

Werk

Titel: Die Stellung der Balearen im alpinen Orogen.

Autor: Hollister, J. S.

Jahr: 1934

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1934_0010|log13

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

**Die Stellung der Balearen im
variscischen und alpinen Orogen**

von

J. S. Hollister

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	121
I. Das Grundgebirge von Menorca.	
a) Die Schichtenfolge	122
b) Der Bau	127
c) Vergleich mit dem Grundgebirge im übrigen Westmediterrän	128
II. Die Stellung der Balearen im alpinen Orogen.	
a) Die Stellung von Menorca zu Mallorca	128
1. Die mesozoisch-tertiäre Schichtenfolge der Balearen.	
Trias	130
Jura	134
Kreide	135
Tertiär	135
2. Das Alter der Faltung.	
Präoligozäne Bewegungen	138
Intraoligozäne Bewegungen	140
Postoligozän-präburdigale Bewegungen	140
Postburdigale Bewegungen	143
Zusammenfassung: Das Wandern der Gebirgsbildung	145
3. Art und Ausmaß des Zusammenschubs	145
Das Streichen und die Vergenz der Falten	146
b) Die Stellung der Balearen im Rahmen des westmediterränen Gebietes	148
1. Die Verbindung der Balearen mit den Betischen Ketten	148
2. Die Verbindung der Balearen mit den Ostpyrenäen	149
3. Die Stellung der Balearen zu den benachbarten Hochgebieten (Katalanische und Sardische Masse)	149
Zusammenfassung	150

Einleitung.

Die Stellung der Balearen im variscischen Orogen ist unbekannt, ihre Einfügung in den alpinen Bauplan umstritten.

Das paläozoische Grundgebirge, das nur auf Menorca zutage tritt, ist stratigraphisch wenig, tektonisch so gut wie gar nicht untersucht worden.

Hinsichtlich der Stellung der Balearen im alpinen Falten-system gehen die Meinungen noch weit auseinander. So liegt nach ED. SUESS (1888), E. ARGAND (1922) und P. FALLOT (1923) Menorca bereits außerhalb des eigentlichen alpinen Orogen, während H. STILLE (1927, S. 54 ff.) es in dieses einbezieht. Vergleicht man die Leitlinien des alpinen Faltenstranges, die sich je nach der Meinung der einzelnen Autoren bald westwärts, bald ostwärts um Menorca schlingen, so erkennt man, wieviele Fragen gerade hier noch offen liegen. Um sie zu beantworten, erforderte von den balearischen Inseln vor allem Menorca eine erneute Bearbeitung. Demgegenüber wurden von Mallorca nur einzelne Teile erneut untersucht, während im übrigen auf den Spezialarbeiten von P. FALLOT und denen von B. DARDER PERICAS gefußt werden konnte.

Die Anregung zu dieser Arbeit gab im Herbst 1930 Herr Professor H. STILLE, dem ich hierfür und zugleich auch für vielfache Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit zu großem Dank verpflichtet bin. Die Felduntersuchungen wurden im Winter 1930/31 und im Herbst 1931 in Menorca und im Frühjahr, Sommer und Herbst 1932 in Mallorca ausgeführt, und nicht nur bei ihnen, sondern auch bei der späteren Ausarbeitung der Ergebnisse habe ich mich der vielfachen Mitwirkung des Herrn Dr. ROLF TEICHMÜLLER zu erfreuen gehabt.

Die Bestimmung der Muschelkalkfauna hat Herr Professor Dr. MARTIN SCHMIDT im Rahmen seiner Untersuchungen über die westmediterrane Trias ausgeführt; die Culmpflanzen wurden durch Herrn Professor Dr. GOTHAN-Berlin, die Trilobiten durch Herrn Professor Dr. R. RICHTER-Frankfurt/Main bestimmt. Die neu gefundenen Goniatitenfaunen von Menorca haben zunächst Herrn Professor HERMANN SCHMIDT-Göttingen zur Begutachtung vorgelegen und sind dann von Herrn Professor Dr. O. H. SCHINDEWOLF-Berlin (siehe nachstehenden Aufsatz) bearbeitet worden. Allen genannten Herren sage ich an dieser Stelle meinen Dank!

Die Auswertung der im Gelände gewonnenen Ergebnisse erfolgte z. T. im Geologischen Institut der Universität Göttingen und z. T. im Geologischen Institut der Universität Berlin.

I. Das Grundgebirge von Menorca und seine Stellung im variscischen Orogen.

Historisches:

1879. H. HERMITE hält die Fauna von Santa Rita für mitteldevonisch. Unter- und Oberdevon sollen durch Grauwacken und Schiefer mit *Archaeocalamites renaulti* HERM. und *Sphenophyllum maresi* HERM. vertreten sein.
1914. H. NOLAN bestimmt die Schichten von Santa Rita als Unteres Oberdevon (Frasnien) durch Funde von *Spirifer Vernevili* MURCH., *Rhynchonella cuboides* SOW., *Rhynchonella cf. pugnus* MARTIN. Durch zweifelhafte Clymenien-Reste meint er das Vorhandensein auch von höherem Oberdevon beweisen zu können. Die Grauwacken- und Schieferserie hält er für unterkarbonisch.
1923. P. FALLOT verweist auf die stratigraphischen Untersuchungen von H. HERMITE, bezweifelt aber, daß die Grauwacken und Schiefer Unter- und Oberdevon vertreten.

a) Schichtenfolge.

Das Untere Oberdevon.

Das älteste, was auf Menorca zutage tritt, sind korallenführende konglomeratistische Mergel. Sie sind am Escollo del Francés an der Nordküste in einer Mächtigkeit von etwa 10 m erschlossen. In einer ungeschichteten, tonig-sandigen Grundmasse mit zahlreichen Glimmerblättchen sind Korallenkalk-Brocken, die teils gut gerundet, teils eckig sind, lagenweise angeordnet. Daneben finden sich zahlreiche Einzelkorallen und — seltener — Brachiopoden und Orthoceren. In den gleichen Schichten hat H. HERMITE (1879) beim Talyot von Santa Rita (4 km westlich von Mercadal) eine Fauna gesammelt, die er für mitteldevonisch hielt. Ich fand jedoch in ihnen südlich von km 23 der Straße Mercadal-Ciudadela *Beloceras multilobatum* BEYR., so daß kein Zweifel bestehen kann, daß diese Schichten dem Unteren Oberdevon angehören, wie H. NOLAN (1914) bereits gezeigt hat.

Am Escollo del Francés sind die korallenführenden Mergel tektonisch stark beansprucht; aber schon die scharfe Abgrenzung der eingelagerten 1,5 m dicken Tonschiefer und Kalke gegen ihr Liegendes und Hangendes, sowie die gute Erhaltung der Fossilien zeigen, daß diese Ablagerung nicht etwa als eine tektonische Brekzie gedeutet werden darf.

Das Unterkarbon.

Über den korallenführenden Mergeln des Unteren Oberdevons liegt am Escollo del Francés eine Serie, die sich folgendermaßen zusammensetzt (Abb. 1 oben):

(1404)

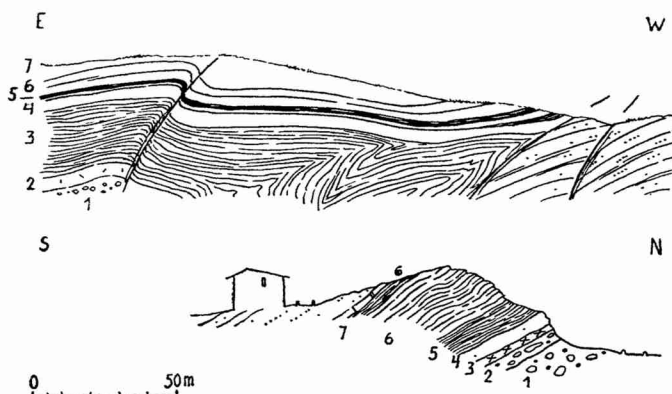


Abb. 1. Profile von der Devon-Karbon-Grenze auf Menorca.
 Oben) beim Escollo del Francés.
 Unten) bei Ferragut.
 (Die Zahlen beziehen sich auf den Text.)

- Hangendes: weiße, feinkörnige Sandsteine mit *Calamites* (7)
- 6. { 4 m rote Tonschiefer, wechsellagernd mit graugelben sandigen Kalcken
 1 m grauer Kalk
 - 5. { 1 m rote Tonschiefer mit *Drevermannia*
 1 m grauer Kalk
 - 4. { 0,8 m rote Tonschiefer, lokal durch gelbliche Mergelkalke vertreten
 4 m hellgrauer Kalk mit Stielen und Kelchen von *Scaphiocrinus*
 8 m schwarze Kieselschiefer
 - 3. { 8 m grünliche Schiefer
 3 m rote Tonschiefer
 8 m schwarze und grünliche Ton- und Kieselschiefer
 - 2. { 6 m braune und schwarze dolomitische Kalke
 - 1. { Korallenmergel des Unteren Oberdevons

Die Grenze zwischen 2 und 1 ist gestört.
 In roten Tonschiefern der Serie 5, die mit Kalkbänken wechsellagern, fand ich oberhalb von Ferragut Vey und auf dem Wege von Mercadal nach Linares Vey bei km 22,3¹⁾ außer zahlreichen kleinen Crinoiden *Posidonomya* sp., *Posidoniella* sp., *Chonetes* sp., ? *Cypridina* sp., sowie²⁾ *Drevermannia bittneri* KITTL. bzw. eine sehr nahe verwandte Form, also eine Fauna, wie wir sie in dem petrographisch ähnlichen Purpurschiefer von Papiol bei Barcelona finden (vergl. W. SCHRIEL 1929. Dort auch die ältere Literatur). — Die Rotschiefer sind mit 20—30 m bei Mercadal viel mächtiger als an der Küste beim Escollo del Francés. Zuunterst wechsellagern sie auch dort mit dünnen Kalkbänken.

1) Der Fundpunkt ist auf Spezialkarte Tafel 5 oben eingetragen.
 2) nach freundlicher Bestimmung von Herrn Prof. RUD. RICHTER.

Bei Ferragut Vey (Abb. 1 unten) ist die Devon-Karbon-Grenze klar erschlossen:

Hangendes: Grauwacken und sandige Schiefer

7. 6 m Crinoidenkalke und Rotschiefer mit *Drevermannia*
6. 25 m Kieselschiefer
5. 10 m grüne und rote Tonschiefer
4. 3 m Kalk³⁾ und Grauwacke
3. 4 m Diabasdecke
2. $\left\{ \begin{array}{l} 0,2 \text{ m Kalklinse} \\ 1 \text{ m grünliche Schiefer} \\ 2 \text{ m Kalk mit Diabasbrocken und Korallen} \end{array} \right.$
1. 1 m Korallenmergel

Liegendes: Schiefer und Kalkknollen des Unteren Oberdevons.

Dieses Profil zeigt also, daß im Raum von Menorca im Oberdevon oder tiefsten Unterkarbon, also etwa gleichzeitig mit den mitteleuropäischen „Deckdiabasen“, basische Schmelzen ausgeflossen sind.

Seit der Ablagerung der Kieselschiefer nahm die Meerestiefe anscheinend ständig ab. Zunächst stellen sich Rotschiefer ein, wohl als Absatz der als rote Flußtrübe ins Meer verfrachteten lateritischen Verwitterungsprodukte eines benachbarten Festlandes. Etwas später erscheinen auch grobklastische Sandschüttungen, die eingeschwemmte Pflanzenreste enthalten. Die Fazies des *Calm* beginnt.

Eine Gliederung der culmischen Ablagerungen ist schwierig, da nur allzuoft unsicher bleibt, ob bei petrographisch ähnlichen Gesteinen eine tektonische oder stratigraphische Wiederholung vorliegt. So ist es auch fast unmöglich, die Mächtigkeit der einzelnen Schichten genau zu messen.

