

Werk

Titel: Die Beziehung des orogenen Faltungsbildes zur epirogenen Vorgeschichte der Kelteb...

Jahr: 1933

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1933_0007|log13

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

küstenwärts gekippt sind, sondern sich oft dem Lande zuneigen, wird zuweilen ein Faltenbau vorgetäuscht.

Die Küstenabbrüche sind jünger als die Hauptfaltung, da sie die fertig gefalteten Achsen zerstückeln. In den Katalonischen Küstenketten fällt nach SCHRIEL (1928) die erste Anlage der Brüche in nacharmatisch-vorpontische Zeit. Auch das Jungtertiär ist bei Torres-Torres [H 9] und Alcalá de Chivert noch von ihnen betroffen. Nach BRINKMANN gehören die Küstenabbrüche bei Sagunt und die Senkung der valencianischen Flachlandsbucht vorwiegend ins jüngere Pliozän. Die postpontische Hauptverebnung wird bei Sagunt, Castellón und Alcalá de Chivert jedenfalls noch von den Küstenbrüchen verstellt. Auffallend ist auch, daß die großen Längstäler parallel der Küste mit Grabenzonen zusammenfallen und die Flüsse den tiefstgekippten Teilen der gesunkenen Schollen folgen.

Wenn es statthaft ist, das valencianische Senkungsfeld als Vortiefe des Betikums zu deuten, dann möchte man die Frage aufwerfen, ob nicht auch die Küstenabbrüche von Castellón mit der Bildung der betisch-balearischen Vortiefe in Zusammenhang gebracht werden dürfen. Das Untertauchen der in der Oberen Kreide und dem Alttertiär noch nachweisbaren Katalonischen Masse könnte so eine befriedigende Erklärung finden.

Damit wären die jungen SW-NE gerichteten Brüche im Bau der Keltiberischen Ketten ein „fremdes“ tektonisches Element.

C. Die Beziehungen des Faltungsbildes zur epirogenen Vorgeschichte der Keltiberischen Ketten.

I. Die Beziehungen zur mesozoisch-tertiären Entwicklungsgeschichte.

a) Das Streichen.

Das Streichen der Keltiberischen Ketten folgt im großen Bilde der nordwestlich gerichteten Längserstreckung des Keltiberischen Troges.

Bei näherer Betrachtung erkennt man, daß sich die Achsen den Umrissen der alten Randmassen eng anschmiegen.

So verlaufen die Iberischen Ketten zwischen Burgos und Soria NW–SE, die Hesperischen Ketten NNW–SSE, die Keuperaufbrüche von Minglanilla N–S, um in die NE–SW streichenden Achsen von Pozo Cañada (Albacete) einzubiegen. Die Kastilische Masse ist somit im Osten von Falten umgürtet.

Ebenso biegen die NW–SE streichenden Iberischen Ketten bei Montalbán in die W–E-Richtung der Niederaragonischen Ketten um, die wiederum in das SW–NE-Streichen der Katalonischen Küstenketten übergehen. Hier folgen die Falten deutlich dem Südrand der Aragonischen Masse.

Sogar die Schwelle von Ateca bestimmt die Richtung der jungen Bewegungen. Sie verlief zwar in der Unteren Trias NW–SE, wurde aber schon bei der schwachen austrischen Orogenese zu den beiden NNW–SSE streichenden Sätteln von Ateca und Montalbán umgeformt. Fast genau in der Richtung dieser austrischen Sättel liegen heute die Ateca- und Montalbáner Achse.

Auch das auffallende ENE–WSW-Streichen, das in den Vergitterungen von Montalbán, Aliaga u. a. O. zum Ausdruck kommt, ist epirogen vorgezeichnet. Verläuft doch bei Montalbán die Grenze zwischen der Ateca-Schwelle und dem Terulensischen Becken auf weite Erstreckung WSW–ENE (vgl. Taf. 2, Fig. 3–6!).

Ebenso begleitet die Achse des Sattels von Ciria [C 5], die gegen NW in die Überschiebung von Soria übergeht, weithin die Nordgrenze der Ateca-Schwelle.

Somit folgt also auch die vom generellen Streichen abweichende Querfaltung den Konturen der alten Schwellen. —

In der mesozoischen Entwicklung dagegen kaum angedeutet ist die nordöstliche Richtung der Guadarrama. Denn das kastilische Ufer des mesozoischen Troges verläuft ja meist quer dazu, nämlich nordwestlich. Das heutige Streichen erscheint zum ersten Mal in einer flachen austrischen Aufwölbung. Vielleicht wurde hier die junge Tektonik mehr von der Struktur des Grundgebirges als von der mesozoischen Epirogenese bestimmt⁶¹⁾.

Der nordöstliche Verlauf des Ebro-Beckenrandes zwischen Torrecilla und Ribaflecha [A 3–4] kann wohl erst gedeutet werden, wenn die Verhältnisse in den nördlichen Nachbargebieten bekannt sind.

61) Eine kristalline Zone scheint hier schon von der variszischen Faltung mit teilweise nordöstlichem Streichen umflossen zu werden. Sie ist vielleicht auch von Einfluß auf die Kontur des mesozoischen Sedimentationsraumes (s. Taf. 2, Fig. 3 u. 9).

b) Die Deutung der Vergenzen.

