

Werk

Titel: Über westmediterrane Gebirgzusammenhänge (Beitrag zur Geologie der westlichen Me...

Autor: Stille, Hans

Jahr: 1927

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_0012|log22

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

ABHANDLUNGEN
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE, NEUE FOLGE BD. XII, 3

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE
DER WESTLICHEN MEDITERRANGEBIETE

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN

VON
HANS STILLE

No. 1

ÜBER WESTMEDITERRANE
GEBIRGSZUSAMMENHÄNGE

VON

HANS STILLE



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1927

**Abhandlungen
der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen**

Mathematisch-physikalische Klasse / Neue Folge

- | | |
|--|---|
| <p>I. Bd. No. 1. Koenen, A. v., <i>Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun</i>. Mit 4 Tafeln. 4°. (48 S.) 1897. 5 RM. Nachtrag dazu. 4°. (S. 49-65 mit Tafeln V-VII.) 1898. 3 RM.</p> <p>I. Bd. No. 2. Brendel, Martin, <i>Theorie der kleinen Planeten</i>. Erster Teil. 4°. (171 S.) 1898. 16 RM.</p> <p>I. Bd. No. 3. Schur, W., <i>Ableitung relativer Orter des Mondes gegen die Sonne aus heliometrischen Messungen von Sehnenlängen ausgeführt auf der Sternwarte zu Göttingen während der partiellen Sonnenfinsternisse von 1890 Juni 16/17 (Beobachter: Schur, Ambronn u. Hayn) und von 1891 Juni 6 (Beobachter: Schur)</i>. Mit 3 Plänen der Sternwarte nebst Verzeichnis der grösseren Instrumente. 4°. (26 S.) 1898. 3 RM.</p> <p>I. Bd. No. 4. Sohur, W., <i>Vermessung der beiden Sternhaufen δ und α Persei mit dem sechszölligen Heliometer der Sternwarte in Göttingen verbunden mit einer Uebersicht aller bis zum Jahre 1900 ausgeführten Instrumentaluntersuchungen</i>. Mit einer Sternkarte. 4°. (88 S.) 1900. 9 RM.</p> <p>II. Bd. No. 1. Wiechert, E., <i>Theorie der automatischen Seismographen</i>. 4°. (128 S.) 1903. 8 RM.</p> <p>II. Bd. No. 2. Kramer, Julius, <i>Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hekubatypus</i>. 4°. (153 S.) 1902. 15 RM.</p> <p>II. Bd. No. 3. Furtwängler, Ph., <i>Ueber das Reciprocitätsgesetz der h^m Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet</i>. 4°. (82 S.) 1902. 6 RM.</p> <p>II. Bd. No. 4. Prasad, G., <i>Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat</i>. 4°. (68 S.) 1903. 6 RM.</p> <p>III. Bd. No. 1. Ehlers, E., <i>Neuseeländische Anneliden</i>. I. Mit 9 Tafeln. 4°. (79 S.) 1904. 10 RM.</p> | <p>III. Bd. No. 2. Koenen, A. v., <i>Ueber die Untere Kreide Helgolands und ihre Ammonitiden</i>. Mit 4 Tafeln. 4°. (63 S.) 1904. 4 RM.</p> <p>III. Bd. No. 3. Schur u. Ambronn, <i>Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsold'schen 6zöll. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen</i>. 4°. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 12 RM.</p> <p>III. Bd. No. 4. Brendel, M., <i>Theorie des Mondes</i>. 4°. (97 S.) 1905. 7 RM.</p> <p>III. Bd. No. 5. Linke, F., <i>Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten</i>. Mit 4 Tafeln. 4°. (30 S.) 1904. 6 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 1. Schwarzschild, K., <i>Untersuchungen zur geometrischen Optik</i>. I. Einleitung in die Fehlertheorie optischer Instrumente auf Grund des Eikonalgrieffs. Mit 6 Fig. 4°. (31 S.) 1905. 2 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 2. Schwarzschild, K., <i>Untersuchungen zur geometrischen Optik</i>. II. Theorie der Spiegelteleskope. Mit 9 Fig. 4°. (28 S.) 1905. 2 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 3. Schwarzschild, K., <i>Untersuchungen zur geometrischen Optik</i>. III. Ueber die astrophotographischen Objektive. Mit 10 Fig. 4°. (54 S.) 1905. 4 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 4. Verworn, M., <i>Die archaolithische Kultur in den Hipparionschichten von Aurillac (Cantal)</i>. Mit 5 Taf. 4°. (56 S.) 1905. 4,50 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 5. Meyermann, B., <i>Vermessung der Umgebung des Orionnebels</i>. 4°. (47 S.) 1906. 3,50 RM.</p> <p>V. Bd. No. 1. Kohlschütter, E., <i>Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition v. J. 1899 u. 1900</i>. I. Mit 16 Taf. u. 8 Fig. i. Text. 4°. (VIII u. 229 S.) 1907. 26 RM.</p> <p>V. Bd. No. 2. Schwarzschild, K., <i>Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905</i>. Mit 5 Taf. 4°. (73 S.) 1907. 6 RM.</p> <p>V. Bd. No. 3. Kramer, J., <i>Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus</i>. 4°. (154 S.) 1907. 14 RM.</p> |
|--|---|

Fortsetzung auf der 3. Umschlagseite.

ABHANDLUNGEN
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE. NEUE FOLGE. BD. XII, 3

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE
DER WESTLICHEN MEDITERRANGEBIETE

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN

VON

HANS STILLE

No. 1

ÜBER WESTMEDITERRANE
GEBIRGSZUSAMMENHÄNGE

VON

HANS STILLE



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1927

Vorgelegt in der Sitzung am 10. Dezember 1926.

25 40 14²
28. 10 525.

Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner) in Göttingen.

Inhalt.

	Seite
I. Allgemeines über „Gebirgszusammenhänge“ und über „Leitlinien“	1
II. Die Begriffe „alpidisch“ und „vorländisch“	10
1. Alpidische und vorländische Orogenesen	10
2. Alpidische und vorländische Sedimentationsräume	14
3. Vortiefen und Wandern der Faltung zu ihnen hin als alpidische Merkmale	16
4. Vulkanologische Kriterien	17
III. Das Pyrenäenproblem	18
1. Alpidische und außeralpidische Merkmale in den Pyrenäen	18
2. Die verschiedenen Auffassungen über die Stellung der Pyrenäen innerhalb der westmediterranen Gebirge	21
3. Die Pyrenäen als zweiseitiges, in sich geschlossenes Sekundarorogen	23
IV. Die Struktur der Celtiberischen Ketten	29
1. Untersuchungen von J. TRICALINOS im Gebiete der Hesperischen Ketten	29
2. Untersuchungen im Bereiche der Iberischen Ketten	31
a) Profile aus dem Gebiete zwischen Calatayud und La Almunia	31
b) Die Gegend von Montalban	34
3. Die Vorlandsstruktur der Celtiberischen Ketten	36
V. Parallelen zwischen der mitteleuropäischen und der iberischen Vorlandstektonik	40
1. Bemerkungen über das Alter der alpidischen und außeralpidischen Faltungen in Mitteleuropa und Spanien	40
2. Bemerkungen über die Überschiebungsrichtungen in der celtiberischen und saxonischen Tektonik	44
3. Bemerkungen zur südost-nordwestlichen (hercynischen) Richtung der jüngeren Orogenesen in den celtiberischen Ketten und in anderen Vorländern der Alpen	45
VI. Sonderstellung des Pyrenäengebietes in Bezug auf die vormesozoischen Faltungen?	49
1. Die Frage der kaledonischen Faltung der Iberischen Halbinsel	49
2. Die variscischen Faltungen der Iberischen Halbinsel	51
3. Sonderstellung der Pyrenäen bei der variscischen Faltung?	52
4. Zusammenhang zwischen der Sonderstellung des Pyrenäengebietes bei der variscischen Faltung und ihrer Sonderstellung im alpidischen System?	53

	Seite
VII. Balearische Probleme	54
1. Die Altersverhältnisse der Faltungen auf den Balearen und die Stellung Menorcas zu Mallorca-Ibiza	54
2. Zur Frage der Stellung der Balearen im westmediterranen Falten-system	59

Textfiguren.