Zunächst liegen graue, sandige Kalke, die mit sandigen Tonschiefern voller Wurmsspuren wechsellagern. Diese Schichten erreichen westlich von Mercadal vielleicht 100—150 m Mächtigkeit. Im Hangenden werden die Gesteine dickbankiger.

Die gleichen Schichten zeigen südöstlich des Cabo Caballeria an der Cala Tirant an der Nordküste von Menorca folgendes Profil:

Hangendes: Grauwacken mit Schiefer

- ? m feingeschichtete Quarzitbänke mit einigen Kalklagen
- 50 m sandige Schiefer mit Quarzitbänken, übergehend in
- 10 m graublaue, dünnbankige, sandige Kalke mit untergeordneten Quarzitbänken. Vereinzelt fanden sich Kalkgeröllgrauwacken mit unbestimm-
baren Korallen, Brachiopoden und Crinoiden
- 40 m splittrige Quarzite und sandige Schiefer.

3) Der Kalk zeigt in seinen obersten Partien im Schriff kieselige Bestandteile mit Radiolarien. Vielleicht deutet sich darin ein Übergang zu den Kieselschiefern an.

Liegendes: mehr als 50 m dünngeschichtete, bunt verwitternde Kalksandsteine, die mit sandigen Tonschiefern voller Wurmsspuren wechsellagern. Im Hangenden werden die Kalkbänke dicker. An der Basis stellt sich eine 10 m mächtige Sandsteinbank ein.

An der Nordküste bei Addaya treten nochmals typische „Tirantschichten“ auf. Das unmittelbar Hangende ist nicht abgeschlossen. Das Profil beginnt mit einer mächtigen Serie von Grauwacken und Schiefern, die reich an Problematica sind. Daraus, daß die Grauwacken nordöstlich von Capifort in der Nähe von Cabo Favaritx kleine Kalklinsen mit *Glyphioceras* sp. einschließen, ergibt sich ihre Zugehörigkeit zum Visé. Auch die Pflanzenreste, die in den höheren Grauwackenschiefern bei Biniserimeña auftreten, weisen auf ein solches Alter hin. Herr Professor GOTHAN hatte die Freundlichkeit, sie zu bestimmen und folgendes mitzuteilen:

„Am wichtigsten ist außer den fraglichen Asterocalamiten von Rambla ein Farnstück von Biniserimeña, welches entweder *Sphenopteridium dissectum* GÖPPERTE oder *Sph.* cf. *tschermaki* STUR angehört. Von demselben Fundort ist noch ein anderer archeopteridischer Farnschnipsel da, der einem *Sphenopteridium* oder einem kleinen *Adiantites* angehört aus der Verwandtschaft von *Adiantites tenuifolius* GÖPPERTE. Danach handelt es sich wohl sicher um Unterkarbon, da diese Formen nur ganz ausnahmsweise noch in das tiefste Namur (tiefste Ostrauer Schichten oder evtl. Waldenburger Schichten) hinaufsteigen“.

Überlagert werden diese pflanzenführenden Schichten von Grauwacken, Schiefern und Konglomeratbänken, die vielleicht schon dem Oberkarbon angehören.

Oberkarbon — (?) Unterperm.

In einer mächtigen Serie von Kalksandsteinen, Grauwacken etc., die die als unterkarbonisch gedeuteten Schichten überlagern, ist an zwei Stellen eine Fauna gefunden worden. Die erste Fauna liegt in einer Kalksandsteinfohle 5 km westlich von Mercadal bei Terra Rocha und 3 km südwestlich von Mercadal bei Binifaillet, die zweite in unreinen, mit dunklerem Kalk wechsellagernden Grauwacken an der Nordküste von Menorca östlich der Punta Teula. Die Serie ist dort 100—200 m mächtig.

Hinsichtlich des Alters dieser Faunen wird auf die nachstehende Arbeit von Herrn Prof. SCHINDEWOLF verwiesen. Aus ihr ist ersichtlich, daß die Fauna von Binifaillet auf tiefstes Oberkarbon (älteres Namur) hinweist, während die Fauna von Cala Caldere kaum älter als Oberes Oberkarbon (Stephan)

sein kann. Die in ihr enthaltenen Goniatiten-Gattungen *Agathiceras* und *Paragastrioceras* legen sogar die Vermutung nahe, daß es sich um unterpermische Ablagerungen handelt.

Hervorzuheben ist das Auftreten einer 4 m mächtigen Konglomeratbank im tieferen Teile der Serie (s. Abb. 2).

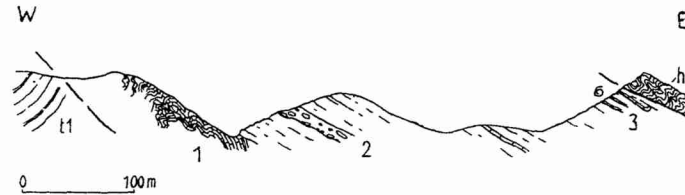


Abb. 2. Die Diskordanz im Paläozoikum von Binifaillet (Menorca).

1. Cephalopodenkalke und Grauwackenschiefer unbekanntes Alters.
2. Grauwacken mit Konglomeratbänken.
3. Grauwacken und dünne Kalkbänke mit Goniatiten des Oberkarbons.
- h1. Culmkieselschiefer.
- t1. Buntsandstein.

Das Konglomerat besteht aus faustgroßen Geröllen von Quarzen und grauen Kalken, die dem Crinoidenkalk an der Basis des Unterkarbons oder dem Kohlenkalk des Visé ähneln. Daneben finden sich eckige Brocken von Kieselschiefern, die kopfgroß werden, und ein Kalkgeröll von 30 cm Kantenlänge mit Querschnitten von Cephalopoden⁴⁾. Es ist also der Ablagerung des Oberkarbons eine beträchtliche Aufarbeitung vorangegangen, die auch Visé noch betroffen hat. Das Konglomerat von Binifaillet stellt also die Basis einer transgredierenden Oberkarbon-Stufe dar. Es ruht, wie der Aufschluß am Bachriß zeigt, mit einer 25° betragenden Diskordanz auf schiefrigen Kalken und plattigen Grauwacken. In ihnen fand ich nicht näher bestimmbare Goniatiten und Orthoceren.

Ähnliche Quarz-Lydit-Konglomerate mit Kalkgeröllen fanden sich in der Nachbarschaft des Unterkarbons nordöstlich von Mahón. Auch sie sind wahrscheinlich jünger als das fossilführende Visé von Capifort, bedecken aber anscheinend konkordant die liegenden Grauwacken und Schiefer. Für post-unterkarbones Alter spricht auch das Auftreten von faustgroßen Granitgeröllen im Konglomerat bei Cala Murta nordöstlich von Mahón; sind doch in Katalonien und Korsika die Granite postculmisch.

4) Eine ähnliche Konglomeratbank habe ich im Montseny-Gebiet in Katalonien nördlich der Landstraße zwischen La Garriga und Canovés gesehen. W. SCHRIEL (1929, S. 34) deutet sie als Culmkonglomerate, die diskordant auf Phillipsienkalk und Kieselschiefer liegen. Trotz aller Bemühungen ist es mir nicht gelungen, Fossilien im Hangenden zu finden.

b) Der Bau des Grundgebirges von Menorca.

Das Streichen der paläozoischen Schichten ist durchweg N-S bis NE-SW gerichtet. Sie fallen fast stets nach E bzw. SE ein. Wo im Paläozoikum Kalke und Kieselschiefer unter den mächtigen Grauwacken erscheinen, wie in der Nähe von Ferragut (Abb. 3), ergibt sich aus der mehrmaligen Wiederkehr derselben Schichtfolge, daß das Paläozoikum in sich intensiv zusammengeschnitten ist. Die Vergenz ist deutlich gegen Westen gerichtet (Abb. 3)⁵⁾. Die Überschiebungen bzw. Aufschiebungen sind oft recht steil und dürften meist mit etwa 50° einfallen. Im einzelnen sind disharmonische Bewegungen häufig. Während die Kalke und mächtigen Grauwacken verhältnismäßig wenig gefaltet sind und nur als Platten zerbrochen und überschoben wurden, sind die Kieselschiefer fast stets zerknäult.

Wie das Paläozoikum von Menorca, so sind auch die mesozoischen Schichten dachziegelartig übereinandergeschoben. Ebenso ist das Streichen in Grund- und Deckgebirge nicht wesentlich verschieden. Darum liegt die Vermutung nahe, daß auch die Schuppen im Grundgebirge das Ergebnis alpiner Bewegung sind. Für vereinzelte Fälle trifft dieses zu. Oft lassen sich aber variscische und alpine Bewegungen klar auseinanderhalten. So erkennt man bei Mercadal (Tafel 5), daß der Buntsandstein auf einen fertigen Schuppenbau übergreift. Hinsichtlich des Alters der letzten variscischen Bewegungen ist wichtig, daß das Buntsandstein-Konglomerat der Punta Teula viel aufgearbeitetes Oberkarbon enthält und

⁵⁾ Besonders klar aufgeschlossen sind die überkippten und zerrissenen Falten am Küstenkliff bei Addaya.

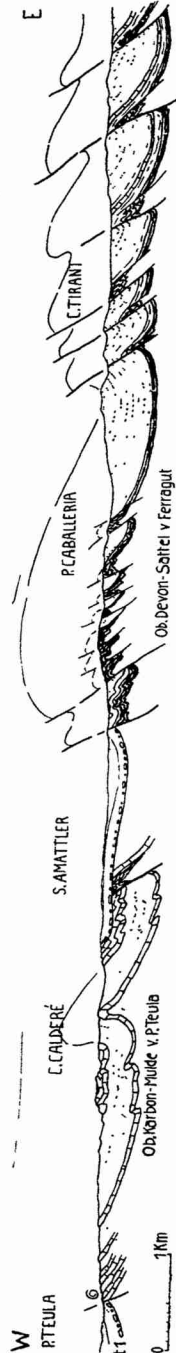


Abb. 3. Profil durch den Oberdevon-Sattel von Ferragut (Menorca). Schwarz Culmieschiefer, darunter Devon, darüber Culmgrauwacken. Bei S. Amattler greift Buntsandstein auf den jungpaläozoischen Schuppenbau über.

daß der Buntsandstein bei Binisiqui (2 km südlich von Mercadal s. Abb. 4) auf Culmkieselschiefer übergreift, der auf fossilführendes

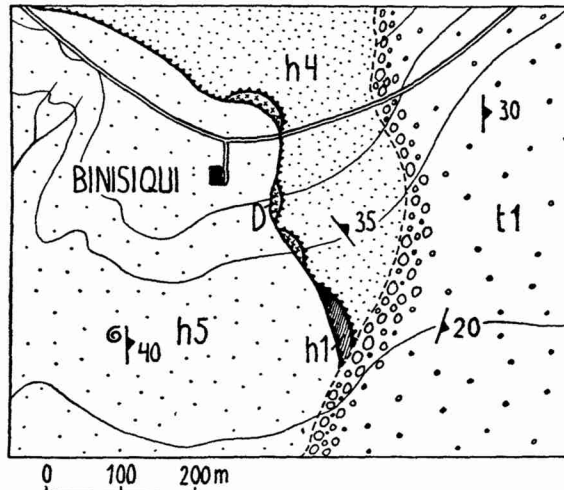


Abb. 4. Prätriadische Aufschuppung von Culmkieselschiefer auf Oberkarbon bei Binisiqui (Menorca).

D Zersetzter Diabas, *h* 1 Culmkieselschiefer, *h* 4 Culmgrauwacke, *h* 5 Fossilführendes Oberkarbon, *t* 1 Buntsandstein.

