) | 10. Carolina-Gneiss |
| 5. GSM-Serie (Silur, ev. Ordovicium) | 11. Roan-Gneiss. |
| 6. GSM-Serie (Kristallin) | |

Die Piedmont-Provinz.

Wenngleich die Bezeichnung „Piedmont-Provinz“ (= PP) sich von deren besonderem topographischem Charakter herleitet, ist doch damit auch gleichzeitig eine wohldefinierte geologische Einheit in ihren grossen Zügen umrissen.

Die PP ist nach der Auffassung der amerikanischen Geologen identisch mit der präcambrischen kristallinen Rücklandmasse der appalachischen Geosynklinale.

Scharf ist der Trennungsstrich zwischen PP und der atlantischen Coastal Plain; es ist dies die berühmte „fall line“, die sich von den mittelatlantischen Staaten bis in den äussersten Süden zieht. Weniger klar ist die Abgrenzung der PP gegen die westlichen Elemente; sie soll hier kurz untersucht werden. Wo, wie im Sektor Pennsylvanias, das Piedmont-Kristallin gegen Westen dem Paläozoikum der RV-Zone als klassischer „Martie overthrust“ aufgeschoben ist — zum Teil mit Zwischengliedern vom Typus Chilhowee — ist die Abgrenzung schon seit langem klar. Wo aber, wie in dem hier besprochenen Querschnitt durch die südlichen Appalachen, das Kristallin des Piedmont an das Kristallin oder das metamorphe Paläozoikum der GSM-Einheit stösst, sind die Zusammenhänge schwerer zu deuten. Es ist nur durch ein genaues Studium der Detailaufnahmen möglich, darüber Klarheit zu erlangen, wo die Trennungslinie zu ziehen ist. Da zeigt sich nun folgendes: Die Trennungsfläche ist auch hier wie in Pennsylvania kein Bruch, sondern eine sehr flach liegende Überschiebungsfläche. Dies zeigt sich besonders beidseits der Grandfather-Kulmination, wo in ganz derselben Weise, wie beidseits der Gotthard-Kulmination, im Achsenstreichen die höheren penninischen Decken aufgeschlossen sind, auch das Piedmont-Kristallin nieder-taucht. Die Verbindung des NE- und des SW-Lappens ist längs des SE-Randes des Grandfather-Fensters vorhanden. Gegen SW, gegen die Nantahala-Depression, lässt sich infolge des Axialgefälles beobachten, wie sich das Piedmont-Kristallin immer weiter gegen NW über das Kristallin der GSM-Einheiten legt und schliesslich mit deren Sedimenten in direkten Kontakt kommt. Diese Verhältnisse sind auf Fig. 3 dargestellt.

Die PP ist damit auch gegen Westen mit aller wünschbaren Genauigkeit abgrenzbar, wenn auch die Verhältnisse etwas verschleiert sind. Freilich müssen wir auf Grund unserer Beobachtungen einen schmalen westlichsten Streifen Kristallin definitiv von der PP trennen. Es ist dies das Kristallin der GSM-Schuppen, welches gewöhnlich mit dem Piedmont-Kristallin zusammengefasst wurde. Damit hätten wir vorerst die PP als geologische Einheit gegen Westen und Osten abgegrenzt. Gegen Süden taucht sie wie alle andern vorkretazischen Elemente unter die Coastal Plain-Sedimente. Gegen Norden lässt sie sich dagegen verfolgen in das Kristallin von Penn-

sylvania und des zentralen und westlichen New England. Dass diese Zusammenhänge tatsächlich vorhanden sind, beweisen die mannigfachen Übereinstimmungen in Gesteinsinhalt, Metamorphose, Verteilung der Eruptiva usw. längs dieser Zone. Wir werden mehrmals bei der Diskussion der PP auf diese im Streichen gelegenen Gebiete zurückgreifen müssen, da z. B. der pennsylvanische Sektor unvergleichlich viel besser untersucht ist als der südlichere Piedmont.