Im nordöstlichen Teil der Keltiberischen Ketten überwiegt die Nord-Vergenz der Falten, im südwestlichen die Süd-Vergenz. Eine Scheitelzone trennt beide Stämme (s. S. 96/97). Diese Divergenz des Keltiberikums, die an den zweiseitigen Bau alpiner Orogene erinnert, kann, wie STILLE (1931 S. 161) dargelegt hat, auf verschiedene Weise gedeutet werden, nämlich:

1. als Überfaltung der tertiären Randsenken,
2. als Bewegung gegen den flachgründigen, stabilen Rahmen,
3. als Gegenbewegung gegen die Süd-Vergenz der westlichen Pyrenäen bzw. gegen die Nord-Vergenz des östlichen Beticums.

1. Als Überfaltung eines sinkenden Raumes dürfte zweifellos die südliche Randüberschiebung der Guadarrama anzusprechen sein: Das Paläozoikum überfährt das Tertiär des tief eingesunkenen Tajo-Beckens, weil hier die Möglichkeit zum Ausweichen gegeben war⁶²⁾.

Ähnlich könnte man auch den zweiseitigen Bau des großen Wealdengebietes von Soria deuten, der im Norden durch eine Überschiebung auf das Ebro-Becken, im Süden durch eine Überfaltung des Duero-Beckens charakterisiert ist. Auch die ausgeprägte Nord-Vergenz der Niederaragonischen Ketten kann als eine Bewegung gegen das tiefliegende Ebro-Becken aufgefaßt werden.

Die Divergenz des Keltiberischen Orogens scheint also zunächst durch das Prinzip der Überfaltung sinkender Räume erklärt werden zu können. Jedoch zeigt sich bei näherer Betrachtung, daß nicht die gesamte Nord-Vergenz mit der Überfaltung des Ebro-Beckens und die gesamte Süd-Vergenz mit einer Überfaltung des Tajo-Beckens in Zusammenhang gebracht werden kann. Denn es ist schwer einzusehen, warum z. B. die Achse des Puig Moreno [D 10], die doch im Ebro-Becken selbst liegt und beiderseits von tiefen Senken umgeben wird, noch derart eindeutig nach Norden vergiert. Das gleiche gilt für die Altomira-Achse im Tajo-Becken. Warum sind alle Überschiebungen hier nach Westen gerichtet, wo doch auch im Osten dieser Faltenkette eine große Senke liegt? Ferner können die nordvergiehenden Sattelschollen der Tablado-Achse [B, C 5] (Abb. 42) nur schwer in einer Überfaltung des Ebro-Beckens ihren Grund haben; denn der Beckenrand ist 30 km entfernt und zudem ragen auf dieser Strecke noch zwei paläozoische

62) In gleicher Weise ist der Granit der Sierra de Toledo im Westen des Tajo-Beckens auf das Tertiär überschoben.

Sättel auf, deren Buntsandsteinmantel im Moncayo bis auf 2000 m Meereshöhe aufgefaltet ist.

Das zeigt, daß der zweiseitige Bau des Keltiberikums nicht etwa nur eine Überfaltung der Randsenken darstellt, sondern daß noch ein anderes Motiv mitbestimmend sein muß.

2. Da das Streichen der Keltiberischen Ketten dem Troge folgt und die Falten die alten Hochgebiete des Mesozoikums umgürten, liegt die Annahme nahe, daß die großen flachgründigen Randmassen nicht nur das Streichen, sondern auch die Vergenz der Faltenzüge bestimmt haben. Die Nord-Vergenz des Keltiberikums wäre demnach gegen die Aragonische Masse, die Süd-Vergenz gegen die Kastilische Masse gerichtet. Da dieses Motiv der Faltung gegen den Rahmen bzw. gegen die flachgründigen Hochgebiete auch den einseitigen Bau der Altomira- und Puig Moreno-Achse erklärt, schiebt es sich gegenüber dem Prinzip der Überfaltung sinkender Räume in den Vordergrund.

Doch ist zu bedenken, daß die Überfaltung des Rahmens dadurch sehr erleichtert wurde, daß im Alttertiär die einstigen Hochgebiete ganz oder teilweise zu sinkenden Räumen umgestaltet werden. Die Faltung im Keltiberikum ist also gegen den **sinkenden Rahmen** gerichtet. Das ist zweifellos das Leitmotiv der keltiberischen Tektonik. —

In dem zweiseitigen Bau des keltiberischen Orogens zeigen nun einige Achsen eine Bewegungstendenz, die sich scheinbar dem großen Bewegungsbild nicht einfügt. So liegen die Südüberfaltungen von Segura [E 8] und Alhama [D 5] gerade im Bereich vorherrschender Nord-Vergenz, die nordvergente Sättel von Onrubia (SCHROEDER 1930 S. 167) und Burgo de Osma [C 2] in einem Gebiet ausgesprochener Süd-Faltung. Ebenso ist der Montalbán-Sattel, obwohl er dem Stamm der Nord-Vergenz angehört, gegen Süden bewegt, — gegen das Becken von Calatayud.

In all diesen Fällen ist aber die „regelwidrige“ Vergenz auf die tertiären Beckenränder beschränkt. Hier liegen lokale Überfaltungen sinkender Räume vor.

Es gibt aber auch Ausnahmen, die nicht nach diesem Prinzip gedeutet werden können. So vergiert in den nördlichen Iberischen Ketten der Sattel von Ciria [C 5] bereits dort nach Süden, wo die Faltung des Ateca-Sattels im Südwesten und des Tablado-Sattels im Nordosten noch gegen Norden gewandt ist. Hier ist die Bewegung deutlich gegen ein flachgründiges Gebiet gerichtet, — ist doch das Mesozoikum bei Ciria etwa 1300 m mächtig, bei Carabantes (wenige km südwestlich von Ciria) dagegen kaum 300 m (Abb. 52 a)!