Fig. 1. Westmediterrane Gebirgszusammenhänge	22
a) nach E. SUESS	22
b) nach P. TERMIER	22
c) nach L. KOBER	22
d) nach R. STAUB	22
e) nach H. STILLE	22
Fig. 2. Querprofil durch die Sierra Alta nordwestlich Molina de Aragon (Hesperische Ketten)	30
Fig. 3. Schematisches Profil durch das Senkungsfeld von El Frasno zwischen Calatayud und La Almunia (Iberische Ketten)	32
Fig. 4. Schematisches Profil durch das Bruchfaltungsgebiet westlich von La Almunia (Iberische Ketten)	33
Fig. 5. Profil durch den Südflügel des Montalbaner Sattels westlich Montalban (Iberische Ketten)	35
Fig. 6. Profil durch den Südflügel des Montalbaner Sattels im Quertale des Rio de Palomar 1 $\frac{1}{2}$ km westlich Montalban (Iberische Ketten)	37
Fig. 7. Die Schubrichtungen und das Streichen der Falten auf den Balearen	57

I. Allgemeines über „Gebirgszusammenhänge“ und über „Leitlinien“.

Wenn nachfolgend von mediterranen „Gebirgszusammenhängen“ die Rede sein soll, so erscheint eine Vorerörterung darüber nötig, was überhaupt mit Gebirgs„zusammenhängen“ gemeint sei. Denn es ist mit Recht beklagt worden, daß Ausdrücke wie Gebirgs-„systeme“, „Leitlinien“ der Gebirge usw. gebraucht werden, ohne daß man hinreichend klar sagt, was man eigentlich unter ihnen verstehe. So hat E. TIETZE¹⁾ nicht Unrecht darin, daß auch E. SUESS, der viel von „Leitlinien“ der Gebirgsketten gesprochen hat, nie recht gesagt habe, was die Leitlinie eigentlich sei. Nur den Zweck der Leitlinien, nämlich die „naturgemäße Vereinigung der Faltenzüge zu noch größeren Einheiten“ oder die Ermittlung „des von der Natur auf das Antlitz der Erde geschriebenen Planes“, habe E. SUESS nachdrücklich hervorgehoben. Auch DIENER hat, worauf TIETZE verweist, in einem Referate über den 3. Band des SUESS'schen „Antlitz der Erde“ die Definition des Begriffes „Leitlinie“ vermißt²⁾. Nach DIENER würde man der Meinung von SUESS wohl am nächsten kommen, wenn man die Leitlinie eines Gebirges als Ausdruck seines mittleren Streichens bezeichnete; doch „mittleres Streichen“, so sagt TIETZE, ist ein sehr dehnbarer Begriff, wie das Beispiel der bogenförmig verlaufenden Karpathen zeigt. Diese Bemängelung der DIENER'schen Definition, die TIETZE im Hinblick auf die so häufige Bogenform der Gebirge ausspricht, würde wohl hinfällig werden, wenn man nicht vom „mittleren Streichen“ kurz hin, sondern vom jeweiligen mittleren Streichen sprechen würde. Ganz recht hat TIETZE darin, daß der Definition des Begriffes Leitlinie zunächst eine Verständigung über die Grundsätze, nach denen die Ketten zu einem „System“ oder ver-

1) TIETZE, Einige Zeilen über ED. SUESS, Jahrb. K. K. Geol. Reichsanst. Bd. 66, 1916, S. 333 ff.

2) Mitt. K. K. Geogr. Ges. Wien 1901, S. 275.

schiedenen „Systemen“ zusammenzufassen sind, vorausgehen müßte. Er verweist auch auf PHILIPPSON'S Äußerung (Peterm. Mitt. 1914, II. Halbband, S. 74), daß noch niemand genauer definiert habe, was unter Gebirgs„systemen“ und dem Zusammenhange solcher zu verstehen sei. „Auch E. SUESS“, so sagt PHILIPPSON, „dessen klassisches Werk im wesentlichen die Darstellung der Gebirgszusammenhänge zum Ziele hat, vermeidet doch völlig irgendeine Definition dieser Begriffe. Was ist entscheidend für den Zusammenhang der Faltengebirge: Die Gesteine und die Geschichte der Ablagerungen? Das Alter der Faltung, die Streichrichtung der Faltung? Der topographische Zusammenhang? So lange man sich darüber nicht klar geworden ist, halte ich es für ziemlich müßig, über die Zusammenfassung oder Trennung der einzelnen Gebirgssysteme zu streiten“.

Gewiß kann man Falten zu Systemen in recht verschiedener Weise zusammenfassen. So sind als Faltenssysteme oft genug morphologische Einheiten bezeichnet worden. Aber so sehr auch in vielen Fällen und namentlich bei jüngeren „Systemen“ genetisch zusammengehörige Falten als morphologische Einheiten auftreten mögen, so gibt es doch auch Fälle genug, — und solche besonders bei älteren Faltungen —, in denen der Verlauf der Falten durchaus nicht mit dem Verlauf der morphologischen Einheiten zusammenfällt. Was nun das Alter der Falten als Kriterium für ihre Zusammenfassung zu Systemen anlangt, so braucht ja nur daran erinnert zu werden, daß ein Gebirge nicht das Ergebnis eines einmaligen orogenen Aktes, sondern mehrerer solcher zu sein pflegt, und daß die verschiedenaltigen Faltungen sich auch räumlich innerhalb eines Gebirges sondern können. Somit würden bei strenger Unterscheidung nach Faltungsalter Teile ein und desselben Gebirges zu verschiedenen Gebirgssystemen gestellt werden müssen. Ich erinnere dabei an die Erscheinung des zonaren Wanderns der Faltung, infolge deren innere Teile eines Gebirgszuges eine frühere Faltung erfahren haben als mehr nach außen gelegene. Aber man wird doch z. B. nicht in Zweifel ziehen wollen, daß die Molassefalten ein Teil des Alpenfaltungssystemes und daß die Faltungen der Subvariscischen Vortiefe in Rheinland-Westfalen, Belgien, Nordfrankreich usw. ein Teil des variscisch-armorikanischen Gebirgssystemes sind. Neben einem solchen „Anbau“ der Gebirge (Verbreiterung derselben!) besteht aber auch die Erscheinung des „Fortbaues“ derselben, d. h. der Verlängerung der Faltung im Streichen in vorher nicht gefaltete Zonen hinein. Und soll man nicht mehr von „Systemen“ sprechen, wenn die erste Anlage des

einen Theiles früher erfolgt ist als die des anderen? Gehören etwa Ostalpen und Westalpen nicht zum gleichen „System“, trotzdem die alpidische Faltung in den Ostalpen schon intrakretazisch („austrisch“) stark eingesetzt hat, während diese ältere Faltung nach Westen hin sich verschwächt und im überwiegenden Theile der Westalpen gefehlt zu haben scheint?

Während also meines Erachtens die Entstehung der Faltungszonen in gleichen Faltungsphasen nicht als Vorbedingung für die Zusammenfassung zu einem System zu fordern ist, möchte ich allerdings glauben, daß man unter einem System nur solche Faltungen begreifen darf, die wenigstens aus der gleichen Faltungsära stammen.

Dazu ist folgendes zu sagen.

MARCEL BERTRAND und EDUARD SUSS haben ja in der nachkambrischen Zeit drei große Hauptfaltungen, zunächst in Europa, unterschieden, nämlich die kaledonische, die variscische („hercynische“ der französischen Literatur) und die alpidische. Aber es stellte sich dann heraus, daß es weit mehr Faltungszeiten gibt, als zunächst angenommen worden war, und daß in diesem Sinne die kaledonische, variscische und alpidische Faltung sich in mehreren „Phasen“ ereignet haben; und es ergab sich weiter, daß orogene Vorgänge auch in den die großen Faltungen nach früherer Auffassung trennenden Zeiten, so z. B. auch im Mesozoikum, aufgetreten und zum Teil recht bedeutungsvoll gewesen sind. Namentlich aus letzterer Sachlage ergab sich die Schwierigkeit der gegenseitigen Abgrenzung der kaledonischen, variscischen und alpidischen Faltungs„ären“ voneinander.

Aber es scheint, worüber ich mich an anderer Stelle eingehender aussprechen werde, daß für die Unterscheidung der drei großen Faltungsären eine Basis auch in den Vorlandsverhältnissen der Faltungen gegeben ist. Für viele Erdgebiete trifft nämlich zu, daß innerhalb einer Ära, d. h. von Phase zu Phase, die Vorlandsverhältnisse einigermaßen gewahrt geblieben sind und infolgedessen auch eine weitgehende Posthumität unter den Faltungen herrscht, während von Ära zu Ära erhebliche Veränderungen der Vorlandsverhältnisse (besonders Vorlands Erweiterungen) vorliegen, so daß sich die in ihrem Verlaufe durch Lage und Kontur der Vorländer bedingten Falten der beiden Ären sehr häufig überschneiden. Diese im Gegensatz zur Gleichgerahmtheit der Faltungen ein und derselben Ära stehende Andersgerahmtheit der Faltungen von Ära zu Ära tritt ja für Europa in dem von mir früher gegebenen tektonischen Bilde dieses

Erdteiles („Grundfragen der vergleichenden Tektonik“, 1924, Fig. 1, S. 233) hervor. Vorland für die kaledonischen Faltungen, die sich im wesentlichen im Norden Europas abgespielt, aber ihre Spuren auch weiter südlich und bis hinein in die mediterranen Gebiete hinterlassen haben, waren die ureauropäischen Konsolidationsbezirke Eria und Fennosarmatien. Demgegenüber war das Vorland der variscischen Faltungen sehr verändert, da Eria und Fennosarmatien durch das kaledonisch konsolidierte Paläoeuropa verschweißt worden waren und damit nunmehr im Norden der variscischen Faltungen ein aus Eria, Paläoeuropa und Fennosarmatien bestehender Außenrahmen bestand. Und die alpidische Faltung besaß wieder ein ganz anderes, nämlich das aus Ureuropa + Paläoeuropa + Mesoeuropa bestehende Vorland. Diese Veränderung der Vorländer von Ära zu Ära ist hervorgerufen durch die mit und im Gefolge der Faltungen eingetretene Konsolidation, die weitere Faltungen, wenigstens alpinotype — und nur auf solche kommt es jetzt an —, unmöglich machte.