Oberkarbon überschoben ist. Die Aufschuppung ist demnach post-oberkarbon-prätriadisch, also jungvariscisch.

c) Vergleich mit dem Grundgebirge im übrigen Westmediterrän.

Wie die Tabelle Seite 129 zeigt, ähnelt die Schichtenfolge von Menorca am meisten derjenigen Kataloniens. Große Übereinstimmung herrscht z. B. mit dem von W. SCHRIEL (1929) geschilderten Culmprofil von Papiol bei Barcelona.

II. Die Stellung der Balearen im alpinen Orogen.

a) Die Stellung von Menorca zu Mallorca.

Welcher Art die Beziehungen zwischen den Faltenzügen von Mallorca und denen von Menorca sind, ist eine umstrittene Frage (s. Abb. 5). Sicher ist, daß das Streichen auf Mallorca durchweg NE-SW, auf Menorca dagegen N-S gerichtet ist. Gegen die Verbindung, wie sie sich H. NOLAN 1895 dachte (s. Abb. 5), spricht (1410)

Das Jung - Paläozoikum im westlichen Mittelmeergebiet.											
	Menorca	Katalonien	Keltiberien	Baskenland	Mittlere Pyrenäen	Ost-Pyrenäen	Mouthoumel	Montagne Noire	Corsica	Sardinien	Toscana
Handes	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	Unt. Trias	?	Unt. Trias	Rät
Perm	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna									Porphyrische Sandsteine mit Waichia piniiformis	Schiefer und Sandsteine mit Waichia piniiformis
Stephan	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Westfal	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Namur	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Vise	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Journal	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Erwegung	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca
Devon	Sandsteine u. Kalke mit nammurischer und jungstkarbonischer altdyadischer Fauna										Schiefer, Sandsteine u. Konglomerat mit Verruca

Die senkrechten Striche bezeichnen Schichtlücken. Faltungen im Zeitraum der Schichtlücken sind über diesen angegeben, sind aber auch z. T. schon innerhalb oder an der Basis derselben erfolgt. Es können natürlich auch mehrere Faltungen innerhalb der Schichtlücken vorliegen.

das verschiedene Alter der Faltung. Die Faltung ist in SE-Mallorca wenigstens zum Teil postburdigal, während in Menorca das Burdigal überall ungefaltet ist.

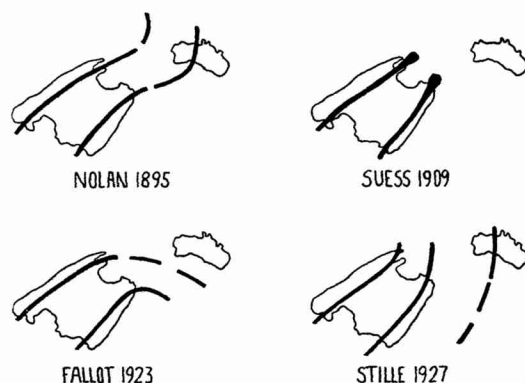


Abb. 5. Auffassungen über das tektonische Verhältnis von Menorca zu Mallorca.

P. FALLOT (1923) deutet Menorca als Vorland der Faltung, da die mesozoische Schichtenentwicklung auf beiden Balearen wesentlich verschieden sei. Auch E. SUESS (1888) hatte die Zugehörigkeit von Menorca zum alpinen System abgelehnt und die Endigung des subbetischen Orogens in Mallorca angenommen vor allem mit Rücksicht auf das verschiedene Streichen auf beiden Inseln. Demgegenüber faßte H. STILLE (1927) Menorca als innere Zone eines Gebirgssystems auf, von der die Faltung nach den äußeren Zonen (Mallorca) gewandert wäre.

Neue Spezialuntersuchungen waren notwendig, um den paläogeographischen Zusammenhang, den tektonischen Bau und das Alter der Faltung in beiden Inseln zu klären.

1. Die mesozoisch-tertiäre Schichtenfolge der Balearen.

Die Trias.

Die Trias der Balearen zeigt wie die Trias von Keltiberien und Deutschland die Dreiteilung in

Keuper,
Muschelkalk
und Buntsandstein.

Buntsandstein.

Der Buntsandstein ist in zahlreichen Profilen in Menorca schön erschlossen. Hier gliedert er sich von oben nach unten in

(1412)

- ca. 100 m sandige, rote, oben graugrüne Tone mit Zellenkalken („Röt“)
- „ 200 m feste, schräggeschichtete Sandsteine mit Quarzkieslagen („Bausandsteine“)
- „ 200 m mürbe, tonige Sandsteine mit wenigen festen Bänken
- „ 50 m tonige Sandsteine mit wenigen, bis 3 m dicken Konglomeratbänken, deren meist kaum faustgroße Gerölle aus Kieselschiefern und Quarzen bestehen.

An Fossilien fanden sich bislang nur Pflanzenreste.

In Mallorca erscheint der Buntsandstein nur in der Nachbarschaft der Nordwest-Küste. Die tieferen Schichten sind nicht aufgeschlossen. Darum können nur die höheren mit denen von Menorca verglichen werden. Es sind zirka 250 m mächtige, z. T. schräggeschichtete, rote Sandsteine mit *Equisetum arenaceum* BRONN, wie sie in ähnlicher Mächtigkeit und petrographischer Entwicklung auch in der „Bausandsteinzone“ von Menorca auftreten. Die z. T. grünlich-grauen Tone entsprechen dem „Röt“ von Covas Veyas.

Der Buntsandstein der Balearen ist also typisch germanisch entwickelt.

Muschelkalk.

Der Muschelkalk ist in Menorca vor allem am M. Toro bei Mercadal und bei Covas Veyas schön erschlossen. Wegen seiner Fossilführung ist besonders das letztere Profil wichtig, wenn es auch nach oben nicht ganz vollständig ist.

Hangendes: Dolomitische Kalke

- 8 m gelbe Dolomite
- 10 m dünnbankige Kalke
- 2 m gelbe Dolomite
- 5 m Wellenkalk
- 2 m feste, knollige Kalke
- 7 m Wellenkalk
- 3 m Wellenkalk mit *Rhizocorallium*
- 1 m fester Kalk
- 12 m dünnplattige Kalke
- 2 m mergeliger Kalk mit Protrachyceraten
- 5 m Wellenkalk
- 20 m dickbankige feste Kalke
- 1 m gelblicher Dolomit

Liegendes: Röttonen.

Die Schichten mit den Protrachyceraten sind auch in einem kleinen Steinbruch an der Straße Mahón-Fornells, an der Abzweigung des Weges nach Covas Veyas, aufgeschlossen. Hier fanden sich nach Bestimmung von Professor MARTIN SCHMIDT⁶⁾

6) Eine ausführliche Mitteilung von Professor MARTIN SCHMIDT über die balearische Trias soll in der „Géologie de la Méditerranée occidentale“ erscheinen.

Daonella franconica TORNU.,
Pretrachyceras curionii MOJS.,
P. archiaci n. sp.,
P. vilanova MOJS.,
P. ibericum MOJS.,
Nannites pinguis n. sp.,
N. capucinus n. sp.,
N. mambrini n. sp.

Es handelt sich also um oberes Unterladin.

Die gleiche Vergesellschaftung von alpinen Ammoniten und Daonellen zeigt sich auch in folgendem Profil (an der Küste, 3 km nördlich von Covas Veyas):

Hangendes: stark gestörte Schichten des Muschelkalks
 3 m dünnbankige Kalke
 0,5 m feste Kalkbank
 8 m dünnplattige Kalke
 0,2 m Kalkbank mit Daonellen und Ammoniten
 3 m dünnbankige Kalke
 Liegendes: mehr als 10 m dickbankige Kalke.

Die dickbankigen, festen Kalke sind an der Basis des Muschelkalks in Menorca weit verbreitet und vor allem auch am Monte Toro gut zu beobachten. Sie dürften mit den Basaldolomiten WURM's in Keltiberien zu parallelisieren sein und nach der Überlagerung durch die Schichten mit der unterladinischen Ammoniten-Fauna wohl dem Anis angehören.

Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Professor MARTIN SCHMIDT gehört eine Fauna, die ich bei Fontanellas an der Nordküste von Menorca sammelte, dem oberen Ladin an. In einer mergeligen Kalkbank, deren Lage im Muschelkalkprofil nicht klar ist, fanden sich *Cassianella decussata* v. MSTR., *Megalodon* sp., *Plicatula* sp. aff., *P. ogilviae* BITTN. und *Myophoria whateleyae* BITTN.

Wenn auch typisch alpine Formen im Muschelkalk von Menorca auftreten, so ist doch nicht zu übersehen, daß sie auf geringmächtige Zonen beschränkt sind, und daß der petrographische Habitus des Muschelkalks von Menorca dem germanischen Muschelkalk und insbesondere dem Wellenkalk sehr nahekommt.

Auf Mallorca erscheint der Muschelkalk etwas mächtiger zu sein. Petrographisch und faunistisch entspricht er jedoch durchaus dem von Menorca, wie schon MARTIN SCHMIDT (1930) betont hat.

Bei Lluch gliedert er sich folgendermaßen:

Hangendes: Rote und grüne Mergel mit gelben dolomitischen Bänken (Keuper)
 8 m zelliger, massiger Dolomit
 30 m dolomitische Kalkbänke, wechsellagernd mit kalkigen Mergeln
 3 m plattige, graue Kalke

15 m dickbankige dolomitische Kalke, mit dünnbankigen Kalken wechsellagernd
0,4 m Wellenkalk mit Daonellen
20 m plattige, dolomitische Kalke mit wulstigen Oberflächen
15 m graue, gebänderte, dolomitische Kalke
2,5 m gelber Zellendolomit.
Liegendes: rote, feinsandige Tone, zuoberst mit Zellenkalken und schichtigen Kalken (Röt).

Der Muschelkalk der Balearen enthält also alpine Faunenelemente, ist aber im übrigen der germanischen Mittleren Trias sehr ähnlich. Seine Entwicklung gleicht der der nordöstlichen Pyrenäenhalbinsel.

Keuper.

Der Keuper von Menorca wird durch geringmächtige bunte Mergel vertreten. Gipse und Ophite fehlen anscheinend. An der Straße Mahón-Fornells beobachtet man nordwestlich von Covas Veyas folgendes Profil:

Hangendes: Carñiolas.

15 m bunte Tone und Mergel mit wenigen Zellendolomiten
25 m dünngeschichtete, splittrige Dolomite mit grünen und gelben Tonlagen, die in den unteren Teilen überwiegen. An der Basis dickbankige Zellendolomite.

In der NW-Kette von Mallorca ist der Keuper besonders nördlich von Andraitx in Gestalt bunter Tone gut erschlossen. Seine Mächtigkeit dürfte 60—80 m betragen. Im Gegensatz zu dem Keuper von Menorca ist er reich an basischen Eruptiven und Gipsen. Die letzteren schwellen am Südhang der Sierra Burguesa auf über 70 m an. Auch in der Sierra de Levante wird der Keuper durch bunte Gips und Ophit führende Mergel vertreten.

Zusammenfassung.

Für die Annahme größerer Faziesunterschiede in der Triasentwicklung von Mallorca und Menorca fehlen noch die Beweise; vielmehr lassen alle Profile weitgehende Übereinstimmung erkennen. Andererseits bedeutet aber der Reichtum an Grünen Gesteinen im Keuper von Mallorca und die Armut bzw. das Fehlen derartiger Laven auf Menorca⁷⁾ einen etwas stärker betonten Geosynklinalcharakter von Mallorca gegenüber Menorca in der Zeit der Oberen Trias.

⁷⁾ Vielleicht gehört ein ca. 1,5 m dicker basischer Gang, der im Buntsandstein der Punta Rotja aufsitzt, hierher. H. NOLAN (1914) erwähnt ein stark zersetztes Gestein, das er als eruptiv anspricht, aus dem Buntsandstein von San Saura. Der basische Gang von Ferragut, der das Paläozoikum durchbricht, dürfte dagegen oberdevonisch sein.