Aus dem gleichen Grund vergieren die ENE-streichenden Querfalten der Gegend östlich von Montalbán ohne Ausnahme nach Norden. Hier nimmt die Sedimentmächtigkeit sogar von 2500 m bei Aliaga [E 8] bis rund 300 m auf der Montalbáner Schwelle ab. Auch südlich von Blesa [D 8] ist eine Überschiebung von Rät auf Oberalb — entgegen der sonst in diesem Gebiet herrschenden Nord-Vergenz — gegen Südwesten gerichtet, d. h. gegen die Montalbáner Schwelle. Das Gleiche gilt für den paläozoischen Sattel von Lagueruela [E 8] im Becken von Calatayud, der gegenüber der Südüberfaltung des Beckens bei Segura nach Norden überschoben ist.

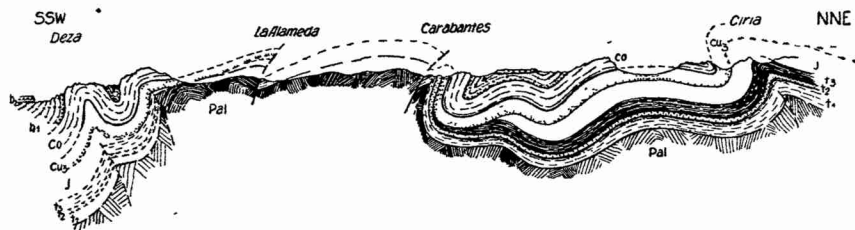


Abb. 52a. Profil durch die Sättel von Ateca und Ciria [C 5]. Gebiet vorherrschender Nord-Vergenz. Eine Ausnahme bildet der Sattel von Ciria, der gegen das Gebiet geringerer Sedimentbedeckung, gegen die mesozoische Ateca-Schwelle, vergiert. In der weiteren Süd-Vergenz (links) kommt die Überfaltung des tertiären Duero-Beckens zum Ausdruck.

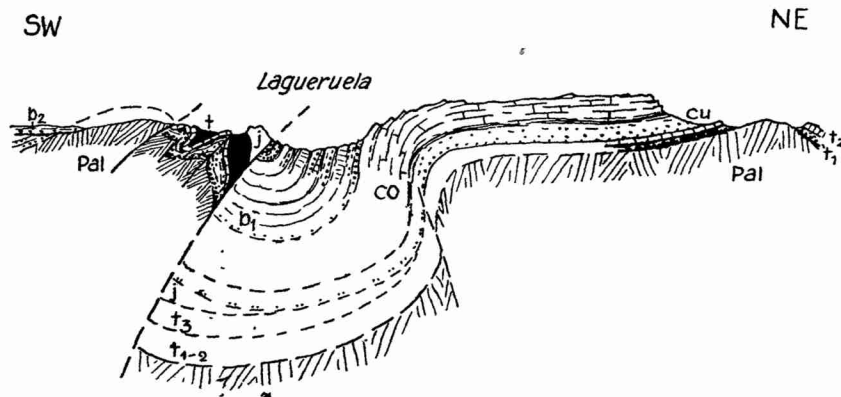


Abb. 52b. Überfaltung des Tertiär-Beckens von Calatayud gegen Südwesten durch den Montalbáner Sattel; Nordost-Vergenz gegen die mesozoische Schwelle von Montalbán durch den Sattel von Lagueruela [D 7].

Pal Paläozoikum, t_1 Buntsandstein, t_2 Muschelkalk, t_3 Keuper, j Rät-Jura, Co_3 Oberalb, Co Oberkreide, b_1 Alttertiär, b_2 Jungtertiär. (Man beachte die Mächtigkeiten des gesamten mesozoischen Schichtpaketes!)