Sind aber die Vorländer und besonders deren Konturen bedingend für den Verlauf der Faltungen und darf man auf Grund der Veränderungen der Vorlandsverhältnisse Faltungsphasen zu Ären vereinigen, so liegt es bei dem Versuch, auf genetischer Grundlage „Faltensysteme“ auszuscheiden, eben nahe, daß man zur Vorbedingung der Zusammenfassung zu einem „System“ zwar nicht die Gleichheit der Faltungsphasen, wohl aber die Zugehörigkeit zur gleichen Faltungsära macht. Damit können natürlich in ein und demselben Raume zwei oder gar drei Faltungs„systeme“ stecken, die einander zeitlich gefolgt sind. So sind die Alpen gewiß in erster Linie ein Teil eines jungen Faltungssystemes; aber sie umschließen doch auch Reste eines variscischen.

Gewiß könnte man nun innerhalb einer Ära zu einem „System“ diejenigen Falten zusammenfassen, die ein und derselben Geosynklinale entstammen; so wird ja auch verfahren, indem man z. B. vom mediterranen Falten„systeme“ als der Summe der Faltungen im Raume der mesozoisch-känozoischen Tethys spricht. Ein „System“ in diesem Sinne wäre also das zweiseitige Orogen KOBERS.

Die genetische Beziehung zwischen Geosynklinale („Muttergeosynklinale“) und Faltung ist ohne weiteres gegeben. Daneben besteht aber ganz offenbar auch eine genetische Beziehung zwischen den Faltenzonen und den stabilen Schwellen („Kratogenen“ KOBERS), die zunächst als Rahmen der Geosynklinalen in Erscheinung getreten und dann zu den Vorländern der Falten, die aus den Geo-

synklinalen aufsteigen, geworden sind. So sind die Kratogene die „Stammschwellen“ („Vaterschwellen“), die sich mit den Falten als ihren Abkömmlingen („Deszendenten“) umziehen, wobei im Ablauf der Ären eine Faltengeneration (Deszendenz) nach der anderen entstehen und unter Verschweißung mit den Kratogenen diese erweitern kann. Es ist nun zu überlegen, ob es richtiger ist, die Falten nach Orogenen im Sinne KOBERS, d. h. nach der Abstammung aus der gleichen Geosynklinale, oder nach Stämmen („Deszendenzen“), d. h. nach dem Zugeordnetsein zum gleichen Vorlande, zusammenzufassen. Ich habe mich hierüber in einem Vortrage auf dem 14. Intern. Geologen-Kongreß zu Madrid, betitelt „Stammbaum der Gebirge und Vorländer“, ausgesprochen, über den erst ein ganz kurzes Referat erschienen ist¹⁾, das die jetzt zu erörternden Verhältnisse nicht erwähnt. Da aber dieser Vortrag sicher nicht vor 1928 im Druck vorliegen wird, so läßt sich eine kurze Wiederholung einiger Ausführungen des Vortrages hier nicht vermeiden.

Ein typisches Orogen besteht ja aus zwei Stämmen entsprechend der Umgrenzung der Geosynklinale durch zwei Rahmen. So enthält das alpidische Orogen einen nördlichen („arktogenen“) Stamm, den KOBER den alpinen nennt, und einen südlichen („meridiogenen“), den KOBER als den dinarischen bezeichnet. Die Bezeichnung „alpin“ für den nördlichen Stamm habe ich durch „karpathidisch“ ersetzt; denn bei der Bezeichnung alpin sind Verwirrungen deswegen möglich, weil ja in den Alpen, wenigstens nach KOBERS und meiner Auffassung, beide Stämme stecken und weil die Bezeichnung alpidisch für die Gesamtheit der jüngeren Faltungen, auch über die Alpen hinaus, üblich geworden ist. Für den karpathidischen Stamm ist also das extraalpidische Europa, — das, wie wir oben gesehen haben, aus der Verschweißung vorkambrischer (ureuropäischer), kaledonischer (paleuropäischer) und variscischer (meseuropäischer) Konsolidationsgebiete hervorgegangen war —, für den dinaridischen die im Süden liegende Afrikanische Masse das Vorland gewesen. Nun sind diese Vorländer der beiden Stämme des mediterranen Orogens nur Teilstücke weit größerer Vorlandseinheiten, die sich bis zum Pazifik erstrecken. Und während die beiden Stämme in Europa und Südasien zu einem Orogen vereinigt sind, treten sie im östlichen Asien auseinander, indem der eine nach Norden, der andere nach Süden zieht und weiter östlich sich ein neues großes

1) H. STILLE, Der Stammbaum der Gebirge und Vorländer. XIV. Intern. Geol.-Kongr., Madrid 1926, Resumen de las comunicaciones anunciadas, S. 185.

Vorland, das pazifische, einstellt. Neue Orogene kann nunmehr jeder der im eurasiatischen Tethysgebiete zum mediterranen Orogen vereinigten beiden Faltungsstämme mit den peripazifischen Ketten eingehen.

So sehr, unter europäischem Gesichtswinkel betrachtet, Karpathiden und Dinariden eine Einheit bilden und damit das Orogen als Fundament großzügiger Gebirgssynthesen erscheint, so darf man doch nicht übersehen, daß die beiden Einzelstämme sich weiterhin von einander lösen.

So scheint mir das Orogen die sekundäre Einheit zu sein; die primäre Einheit ist der Stamm, und die zweiseitigen Orogene entstehen, wenn die Stämme einander genähert sind.

Damit erscheint das zweiseitige Orogen als Unterfall einer größeren gesetzlichen Beziehung, nämlich jener der Zugehörigkeit der Faltenkränze zu ihren Vorländern (Stammschwellen).

So spreche ich von Faltungs„stämmen“ und verstehe also unter einem „Stamm“ die Faltungen aus gleicher Ära, die das gleiche Vorland haben. In diesem Sinne sind Betische Kordillere und Pyrenäen, Nordalpen und Karpathen, Balkan und Krimgebirge, die pamirischen Falten Zentralasiens, das Werchojanski-sche Gebirge des nordöstlichen Asiens und endlich auch die Rocky Mountains „gleichstämmig“, denn sie alle sind an die Peripherie Makrolaurentiens gebunden und gegen Makrolaurentien ist überall die Faltung gerichtet. Andererseits sind gleichstämmig der ganze dinaridische Ast des alpidischen Orogens mit seinen Fortsetzungen in Südostasien, die gegen Australien gerichteten Faltungen in Kaledonien und Neuseeland, die Faltung der Anden, wie auch die jungen Falten der Antarktis; denn sie alle sind Deszendenten Makrogondwaniens.

Demgegenüber sind Karpathen und Dinariden „verschiedenstämmig“, trotzdem sie aus ein und derselben Geosynklinale entstanden sind und dem gleichen Orogen angehören.

Wenn man nun unter einem Gebirgs„system“, — um auf diesen Ausdruck zurückzukommen —, die höchsten tektonischen Faltungseinheiten verstehen wollte, so müßte man meines Erachtens auf Grund vorstehender Ausführungen „System“ so definieren, wie ich eben hinsichtlich des Begriffes Faltungsstamm getan habe. Aber ich glaube, daß es sich schwer in der Literatur einbürgern wird, einen für die Zusammenfassung von Faltungen nach allen möglichen Gesichtspunkten benutzten Begriff wie „Faltensystem“ auf

einen Sondersinn festzulegen; so glaube ich z. B. auch nicht, daß man einer neuen Definition zu Gefallen darauf verzichten würde, auch in Zukunft von einem mediterranen Gebirgs„system“ als der Zusammenfassung der gesamten jungen Faltung des Mediterrangebietes zu sprechen. Der Ausdruck System muß etwas abgeändert werden, wenn man ihn in einem speziellen Sinne für die ganz großen und fundamentalen Einheiten verwenden will, die sich in der Welt der Faltungen herauschälen, wenn wir die Zusammenfassung nach der Gleichstämmigkeit, also nach den Vorländern, vornehmen. So habe ich (a. a. O. 1926) von den Faltungsstämmen als den „Faltungsgroßsystemen“ gesprochen, — und Großsysteme sind es wirklich, wenn man bedenkt, daß die gesamte mesozoisch-känozoische Faltung sich schließlich auf nur drei, ja vielleicht nur zwei derselben verteilt.

Auf den Begriff „Leitlinien“ der Faltung komme ich nun zurück.