In diesem Zusammenhang sei auf die regionale Verteilung der Trias-Ophite im keltiberischen Trog verwiesen, wo nach den Untersuchungen von G. RICHTER & R. TEICHMÜLLER (1932) die Ophite an die Spezialbecken gebunden sind.

?Rhät und Jura.

In Menorca werden die bunten Tone des Keupers von massigen, dolomitischen Zellenkalken, den sogenannten Carniolas, überlagert. Sie sind etwa 50—60 m mächtig.

Auch in Mallorca treten über den ophitführenden bunten Keupertonen mächtige, massige Dolomite auf. Über ihr Alter läßt sich nur aussagen, daß sie vormittelliassisch sind.

In Menorca liegen über den Carniolas mit unscharfer Grenze gebankte Dolomite in einer Mächtigkeit von 130 m. In ihnen stellen sich oben kalkig-mergelige Zwischenlagen ein, die sich schließlich zu einer grauen, gelb verwitternden Mergelbank zusammenschließen. Sie enthält Rhynchonellen, Terebrateln, Austern, Pectiniden, Crinoiden und Belemniten des Mittleren Lias (P. FALLOT 1922 S. 66). Diese Fauna entspricht wahrscheinlich der von Albaida, die auch schlecht erhaltene Ammoniten enthält. Die höheren Jurasedimente sind an der Punta Pontinax als Kalke und Dolomite von beträchtlicher Mächtigkeit (ca. 300 m) erschlossen. P. FALLOT glaubte, eine Sedimentationsunterbrechung zwischen Lias und Neokom annehmen zu müssen. Doch zeigt sich nirgendwo eine sichere Lücke oder eine deutliche Aufarbeitungszone, geschweige denn eine Diskordanz. Vielmehr ist sehr wohl möglich, daß in der vielleicht 300 m mächtigen Serie von Kalken und Dolomiten noch höherer Jura steckt. Glaubte doch schon NOLAN, in den in Frage kommenden Schichten einen Ammoniten von der Jura-Kreide-Grenze gefunden zu haben.

Auch in Mallorca ist der Jura schwer zu gliedern, da die Fossilführung auf wenige Horizonte beschränkt ist. An der Basis liegen auch hier zellige, dolomitische Kalke in einer Mächtigkeit von 60—80 m, die von den Carniolas in Menorca nicht zu unterscheiden sind. In den Hornsteinkalken und Dolomiten darüber sind lokal Mittlerer⁸⁾ und Oberer Lias, Bajocien und Bathonien, Malm und Tithon festgestellt (P. FALLOT 1922).

8) Quarzgerölle sollen im Mittleren Lias der Muleta bei Puerto de Soller auftreten. Dort überlagern Kalksandsteine die fossilführenden Mergel des Mittleren Lias, ohne daß eine scharfe Grenze festzustellen wäre; aber sie gehen auch allmählich in die petrographisch zum mindesten sehr ähnlichen Sedimente des

Die nachweisbaren Unterschiede in der Jura-Entwicklung von Menorca und Mallorca sind also gering. Denn wenn auf Menorca höherer Jura paläontologisch bislang nur in unsicheren Spuren aufgezeigt werden konnte, so deutet doch andererseits nichts auf eine Lücke zwischen Oberem Lias und höherer Unterkreide. Vielmehr scheint sich zu dieser Zeit ein einheitliches Hochseegebiet von Andalusien über Südvalencia nach den Balearen mit Einschluß von Menorca erstreckt zu haben.

Kreide.

In Menorca liegen die Kalke und Mergel der Unteren Kreide ohne scharfe Grenze auf den Jurakalken und -dolomiten. Unsicher ist die Existenz von Hauterive, Barrême und Apt lassen sich nach P. FALLOT (1923) faunistisch nachweisen. Der Hauptfossilhorizont südlich der Pta. Pontinat wird von etwa 35 m mächtigen, gelben, sandigen Mergeln gebildet, die Bänke mit Requienien einschließen.

In Mallorca wird die Untere Kreide von ammonitenführenden, mürben, tonigen Kalken vertreten, die denen von Menorca gleichen. Auch hier gehen sie ohne scharfe Grenze aus den Kalken des Oberen Jura hervor. Faunistisch feststellbar sind nach P. FALLOT (1922) Valanginien, Hauterive, Barrême, Apt und Alb.

Sichere Oberkreide ist weder auf Menorca noch auf Mallorca bislang nachgewiesen worden.

Tertiär.

Eozän.

Das älteste Tertiär, das auf den Balearen vorkommt, ist Unterlutet (B. DARDER 1925 c S. 250). Es ist anscheinend beschränkt auf die Felanitx-Region in Südost-Mallorca und auf die benachbarte Insel Cabrera. An der Basis liegt eine Bank von Quarzkies, dessen Körner bis 2 cm Durchmesser erreichen.

Über dem Basalkonglomerat folgen Kalke mit *Nummulites granifer* H. DOUV. Bei Santueri ist ein höheres Niveau durch Kalke mit *N. complanatus* LAM., *N. perforatus* D. DE M. und *N. lucasanus* DEF. vertreten. Dieser oberlutetische Horizont ist von DARDER (1925 c) auch in der Nähe von Manacor nachgewiesen worden.

Höhere Stufen bis ins Lud mit *N. contortus* DESH., *N. striatus* BRUG., *N. fabiani* PREV., *N. subfabiani* PREV., *N. incrassatus* DE LA

Burdigals über. Da sonst nirgendwo im Mittleren Lias der Balearen derartige klastische Bildungen beobachtet sind, liegt es nahe, in den Kalksandsteinen der Muleta Miozän zu vermuten.

HARPE und *N. subincrassatus* DE LA HARPE hat DARDER (1925c S. 251) bei Artá, Randa, Sineu und Felanitx nachgewiesen.

Das höhere Eozän greift überall auf Untere Kreide über. Eine sichere Winkeldiskordanz ist nicht beobachtet. Immerhin enthält das Basalkonglomerat bis faustgroße Gerölle von jurassischen Hornsteinkalken und Quarzkies. Dieser Detritus stammt wohl aus der weiteren Nachbarschaft.

Das höhere Eozän setzt sich aus einer Serie von Konglomeraten, Mergeln, Sandsteinen und Kalken zusammen. Die Mächtigkeit ist infolge der tektonischen Komplikationen schwer zu schätzen, dürfte aber 300 m nicht übersteigen.

Oligozän.

Nach der pyrenäischen Faltung, der Hauptfaltung des zentralen und südöstlichen Mallorca, wurde der Balearentrog zeitweise vom Meer abgeschnürt. Es entstanden kontinentale Ablagerungen. So finden sich bei Sineu, San Lorenzo und entlang dem südöstlichen Hange der heutigen NW-Kette Kohlenflöze zwischen Südwassermergeln. B. DARDER (1925 b S. 28) stellte sie in das Unteroligozän nach dem Funde von *Anthracotherium alsaticum* CUV. mut. *filholi* DEPÉRET bei Sineu⁹). Bei der Randa sowie bei San Lorenzo (DARDER 1925 c S. 251) sind ähnliche Schichten zu beobachten. Sie enthalten bei Sa. Arestata (südlich der Randa) Kohlenschmitzen. Bei San Lorenzo führen sie Süßwasserschnecken. DARDER (1921) gibt an: *Planorbis* sp., *Valvata landereri* HERM. und *Paludestrina hidalgói* HERM., Formen, die auch von H. HERMITE 1879 bei Sineu gefunden sind. Ein fragliches Oligozänvorkommen liegt bei Felanitx; es sind sandige Mergel mit Kohlenschmitzen, die noch keine Fossilien geliefert haben.

Die Mächtigkeit des kontinentalen Oligozäns beträgt ca. 50 m. Der tiefere Teil ist mergelig und enthält Sandsteinbänkechen und stellenweise Kohlenflöze. Es folgt ein sandiger Kalk mit Süßwasserschnecken. Bei der Randa scheint er zu fehlen; dagegen erreicht er bei Sineu 5—10 m, 4 km nordöstlich von Sineu bei Son Gil sogar mehr als 50 m Mächtigkeit.

Nach P. FALLOT (1922 S. 161) ist bei Santa Ponza unweit Palma das Unteroligozän paralisch entwickelt. M. E. trifft das auch bei Sineu zu, wo marines Unteroligozän mit kontinentalen Süßwasser-Ablagerungen mit *Anthracotherium magnum* CUV. in engem Verband steht, wie aus folgenden Darlegungen hervorgeht.

⁹) Ich selbst erhielt aus einem Kohlenabbau (Cuatro Amigos 2,5 km nordöstlich von Sineu) zwei Zähne von *Anthracotherium magnum* CUV.

Im Bahneinschnitt bei Sineu sind Mergel mit Sandsteinen aufgeschlossen. Beiderseits des Bahneinschnitts finden sich in etwas höherem Niveau unteroligozäne Süßwasserkalke. Die Mergel im Bahneinschnitt deutete zwar DARDER als Burdigal, da sie diesem petrographisch ähneln. DARDER war darum geneigt, die oligozänen Süßwasserkalke als Schubdecke anzusprechen. Jedoch sind stärkere Pressungserscheinungen nicht nachweisbar. Zudem fand ich in den Mergeln des Bahneinschnitts eine Foraminiferenfauna, die keine Form enthält, die auf das Burdigal beschränkt ist oder andernorts aus sicherem Burdigal der Balearen erwähnt wäre:

- Volvulina* cf. *pennatula* BTSC.
- Lenticulina* cf. *rotulata* LCK.
- Dentalina* cf. *globifera* REUSS
- Pyrulina* cf. *acuta* ROEMER
- Dentalina* cf. *münsteri* REUSS
- Glandulina* cf. *laevigata* D'ORB.

Alle diese Formen sind gut vergleichbar mit Arten aus dem Oligozän de Alpen und des Dobergs bei Bünde in Westfalen.

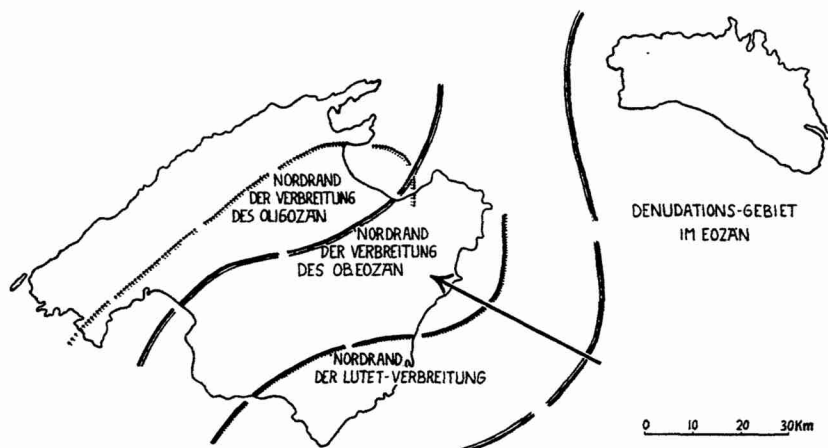


Abb. 6. Das Wandern der alttertiären Vortiefe in Mallorca.

Der Pfeil veranschaulicht die vorherrschende Richtung der Schutzzufuhr.

Im höheren Oligozän (Mittleres und Oberes Stamp) drang das Meer noch einmal vor, aber anscheinend nur in die zentralen Teile der Insel. Es wurden Konglomerate, Sandsteine, Mergel und im tieferen Teil auch Kalke mit *Nummulites intermedius* D'ARCH. abgelagert. Unter den Geröllen finden sich, wie P. FALLOT (1922 S. 422) bereits erwähnt hat, solche von Ophit und Buntsandstein. In der Nordwestkette fehlen derartige Gerölle. Im Oligozän dürfte daher die Detritus-Zufuhr von Osten erfolgt sein.