In North und South Carolina selbst ist die topographische Kartierung nur stellenweise durchgeführt. Von geologischen Detailaufnahmen ist erst das Blatt Gaffney-Kings Mountain (folio 222) von A. KEITH (1931) vorhanden. Abgesehen von zahlreichen Publikationen aus dem Gebiete der praktischen Geologie ist die vorhandene Literatur spärlich und weit zerstreut. Erst in neuester Zeit hat ANNA I. JONAS für die Neuausgabe der geologischen Karte der Vereinigten Staaten (Lit. 45) die bisherigen Resultate einer Prüfung unterzogen und einen zusammenfassenden Bericht publiziert, laut welchem die präcambrische Natur der PP bestätigt wird; die appalachische Orogenese hat diese präcambrischen Gneisse längs drei grossen Brüchen oder Schubflächen gegen Westen verschoben. Nach ANNA I. JONAS wird diese letzte Phase auch durch den verschiedenen Grad der Metamorphose, die an den Verlauf der Schubflächen gebunden erscheint, bestätigt.

Wenn wir im Folgenden eine von dieser Auffassung stark abweichende Ansicht äussern, geschieht dies im vollen Bewusstsein, dass zu einer endgültigen Klärung der Frage die notwendigen Grundlagen heute noch fehlen. Das Folgende ist daher nur ein Versuch, mit den an einem jungen Gebirge, den Alpen, gewonnenen Erfahrungen die komplexe Struktur der PP zu entwirren.

Wie die geologische Karte der Vereinigten Staaten (Lit. 45) zeigt, strahlen vom Sektor von Pennsylvania die einzelnen Bauelemente innerhalb der PP gegen Süden auseinander. Innerhalb derselben unterscheiden wir die folgenden Gesteinsserien (siehe nachstehende Tabelle).

Als jüngste tektonische Störungen der PP sind die Verbiegungen alpinen Alters zu betrachten, die in den Diskordanzen innerhalb der Coastal Plain und in den verschiedenen Erosionsflächen und „Penepains“ der Appalachen feststellbar sind. Obwohl von höchster Bedeutung für den Morphologen, bleiben sie ohne Einfluss auf die Tektonik der PP. Ihr Alter ist spätkretazisch und vor allem tertiär bis rezent.

Die Versenkung der Trias (Newark-Fazies) in Gräben innerhalb der ganzen PP, verbunden mit Ergüssen atlantischen Magmas, ist vermutlich an die letzten Nachphasen der appalachischen Orogenese gebunden, die stellenweise bis ins Rhät reichte; sie ist vielleicht aber auch schon dem alpinen Zyklus zuzuordnen.

Trias	In Newark-Fazies in parallel mit dem Gebirgsstreichen verlaufenden Gräben
Devonische und karbonische Granite	Als mächtige Batholithen im zentralen und östlichen Teil der PP eingedrungen. Durchschneiden sämtliche appalachische und älteren Strukturen und sind kaum metamorph
Algonkium (?) und Cambrium	In ähnlicher Ausbildung wie in den Grandfather-Serien lokal vorhanden
Roan-Gneiss. . .	Hornblendeschiefer, Diorite und Gabbros zusammen mit Duniten, Serpentin und Talkschiefern. In den Carolina-Gneiss eingedrungen und mit diesem verfalltet
Carolina-Gneiss .	Charakter wechselnd, bald Ortho- bald Paragneiss; Glimmergneisse und Glimmerschiefer, darunter Disthen- und Staurolith-Glimmerschiefer. Vereinzelt Marmorzüge