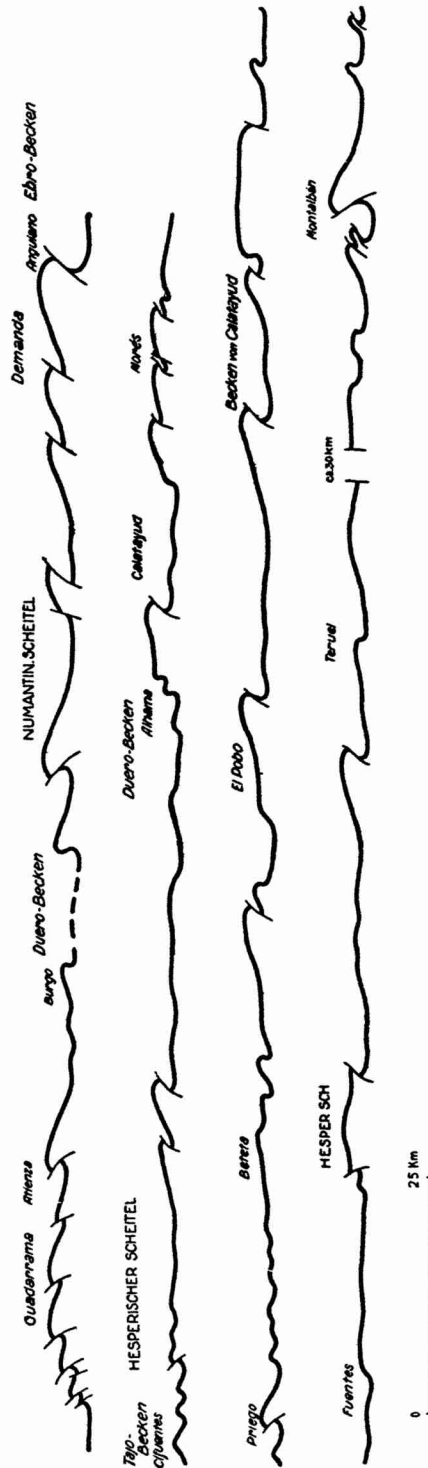


Abb. 53. Schematische Profile durch die Keltiberischen Ketten zur Veranschaulichung der Vergenzen. Dargestellt ist eine Schichtgrenze des Mesozoikums.

Die „falschen“ Vergenzen, die das Bild vom zweiseitigen Bau des Keltiberischen Orogens stören, erklären sich also nach demselben Prinzip wie die Großtektonik, nämlich als Überfaltung mesozoischer Schwellen oder sinkender Tertiärbecken.

3. Schwieriger zu deuten ist das nordwestliche Streichen der Hesperischen Ketten im Valencianischen sowie die bei Chelva u. a. O. sehr klare Süd-Vergenz. Es muß dahingestellt bleiben, ob sich hier die Faltung gegen einen Sporn der Kastilischen Masse richtet, oder ob die präoligozäne Bruchtektonik hier ein Hochgebiet schuf, das bei der savischen Faltung wie ein Vorlandblock reagierte. Vielleicht richtet sich hier die Faltung der Keltiberischen Ketten auch gegen die Betiden. Im Valencianischen sind mithin „antibetische“ Vergenzen nicht ausgeschlossen.

Entsprechendes gilt für die Sierra de la Demanda, wo die Nord-Vergenz weit ausgeprägter und verbreiteter

(1171)

ist als bei einer reinen Überfaltung des Ebro-Beckens wahrscheinlich wäre. Da bisher nördlich der Demanda keine Schwelle nachgewiesen ist, liegt die Annahme einer „antipyrenäischen“ Bewegung nahe⁶³).

Die Lage des Scheitels.

Der Keltiberische Scheitel zerfällt in drei Bruchstücke, von denen das mittlere gegen Südwesten verschoben ist. Auch hier ist die Beziehung zur epirogenen Anlage des Troges klar (s. Taf. 2, Fig. 9). Da sich die Faltung gegen die alten Randmassen, also gegen die Gebiete geringerer Mächtigkeit richtet, ist die Scheitelzone im Bereich größter Sedimentmächtigkeit zu erwarten.

Tatsächlich liegen Numantinischer und Terulensischer Scheitel inmitten der beiden tiefsten Becken. Zwischen ihnen ist aber die Einheitlichkeit der keltiberischen Trogform gestört durch die Mittelschwelle von Ateca—Montalbán. Darum bricht bei Ciria einerseits, bei Montalbán andererseits der Scheitel an der Mittelschwelle ab. Das Hesperische Scheitelstück, das gleichfalls in einem Bereich größerer Sedimentmächtigkeit liegt, erscheint somit gegen SW verschoben.

Zusammenfassung.

Wenn auch besonders im Valencianischen die Möglichkeit einer „antibetischen“ Bewegung nicht ausgeschlossen erscheint, so genügt im übrigen Keltiberikum doch das Prinzip der Überfaltung sinkender Räume (tertiärer Becken) bzw. das der Bewegung gegen die flachgründigen Hochgebiete (mesozoischen Schwellen) zur Deutung der Vergenzen. Der große zweiseitige Bau des Keltiberischen Orogens ist das Ergebnis beider Motive. Die Faltung ist gegen die sinkenden Randmassen gerichtet. Die Scheitelzone fällt annähernd mit dem Gebiet größter Sedimentmächtigkeit zusammen.

c) Das Ausmaß des Zusammenschubes.

Wie bereits betont, häufen sich die Falten in den Randzonen des Gebirges. Die Scheitel sind weniger gefaltet. Die Kreidetafel von Mosqueruela [F 9], d. h. das Gebiet des Terulensischen Scheitels, ist kaum gestört. Auch die Bereiche des Numantinischen

63) Zur Klärung dieser Frage werden Untersuchungen über Asturien beitragen, die Herr cand. geol. KARRENBERG demnächst abschließt.

und Hesperischen Scheitels zeigen großenteils nur eine ganz flache Wellung (Abb. 54). Diese zentralen Gebiete sind aber die Zonen größter Sedimentmächtigkeit. Es ergibt sich also, daß die Einengung nicht dort am größten ist, wo die mesozoische Absenkung ihren höchsten Wert erreicht, sondern daß das Ausmaß des Zu-

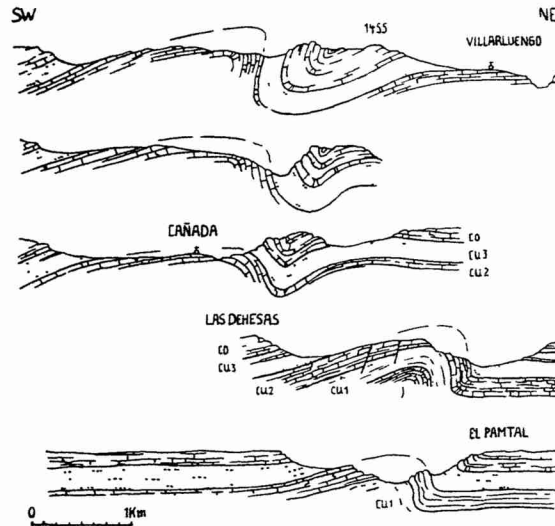


Abb. 54. Schwache Faltung und geringe NE-Vergenz der gestaffelten Falten im Osten der Terulensischen Scheitelung [F 9].
j Jura, cu₁ Wealden, cu₂ Urgon, cu₃ Oberalb, co Oberkreide.