In der Nordwestkette bei Binisalem erreicht das jüngere (marine) Oligozän nach P. FALLOT (1929 S. 157) mehr als 70 m Mächtigkeit. Bei Inca sollen Sandsteine ohne Lücke ins Burdigal übergehen (FALLOT 1922 S. 159).

Burdigal.

Das Burdigal transgrediert fast über ganz Mallorca. In Ostmallorca wird es von Mergeln und Sandsteinbänken vertreten. Sie enthalten zahlreiche Grauwackengerölle, die bei Sineu und San Juan bis 70 cm Durchmesser erreichen. Die obere Partie wird durch mächtige Kalke und Dolomite vertreten. Das gesamte Burdigal erreicht eine Mächtigkeit von ca. 150 m.

Im westlichen Mallorca wächst der Kalkgehalt. Grauwackengerölle fehlen. Überhaupt treten hier Konglomerate zurück. Auch im Burdigal erfolgte also die Schüttung von klastischem Material von Osten.

2. Das Alter der Faltung.**Präoligozäne Bewegungen.**

Auf Menorca ruht Burdigal, das nicht mehr gefaltet ist, auf einem post-unterkretazischen Schuppenbau. Oberkreide und Alttertiär fehlen. Es läßt sich also nicht entscheiden, ob die präburdigalen Bewegungen hier schon präoligozän oder gar schon präeozän sind.

Anders auf Mallorca, wo ausgedehnte Alttertiärvorkommen die orogenen Bewegungen zeitlich einzuordnen erlauben.

Die Nummulitenkalke des Eozäns (Lutet-Barton) liegen hier anscheinend überall konkordant auf Unterkreide. Sie sind mit dieser verfaltet und verschuppt worden. Erheblich können also die präeozänen Bewegungen auf Mallorca nicht gewesen sein. Wohl aber weisen die Eozänkonglomerate, die faustgroße Gerölle von jurassischen Hornseinkalken neben zahllosen Quarzkieseln¹⁰⁾ einschließen, auf stärkere Abtragungen und damit auf tektonische Bewegungen außerhalb von Mallorca hin. Da in der NW-Kette das gesamte Mesozoikum noch erhalten ist, können die Gerölle nur von Osten aus der „menorquinischen“ Zone gekommen sein. Man hat also in dieser menorquinischen Zone schon prä- bzw. intraeozäne Bewegungen anzunehmen.

Posteozäne - präoligozäne („pyrenäische“) Bewegungen haben bereits P. FALLOT (1922) und B. DARDER (1925 c S. 268) in Mallorca erkannt. Zunächst ein zweifelhafter Fall: Im Eisenbahneinschnitt (km 7,5) zwischen Manacor und San Lorenzo liegen auf einem mylonitisierten, zerscherten Schuppenpaket von Carñiolas, Jura und Unterkreide hellgraue Mergel und Süßwasserkalke, die abgesehen

10) Sie finden sich z. B. bei km 48 der Eisenbahn zwischen Sineu und Petra sowie zwischen Escarixo und Santueri.

von einigen kleinen Verwerfungen so gut wie ungestört geblieben sind (s. Abb. 7). DARDER (1925 c) deutete diese Schichten als Oligozän (s. S. 136), und in der Tat ähneln sie dem fossilführenden Oligozän von Sineu. Auch sind festländische, tertiäre Ablagerungen dieser Art auf Mallorca sonst unbekannt. Immerhin sind Zweifel an dem oligozänen Alter der ungestörten Sedimente möglich.

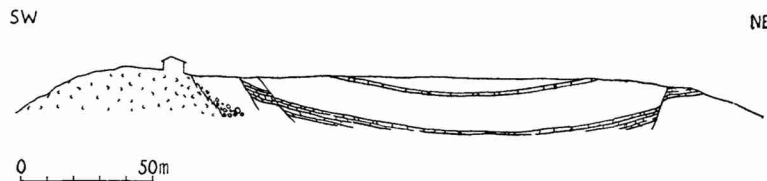





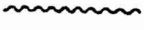
Abb. 7. Zur Frage der präoligozänen Bewegungen in Ostmallorca. Anlager von wenig gestörten Oligozänmergeln und Süßwasserkalken an mylonitisierten Dolomiten der Carñiolas bei San Lorenzo.

Wichtiger sind die Verhältnisse bei Sineu. Dort liegen die kohlenführenden Ablagerungen mit *Anthracotherium alsaticum* CUV. mut. *filholi* DEPÉRET (DARDER 1925 b) fast flach, wie Karte und Profile (Tafel 4) zeigen; nirgends beobachtete ich Anzeichen eines stärkeren Zusammenschubs, dagegen ist das Eozän noch steil aufgerichtet und gefaltet. Zudem erhalten die Oligozän-Konglomerate bis m³ große Blöcke von aufgearbeiteten Kalken des Jura und Eozän (km 2 der Straße Sineu-Maria). So geht man wohl nicht fehl in der Annahme, daß das Oligozän von Sineu jünger als die Hauptfaltung dieser Zone ist (Tafel 4).

Noch klarer ergibt sich dieses 15 km südwestlich von Sineu in der Umgebung der Randa. 2,5 km westlich der Randa liegt Oligozän-Konglomerat auf weite Erstreckung flach neben steilstehenden Nummuliten- und Nulliporenkalken des Eozän, von dem es Blöcke einschließt. In der nächsten Nachbarschaft (bei San Romaguera) greifen die gleichen Konglomerate auf Carñiolas über. Das Auflager ist klar erschlossen. Auf dem mylonitisierten Dolomit ruht das tektonisch wenig beanspruchte Oligozän, welches reich an umgelagertem Dolomitgrus ist. Das zeigt, daß die Hauptfaltung in der Randa voroligozän (pyrenäisch) ist.

Östlich von Mallorca, d. h. im Fortstreichen der Falten von Menorca („menorquinische Zone“), muß die präoligozäne Faltung zu einer erneuten Heraushebung der Schichten geführt haben, denn das Oligozän von Ost-Mallorca (km 3 an der Straße Algaida-Lluchmayor) schließt Buntsandstein-Gerölle von 20 cm Kantenlänge ein, und zwar so zahlreich, daß sie stellenweise fast 20 % der

gesamten Gerölle ausmachen. Andererseits scheint in der Nordwestkette von Mallorca die Winkeldiskordanz unter dem Oligozän gering zu sein, sodaß hier die präoligozänen Bewegungen gegenüber den jüngeren ganz zurücktreten, wie das bereits P. FALLOT (1922 S. 18) gezeigt hat. Insgesamt ergibt sich also folgendes Schema der Zeitlichkeit der Faltung:

Nordwestkette	Ostmallorca	Menorquin. Zone
 Oligozän	Oligozän  (Oligozän greift bis auf Carñiolas über)	 (Im Oligozän liegt Buntsandstein zutage)
 Unterkreide		

Intraoligozäne Bewegungen.

Das Oligozän von Mallorca zeigt, wie wir gesehen haben, eine deutliche Zweiteilung. Das untere Stamp wird von brackisch-limnischen Mergeln, Kohlen und Süßwasserkalken vertreten. Darüber folgen mit scharfer Grenze Konglomerate, die nach dem Fund von *Nummulites intermedius* D'ARCH. dem oberen Stamp angehören.

Schon diese plötzlich einsetzende Geröllschüttung weist auf Krustenbewegungen hin. Zudem greifen die Konglomerate bei Son Cloques (3,5 km nordöstlich von Sineu) und bei Ferragut (3 km östlich von Sineu) sowie nach FALLOT (1922 S. 158) zwischen Bini-salem und Selva auf ältere Schichten über. Auch die jähren Mächtigkeitsschwankungen der kohlenführenden Serie und das lokale Auftreten und Wiederverschwinden der 50 m mächtigen Süßwasserkalke machen eine tektonische Bewegung im Oligozän wahrscheinlich. Aber sie kann nur gering sein, wie das Kartenbild und die Profile (Tafel 5) zeigen.

Postoligozän-präburdigale Bewegungen.

In Menorca gehören die flachliegenden Schichten über dem Schuppenbau dem Burdigal an. Damit sind also die orogenen Bewegungen in Menorca vor dem Burdigal erfolgt.

Auch in Ost-Mallorca hat B. DARDER (1925c S. 261 und 267) vorburdigalen Schuppenbau in der Serra de Son Banús und bei Son Servera erkannt. Auch südwestlich von S. Servera ist er klar erschlossen (Abb. 8 und Tafel 5), wo Carñiolas-Dolomite auf Jura-Kalke, diese auf Mergelkalke der Unteren Kreide überschoben sind. Der Eisenbahneinschnitt südöstlich von P. 220 enthüllt die

Spezialtektonik des Jurapaketes. Sehr spitze, liegende Falten beherrschen das Bild. Über diesem intensiven Schuppenbau transgrediert das Burdigal. Auf der kleinen Kuppe südwestlich von P. 260 ruht es z. T. auf den Carniolas, z. T. auf der Juraschuppe. Seine tiefsten Lagen sind reich an umgelagerten Dolomitgrus. Höher folgen massige Kalke und Mergel.

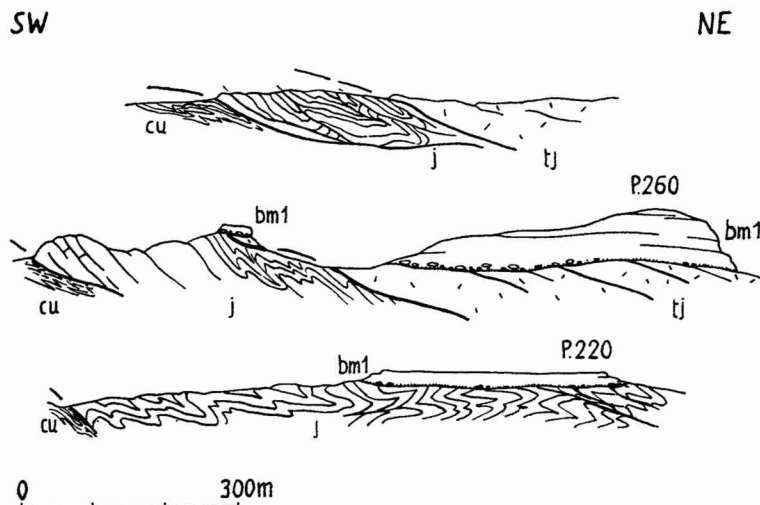


Abb. 8. Vorburdigale Bewegungen bei Son Servera (Ost-Mallorca).
tj Carniolas, *j* Jura, *cu* Unterkreide, *bm1* Burdigal.

Vergl. Tafel 5.

Auch im Eisenbahneinschnitt von S. Onofre bei km 49 der Bahn Sineu-Petra ruht das Burdigal auf einem fertigen Schuppenbau (Abb. 9), wie B. DARDER 1925 b S. 59 erkannt hat. Die Basalkonglomerate sind hier reich an Eozän- und Jura-Geröllen. Vereinzelt fand sich ein Grauwacken-Geröll von 20 cm Kantenlänge.

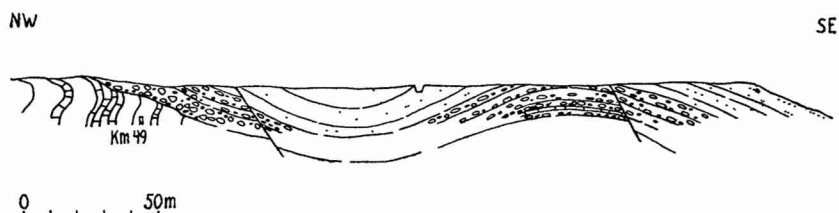


Abb. 9. Übergreifen des flachliegenden Burdigal über gefalteten Jura bei San Onofre (Ost-Mallorca).