Die eigentliche appalachische Hauptphase von permocarbonischem Alter ist jedoch verantwortlich für die Durchbewegung und erneute Metamorphose der PP in dem von A. JONAS beschriebenen Sinne (siehe oben). Diese appalachische Bewegungsphase hat die PP schon als festen Block angetroffen; die erkennbaren Dislokationen tragen den Charakter posthumer Bewegungen. Die westlichste Randzone ist weit gegen das Vorland überschoben und hat die Bildung der früher besprochenen Randketten an ihrer Front veranlasst. Wenn damit auch die PP als vorappalachisch erkannt ist, heisst dies noch lange nicht, dass sie präcambrisch sein müsse. Unterscheiden wir doch schon seit langem im östlichen Nordamerika zwei noch ältere paläozoische Orogenesen, die akadische zwischen Devon und Karbon und die kaledonische zwischen Ordovicium und Silur. Akadische und kaledonische Faltenzüge sind seit langem bekannt vom Susquehanna nordwärts; gegen Süden hat man sie jedoch noch nie nachweisen können, nur ihre Äusserungen im Vorland, z. B. im Fazieswechsel des appalachischen Troges, sind bekannt geworden. Über das Ausmass der akadischen Orogenese schreibt SCHUCHERT (Lit. 34, p. 208): "The volume of the detrital sediments preserved in the Catskill delta gives some measure of the uplift from which they were eroded. The amount has been estimated at 63000 cubic miles and is about that which the modern Sierre Nevada would supply if planed down to sea level."

Das unmotiviert Ausklingen dieser Faltungen in Pennsylvania ist deshalb, besonders im Falle der akadischen Orogenese, in Anbetracht der weiter gegen Süden anhaltenden Deltabildungen im Vorlande nur schwer verständlich, und die meisten Autoren haben deshalb auch angetönt, dass solche akadische (oder auch kaledonische) Ele-

mente einmal weiter im Süden gefunden werden müssten. Immer hat man dieselben jedoch im Raume der RV-Zone gesucht, wo sie indessen nicht zu finden waren. Es gibt nun aber ganz bestimmt Anhaltspunkte, die das akadische Alter der PP oder wenigstens einzelner Teile derselben zu beweisen scheinen. Ihnen wenden wir uns im Folgenden zu.

Da ist einmal die Fazies der Gesteinsserien ausgesprochen geosynklinal. Diese Ausbildung lässt sich verfolgen vom westlichen New England über SE-New York, Pennsylvania, Maryland in den südlichen Piedmont. Die Verhältnisse sind überall dieselben: Über einer alten kristallinen Basis finden wir die Gesteinsfolge von Quarzit und Dolomit oder Kalk; darüber eine mächtige Serie von Tonschiefern, die z. T. stark kalkig werden können und endlich als Abschluss eine wenig mächtige Folge von Konglomeraten, Quarziten, Kalken und schliesslich wieder Schiefer. Das charakteristische Glied ist der Tonschiefer, der, wenn metamorphisiert, als Glimmerschiefer auftritt. In unserem Profil sind diese Schieferserien in den hochmetamorphen Gliedern des Carolina- und z. T. des Roan-Gneisses enthalten, aber leider nirgends detaillierter ausgeschieden worden. Genauere Untersuchung wird auch hier die gleiche eingehende Gliederung wie im Sektor Pennsylvanias ermöglichen. Der Zusammenhang zwischen den Tonschieferserien von Maryland und den Glimmerschiefern von Virginia und des südlichen Piedmont ist noch nie in Zweifel gezogen worden; diese Zone geosynklinaler Sedimentserien zieht durch.

Ungefähr vom Sektor von Pennsylvania an südwärts nimmt dagegen die Metamorphose dieser Zone stark zu und erschwert so die Gliederung und Deutung beträchtlich. Diese Steigerung der Metamorphose steht in ursächlichem Zusammenhang mit der appalachischen Orogenese. Die orogene Zone des östlichen Amerika löst sich gegen Norden in ihre einzelnen zeitlich getrennten Komponenten auf: Das appalachische Element löst sich im Raume der mittelatlantischen Staaten vom allgemeinen Streichen ab und streicht über das östliche New England südlich von Newfoundland in den Atlantik hinaus, während die akadische und kaledonische Komponente den grösseren Teil New Englands aufbauen und sich erst hinter der Beugung von Anticosti in zwei getrennte Stämme teilen. Diese Scharung der kaledonisch-akadischen Faltungszone mit der appalachischen im Raume der mittelatlantischen Staaten ist massgebend für die Zunahme der Metamorphose gegen Süden. Auch das Einsetzen der Faltenzüge im Vorland, die Intensivierung in der Verschuppung seines Ostrand es usw. sind Äusserungen derselben Tatsache.