Sind nämlich die einseitig gegen ihr Vorland gerichteten Stämme der Faltung (Faltungs„großsysteme“), die auf gewisse Erstreckungen zu zweiseitigen Orogenen zusammentreten können und auch zusammzutreten pflegen, die tektonischen Faltungseinheiten erster Ordnung, so liegt es nahe, als Leitlinien diejenigen Linien zu bezeichnen, die dem jeweiligen mittleren Streichen (s. oben) der Faltungsstämme (d. h. der Faltungen aus gleicher Ära, die das gleiche Vorland haben) folgen und also die Vorländer in einem gewissen Abstände umziehen. Ich glaube, daß die „Leitlinie“ in diesem Sinne schließlich auch auf das hinauskommt, was E. SUESS unter ihr verstanden hat, — wenn auch SUESS die von mir gegebene Definition als beruhend auf der Vorstellung des zweiseitigen oder wenigstens vielfach (namentlich bei einander genäherten Vorländern) zweiseitigen gebirgsbildenden Schubes unbedingt abgelehnt haben würde. Aber das von ihm entworfene Bild z. B. der Leitlinien der jungen mediterranen Faltung (s. unten, Fig. 1 a) stimmt doch in wesentlichen Zügen mit denjenigen überein, die KOBER (s. unten, Fig. 1 c) und ich (s. unten, Fig. 1 e), ausgehend von der Vorstellung der Zweistämmigkeit des mediterranen Orogens¹⁾ gegeben haben.

1) Bin ich zu der Auffassung von der Zweistämmigkeit des mediterranen Gebirgssystems auch unabhängig von KOBER gekommen, dessen ältere Darlegungen hierüber an etwas versteckter Stelle erschienen sind, so stelle ich doch die Priorität KOBERS nachdrücklich fest. Vgl. u. a. L. KOBER, „Phänomene der festen Erdrinde“, Mitt. d. Naturw. Vereins an der Univ. Wien, Jahrg. 1911, S. 67—68). „Die alpinen Ketten Europas, Nordafrikas und Westasiens lassen“, so

Wie Teile ein und desselben Faltenstammes, so können — vielleicht noch viel mehr — auch zu einem Orogen vereinigte Teile zweier verschiedener Faltenstämme in ungleichen Phasen der gleichen Ära ihre erste große Anlage erhalten haben. Allerdings ist der von KOBER (a. a. O. 1914, S. 203) mitgeteilte Fall des gegensätzlichen Alters von Ostalpen und Karpathen einerseits, Dinariden andererseits dadurch abgeschwächt, daß nun auch in den inneren Zonen der Dinariden durch KOSSMAT u. a., — so in Krain, Slawonien, im östlichen Bosnien, Altserbien und Mazedonien —, recht starke austrische („vorgosauische“) Bewegungen dargelegt worden sind.

Es mag also mit Nachdruck nochmals gesagt sein, daß es verfehlt wäre, bei einer auf Grundlage der Gemeinsamkeit des Vorlandes erfolgenden Zusammenfassung von Faltungen zu Großsystemen allzu viel Wert auf die Gleichheit der Zeitphasen der Entstehung zu legen. Nur die Gleichheit der Zeitären ist Vorbedingung für die Zusammenfassung.

Die trennende Grenzlinie zwischen den beiden Stämmen eines Orogens, wohl die bedeutsamste Linie innerhalb eines solchen, nenne ich, — da von ihr aus die Falten nach der einen und der anderen Seite gekämmt sind, wie das Kopfhaar vom Scheitel aus, — die „Scheitelungslinie“ oder kurz die „Scheitelung“ des Orogens¹⁾. Sie ist leicht feststellbar, solange zwischen den Stämmen noch ein „Zwischenland“ („Zwischengebirge“ KOBERS) als ein mehr oder weniger ungefaltete gebliebener Teil vorhanden ist, und dieser Fall liegt im mediterranen Orogen ja auf weiteste Erstreckung vor; ich verweise auf Grundlage der Darstellung KOBERS (Bau der Erde, S. 140) auf das westmediterrane Zwischenland im Westen und das pannonisch-pontische im Osten. Aber schwieriger wird die Sachlage, wenn das Zwischenland, wie im Bereiche der Alpen, ausfällt und ohne ein solches die Grenzlinie oder Grenzzone der Bewegungen gegen Norden und Süden, die „Narbe“ im Sinne KOBERS („Narbentypus“) festzustellen ist.

lesen wir dort, „zwei Richtungen der Bewegung erkennen: Nord und Süd. Lösen wir den alpinen Faltenwirbel in die primäre Ostwestrichtung auf, so erkennen wir in diesen Nordsüddislokationen die Tendenz des Übertretens der alpinen Sedimente über das Vorland“. Vgl. ferner L. KOBER „Die Bewegungsrichtung der alpinen Deckengebirge des Mittelmeeres“, Peterm. Mitt. 1914, S. 250 ff., „Alpen und Dinariden“ Geol. Rdsch. V, 1914, S. 175 ff. und „Genetik der Orogene“, Mitt. Geogr. Ges. Wien, 1921.

1) Absichtlich sage ich nicht „Scheitel“linie, denn bei Scheitellinie könnte der irrtümliche Gedanke aufkommen, daß es sich um einen morphologischen Gebirgsscheitel handle, während doch eine Linie gemeint ist, die verschiedenartig gerichtete Vorgänge (Scheitelung) trennt.

Wo sie liegt, mag in Einzelfällen noch strittig sein und noch lange strittig bleiben. Denn sie kann im Fortstreichen bald mehr nach der einen, bald mehr nach der anderen Seite vorspringen, und oft handelt es sich auch weniger um eine eigentliche Scheitelungslinie, als um eine ganze Zone, innerhalb deren sich die Scheitelung vollzieht. Schwierig wird die Sachlage auch dadurch, daß in dieser Zone die Schichtfolgen steil zusammengepreßt zu sein pflegen und daß z. B. nordstrebige Decken zunächst in einem etwas südwärts gerichteten Bogen ihrer Wurzelzone (Narbe) entsteigen. Das sind Einzelheiten, die aber an der großen Vorstellung einer Zweiseitigkeit der Faltung und des Bestehens eines solchen Orogens aus zwei in der „Scheitelung“ miteinander verschweißten Stämmen nichts ändern können. Und mit dieser Vorstellung ist auch, — wenn überhaupt die Faltenkränze um ein Vorland sich verschwächen können, ja sogar bis zum örtlichen völligen Ausfallen — durchaus vereinbar, daß in einem Orogen einmal die beiden Stämme ganz ungleich stark entwickelt sind, wie der karpatisch-dinaridische Stamm im Körper der Alpen.

In sehr vielen Fällen kann die Zweiseitigkeit der Faltung auch von den extremsten Anhängern der Einseitigkeit des Gebirgsschubes nicht bestritten werden; und in solchen Fällen, — wie überhaupt dann, wenn die Faltungsrichtung derjenigen entgegengesetzt ist, die man auf Grund hypothetischer Vorstellungen annehmen möchte, — pflegt man sich ja seit E. SUESS mit der Hypothese der „Rückfaltung“ zu helfen. Wenn nun gewiß auch Fälle genug bekannt sind, in denen innerhalb einzelner Deckensysteme die Bewegung sich sekundär gegen das Rückland gewandt hat, so lehne ich, wie sich aus den vorstehenden Ausführungen und auch aus meinen älteren Veröffentlichungen ergibt, mit KOBER Rückfaltungen ganzer großer Gebirgssysteme, wie sie in der Literatur angenommen werden, ab. Hierauf komme ich demnächst an anderer Stelle zurück unter besonderer Bezugnahme auf den Apennin als eines der angeblich großartigsten Beispiele von Rückfaltung.

Aber selbst wenn es solche Rückfaltungen größten Stiles gäbe, d. h. also, wenn wir im allgemeinen nicht schon aus der Richtung der Faltungsbewegung ermitteln könnten, was Vorland und was Rückland eines Gebirgssystems ist, so wäre die Synthese der Gebirge auf Grundlage der Vorländer, wenn auch erschwert, so doch nicht unmöglich gemacht. Denn wir werden gleich sehen, daß außer durch die Richtung der Faltungs- und Deckenbewegungen noch durch andere Erscheinungen zum Ausdruck gebracht wird, auf welcher Seite der Faltenysteme das Vorland zu suchen ist.

II. Die Begriffe „alpidisch“ und „vorländisch“.

In den nachfolgenden Ausführungen spielen die Begriffe „alpidisch“ und „vorländisch“ eine erhebliche Rolle, und es scheint deshalb geboten, sich zunächst einmal mit ihnen zu befassen, — umsomehr als in der neuesten Literatur, die sich mit den nachstehend in Betracht kommenden Gebieten beschäftigt, der Gegensatz zwischen alpidisch und vorländisch recht abweichend von der allgemeineren Gepflogenheit aufgefaßt worden ist.

1. Alpidische und vorländische Orogenesen.

Der Begriff Vorland ist in Gegensatz zu Rückland wohl zuerst von EDUARD SUESS gebraucht worden. Vorland ist dasjenige Gebiet, gegen das bei der Faltung „eine allgemeine einseitige, doch nicht gleichmäßige Bewegung stattfindet. Dadurch entstand der Gegensatz zwischen Vorland und Rückland, wobei die Vorstellung herrscht, daß das Vorland von der Faltung überholt wird“ (Antlitz der Erde III, 2 S. 717). „Die gewundenen Leitlinien der Alpiden verraten den Widerstand der Horste“ (SUESS, a. a. O.). Damit ist auch bei SUESS als Charakteristikum der Vorländer ihr Widerstand gegenüber den faltenden Vorgängen ausgesprochen. Für SUESS ist das Vorland das Hindernis der Faltung, an dem sich die Faltenwellen stauen und über das sie bogenförmig hinausgreifen.