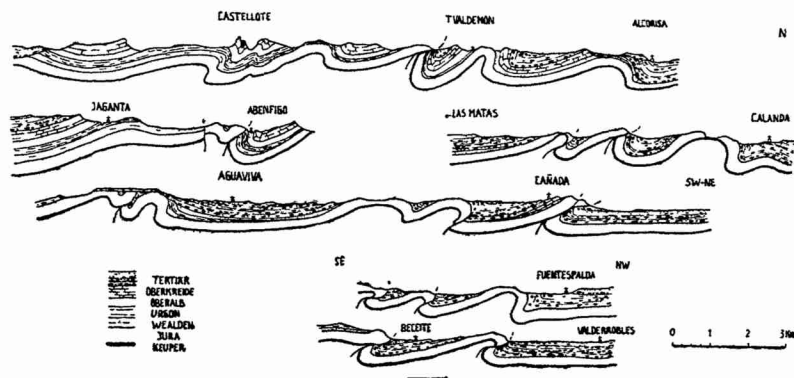


Abb. 55. Starke Faltung und ausgeprägte Vergenz der Niederaragonischen Ketten in der Nähe des Ebro-Beckenrandes.
Man beachte die starke Mächtigkeitsabnahme der mesozoischen Sedimente nach Norden.

sammenschubs mit dem Mächtigkeitgefälle wächst. Am Trogrand ist die Einengung am größten. Besonders klar kommt dies in dem engen Faltenbau der Niederaragonischen Ketten (Abb. 55) und in der Umrandung der Schwelle von Ateca—Montalbán zum Ausdruck⁶⁴).

Auch der Unterschied im Ausmaß der orogenen Bewegungen ist also schon in der epirogenen Geschichte des Gebirges vorzeichnet.

II. Die Beziehungen des Faltungsbildes zum Bau des variszischen Grundgebirges.

Das Keltiberische Orogen folgt einigermaßen den Strukturen des variszischen Grundgebirges. Wie ein Vergleich der Abb. 53 mit Fig. 9 der Tafel 2 zeigt, ist nicht nur die Gesamterstreckung der Faltenzüge, sondern auch die eigenartige Knickung des Streichens in der Guadarrama beiden gemeinsam. Ebenso ist die Scharung der Katalonischen und Iberischen Ketten bereits im Bauplan des Grundgebirges angedeutet. Mit der Nord-Süd-Richtung der vereinten variszischen Stämme könnte die Nord-Süd-Erstreckung des Terulensischen Beckens, der Javalambre-Achse [F 8—G 7], der Triashorste im Nordwesten der Provinz Valencia sowie der Tertiärsenke von Ademuz—Mira [G 7—H 6] in Zusammenhang gebracht werden.

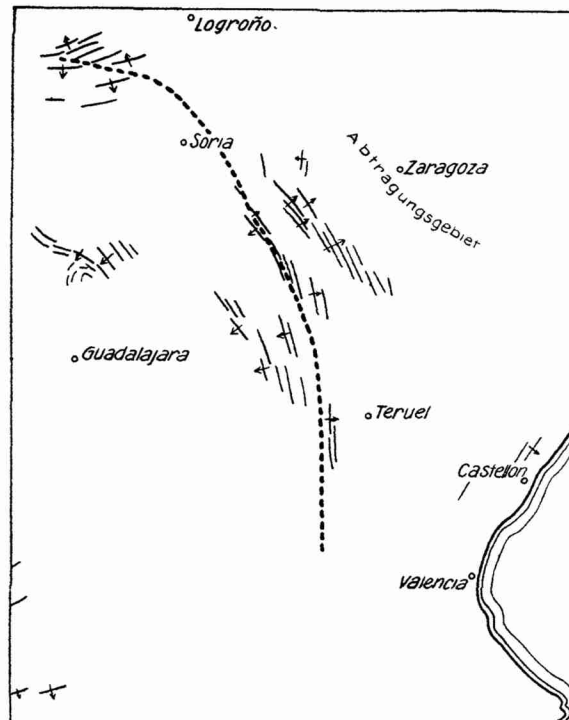
Im einzelnen sind freilich zahlreiche Abweichungen im Bauplan festzustellen. Selbst in den Iberischen Ketten, wo die Richtung des jungen Gebirges zunächst posthum zur variszischen Struktur zu sein scheint, streichen die tertiären Achsen ein wenig mehr nach Westen. Größer ist die Reneganz in den Hesperischen Ketten (wenn auch manche junge Störungszone der alten Nord-Süd-Richtung folgt). Anscheinend nicht angedeutet in der variszischen Tektonik ist die W—E-Richtung zwischen Teruel und dem südlichen Ebro-Becken.