Die folgende Gliederung der Gesteinsserien in Maryland beruht zum grössten Teil auf einer Arbeit von INSLEY, die Mächtigkeiten (soweit angegeben) sind von BASCOM. Diese Angaben von

BASCOM stammen aus den wahrscheinlich stark ausgequetschten rückwärtigen Teilen, sodass die Angaben besonders für die Tonschiefererien wohl zu gering sind. Es handelt sich hier um ein ähnliches Problem, wie bei der Bestimmung der Mächtigkeit der Bündnerschiefer (!):

Oberes Silur	?	Peachbottom-Schiefer	Gabbro	Granitbatholithe
	?	Kalke, Dolomite, Konglomerate, Quarzite		
Silur-Oberes Cambrium	200 m (?)	Glimmerschiefer (Wissahickon-schist) mit Grünsteinintrusionen		
Unteres Cambrium	500 m	Cockeyesville-Marmor und Kalk		
	400 m	Setters-Quarzit		
Prä-cambrium	—	Baltimore-Gneiss		

Neben dieser ausgesprochen geosynklinalen Ausbildung (Tonschieferfazies von grosser Einheitlichkeit, Fossilarmut, Basiskonkordanz(?)) weisen aber auch noch andere Tatsachen auf geosynklinalen Charakter hin.

Einmal der Faltungscharakter, der deutlich abweicht von der Schuppen- und Bruchtektonik des Vorlandes. Schon die ältesten Kartenblätter aus dem Piedmont zeigen Bilder derselben Art, wie wir sie etwa aus dem penninischen Wallis oder Tessin kennen. Plastische Verfaltung unter Miteinbeziehung der kristallinen Basis in Form von Deckenkernen steht hier im deutlichen Gegensatz zu der jüngeren Schuppentektonik der GSM-Einheit.

Einen ganz hervorragenden Platz in der Deutung des Zonencharakters als geosynklinal nehmen die Grünsteinintrusionen ein. Dieselben sind in die Tonschiefererien eingedrungen und unterscheiden sich weder im Auftreten noch sonst irgendwie von den alpinen Ophiolithen. Sie kommen von Alabama bis Maine vor und sind immer an diese Zone gebunden.

Bei der eingehenden Untersuchung dieser Zone hat sich somit gezeigt, dass wir die sämtlichen Erscheinungen, die im alpinen Gebirgssystem für Geosynklinalregionen als charakteristisch erkannt worden sind, hier wieder erkennen können. Die älteren und neueren Untersuchungen, speziell von Pennsylvania nordwärts, lieferten ausserdem die notwendigen Unterlagen, um zu zeigen, dass der Geosynklinaltrog die kaledonische Orogenese überlebte — wenn er auch deutlich von ihr beeinflusst wurde, und dass erst in akadischer Zeit, nach

der Ablagerung des Devon, die Hauptfaltung erfolgte. Wir erkennen somit in diesem Tonschiefer-Glimmerschiefer-Zug die metamorphe geosynklinale Ausbildung des unteren und mittleren Paläozoikums, d. h. das zentrale Element des (kaledonisch-) akadischen Gebirgssystems. Dasselbe zieht als geschlossener Zug von New England bis Pennsylvania; von da südwärts löst es sich jedoch in einzelne Züge auf, sodass wir in einem Querprofil durch die südlichen Appalachen ähnliche Verhältnisse erwarten können wie im alpinen System östlich und westlich der Alpenscharung, d. h. einen Wechsel von alten Zwischengliedern mit dazwischenliegenden Faltenzügen metamorpher Sedimente.