Immerhin bleiben die Vorländer (Rahmen) von den orogenen Vorgängen keineswegs völlig verschont. Denn nicht nur Brüche treten in ihnen auf, die in manchen Fällen als Zerberstungen infolge des Andrängens der Faltenwellen gegen die Vorländer gedeutet werden könnten (vgl. unten), sondern auch Faltungen sind da, wenn auch im allgemeinen nur verhältnismäßig schwache und vielfach von Brüchen begleitete („Bruchfaltungen“). So vollzieht sich im Bereiche der Vorländer im allgemeinen eine „germanotype“ Gebirgsbildung, während in den angrenzenden großen Geosynklinalen „alpinotype“ Faltung vor sich geht. Die germanotype Faltung des außeralpidischen Mitteleuropas ist die „saxonische“.

Die Grenzen zwischen „germanotyp“ als der orogenen Reaktionsform eines versteiften und „alpinotyp“ als der orogenen Reaktionsform eines mobileren Untergrundes sind aber nicht scharf, vielmehr gibt es Übergangsformen. So kann man keineswegs nach jedem einzelnen Faltungsbilde ohne weiteres die Zugehörigkeit eines Gebietes zu einer alpinotypen Faltungszone, z. B. den Alpiden,

oder zu einem Vorlandsgebiete entscheiden. Wenn es nun im folgenden darauf ankommt, im wesentlichen auf Grundlage der orogenen Formen des Bodens über die Zugehörigkeit gewisser Gebiete zu einem Vorlande oder zu einer alpinotypen Faltungszone zu befinden, so tut man meines Erachtens gut, von einem allgemein anerkannten Paradigma auszugehen, — und dieses Paradigma ist nach der historischen Entwicklung des Begriffes Vorland im Gegensatz der Alpen und des außeralpidischen Mitteleuropas gegeben. Somit würde die vorläufige Begriffsdefinition etwa lauten: Alpinotype Faltenzüge (im Gegensatz zur Vorlandsorogenese) sind mehr oder weniger zusammenhängende Zonen mit vorherrschend einseitiger Faltung und vielfachen Deckenüberschiebungen —, wie uns die Alpen ein Beispiel dessen geben. Demgegenüber verstehen wir unter Vorländern die zur Zeit der alpidischen Faltungen im allgemeinen nicht oder nur germanotyp dislozierten Gebiete von Art des außeralpidischen Mitteleuropas. Damit machen wir die saxonische Gebirgsbildung zum Paradigma einer Vorlandsorogenese.

Die saxonische Gebirgsbildung umfaßt verschiedenerlei. In ihr begegnen uns reine Zerberstungsbrüche, wie andererseits Bruchfaltungen, ja sogar solche mit alpinotypen Anklängen. Ist es doch am Osning (nördlicher Teutoburgerwald) sogar zur Bildung förmlicher kleiner Schubdecken gekommen, die in isolierten Resten nach Art von Klippen über jüngeren Formationen liegen können, während an anderen Stellen diese jüngeren Formationen in „Fenstern“ unter den überschobenen älteren Gesteinen sichtbar werden (Nachr. Gött. Ges. d. W., Math.-Phys. Kl., 1923, S. 37 ff.). Von solchen Fällen bis zu den eigentlichen Bruchfaltungen, der Hauptform der saxonischen Orogenese, sind alle Übergänge da.

Schon diese Deckenüberschiebungen geben ein Beispiel dafür, daß die saxonische Faltung eine gewisse Einseitigkeit aufweisen kann, und eine solche drückt sich hier und da auch in der Asymmetrie der Falten aus. Aber die Einseitigkeit trifft im allgemeinen nur für beschränkte Vorkommnisse und nicht, wie in den Alpiden, für ganze große Gebirgssysteme zu. Auch ist in der saxonischen Gebirgsbildung die Schubrichtung an den auftretenden Überschiebungen sehr wechselnd, sodaß z. B. die hercynischen (SO-NW streichenden) Überschiebungen bald nach Nordost, bald nach Südwest gehen, ja sogar entlang ein und demselben Sattel auf gewisse Erstreckung nach der einen, auf andere Erstreckung nach der anderen Seite. Es fehlt also der Einseitigkeit des saxonischen Faltungsvorganges, soweit solche überhaupt auf-

tritt, jene Großzügigkeit der Verhältnisse, die die alpidische Gebirgsbildung charakterisiert. Vielmehr handelt es sich um mehr örtliche Einseitigkeiten infolge örtlicher Sonderverhältnisse, wobei die Lage präexistenter oder durch orogene Verschiebungen entstehender Senkungszonen, gegen die sich die Überschiebungen richten, besonders in Betracht kommt.

Ganz allgemein erkennen wir in Saxonien eine Abhängigkeit der Art der Gebirgsbildung von der durch die Vorgeschichte bedingten Struktur des Bodens. Reine Zerberstungen begegnen uns besonders in den „flachgründigen“ Gebieten, in denen das variscische Grundgebirge zutage kommt oder unter einer verhältnismäßig geringen Decke von postvariscischen Sedimenttafeln liegt. Demgegenüber ist die saxonische „Faltung“ mehr in solchen Zonen zu Hause, die durch lange epirogene Senkungen „tiefgründig“ geworden sind, d. h. mächtige Massen postvariscischen Sedimentes über dem variscischen Grundgebirge aufweisen.

Für das Verhältnis von Vorland und Faltungszone ist die Frage wichtig, ob die Faltung der Vorländer nur Ausklang („Contrecoup“) der alpidischen Gebirgsbildung oder ob sie eine Eigentektonik sei, begründet in den Eigenverhältnissen des Bodens. Ich habe an anderer Stelle¹⁾ diese Frage dahin beantwortet, daß gewisse Zerberstungen des saxonischen Untergrundes wohl „exogen“ sein, d. h. auf den Druck der Alpen gegen ihr Vorland zurückgehen könnten, wenn dabei auch ihre Richtung weitgehendst „endogen“ vorgezeichnet war; daß aber die saxonische Gebirgsbildung in der Hauptsache eine Eigentektonik ist, begründet und eingeleitet durch die epirogenen Sonderverhältnisse, von denen Saxonien vor und zwischen den Faltungsphasen betroffen worden war. „Die saxonische Gebirgsbildung ist eine vorwiegend in Form der Bruchfaltung erfolgte Eigenfaltung des Bodens, durchsetzt von Reflexen der Alpenfaltung“ (a. a. O. S. 206). Die Bestätigung dieser Auffassung liegt z. T. in einer Sachlage, auf die ich später noch zurückzukommen habe. Es sind nämlich die kimmerische (jungjurassisch-frühkretazische), austrische (vorcenomane) und subhercynische (vor- bis früh-senone) Gebirgsbildung in Mitteleuropa sowohl alpidisch wie außer-alpidisch nachweisbar, aber sie haben in dem einen und anderen Gebiete doch sehr ungleich gewirkt. So haben die kimmerische und subhercynische Gebirgsbildung ihre Hauptbedeutung in den außer-alpidischen Gebieten gehabt, während sie in den alpidischen,

1) H. STILLE, „Die saxonischen Brüche“. Göttinger Beiträge zur saxonischen Tektonik, Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F. Heft 95, S. 197 ff.

— wenn wir in Bezug auf die kimmerische Gebirgsbildung vom südöstlichen Europa absehen, — nur sehr geringe Spuren hinterlassen haben. Demgegenüber ist die austrische Gebirgsbildung, d. h. die große Stammfaltung der Alpen, im Bereiche der saxonischen Gebirgsbildung nur ganz schwach angedeutet. Diese Sachlage spricht doch gegen die Auffassung z. B. der kimmerischen oder der subhercynischen Gebirgsbildung Saxonien, d. h. besonders bedeutsamer Phasen der saxonischen Orogenese, als eines Ausklanges der Alpenfaltung. Hier haben wir ja ganz offenbar das, was R. STAUB¹⁾ in einer Diskussion der ARGANDSchen Auffassung über das Verhältnis von Alpen- und Vorlandfaltung für unmöglich hält, — nämlich das Zustandekommen einer Vorlandfaltung ohne Alpenfaltung.