Trotz dieser Unterschiede im Kleinen ist aber im Großen eine gewisse Ähnlichkeit zwischen dem Bauplan des variszischen und des jungen Gebirges nicht zu verkennen. STILLE (1931) hob bereits

⁶⁴) Leider läßt sich nicht erkennen, ob auch die Altomira-Kette an eine ähnliche Mächtigkeitsdifferenz der mesozoischen Sedimente gebunden ist. — Vielleicht kann der sehr flache Anstieg zur Schwelle von Castellón erklären, warum nicht auch sie von Falten umgürtet wird.

hervor, daß die Scheitelzonen beider Gebirge räumlich einigermmaßen zusammenfallen.

Bemerkenswert scheint uns weiterhin, daß offenbar schon in der sedimentären Vorgeschichte des Variszikums Züge aus der



----- Lage des Scheitels

Abb. 56. Streichrichtungen und Vergenzen des variszischen Grundgebirges in Keltiberien (nach LOTZE und SCHRIEL).

Vgl. hierzu Tafel 2, Fig. 9!

mesozoischen Epirogenese Keltiberiens auftauchen. Kommt doch nach LOTZE (1929 S. 61 f.) die Schüttung im höheren Unterkambrium der Iberischen Ketten von Osten, also vielleicht von dem gleichen Hochgebiet, das sich im Mesozoikum als Aragonische Masse so deutlich bemerkbar macht!

Es ist also die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß in Keltiberien die Entstehung des variszischen Gebirges, die Anlage und Entwicklung des mesozoischen Troges und die Auffaltung der jungen Ketten auf einander ähnliche Bewegungsvorgänge in der tieferen Erdkruste zurückzuführen sind.

Rückblick.

Die Keltiberischen Ketten, ein selbständiges Orogen niederer Ordnung.

Die vorstehenden Ausführungen suchten die epirogene Vorgeschichte und den Faltenbau der Keltiberischen Ketten zu klären, um die Frage beantworten zu können, ob und inwieweit das orogene Bewegungsbild des Keltiberikums epirogen vorgezeichnet ist.

I.

Die Analyse der epirogenen Vorgeschichte ergab, daß die Keltiberischen Ketten aus einem seichten Spezialtrog hervorgegangen sind, der im Mesozoikum die Pyrenäen-Geosynklinale mit der des Betikums verband. Er wurde von dem „Kastilischen“ Hochgebiet im Westen begrenzt und von der „Aragonischen Masse“ im Osten. Grenzen und Gliederung des Troges änderten sich zwar von Formation zu Formation in geringen Ausmaßen, blieben aber ihrer Lage nach während des gesamten Mesozoikums im Wesentlichen die gleichen.

Schon in der Unteren Trias (Taf. 2, Fig. 1) ist die Aufteilung des Keltiberischen Sedimentationsraumes in Becken und Schwellen zu erkennen, die im Streichen des Troges liegen. Eine Zone geringmächtiger Buntsandstein-Sedimente von grobklastischer Fazies, die „Schwelle von Ateca—Montalbán“, trennt zwei Gebiete beträchtlicher Sedimentation voneinander: das Becken von Molina—Sagunt im Südwesten und das Moncayo-Becken im Norden. Eine gips- und tonreiche Rötfazies ist auf diese Senken beschränkt.

Ähnlich, aber nicht so ausgeprägt, sind die Mächtigkeitsunterschiede des Muschelkalkes. In den Keltiberischen Trog dringen von Südosten her auch alpine Faunenelemente ein.

Im Keuper weitet sich der Ablagerungsbereich (s. Taf. 2, Fig. 2). Die Sedimentationsbedingungen werden einförmiger. Die Eruptionen der Grünen Gesteine bleiben aber auf den eigentlichen Trog und in diesem wieder auf die Spezialbecken (der Buntsandstein-Zeit) beschränkt (vgl. Fig. 1 und 2 der Taf. 2).

Im Jura werden der Trog und seine Randgebiete gleichmäßig von marinen Kalken eingedeckt. Nur zeitweise deutet sich noch die Kastilische Masse durch Schüttung klastischen Materiales an. Im Oberen Jura sinkt vor allem der südöstliche Trogteil ein.

Erst im Anschluß an jungkimmerische Bewegungen, die zu einer verstärkten Heraushebung der Kastilischen und Aragonischen Masse führten, bildeten sich im Portland und im Wealden wieder zwei große Spezialbecken aus, die annähernd mit den untertriadischen Senken zusammenfallen (s. Taf. 2, Fig. 3). Sie sind als tiefe Buchten der Geosynklinalmeere von den westlichen Pyrenäen einerseits und dem östlichen Betikum andererseits aufzufassen. Durch die alte Mittelschwelle von Ateca—Montalbán wurden sie ganz oder doch größtenteils voneinander abgeriegelt. In den Buchten sammelte sich der Schutt der aufsteigenden benachbarten Massen. Es kamen — vorwiegend klastische — festländische bis brackische Sedimente zur Ablagerung, die sich geosynklinalwärts mit marinen Kalken verzahnen.

Vor dem Barrême-Unter-Apt fanden abermals schwache Bewegungen statt. Wiederum wurden Kastilische und Aragonische Massen ein wenig gehoben. In das sinkende „Terulensische Becken“ drang das Meer ein und lagerte mächtige marine Kalke und Mergel ab, die auch weit über den Ostrand des Troges hinausgreifen („Urgon“). Das Beckentiefste ist durch eisenreiche Sedimente ausgezeichnet. Im Moncayo-Becken dauerte während dieser Zeit die brackische Sedimentation offenbar noch fort (s. Taf. 2, Fig. 4).