Solche steifere Zwischenglieder, die als Blöcke präcambrischen kristallinen Grundgebirges mit einem Paläozoikum vom Typus der westlichen Schelfeinheiten (G- und GSM-Einheiten) zu erwarten wären, treten nun in der Tat auch auf. Wie weit Teile des Carolinagneisses dazu gehören, ist in Anbetracht der lückenhaften Untersuchung noch völlig unentscheidbar; dagegen findet sich auf Blatt Gaffney-Kings Mt. unteres Paläozoikum, das nicht die Fazies der besprochenen Geosynklinalbildungen zeigt, sondern sich mehr an die Ausbildung der GSM-Einheiten anlehnt, mit andern Worten zu diesen in einer ähnlichen Beziehung stehen würde, wie etwa die ostalpinen Teile zu den helvetischen.

Eine andere Frage, die in diesem Zusammenhange auch geprüft werden sollte, ist die Stellung der Granitbatholithe, die längs der ganzen östlichen Randzone der PP von Georgia bis Canada auftreten, nur streckenweise in den mittelatlantischen Staaten durch das weit auf den Kontinent vordringende Meer im Zusammenhang unterbrochen. Mit ihrem granodioritischen Charakter lassen sie sich in Bezug auf Chemismus und tektonische Stellung zwanglos mit den granitischen Intrusionen vom Typus Adamello-Bergell vergleichen und wären demnach entweder als akadisch (devonisch) oder appalachisch (karbonisch) zu betrachten. Als postcambrisch werden sie auf der geologischen Karte der Vereinigten Staaten auch eingezeichnet. Massgebend ist dafür aber vor allem die im Gegensatz zu den Gneissen und Glimmerschiefern geringere Metamorphose; diese Granite sind kaum oder nicht metamorph und werden deshalb als Bausteine längs der ganzen Zone abgebaut. Die Frage wäre aber noch zu prüfen, ob sie nicht teilweise auch zwischenmassivischen Charakter haben und dann älter wären als Karbon.

Wie schon aus dieser kurzen zusammenfassenden Darstellung hervorgeht – und jedes eingehendere Studium wird diesen Eindruck bestätigen –, kann heute noch nichts Abschliessendes über das genauere Profil der PP im Raume der südlichen Appalachen ausgesagt werden. Die folgenden allgemeinen Zusammenhänge lassen sich aber doch klarer erkennen:

Die präcambrische Natur der PP als Ganzes wird immer unhaltbarer. Sie löst sich vielmehr auf in (1) präcambrische Elemente von der Art plastisch deformierter Faltenkerne und steifer Zwischengebirgsmassen, (2) paläozoische Sedimentserien von (a) geosynklinalen Charakter mit ophiolithischen Intrusionen und (b) epikontinentalem Charakter, sowie (3) spätorogene Granitintrusionen in den zentralen und den „Wurzel“-Zonen.

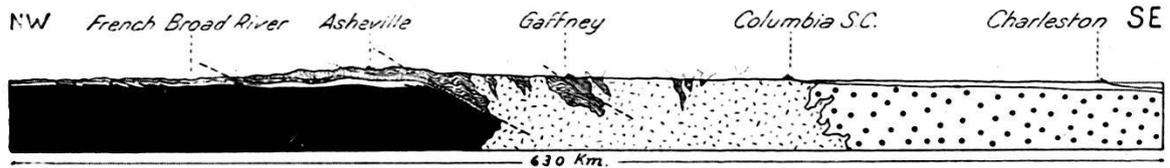


Fig. 4. Allgemeines Querprofil durch die südlichen Appalachen.

Schwarz: Vorlandkristallin.

Weiss: Vorlandsedimente und Coastal Plain-Sedimente.

Gestrichelt: Chilhowee-Schuppen.

Punktiert: GSM-Schuppen.

Liniert mit Struktureinzeichnung: Piedmont-Kristallin.

Haschiert: Granitbatholithe.