In der Randa ist die ruhige Lagerung des Burdigal schon von weitem erkennbar. Nur gelegentlich täuscht eine intensive Klüftung

Steilstellung der Schichten vor. An der Straße Gracia-Lluchmayor südlich der Randa ruht das Burdigal, wie die Aufschlüsse zeigen, auf steilgestellten Eozänkalken. Da in der Nachbarschaft noch mächtige und etwas schräggestellte Oligozänkonglomerate erhalten sind, so ergibt sich außer der starken pyrenäischen Faltung noch eine geringe postoligozän-präburdigale, die wohl der savischen Phase zuzurechnen ist.

Auch in der NW-Kette sind Bewegungen postoligozänen-präburdigalen Alters nachzuweisen. Das Burdigal greift nämlich 2,5 km nördlich von Estallenchs bis auf Unt. Trias über (FALLOT 1922), obwohl bei Andraitx, Bauza und Establiments noch Oligozän erhalten ist (Abb. 10). Aber die präburdigalen Bewegungen waren in der NW-Kette doch nur geringfügig, verglichen mit den präburdigalen auf Menorca und Ost-Mallorca.

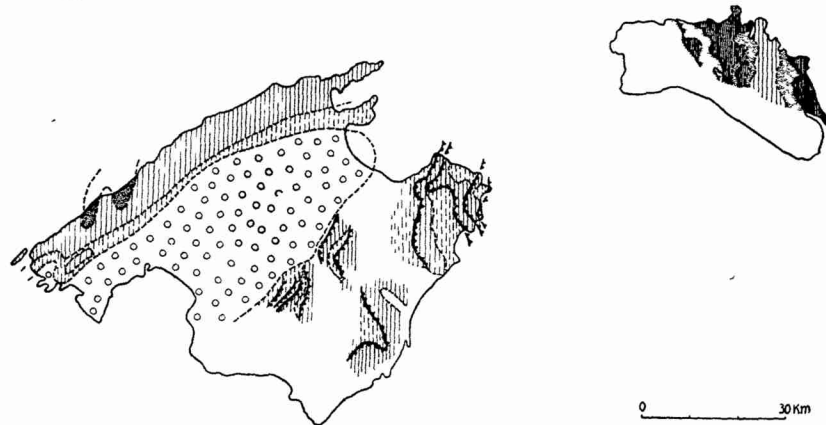


Abb. 10. Das Liegende des Burdigal.

Die Karte veranschaulicht, wie das Burdigal auf Menorca und Ost-Mallorca auf einen intensiven Schuppenbau übergreift. NWlich dieser Zone ruht das Burdigal durchweg auf dem Oligozän der Vortiefe. Im Gebiet der Hauptkette sind nur schwache präburdigale Falten nachweisbar.

Eng gestrichelt: Paläozoikum. Punktiert: tiefere Trias. Weit gestrichelt: höhere Trias + Jura. Weit gestrichelt (unterbrochen): Kreide und Eozän. Kreise: Oligozän.

Dem entspricht, daß die präburdigale Heraushebung der Schichten im Osten von Mallorca ein ganz anderes Ausmaß erreicht als in der Hauptkette. Im Burdigal muß nämlich unmittelbar östlich der heutigen Südostküste von Mallorca ein mächtiges Grauwackengebirge aufgetürmt gewesen sein; denn nur so ist es verständlich, daß sich fast allerorts in Ost-Mallorca Grauwackengerölle befinden, die sich

(1424)

gelegentlich zu wahren Blockpackungen zusammenfügen (Abb. 11). So beobachtete ich bei Ses Barraques (3,5 km nord-nordöstlich von Sineu) eine Anhäufung von Grauwackengeschieben, die eine Kantenlänge von 60 cm und mehr erreichen. Den größten Grauwackenblock von über 70 cm Durchmesser fand ich südlich von San Juan.

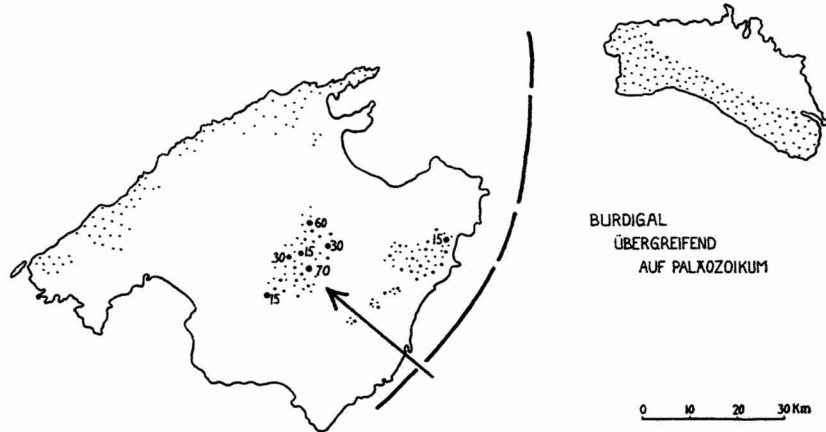


Abb. 11. Zur Paläogeographie des Burdigal.

Die Punktierung deutet das heutige Verbreitungsgebiet des Burdigal an. In Mallorca ist unter dem Burdigal noch Mesozoikum und teilweise auch Alttertiär erhalten geblieben. Grobe Punkte bezeichnen hier die Vorkommen von Grauwackengeröllen (die Zahlen geben den Durchmesser der Gerölle in cm an). Die Gerölle stammen aus einer „menorquinischen“ Zone, in der das Burdigal teilweise bis auf Paläozoikum übergreift. Der Pfeil veranschaulicht die vorherrschende Schüttungsrichtung.

Postburdigale Bewegungen.

Auf Menorca ist die Burdigal-Platte nur ganz schwach, nämlich um noch nicht 10° , gegen Südwesten gekippt worden. Hinweise auf stärkere postburdigale Bewegungen fehlen hier, wie P. FALLOT (1923 S. 42) mit Recht betont. In Ost-Mallorca scheint es dagegen örtlich zu postburdigalen Überschiebungen gekommen zu sein, obwohl die Hauptorogenese auch hier schon präburdigal erfolgt war (s. S. 140 f.):

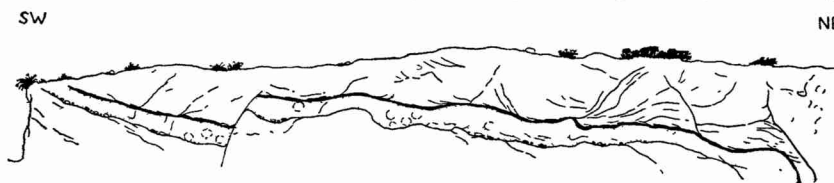


Abb. 12. Postburdigale Bewegungen bei San Lorenzo in Ost-Mallorca. Kalksandsteine des Burdigal (Punktierung) überlagern mylonitisierte Carniolas, werden aber ihrerseits wieder von Carniolas überfahren.
Länge des Aufschlusses 35 m.

In der Literatur schon länger bekannt ist der Aufschluß im Bahneinschnitt südwestlich von San Lorenzo (DARDER 1925 c S. 263) bei km 8 der Bahn Manacor-San Lorenzo. Hier liegen auf mylonitisierten Carniolas-Dolomiten kalkige Sandsteine mit Dolomitgrus und Quarzkieseln an der Basis, die ihrerseits wieder von Carniolas überschoben sind (Abb. 12); B. DARDER (1925 c S. 262) hat die Kalksandsteine, in denen sich bislang keine Fossilien gefunden haben, als Burdigal gedeutet. Man könnte zwar geltend machen, daß sie petrographisch den eozänen Kalksandsteinen (z. B. dem Eozän im Eisenbahneinschnitt nordöstlich von Manacor bei km 4) ähnelten; da aber nirgendwo in Mallorca sicheres Eozän auf Jura, geschweige denn auf Carniolas übergreift, ist es wohl richtiger, mit DARDER die überschobenen Schichten als Burdigal aufzufassen. Auch östlich von San Servera scheinen postburdigale Überschiebungen stattgefunden zu haben. So tauchen am Puig de Son Corps (15 km nordöstlich von San Servera) die Burdigal-Mergel (mit Grauwackengeröllen) unter massige, zuckerkörnige, dolomitische Kalke, die von B. DARDER (1925 c S. 260) als Carniolas angesprochen wurden. An der mit ungefähr 25° einfallenden Fuge sind Spuren starker Pressung nachweisbar. Sehr zweifelhaft ist dagegen, wie auf S. 137 dargelegt wurde, der postburdigale Deckenbau von Sineu (DARDER 1925 b).

Scheinen doch im ganzen zentralen Mallorca stärkere postburdigale Faltungen zu fehlen. Wo Störungen im Burdigal aufgeschlossen sind (Abb. 13), handelt es sich fast immer um recht-sinnige Verwerfungen. Das zeigt, daß in dieser Zone die postburdigalen Bewegungen vorzugsweise mit Zerrungen im Zusammenhang stehen.

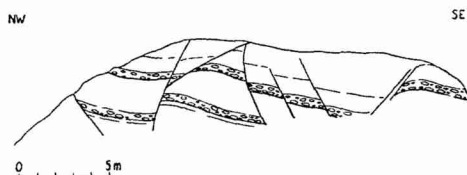


Abb. 13. Zerrungs-Tektonik in den Mergeln und Konglomeraten des Burdigal an der Straße Lloret-Montucri.

Erst in der NW-Kette von Mallorca ist, wie FALLOT (1922) nachgewiesen hat, die Hauptfaltung einwandfrei nach dem Burdigal erfolgt. Das Untermiozän ist hier überall in den Decken- bzw. Schuppenbau einbezogen.

Fassen wir die Ergebnisse hinsichtlich des Alters der Faltung zusammen, so ergibt sich folgendes Schema:

(1426)

Nordwestkette Mallorcas	Ost-Mallorca	Menorquinische Zone
Vindobon ~~~~~	Vindobon ~~~~~	
Burdigal ~~~~~	Burdigal ~~~~~	Burdigal ~~~~~
Oligozän ~~~~~	Oligozän ~~~~~	(Oligozän) ~~~~~
Eozän ~~~~~	Eozän ~~~~~	(Eozän) ~~~~~
Unterkreide	Unterkreide	Unterkreide

Die Faltung verjüngt sich also von Osten nach Westen; sie hat eingesetzt in der menorquinischen Zone und ist hier schon vorburdigal zur Ruhe gekommen.

Demgegenüber ist sie in der Nordwestkette von Mallorca in der Hauptsache erst nach dem Burdigal erfolgt.

Es ist noch hervorzuheben, daß das Gebiet der postburdigalen Hauptfaltung heute die Sierra de Mallorca trägt, das Gebiet der präburdigalen Hauptfaltung dagegen ein niedriges Hügelland ist. Andererseits zeigen die Grauwacken-Blockpackungen im Burdigal der Sineu-Zone, daß sich damals ein hohes Gebirge im Osten von Mallorca erhoben haben muß, das wohl mit der präburdigalen bzw. präoligozänen Hauptfaltung dieses Gebietes zusammenhängt.

Augenscheinlich ist also auf den Balearen nicht nur die Faltung, sondern im Zusammenhang mit ihr auch die Gebirgsbildung (im morphologischen Sinne) gewandert.