Zwischen Unter- und Oberalb sind austrische Bewegungen nachweisbar, die posthum zu den jungkimmerischen verliefen, sich aber durch größere Intensität auszeichnen (s. Taf. 2, Fig. 5). Die Ateca-Schwelle wurde zu zwei Sätteln umgestaltet (Sättel von Ateca und von Montalbán). Dabei rissen auch Brüche auf.

Nach dieser schwachen Orogenese erweiterte sich im Oberalb der Sedimentationsraum erheblich. Große Randgebiete der Kastilischen Masse wurden mit Kaolinsanden überschüttet. Kohlenflöze weisen auf ausgedehnte Vermoorungen hin. Doch erreicht die Mächtigkeit der Ablagerungen auf dem „Kastilischen Schelf“ bei weitem nicht die des Terulensischen Beckens (Spezialsenken von Miravete und Castellote). Aus diesen sinkenden Räumen wurde das Meer nicht verdrängt. Hier wie im Moncayo-Becken verzahnen sich die bauxit- und kohlenreichen Sedimente, die den Fuß der Aragonischen Masse umsäumen, mit marinen Einschwemmungen. Die Mächtigkeitsschwankungen des Oberalb (s. Taf. 2, Fig. 6) zeigen, daß damals die Tendenz der schwachen austrischen Orogenese noch nicht erloschen war, sondern in posthumer Undationen ihre Fortsetzung fand.

Die marinen Kalke der Oberkreide bedecken gleichförmig das ganze Gebiet, ohne daß bisher zwischen Oberalb und Cenoman

Bewegungen nachgewiesen werden konnten. Nur in der Mächtigkeit, die im Terulensischen Becken auf über 400 m anschwillt, ist die fortschreitende Senkung des Beckentiefsten angedeutet.

Sie ist auch zu Beginn des Alttertiärs noch erkennbar. Denn während im Trog — mit Ausnahme der Sättel von Ateca und Montalbán — allerorts die Oberkreide (in den zentralen Teilen sogar noch das Dan) erhalten ist, greift das ältere Tertiär in den Randgebieten des Keltiberischen Troges auf das Grundgebirge der Aragonischen und Kastilischen Masse über (s. Taf. 2, Fig. 7).

Fazies- und Mächtigkeitsverhältnisse des Paläogens zeigen jedoch, daß während des Alttertiärs das bisherige Sedimentationsgebiet Keltiberiens emporgewölbt wird und die ehemaligen Hochgebiete (Kastilische und Aragonische Masse) im Verhältnis zur mesozoischen Epirogenese überraschend schnell und tief einsinken. Als Randsenken zu beiden Seiten des aufsteigenden keltiberischen Orogens bilden sich im Alttertiär Duero-, Tajo- und Ebro-Becken. In ihnen sammelt sich der Schutt des Gebirges zu erheblicher Mächtigkeit.

Zwischen Alt- und Jungtertiär erfolgte die Hauptfaltung. Es entsteht ein Strang von im allgemeinen NNW-SSE-verlaufenden Falten. Über diesen Faltenbau greift das Jungtertiär diskordant hinweg.

Im älteren Jungtertiär war die Reliefenergie noch recht groß. Die Abtragung des Gebirges und die Ablagerung des Schuttes in den Senken schritten rasch voran. — Allmählich erlahmte die Reliefenergie. Zu Beginn des Pliozäns waren die Höhenunterschiede einigermaßen ausgeglichen. So konnten die Süßwasserkalke des Pont über weite Gebiete des eingeebneten keltiberischen Gebirges hinweggreifen.

Die postmiozäne Orogenese, die besonders in den großen Randsenken nachzuweisen ist, hat für den Bau der Keltiberischen Ketten kaum mehr Bedeutung; sie ist aber insofern von Interesse, als sie zeigt, daß die Faltung beckenwärts bzw. gegen den Vorlandsrahmen wandert.

Aus der verschiedenen Höhenlage des Pont ergibt sich eine weitspannige Aufwölbung der Keltiberischen Ketten in jüngster Zeit. Dieses posthume Aufsteigen des totgefalteten und eingeebneten Keltiberikums schuf durch die Neubelebung der Erosion das heutige Gebirge.

II.

Das Faltungsbild der Keltiberischen Ketten erfuhr nach der prämiozänen Orogenese keine wesentlichen Veränderungen mehr.

Im Gegensatz zu der oft recht intensiven Faltung der Ketten ist der Untergrund der Randsenken relativ wenig gestört. An den Beckenrändern ist es häufig zu Überschiebungen und Überfaltungen gekommen. Immer ist dabei die Bewegung beckenwärts gerichtet, d. h. gegen den gesunkenen Raum.

Im Faltenstrang der eigentlichen Ketten führte die verschiedene Mobilität der abgelagerten Sedimente zu einem großartigen Beispiel disharmonischer Faltung (s. Abb. 46, S. 94). Im obersten Stockwerk (Kreide—Jura) kam es zu einer einigermaßen bruchlosen Faltung. Darunter, in der höheren Trias, überwiegen flache Abscherungen und Überschiebungen. Im tiefsten aufgeschlossenen Stockwerk (Untere Trias und Paläozoikum) wurde die Einengung vorwiegend dadurch erreicht, daß große, flach gewölbte Schollen („Sattelschollen“) an schmalen Bruchzonen dachziegelartig steil aufeinander geschoben wurden.