Grob punktiert: nicht aufgeschlossene Fortsetzung der Piedmont Provinz unter die Coastal Plain.

Die paläozoischen Faltungsphasen nehmen ihren Anfang in äusserst schwachen Bewegungen am Ende des Ordoviciums (kaledonisch), sind für die zentralen geosynklinalen Teile maximal im oberen Silur und unteren Devon (akadisch) und schliessen ab mit hauptsächlich oberkarbonischen und permischen Bewegungsphasen, die die zentralen Teile längs grossen Schubflächen weiter deformieren, gegen das Vorland aufschieben und dabei in diesem die Bildung der Randketten und Faltengebirge verursachen. Dieses zeitlich gestaffelte Vorwandern der orogenen Bewegung gegen das Vorland stimmt mit den Verhältnissen in den Alpen wie auch mit den Beobachtungen von v. WATERSCHOOT VAN DER GRACHT in Texas überein. Dagegen kommt SCHUCHERT im Raume New Englands und Canadas gerade zur gegenteiligen Auffassung.

Literatur.

1. ANDREWS, E. C.: Contribution to the hypothesis of mountain formation. Geol. Soc. America Bull. 34, p. 381—400, 1923.
2. ARGAND, E.: La Tectonique de l'Asie, C. R. XIIIe Congr. géol. intern. Bruxelles, 1924.
3. BALK, R.: Structure and correlation of metamorphic rocks in southeastern N. Y., Nat. Acad. Sci., Pr., vol. 18, p. 616—630, 1932.
4. BAILEY, E. B.: The paleozoic mountain systems of Europe and America, British assoc. for the advancement of Sc., Glasgow meeting, Section C, p. 1—21, 1928.

5. BAILEY, W.: The mechanics of Appalachian structure, 13th Ann. Report U. S. Geol. Survey II. c. 1892.
6. BASCOM, F.: Piedmont District of Pennsylvania, Geol. Soc. America Bull. 16, p. 289—328, 1905.
7. BLACKWELDER, E.: United States of America, Handbuch der regionalen Geologie VIII. Bd., 2. Abt., Heidelberg, 1912.
8. BLACKWELDER, E.: A Summary of the Orogenic Epochs in the Geologic History of North America, Journ. of Geol., p. 633 ff., 1914.
9. COLLET, L. W.: The Structure of the Alps, London, 1927.
10. EMERSON, B. K.: Geology of Massachusetts and Rhode Island, U. S. Geol. Survey Bull. 597, 1917.
11. FENNEMAN, N. M.: Physiographic Boundaries within the United States, Ann. Assoc. American Geographers vol. 4, 1914.
12. *Guidebooks*, XVIth International Geological Congress, Washington, 1933.
13. HISE, Ch. R. VAN: Principles of North American Pre-Cambrian Geology, XVIth Ann. Rep. U. S. Geol. Survey, Washington, 1894—95.
14. HISE, Ch. R. VAN: Pre-Cambrian Geology of North America, U. S. Geol. Survey Bull. 360, 1909.
15. INSLEY, H.: The Gabbros and Associated Intrusive Rocks of Harford County, Maryland Geol. Survey vol. XII, p. 289—332, Baltimore, 1928.
16. JOHANNSEN, A.: The Serpentes of Harford County, Maryland Geol. Survey, vol. XII, p. 195—288, Baltimore, 1928.
17. JOHNSON, D. W.: Stream Sculpture on the Atlantic Slope, Columbia Univ. Press, New York, 1931.
18. JONAS, ANNA I.: Structure of the metamorphic belt of the Central Appalachians, Geol. Soc. America Bull. 40, p. 503—514, 1929.
19. JONAS, ANNA I.: Structure of the metamorphic belt of the Southern Appalachians, Am. Journ. of Science vol. XXIV, p. 228—243, 1923.
20. KEITH, A.: Outlines of Appalachian Structure, Geol. Soc. America Bull. vol. 34, p. 309—380, 1923.
21. KOBER, L.: Der Bau der Erde, Berlin, 1928.
22. KOCH, L.: Geologie von Grönland, Berlin, 1935.
23. KOSSMAT, F.: Gliederung des varistischen Gebirgsbaues, Abh. Sächs. Geol. Landesamt, Leipzig, 1927.
24. LONGWELL, CH. R.: Kobers theory of orogeny, Geol. Soc. America Bull. 34, p. 231—242, 1923.
25. MATHEWS, E. B.: The Structure of the Piedmont Plateau as shown in Maryland, Am. Journ. of Science (4) vol. 17, p. 141—159, 1904.
26. MATHEWS, E. B.: Correlation of Maryland and Pennsylvania Piedmont Formations, Geol. Soc. America Bull. 16, p. 329—346, 1905.
27. MERRIL, F. J. H.: Description of the New York City District (N. Y.—N. J.), U. S. Geol. Survey, Atlas „N. Y. City“ folio (no. 83), 1902.
28. MILLER, B.: Age of the schists of the South Valley Hills (Pennsylvania), Geol. Soc. America Bull. 46, p. 715—756, 1935.
29. MISER, H. D.: Llanoria, Am. Journ. of Science vol. 2, p. 61—89, 1921.
30. PRINDLE, L. & KNOPF, E.: Geology of the Taconic Quadrangle, Am. Journ. of Science vol. 24, p. 255—302, 1932.
31. SCHUCHERT, CH.: Sites and nature of the North American geosynclines, Geol. Soc. America Bull. 34, p. 151—230, 1923.
32. SCHUCHERT, CH.: Stratigraphy and threefold Orogeny in the northern Appalachians (abstract), Bull. Geol. Soc. America Bull. 41, p. 102, 1930.
33. SCHUCHERT, CH.: Orogenic times of the northern Appalachians, Geol. Soc. America Bull. 41, p. 701—724, 1930.