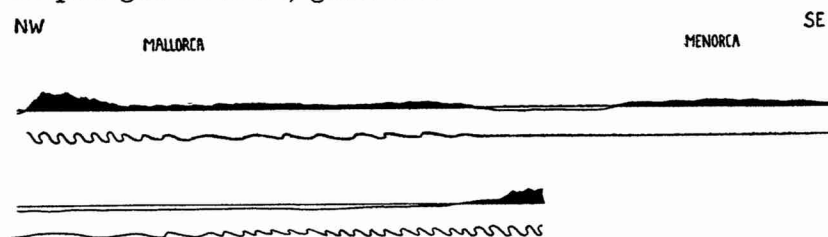


Abb. 14. Das Wandern der Gebirgsbildung auf den Balearen.

Oben: nach-burdigale Verhältnisse.

Unten: vor-burdigale Verhältnisse.

Die Kurven veranschaulichen die Intensität der Orogenesen.

3. Art und Ausmaß des Zusammenschubs.

Der orogene Zusammenschub hat auf den Balearen zu einem Schuppenbau mit Anklängen an Deckenbau geführt. In Menorca stehen die Schubflächen relativ steil, und das Ausmaß der hori-

zontalen Verfrachtung erreicht hier nur etwa 1 km (Abb. 15). Auch an der Ostküste von Mallorca fallen die Überschiebungsbahnen mit 45° ein. Nördlich von Arta werden sie aber flach. Die Überschiebungen erreichen hier Ausmaße von mehr als 5 km.

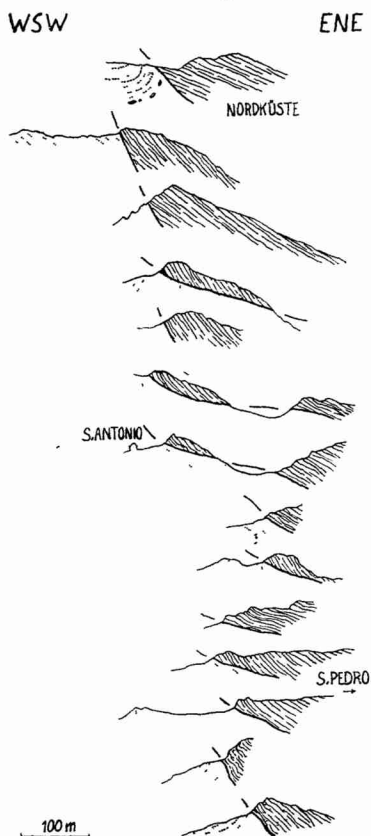


Abb. 15. Überschiebung von paläozoischen Grauwacken und Kalken auf Buntsandstein bei San Pedro (Menorca).

Westen. Nur ganz lokal ist südlich von Manacor die Bewegung gegen Nordosten gerichtet. Im Westen bzw. Nordwesten liegt m. a. W. das Vorland der Faltung. Damit sind die westlichen Ketten die äußeren, die östlichen die inneren Teile des balearischen Faltenbogens.

Die östlichen Ketten sind nun, wie wir gesehen haben, früher aufgefaltet als die NW-Kette in Mallorca. Es ergibt sich also, daß die Faltung von Ost nach West, d. h. von den inneren nach den äußeren Ketten, gewandert ist.

(1428)

In der NW-Kette von Mallorca zeigen FALLLOT's Profile sehr schön den Schuppen- bzw. Deckenbau.

Die Hauptbewegungsfläche liegt auf den Balearen in den Keuper-tonen, wie sich deutlich bei Covas Veyas in Menorca zeigt, wo Carniolas unmittelbar auf Muschelkalk liegt.

Das Streichen und die Vergenz der Falten.

Auf Menorca streichen die Schichten und Schubflächen vorwiegend nördlich bis nordwestlich. In der Sierra de Levante von Mallorca herrscht nord-südliches Streichen vor, so besonders bei Santueri, Cuevas (de Arta) und südlich von Son Servera. Demgegenüber hat das nordwestliche Streichen hier untergeordnete Bedeutung, so südlich von Manacor und bei Son Servera. Dagegen streichen bei Sineu und Petra sowie in der NW-Kette von Mallorca wie auch auf Ibiza die Falten und Schuppen nordöstlich. Es ergibt sich also ein Faltenbogen, der in Abb. 5 unten rechts in seinen Hauptzügen dargestellt ist. Die Falten vergieren deutlich gegen

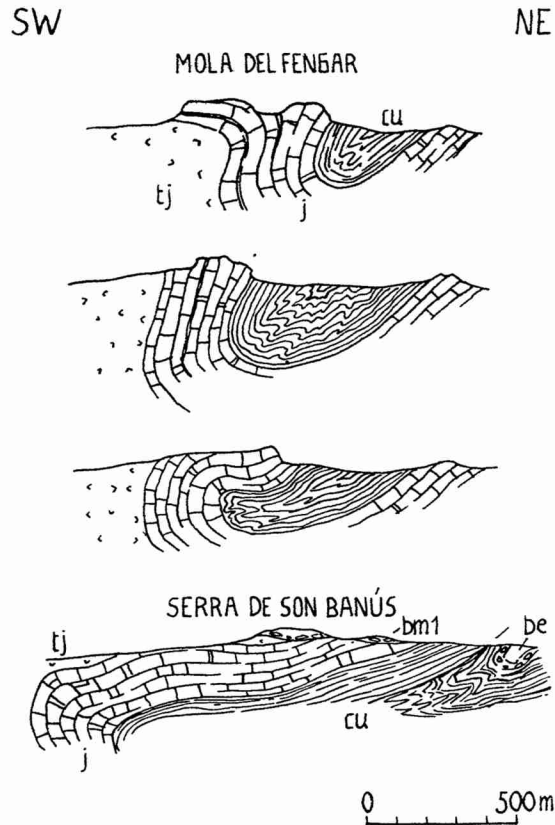


Abb. 16. SE-NW streichende überkippte Flexur bei Manacor in Ost-Mallorca.
tj Carniolas, *j* Jura, *cu* Unterkreide, *be* Eozän,
bm 1 Burdigal.

Aus dem Streichen der Faltung, ihrer Vergenz und ihren Altersverhältnissen, wie auch aus der Geröllanalyse des mallorquinischen Tertiärs folgt, daß auch Menorca ein Stück des balearischen Faltensystems ist, und zwar einer älteren inneren Zone dieses Systems angehört, wie H. STILLE dieses bereits 1927 dargelegt hat. Die alpinen Falten schwenken also, von Mallorca kommend, nicht südlich von Menorca nach Südosten ab, sondern setzen sich nach Norden fort in Richtung auf die Pyrenäen.

b) Die Stellung der Balearen im Rahmen des westmediterranen Gebietes.

1. Die Verbindung der Balearen mit den Betischen Ketten.

Im betisch-balearischen Trog bestehen keine großen Faziesdifferenzen der Sedimente vom Buntsandstein bis zur Oberkreidezeit. Im Betikum mißt die Serie dieser Schichten 900—1000 m (J. de CISNEROS 1917), auf den Balearen ca. 1100 m.

Die Schichtfolge Menorcas weicht nur durch das fast völlige Fehlen von Ophiten und das fragliche Fehlen von Tithon ab.

Erst in der Oberkreide kann man einen Unterschied im Vorhandensein von Cenoman, Senon und Maastricht mit mehr als 600 m Mächtigkeit im Betikum und dem Fehlen dieser Schichten auf den Balearen erkennen.

Wir betrachten nun die Altersverhältnisse der Faltung in den Balearen einerseits, den betischen Ketten andererseits, wobei wir für letztere besonders die Feststellungen von R. BRINKMANN (1931) zugrunde legen.

Das Eozän liegt in Nord-Alicante konkordant auf Senon, in Mallorca konkordant auf Unterkreide. In diesen beiden Außenzonen des betisch-balearischen Bogens ist also keine voreozäne Orogenese nachweisbar. Wohl aber ist in Mittelalicante eine schwache laramische Faltung nach R. BRINKMANN (1931) eingetreten. Sie dürfte mit den voreozänen Bewegungen, die wir in der menorquinischen Zone vermuteten, im Zusammenhang stehen.

Die pyrenäische Gebirgsbildung hat stark gewirkt einerseits in Mittelalicante und andererseits in Südost- und Zentral-Mallorca. In beiden Gebieten folgte eine grobe Geröllschüttung von Süden bzw. Südosten her. Demgegenüber hat die pyrenäische Faltung nur schwach gewirkt in den äußeren Zone, d. h. in Südvalencia einerseits und in der NW-Kette von Mallorca andererseits.

Nach dem Burdigal, das im Betikum hauptsächlich von Mergeln, auf den Balearen von Mergel und Kalk vertreten ist, wirkte die steirische Faltung in den äußeren Zonen beider Gebiete. In Südost-Mallorca (innere Zone) erfolgten gleichzeitig nur schwache posthume Bewegungen, während solche in Mittelalicante noch nicht sicher erwiesen sind.

Bei einer Zusammenfassung der tektonischen Geschichte der betisch-balearischen Faltungszone erkennt man also, daß sowohl in den Balearen wie im Betikum die Faltung von Südosten nach Nordwesten gewandert ist.

2. Die Verbindung der Balearen mit den Ostpyrenäen.

Die Verbindung der Balearen mit den Pyrenäen ist weniger eng und datiert aus jüngerer Zeit. Schloß doch nach H. ASHAUER wenigstens in der Unteren Trias eine Barre den Pyrenäentrog im Osten ab. Erst in der Ophitverbreitung deutet sich erstmalig eine Verbindung mit dem Balearentrog an, die dann in der Unterkreide und im Eozän gesichert erscheint.

Hinsichtlich der Altersverhältnisse der Faltung ist bemerkenswert, daß nach H. ASHAUER auch in dem Ostampurdanischen Becken der Ostpyrenäen die Faltung nach Süden wandert in Richtung auf die Katalanische Masse. Jedoch ist es hier nicht wie in der Außenzonen von Mallorca zu postburdigalen Bewegungen gekommen. Gegen die Katalanische Masse richtet sich in beiden Fällen die Vergenz der Faltung. Auch die Intensität des Zusammenschubs dürfte annähernd die gleiche sein. Schließlich spricht auch das Faltenstreichen auf den Balearen (vor allem Mallorca) und im Ostampurdan für eine Verbindung der Balearen mit den Pyrenäen.

3. Die Stellung der Balearen zu den benachbarten Hochgebieten (Katalanische und Sardische Masse).

Die mesozoische Schichtenfolge der Balearen ist, wie gesagt wurde, der des Betikum ähnlich. Sie unterscheidet sich dagegen von der der Korsardinischen Masse einerseits und der Katalanischen andererseits. So schwillt der Buntsandstein der Balearen auf über 500 m an, während er am Westrand des sardischen Blockes kaum 50 m erreicht und in den zentralen Teilen Sardinien unter dem Jura ganz fehlt. Auch auf der Katalanischen Masse sinkt die Mächtigkeit des Buntsandsteins bei Falset auf 40 m. Da die Geröllschüttung hier von Südosten zu kommen scheint, ist es sogar möglich, daß große Teile der Katalanischen Masse zur Zeit der Untertrias Denudationsgebiete gewesen sind. Im Muschelkalk verschwindet der Gegensatz zwischen Trog und Trogrändern, die Ablagerungen sind petrographisch und faunistisch überall sehr gleichförmig. Aber im Keuper deutet sich der Balearentrog wieder an. Denn während die Mächtigkeit des Keupers in den Randgebieten 40 m und weniger beträgt, steigt sie in Mallorca auf über 100 m an, zudem erscheinen hier überaus zahlreich die Grünen Gesteine, unter denen P. FALLOT (1922 S. 40) olivinführenden Mikrogabbro, Olivindiabas und Hypersthenandesit unterschied. Auch im Jura und der Unteren Kreide ist der Geosynkinalcharakter der Balearen gegenüber dem Geantiklinalcharakter Sardinien und großer Teile

Kataloniens recht ausgeprägt. So ruht im nördlichen Katalonien brackische Unterkreide unmittelbar auf Carniolas; auf Mallorca ist dagegen das Neokom als Cephalopodenmergel, d. h. in Hochseefazies, entwickelt. Auf dem östlichen Trogufer (Zentral-Sardinien) greift pflanzenführender Dogger auf das Grundgebirge über, und der Oberjura wird von Rifkalken vertreten. — Hinsichtlich der Oberkreide sind unsere Kenntnisse noch zu lückenhaft, um einen Vergleich zu ermöglichen. In Abb. 17 seien die Beziehungen des Balearen-Mesozoikums zu dem der benachbarten Massen schematisch zusammengefaßt:

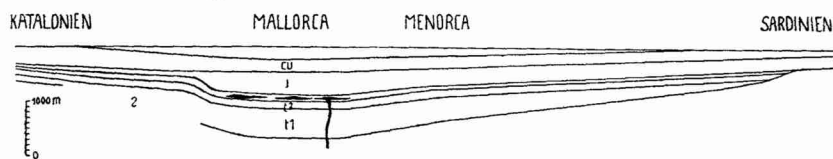


Abb. 17. Schematisches Profil durch den Balearentrog und seine Randgebiete.