In manchen Gebieten werden die meist NNW-streichenden Achsen von quergerichteten ENE-verlaufenden Sätteln gekreuzt. Aus der Art der Vergitterung ergibt sich die Gleichzeitigkeit beider Faltungsrichtungen.

Die Keltiberischen Ketten sind ein zweiseitiges Orogen. Man unterscheidet deutlich einen nördlichen Stamm überwiegend Nord-Vergenz von einem südlichen Stamm vorherrschender Süd-Vergenz. Dazwischen ist eine Scheitelung ziemlich genau festzulegen.

Im südöstlichen Teil Keltiberiens spielen antithetische Küstenabbrüche von nordöstlicher Richtung eine gewisse Rolle. Sie stehen wohl mit der Einsenkung der betisch-balearischen Vortiefe in Zusammenhang und sind damit für die keltiberische Tektonik ein fremdes Element.

III.

Zwischen der epirogenen Vorgeschichte und dem orogenen Bewegungsbild der Keltiberischen Ketten bestehen zahlreiche Beziehungen.

Das Streichen des Orogens fällt mit der Längserstreckung des Keltiberischen Troges zusammen. Auch im einzelnen schmiegen sich die Falten eng an die Umrisse der alten Massen an. Ebenso erklärt sich die Querschiebung und das „abnorme“ Streichen mancher Achsen ungezwungen als ein Herumfließen der Falten um die Gebiete der mesozoischen Schwellen.

Besondere Bedeutung kommt dem Vergleich der Vergenzen mit der epirogenen Entwicklung zu. Erlaubt er doch, die Ver-

genzen zu erklären. Es ergibt sich folgendes: Die Bewegungen sind in erster Linie gegen die alten Massen bzw. die Schwellen innerhalb des Troges gerichtet. Demgegenüber tritt die Überfaltung sinkender Räume zurück, so wichtig sie auch für lokale Verhältnisse ist. Meist bestimmen allerdings beide Motive die Vergenz, da unter den jungen Randsenken ja die alten Massen liegen. Der zweiseitige Bau des keltiberischen Orogens ist also als Überfaltung sinkender Vorländer zu deuten.

In weiterer Entfernung von dem einstigen Trogrand sind die Vergenzen weniger ausgeprägt. Die Scheitelung des Gebirges fällt etwa mit der Trogmitte zusammen.

Auch die Intensität der Einengung nimmt in den inneren Teilen der Ketten ab. Am dichtesten drängen sich die Falten dort, wo das Mächtigkeitsgefälle vom Trog zum Vorland am größten ist, also am Rand der Keltiberischen Ketten.

Das Streichen und die Vergenz der Falten, die Lage des Scheitels, die Intensität des Zusammenschubes — alle diese orogenen Elemente liegen also in der epirogenen Vorgeschichte des Keltiberikums schon bis in Einzelheiten begründet.

Betrachten wir nun noch die Stellung der Keltiberischen Ketten im Bilde Spaniens.

Die Absenkungsbeträge des Keltiberischen Troges stehen — wenigstens im jüngeren Mesozoikum — denen der betischen und pyrenäischen Geosynklinale weit nach. Es fehlen dem Keltiberikum Flyschfazies und -mächtigkeit. Seine epirogene Vorgeschichte entspricht — abgesehen von den Grünen Gesteinen der Oberen Trias (Ophite) —, vielmehr der des Niederdeutschen Beckens⁶⁵). Das gleiche gilt für die orogene Entwicklung. Die Keltiberischen Ketten sind kein Deckengebirge wie die Alpen. Sie zeigen nicht einmal Überschiebungen in dem Ausmaß wie das Betikum auf Mallorca und gewisse Teile der Pyrenäen. Andererseits sind sie aber auch nicht ein Blockgebirge vom Typus Sardiniens und stellen zweifellos etwas anderes dar als die Katalonischen Ketten, so innig sie auch mit ihnen verwachsen scheinen.

Die Keltiberischen Ketten ähneln in ihrem Bau vielmehr dem Schweizer Jura bzw. manchen Teilen Niederdeutschlands. Hier

65) Hier wie dort erreichte die mesozoische Absenkung einen durchschnittlichen Betrag von 2,5 bis 3 km.

wie dort treten uns weit verfolgbare Sattelachsen entgegen, die durch ungleich breitere und relativ ungestörte Mulden getrennt werden (Ejektivfaltung STILLE's). Den überkippten und flach überschobenen Sätteln der Niederaragonischen Ketten entspricht der Bau des Osning. Auch hier ist ja die Bewegung gegen den Rahmen gerichtet und das orogene Bild epirogen vorgezeichnet.

Es ergibt sich also, daß die Keltiberischen Ketten als ein Orogen niederer Ordnung aufzufassen sind⁶⁶⁾. Dem entsprechen anscheinend auch die Schwereverhältnisse. Wie dem betischen und pyrenäischen Orogen, so folgt auch dem Keltiberikum eine Zone der Unterschwere, die aber doch relativ sehr gering ist.

Wenn also auch die Keltiberischen Ketten nur ein unbedeutendes Orogen darstellen, so läßt sich doch hier viel klarer als in den tief aufgefalteten, magmadurchtränkten großen Orogenen einmal der ganze Werdegang eines Gebirges von seiner epirogenen Anlage und Entwicklung an über die orogene Auffaltung bis zu seiner posthunen Aufwölbung verfolgen und der kausale Zusammenhang verstehen.

66) Vgl. BRINKMANN 1931.