Den Vorländern in der von mir gegebenen Definition entsprechen bei ARGAND²⁾ diejenigen Räume, die durch „plis de fond“ und „plis de couverture“ charakterisiert sind und auch bei ARGAND in scharfem Gegensatze stehen zu den eigentlichen Geosynklinalen, denen die alpidischen Gebirge entstammen. Der Vorlandsfaltung in meinem Sinne entsprechen bei ARGAND die „plissements de couverture“ sowie ein Teil dessen, was ARGAND als „plissements de fond“ bezeichnet. Denn plis de couverture sind jene Falten, die sich in den epikontinentalen Ablagerungen außerhalb der großen alpidischen Geosynklinalen bilden. Plis de fond sind aber die weitwelligigen Auftreibungen bereits gefalteter und überhaupt starrer (kontinentaler) Gebiete, und in dieser Phase der Bildung der plis de fond handelt es sich im Sinne der von mir befolgten Terminologie um epirogene Vorgänge (Spezialundationen, „Großfaltungen“). Aber in der Fortentwicklung dieser plis de fond kommt es nach ARGAND zu Zerreißen derselben, zur Bildung von Horsten und Gräben und zu Schollenüberschiebungen („charriages cassants“), und auch diese Vorgänge fallen bei ihm noch unter den Begriff der plis de fond. Sie sind jedoch auf Grund der in Mitteleuropa zu machenden Erfahrungen von dem epirogenen Vorgänge, der die plis de fond als „Großfalten“ geschaffen hat, abzutrennen und mit den plis de couverture zur Vorlandsorogenese zu stellen. Sind sie doch auch, wie in den saxonischen Gebieten z. B. in der Randzone der Rheinischen Masse gegen die

1) R. STAUB, Gedanken zur Tektonik Spaniens. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich, LXXI, 1926, S. 247.

2) E. ARGAND, La Tectonique de l'Asie. C. R. Geolog. Congr. Brüssel 1922, S. 171 ff.

Eggefalten zu zeigen ist, gleichzeitig mit den plis de couverture und überhaupt nur in den notorisch orogenen Phasen der Faltung eingetreten und mit den plis de couverture z. T. auch genetisch verknüpft, — letzteres z. B. in der aus ARGANDS schematischem Profile Fig. 5 F herauszulesenden Art, daß eine aus einer plis de fond sich entwickelnde „nappe cassante“ auf ein sich dabei in plis de couverture legendes Gebiet überschoben wird.

2. Alpidische und vorländische Sedimentationsräume.

Der Gegensatz in der orogenen Reaktionsart der alpidischen und vorländischen Räume liegt begründet in ihrer Vorgeschichte, die den alpidischen Räumen die höhere Mobilität, den vorländischen die höhere Stabilität gegeben bzw. belassen hat. Als mobilisierend kommen in erster Linie die Senkungsvorgänge in Betracht, die ihren Ausdruck in den Sedimentmächtigkeiten, wie auch in faziellen Verhältnissen finden. Die Zonen der alpidischen Gebirgsbildung sind sozusagen in ihrer Gesamtheit Zonen der Senkung und Sedimentation gewesen, während im Bereiche der Vorländer Senkung und Sedimentation mehr örtliche Erscheinungen waren, indem hier den Spezialsenken weite Gebiete gegenüberstanden, in denen in nachvariscischer Zeit überhaupt nicht oder nur vorübergehend Sedimentationen erfolgt sind. In diesen Spezialsenken kann es aber auch im Bereiche der Vorländer zu starker, unter Umständen sogar außerordentlich starker Sedimentation gekommen sein, und ich erinnere z. B. nur an die viele tausend Meter mächtige postvariscische Serie des Niederdeutschen Beckens. So hat ja auch DEECKE einmal gesagt, daß die triassische Geosynklinale, nach der Mächtigkeit der Sedimentation zu schließen, nicht in den Westalpen, sondern in Deutschland gelegen hätte¹⁾. Aber diese Senkzonen pflegen sich doch in zweierlei Hinsicht stark von den alpidischen zu unterscheiden, nämlich erstens hinsichtlich der Art des in ihnen zur Ablagerung kommenden Sedimentes und zweitens in Größe und Form.

In den Vorlandsbecken begegnen uns häufig festländische Sedimente in mächtigen Serien, vielleicht unterbrochen durch Ablagerungen eines vorübergehend ingredierenden Meeres. Daneben finden wir zwar auch mächtige marine Serien, aber im allgemeinen mehr solche von neritischer, als von bathyaler Art. Nun fehlen auch den alpidischen Geosynklinalen festländische Ablagerungen gewiß

1) W. DEECKE, Die alpine Geosynklinale, N. J. f. Min. etc., B. B. XXXIII, 1912, S. 840.

nicht ganz, aber sie sind doch Ausnahmeerscheinungen. Gewiß treten auch neritische Sedimente hier sogar weithin und auch in größerer Mächtigkeit auf. Aber daneben begegnen uns doch die mächtigen Serien eines tieferen Meeres, und parallel mit den lithologischen Faziesverschiedenheiten gehen die biologischen, die in der Unterscheidung „alpidischer“ und „mitteleuropäischer“ Faunengebiete zum Ausdruck kommen.

Immerhin ist zu sagen, daß in der Literatur der mediterrane Charakter der Faltengebirgsserien gegenüber dem mitteleuropäischen der Vorlandsserien vielfach weit über Gebühr hervorgehoben wird. Zeigt doch z. B. die Trias keineswegs nur in den außeralpidischen Gebieten, sondern auch in manchen alpidischen (Westalpen, Balearen, Nordwestafrika) germanische Art oder doch stark germanische Anklänge, und sind doch auch in jüngeren Formationen die Unterschiede zwischen „alpidisch“ und „mitteleuropäisch“ vielfach nicht sehr groß, wenn es gewiß auch mancherlei rein alpidische Faziescharaktere gibt. Dazu ist wenigstens von der Kreide an der Unterschied zwischen alpidisch und mitteleuropäisch (vorländisch) in manchen Fällen klimatisch durch die südlichere Lage des Tethysgebietes und nicht durch irgendwelche endogenen Verhältnisse bedingt, und wir brauchen nur südlicher liegende „Vorländer“ aufzusuchen, um viele der Faunenelemente zu finden, die uns in Mitteleuropa als „alpidisch“ erscheinen.

Was nun Größe und Form der alpidischen und vorländischen Sedimentationsräume anlangt, so sei auf das weite Aushalten im Streichen und damit die mehr oder weniger langgestreckte Form der alpidischen Geosynklinalen verwiesen, der gegenüber die Vorlands-Sedimentationsräume, abgesehen von ihren kleineren Ausmessungen, mehr gedrungene Beckenformen zwischen weiten Spezialschwellen zeigen. Demzufolge war die alpinotype Faltung mehr eine solche in freier Bahn oder doch zwischen streichenden Sonderantiklinalen, die in den Faltungsvorgang im allgemeinen einbezogen wurden, während sich die saxonische Faltung in enger umgrenzten Räumen zwischen Schwellen von wechselnden Erstreckungen und Konturen abspielen mußte, — und auch das mag in den Vorlandsgebieten neben der höheren Stabilität des Untergrundes für die Entwicklung alpidischer Faltungsformen ungünstig gewesen sein¹⁾. Auch die Sachlage, daß die Längsachsen und Randkonturen der saxonischen Becken weithin renegant zur variscischen Untergrundsstruktur verlaufen sind, mag eine Faltung unter gleich-

1) Vgl. hierzu auch R. BRINKMANN, Zschr. D. geol. Ges. 1926, S. 65.

zeitiger weitgehender Bruchbildung („Bruchfaltung“) begünstigt haben, — wie bruchlose Faltung einer Wellblechtafel vielleicht noch parallel zu den bestehenden Wellen möglich ist, kaum aber schräg und senkrecht zu diesen. Aber einen wesentlichen Grund für die Erscheinung der Bruchfaltung möchte ich in der Reneganz der saxonischen Becken und der in diesen eintretenden Faltungen deswegen nicht erblicken, weil die Bruchfaltung auch im ostelbischen Deutschland eingetreten ist, wo die jüngere Gebirgsbildung posthum zur variscischen verlief.

3. Vortiefen und Wandern der Faltung zu ihnen als alpidische Merkmale.

Ein wichtiges Kennzeichen alpinotyper Tektonik liegt in dem Auftreten von Vortiefen und in dem durch die Vortiefenbildung vorbereiteten „Wandern der Faltung“ in der Richtung auf das Vorland. Dabei möchte ich die Vortiefenbildung als ein zwar weitverbreitetes, wenn auch nicht unbedingt notwendiges Charakteristikum alpidischer Tektonik ansprechen. Denn ausnahmsweise scheint sie zu fehlen, so z. B., wenn die alpidische Orogenese überhaupt nur verhältnismäßig schwach gewesen ist. Andererseits kann aber, wie auch schon SUSS hervorgehoben hat, das heutige Fehlen der Vortiefen in der Verhüllung solcher durch vorgeschobene Decken und Falten begründet sein.

Wenn also auch nicht überall entlang den alpidischen Faltungszonen Vortiefen vorhanden sind, so stellen sie sich andererseits doch nur vor solchen ein. Sie liegen zwischen Faltenzug und Vorland. In sie wandert die Faltung hinein, und somit gibt die Richtung des Wanderns der Faltung die Richtung an, in der das Vorland liegt.

Somit geben Lage der Vortiefen und Wandern der Faltung hinsichtlich der Richtung, in der das Vorland eines Gebirges zu suchen ist, die Unterlagen, deren wir bedürfen, wenn wir in dieser Frage die Richtung der Faltungen und der Deckenschübe mit Rücksicht auf die Möglichkeit von „Rückfaltungen“ (s. oben) nicht als stichhaltig gelten lassen wollen.