34. SCHUCHERT, CH. & DUNBAR, C. O.: A Textbook of Geology part. II, Historical Geology, New York (3d ed.), 1933.
35. STAUB, R.: Der Bewegungsmechanismus der Erde, Berlin, 1928.
36. STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Berlin, 1924.
37. STILLE, H.: Tektonische Beziehungen zwischen Nord-Amerika und Europa, Report of XVI International Geological Congress, Washington, 1933.
38. STOSE, G. W. & JONAS, ANNA I.: Highlands near Reading; an erosion remnant of a great overthrust sheet, Geol. Soc. America Bull. 48, p. 757—779, 1935.
39. SUSS, E.: The face of the Earth, Oxford, 1904—09.
40. v. WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W. A. J. M.: Permo-Carboniferous orogeny in southcentral United States, K. akad. wetench. Amsterdam Afdeel. Natuurk., Band 27, no. 3, 1931.
41. v. WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W. A. J. M.: De laat-palaeozoische Plooiingsphase in Noord Amerika, Tijdschrift K. nederl. Aardrijkskundig Genootsch. Amsterdam, p. 903—929, 1933.
42. WATSON, TH. L.: Granites of the southeastern Atlantic States, U. S. Geol. Survey Bull. 426, 1910.
43. WOLFF, J. E.: The geology of Hoosac Mountain and adjacent territory U. S. Geol. Survey Mon. 23, p. 35—118, 1894.
44. WOODWORTH, J. B.: Cross-section of the Appalachians in Southern New England, Geol. Soc. America Bull. 34, p. 253—262, 1923.

Karten.

45. Geologic map of the United States, 4 Blätter, U. S. Geol. Survey, Washington, 1933.
46. State geologic map: Massachusetts and Rhode Island, Pennsylvania, Virginia, Kentucky, Tennessee, Alabama.
47. Geologic Atlas of the United States, "geologic folios": 4, 6, 8, 16, 20, 25, 27, 33, 75, 90, 116, 118, 124, 143, 151, 187, 222.

Manuskript eingegangen den 11. Januar 1936.