Dargestellt ist die Mächtigkeit der mesozoischen Sedimente. Die Horizontale stellt den Meeres-Spiegel gegen Ende der Unterkreidezeit dar (Flachwasserfazies der Unterkreide in Katalonien. Hochseefazies auf den Balearen!).

t 1 Buntsandstein, *t* 2 Muschelkalk, *t* 3 Keuper mit Grünen Gesteinen, *j* Jura, *cu* Unterkreide.

Auch das Alter der Bewegungen ist in Katalonien und Sardinien anders als auf den Balearen, insbesondere in Mallorca. Nach W. SCHRIEL (1929 S. 54) waren in Katalonien die postunterkretazisch-voreozänen Bewegungen mit die bedeutendsten, und ebenso ist nach R. TEICHMÜLLER (1931 S. 46 ff., 58) die Tektonik des sardischen Blockes im wesentlichen der laramischen Phase zuzurechnen. In Mallorca liegt dagegen, wie wir gesehen haben, das Eozän stets konkordant auf der Unteren Kreide. Im Balearentrog ist also die Hauptgebirgsbildung jünger als auf den randlichen Massen.

Zusammenfassung.

Von den Formationen, die das paläozoische Grundgebirge von Menorca zusammensetzen, sind vier durch Faunen zu belegen, nämlich Unteres Oberdevon, Culm, tiefstes Oberkarbon (Namur) und junges Oberkarbon bzw. Unterperm.

Die Grenzschichten von Devon und Culm sind in Menorca denjenigen Kataloniens sehr ähnlich. Es fehlt aber in Menorca die nach W. SCHRIEL (1929) in Katalonien vorhandene Diskordanz im Liegenden der culmischen Kieseliefer.

Der Nachweis jungoberkarbonischer bzw. unterpermischer Goniatiten bedeutet eine wesentliche Erweiterung unserer Kenntnisse über die Ausdehnung der jungpaläozoischen Meere im westlichen Mediterrangebiet.

Die variscische Faltung Menorcas ist z.T. schon älter als die Schichten, die die Namurfauna einschließen, und andererseits ist sie jünger als Visé. Sie ist also z. T. schon sudetisch.

Daß aber auch eine jüngere variscische Faltung noch eingetreten ist, wird durch das diskordante Auflager von Buntsandstein auf dem geschuppten Jungpaläozoikum angezeigt.

Das stark geschuppte Grundgebirge von Menorca streicht N-S bzw. NE-SW. Dabei ist die Vergenz deutlich nach Westen bzw. Nordwesten gerichtet.

Postvariscische Geschichte.

Die Stellung der Balearen im alpinen Orogen war stark umstritten. Menorca sollte nach einigen Autoren bereits außerhalb des Orogens liegen. Auch das gegenseitige Verhältnis von Mallorca zu Menorca bedurfte weiterer Nachprüfung. Die Untersuchungen führten zunächst zu dem Ergebnis, daß sich die mesozoische Schichtenfolge von Menorca nur unwesentlich von der von Mallorca unterscheidet. Der einzige nachweisbare Unterschied ist das Fehlen der Ophite in der Oberen Trias von Menorca. Auch der nachmesozoische Bautyp der beiden balearischen Hauptinseln ist im wesentlichen der gleiche, wenn auch die Intensität des Zusammenschubs auf Menorca geringer ist als auf Mallorca.

So gut wie Mallorca gehört also auch Menorca dem alpinen Orogen an. Und zwar ist in Mallorca ein gegenüber Menorca mehr äußerer, d. h. dem Vorland näherer, Teil des alpinen Faltenbogens sichtbar. Das ergibt sich aus dem Streichen der Überschiebungen und aus den Vergenzen. Hinzu kommt, daß die Faltung in Menorca älter ist als in Mallorca oder wenigstens in der NW-Kette von Mallorca, nämlich hier vor- und dort postburdigalisch. So erhalten wir das Bild des Wanderns der Faltung aus den (nach Richtung der Vergenzen) inneren Teilen des heute noch in einigen Resten aufragenden Faltenystems zu den äußeren. Die ältere (vorburdigale) Auffaltung der mehr nach innen gelegenen Zonen wird auch durch das Auftreten paläozoischer Geröllmassen im Burdigal der Sierra de Levante des südöstlichen Mallorcas bestätigt.

Vergenzen und Wandern der Faltung, wie auch die Vortiefenbildung, zeigen also, daß im Westen bzw. Nordwesten das Vor-

land der balearischen Faltungen lag, während Sardinien Rückland („Zwischengebirge“) im großen westmediterranen System war.

Hinsichtlich der Verteilung der einzelnen Faltungsphasen auf die mehr inneren und die mehr äußeren Gebirgszonen ergeben sich erhebliche Übereinstimmungen zwischen den Betischen Ketten (Untersuchungen von R. BRINKMANN 1931) und ihrer nordöstlichen Fortsetzung in den Balearen.

Die weitere Fortsetzung der betisch-balearischen Falten weist nach Norden bzw. Nordwesten und damit zu den Pyrenäen; nicht aber schwenkt die Faltung, wie P. FALLOT (1923) erwogen hat, östlich von Mallorca nach Südosten ab.

Überhaupt hat die genauere tektonische Untersuchung die Vorstellungen bestätigt, die H. STILLE (1927) über die Stellung der Balearen im alpidischen System und über das gegenseitige Verhältnis von Menorca und Mallorca geäußert hat.

Literaturverzeichnis.

- ARGAND, E.: 1922. La Tectonique de l'Asie. — C. R. Géol. Congr. Brüssel 1922
- BRINKMANN, R.: 1931. Betikum und Keltiberikum im südöstl. Spanien. — Abh. Ges. d. Wiss. Göttingen, Math.-Physik. Kl., 3. Folge, Heft 1. 1931.
- DARDER PERICAS, B.: 1913. Los Fenómenos de corrimiento en Felanitx (Mallorca) — Trab. del Mus. Nac. de Cienc. nat. Serie Geol. n. 6, 1913.
- 1914. El Triásico de Mallorca. — Trab. del Mus. nac. de Cienc. nat. Serie Geol. n. 7, 1914.
- 1915. Estratigraphía de la Sierra de Levante de Mallorca. (Región de Felanitx) — Trab. del Mus. nac. d. Cienc. nat. Serie Geol. n. 10, 1915.
- 1918. Nota sobre la formation de cordilleras par corrimientos. — Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. Nat., 18 S. 341—347. 1918.
- 1921. Nota preliminar sobre la tectónica de la región de Artá (Mallorca). — Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. nat., 21 S. 204—223, 1921.
- 1923. Sur la tectonique des environs de Sineu et du Puig de Sant Onofre (Majorque). — C. R. Ac. Sc., Paris. t. 177, 1923.
- 1924. Sur l'âge des phénomènes de charriage de l'île de Majorque. — C. R. Ac. Sc., Paris. t. 178. 1924.
- 1925 a. La milonitisation de las rocas de Mallorca. — Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat., t. 25, 1925.
- 1925 b. Estudio geológico de los alrededores de Sineu y del Puig de Sant Onofre. (Región central de Mallorca) con notas paleontológicas de MM. Charles Depéret y Paul Fallot. — Trab. del Mus. nac. de Cienc. Nat., Serie Geol. n. 34, 1925.
- 1925 c. La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. — Bull. soc. géol. France (4) 25. Paris, 1925.
- et FALLOT, P.: 1926, L'île de Majorque. Excursion C—5. — 14. Congrès Géologique international. Madrid, 1926.
- CISNERO, J. D. DE: 1917. Geología y paleontología de Alicante. Junta ampl. Est y Invest. cient. — Trab. Mus. nac. cienc. nat. Ser. Geol. n. 21. 1917.
- DEPÉRET, CH., & FALLOT, P.: 1921. Sur l'âge des formations à Lignite de l'île de Majorque. — C. R. Ac. Sc. Paris, t. 172. S. 790. 1921.
- DENINGER, K.: 1905. Die Jura- und Kreidebildungen im nördlichen und östlichen Sardinien. — N. Jb. Min. Bb. 20 S. 436—444. 1905.
- 1907. Die mesozoischen Formationen auf Sardinien. — N. Jb. Min. Bb. 23. S. 435—473. 1907.
- FALLOT, P.: 1922. Étude géologique de la Sierra de Majorque. Paris-Liège. 1922.
- 1923. Le Problème de l'île de Minorque. — Bull. soc. géol. France. (4) 23. 1. 1923.

- HERMITE, H.: 1879. Études géologiques sur les îles Baléares; I. partie: Majorque et Minorque. — Paris, F. Savy, 1879.
- LOTZE, F.: 1929. Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). — Abh. der Ges. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Kl. N. F. 14, 2. 1929.
- NOLAN, H.: 1895. Structure géologique d'ensemble de l'archipel Baléare. — Bull. Soc. géol. France. (3) t. 23. S. 76—91. 1895.
- 1914. Notes sur quelques points de la Géologie des Baléares. [Manuscript in Atheneo, Mahón, Menorca. 1914.]
- RICHTER, R. & TEICHMÜLLER, R.: 1932. Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. III. Folge, H. 7, 1932.
- SCHMIDT, M.: 1929. Neue Funde in der iberisch-balearischen Trias. I. — Sitzber. Preuß. Ak. Wiss. Phys.-Math. Kl., 25. 1929.
- 1930 und 1931. Weitere Studien in der iberisch-balearischen Trias. I und II. — Sitzber. d. Preuß. Ak. Wiss. Phys.-Math. Kl. 26 bzw. 32. 1930.
- 1932. Benthonische Reifeformen bei *Protrachyceras vilanovae* v. MOJS. — Bulletin de l'Inst. Cat. d'Hist. Nat. 32, 7 S. 223—233. Barcelona. 1932.
- SCHMIDT, H.: 1931. Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen. — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. III. Folge, H. 5, 1931.
- SCHRIEL, W.: 1939. Der Geologische Bau des Katalonischen Küstengebirges. — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. N. F. 14. 1. 1929.
- STILLE, H.: 1927. Über mediterrane Gebirgszusammenhänge. Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math.-Phys. Kl. N. F. 12. 3. 1927.
- SUESS, E.: 1888. Das Antlitz der Erde. 1888—1909.
- TEICHMÜLLER, R.: 1931. Zur Geologie des Tyrrhenisgebietes. — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. III. Folge, H. 3. 1931.
- WURM, A.: 1919. Beiträge zur Kenntnis der Trias von Katalonien. — Z. Deutsch. Geol. Ges. 71. S. 153. 1919.

Berichtigung.

Der Maßstab der tektonischen Übersichtskarte von Mallorca und Menorca (Tafel 4) ist nicht 1:300000, sondern 1:400000.