Andeutungen eines „Wanderns der Faltung“ finden wir zwar auch in außeralpidischen Gebieten. Ein Beispiel dessen gibt der Osning (nördlicher Teil des Teutoburger Waldes) als eine in der Hauptsache jüngere (spät- bis postkretazische) Angliederung an die älteren (vorkretazischen) Falten des Eggegebirges (südlicher Teil des Teutoburger Waldes). Aber hier war die junge Faltenangliederung nicht durch eine Vortiefenbildung vorbereitet, und

sie erfolgte auch nicht in der Richtung auf das Vorland, sondern in entgegengesetzter. Denn das „Vorland“ des Egge-Osning-Bogens liegt, soweit wir unter den Verhältnissen jener Faltungen überhaupt diesen Ausdruck gebrauchen wollen, im Süden. Es ist die Rheinische Masse, der auch die Falten, soweit sie überhaupt unsymmetrisch gebaut sind, ihre steileren Flügel zuwenden und gegen die auch in der jüngeren Faltungsphase die schon erwähnte Osning-Überschiebung mit ihren örtlichen Deckenbildungen gerichtet war. Das Wandern der Faltung ging aber nach Norden.

4. Vulkanologische Kriterien.

Ich sehe jetzt ab von der Unterscheidung eines atlantischen Vulkanismus als eines solchen der Vorländer und eines pazifischen als eines solchen der eigentlichen Geosynklinalgebiete, sondern verweise nur auf zweierlei, das im allgemeinen als bezeichnend für alpidische Verhältnisse angesehen wird und das wir in den extraalpidischen Gebieten Mitteleuropas auch vergeblich oder fast vergeblich suchen. Ich meine erstens das Auftreten von dunklen basischen Eruptiven („Ophiolithe“, „Pietri verdi“) in der Geosynklinalphase der alpidischen Tektonik und zweitens die Intrusionen von pazifischen Tiefengesteinen in den Phasen der Faltung oder in ihrem Gefolge. Allerdings kommen hier nur die positiven Befunde in Betracht, während das Fehlen z. B. der Tiefengesteinsintrusionen nur sehr bedingt ausgewertet werden darf. Denn schließlich kennen wir ja auch in sehr vielen alpinen orogenen Phasen die begleitenden Intrusionen nicht oder wenigstens noch nicht. Und andererseits könnten ja schließlich auch inmitten der saxonisch dislozierten Gesteinsmassen einmal irgendwo in größerer Tiefe Intrusionen stecken, wenn auch sehr auffällig ist, daß solche bisher niemals gefunden worden sind. Kennen wir doch überhaupt in Saxonien keinerlei vulkanische Erscheinungen aus der Zeit der Vorbereitung und der Hauptphasen der saxonischen Gebirgsbildung. So ist das Mesozoikum ganz frei von ihnen, und im Alttertiär ist Vulkanismus nur ganz örtlich, — so in Schonen, das wir noch zu Saxonien rechnen müssen, — eingetreten, während im allgemeinen der Vulkanismus Saxoniens in das Jungtertiär und z. T. auch noch in das Diluvium gehört, d. h. in Zeiten mit nur unbedeutenden Phasen der saxonischen Gebirgsbildung.

E. SUESS hat nachdrücklich auf die große Bedeutung der grünen Gesteine hingewiesen, „welche in verschiedenen Horizonten, bei Ivrea und in den piemontesischen Alpen, in der salzführenden Trias der östlichen Kalkalpen, in den leontinischen Deckschollen, im

Apennin, im nordöstlichen Korsika und auf Elba, ferner im ganzen Verlaufe des mediterranen Atlas und der betischen Cordillere, von Tunis bis Gibraltar und von dort bis zu den Balearen auftreten“. „Man sieht in Europa diese grünen Intrusionen oder ihre zertrümmerten Spuren an hunderten von Stellen innerhalb der Gebiete großer Dislokation vom Wolfgang-See bis an den Rand der Sahara. Man sieht sie nicht im Vorlande, weder im Norden noch im Süden“ (Suess, Antlitz der Erde, III, 2, S. 274).

Und doch scheint es, daß in letzterer Hinsicht eine Einschränkung zu machen ist. Denn wir werden auch in einem Gebiete, das nach sonstigen Kriterien, so vor allem auch nach den in vorstehendem Kap. 3 entwickelten, ein Vorland der Alpenfaltung ist, die ophiolitischen Gesteine auftreten sehen.

III. Das Pyrenäenproblem.

Die Pyrenäen sind stets das Schulbeispiel eines Fächergebirges, und wohl das schönste Schulbeispiel, gewesen. Denn mag man auch die Alpen als Fächergebirge auffassen, bestehend aus einem karpathidischen Nord- und einem dinaridischen Südstamme, so ist doch das Bild hier durch die ungleich schwächere Entwicklung des Südstammes gestört; und mag man an das kaledonische Gebirge Nordeuropas mit seiner ostwärts gerichteten Faltung im skandinavischen Hochgebirge und seiner nordwestwärts gerichteten in Schottland denken, so ist uns doch dieses Gebilde nur sehr stückweise zugänglich und im übrigen unter dem Ozean versenkt.

1. Alpidische und außeralpidische Merkmale in den Pyrenäen.

Daß die Pyrenäen ein Gebirge von alpiner Bauart sind, ist bisher wohl kaum bestritten worden, und so sprach auch R. STAUB in seinem prächtigen Werke „Der Bau der Alpen“ (S. 251) von der „doch ganz gewaltigen Deckenstruktur“ der Pyrenäen¹⁾. Trotz-

¹⁾ Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. Lief. 52, 1924. Wenn STAUB in der schon genannten späteren Arbeit (Gedanken zur Tektonik Spaniens, 1926, S. 231) sagt, daß den Pyrenäen der „Deckenbau großen Stiles wie wir ihn sonst in den wahren Alpiden finden“ fehlt, so ist das wohl insofern kein Widerspruch gegenüber der älteren Äußerung, als unter dem Deckenbau „großen Stiles“ offenbar das für die Pyrenäen nicht zutreffende Auftreten von mehreren der großen alpinen Deckensysteme, so besonders des penninischen, verstanden ist. Im übrigen sagt STAUB auch hier wieder, daß die Pyrenäen „ein alpin gefaltetes Gebirge“ sind.

dem sind sie für ihn ein Beispiel, ja sogar des „Typus“ einer „Vorlandfaltung“, wie auch ARGAND die Pyrenäenfalten als „plis de fond“ angesprochen hatte (s. unten). STAUB gebraucht eben die Begriffe alpidisch und vorländisch in einer Art, die mit der sonstigen Gepflogenheit nicht übereinstimmt und der man sich unmöglich anschließen kann. Ist doch für ihn z. B. ganz Spanien und ausgesprochenermaßen damit auch die Iberische Meseta, d. h. ein Schulbeispiel eines Vorlandes, ein Stück des alpidischen Orogens¹⁾, und diese Doppelstellung als Vorland und doch zugleich Teil des alpidischen Orogens haben nach STAUB auch die Pyrenäen.

Außer der Struktur kommt für die Zurechnung der Pyrenäen zu den Alpen schon die Verbindung in Betracht, die sie durch die provenzalischen Ketten mit den äußeren Zonen der Westalpen besitzen.

Weiter könnte man geneigt sein, als „alpidisch“ das Auftreten ophiolithischer Gesteine inmitten der triadischen Schichten der Pyrenäen anzusprechen. So hat ja auch E. SUESS („Antlitz der Erde“ III, 2, S. 271) diese grünen Gesteine in ihrer Bedeutung für den alpidischen Charakter der Pyrenäen hervorgehoben, und auch L. BERTRAND, L. LONGCHAMON, A. SPITZ u. a. haben die Analogie mit den Alpen hinsichtlich der grünen Gesteine betont. Immerhin ist hervorzuheben, daß diese grünen Gesteine nicht nur in den Pyrenäen selbst vertreten sind, sondern sich auch südlich derselben in Gebieten finden, die nach ihren übrigen Verhältnissen Vorland sind.

An alpidische Verhältnisse erinnert in den Pyrenäen sodann das Auftreten von jüngeren Tiefengesteinen. So sind in den nördlichen Pyrenäen in der Gegend von Lourdes Kreideschichten von granitischen Stöcken durchsetzt und von ihnen metamorphosiert. A. SPITZ²⁾ erblickt hier ein Gegenstück zu den periadriatischen Intrusionen der Alpen.

Allerdings ist eine gewisse Ausnahmestellung der Pyrenäen gegenüber anderen Teilen des Alpensystemes nicht zu verkennen.

1) Es scheint, daß STAUB im Falle Spaniens die Vorländer zum alpidischen Orogen auf Grund der von mir schon oben nicht unwidersprochen gelassenen und auch von ARGAND abgelehnten Vorstellung rechnet, daß die „Vorlandfaltung“ ein „Contrecoup“ der alpidischen Faltung sei. „Ohne den Mechanismus der Alpenfaltung gäbe es nie eine solche Vorlandfaltung, wie wir sie heute in Iberien . . . beobachten“ (R. STAUB 1926, S. 200). Wenn aber aus solchen Erwägungen heraus die Iberische Meseta zu den Alpen gehört, wäre im Sinne STAUBS folgerichtig auch das ganze Mitteleuropa bis nach England und Schonen, d. h. ganz Saxonien, zum alpidischen Orogen zu stellen.

2) A. SPITZ, Die Pyrenäen im Lichte der Deckentheorie. Geol. Rundschau 1915, Bd. VI, S. 286 ff.

Ich denke dabei nicht an die Zweiseitigkeit der Faltung, die für R. STAUB ein Argument gegen den alpidischen Charakter der Pyrenäen ist („Bau der Alpen“, a. a. O. S. 251), und die auf ihr beruhende Fächerstellung, — denn eine Zweiseitigkeit haben wir, je nach der Auffassung, schließlich auch, woran eben ja erinnert wurde, in den Alpen, und in diesem Sinne hat A. SPITZ¹⁾ die Pyrenäen geradezu als kleines Abbild der Alpen aufgefaßt. Vielmehr denke ich an das, worauf schon E. SUSS mit Nachdruck hingewiesen hat, daß nämlich die fazielle Entwicklung der mesozoischen Schichten in den Pyrenäen nicht von mediterraner, sondern von mitteleuropäischer Art sei. Das gilt ja ganz besonders für die rein germanisch entwickelte Trias; das gilt aber auch für den tonig-kalkigen Lias, dem dann Juradolomite, die wohl als Riffbildungen zu deuten sind, und nach einer großen Lücke, die den Hauptteil von Malm und Unterkreide umspannt, Riffkalke des Aptien folgen. Albien ist durch Mergel vertreten; doch schon im Cenoman erscheinen wieder Riffkalke und Konglomerate. Die jüngere Oberkreide ist dann allerdings, mehr an alpine Vorbilder erinnernd, in „Flyschfazies“ vorhanden.

Aber auch hinsichtlich des „mitteleuropäischen“ Charakters und der Lückenhaftigkeit der Profile kann schließlich auf manche anderen Gebiete der Alpiden verwiesen werden.

Fazies und Lückenhaftigkeit der Sedimentserien sind offenbar auch für ARGAND (a. a. O. S. 264/65) der Grund gewesen, die Pyrenäen zu den „plissements de fond“ und damit zu den außeralpidischen Gebilden zu rechnen. Für ihn enthalten die Pyrenäen ein Paket von „Grundfalten“ aus variscischem Material, die ihre Deckschichten in die Deformationsvorgänge hineingezogen haben, während sich im Vorlande eine Furche ausbildete, „deutlich genug, um einer Geosynklinale zu ähneln“. Unter Verstärkung der „Grundfaltung“ sollen dann die Decken entstanden sein, die über die Sedimente der Furche teilweise hinübergingen und weiterhin *plis de couverture* in ihnen hervorriefen.

Alles in allem ist STAUB zuzustimmen, daß die Faltung in den Pyrenäen „Sedimente und alten Unterbau eines innereuropäischen Meeresbeckens ergriffen hat, das mit der eigentlichen Tethys nur in losem und oft unterbrochenem Zusammenhange gestanden hat“.

1) A. SPITZ, a. a. O. S. 313. „Wie in den Westalpen die Innenfaltung tief in den Körper der Alpiden eindringt, andererseits sich in den Dinariden möglicherweise Anzeichen nordgerichteter Bewegungen werden ausfindig machen lassen, ähnlich überkreuzen sich beide Schubrichtungen auch in den Pyrenäen“.

Auf die Vortiefen der Pyrenäen und das Wandern der Faltung zu ihnen hin als alpidische Merkmale wird weiterhin eingegangen werden.

2. Die verschiedenen Auffassungen über die Stellung der Pyrenäen innerhalb der westmediterranen Gebirge.

Es ist nicht zutreffend, daß E. SUSS, wie in der Literatur gesagt wird, die Pyrenäen zusammen mit den provenzalischen Falten vom Alpidenzuge wegen ihrer Faziesverhältnisse abgetrennt habe. Vielmehr waren sie auch für ihn ein den Alpen vergleichbares Gebirge, und die Abtrennung erfolgte nach dem gleichen Prinzip, nach dem SUSS einen armorikanischen Bogen von einem variscischen schied. „Der heutige Gegensatz der Pyrenäen und der Alpen ist derselbe, welcher einst zwischen dem armorikanischen und dem variscischen Gebirge bestand“. Die Pyrenäen sind posthum zum armorikanischen, die Alpen posthum zum variscischen Gebirge. Beide scharen sich am unteren Var.

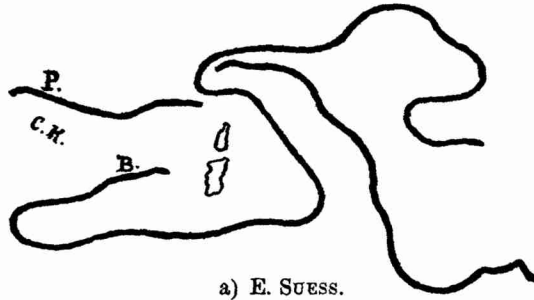
Nach SUSS verlaufen ja die Alpiden von den Alpen über den Apennin und Sizilien zu den Atlasgebirgen, schwenken dann im Gibraltarbogen in die Betische Kordillere Spaniens ein und klingen „in freien Enden“ in den Balearen aus (s. Fig. 1 a). Auch TERMIER (vgl. Fig. 1 b) betrachtet die Pyrenäen als außerhalb der Alpiden stehend. Für ihn setzen sich die Westalpen in den Balearen, und in der Betischen Kordillere fort, während Apennin und Atlas einen zweiten Stamm gegenüber den Alpiden bilden sollen. Beide Stämme werden durch die korsardinische Masse getrennt. Demgegenüber haben KOSSMAT¹⁾, KOBER (vgl. Fig. 1 c)²⁾ und ich (vgl. Fig. 1 e)³⁾ die Pyrenäen als einen Teil des alpidischen Systems aufgefaßt. Einstimmigkeit der Auffassung besteht bei uns auch darin, daß die Pyrenäen oder wenigstens die Nordpyrenäen sich ostwärts in den Provenzalischen Ketten fortsetzen und daß eine Verbindung dieses pyrenäisch-provenzalischen Faltungssystems mit den Westalpen im Sinne der SUSS'schen Scharung am Var vorliegt.

Wie TERMIER nehmen also auch KOSSMAT, KOBER und ich einen

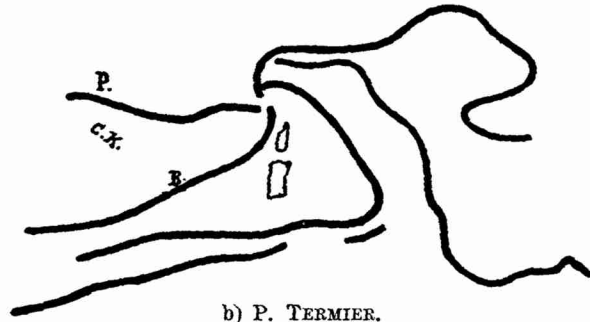
1) F. KOSSMAT, Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. Abh. Math.-phys. Kl. Sächs. Ak. d. W. Bd. XXXVIII, No. II. 1921. Vgl. besonders Fig. 4 auf S. 30.

2) L. KOBER, Der Bau der Alpen. Berlin 1921, Fig. 26, S. 140. An KOBER schließt sich JENNY'S Darstellung an (H. JENNY, Die alpidische Faltung, Berlin 1924, Fig. 1).

3) Vereinfachte Darstellung nach Fig. 1 in „Grundfragen der vergleichenden Tektonik“, Berlin 1924.



a) E. SUSS.



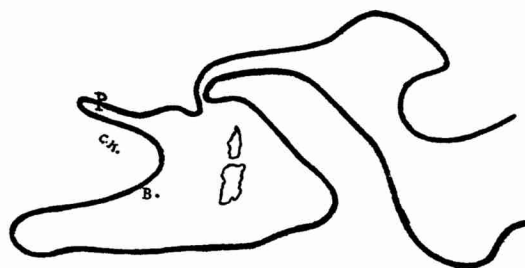
b) P. TERMIER.



c) L. KOBER.



d) R. STAUB.



e) H. STILLE.

Fig. 1 a—e.

Verschiedene Auffassungen über die westmediterranen Gebirgszusammenhänge
 P. = Pyrenäen. C.K. = Celtiberische Ketten. B. = Balearen.

Zusammenhang zwischen Westalpen und Balearen an, aber nicht einen direkten unter Auslassung der Pyrenäen, sondern einen solchen unter Vermittlung eines weit westwärts zu den Pyrenäen vorgestülpten Bogenstückes. Es liegt unter letzterer Auffassung der Fall vor, daß die „alpinotype“ Faltung des Alpidensystems, mag sie im wesentlichen auch an die Region der „alpinotypen“ Sedimentation der mediterranen Gebiete (Tethys) gebunden sein, buchtartig in ein Gebiet mit mehr germanotyper Vorgeschichte nach West einspringt. Ich werde weiterhin zeigen, daß dieser Ausnahmefall hinsichtlich der jüngeren Gebirgsbildung sich wenigstens teilweise in einem Raume abgespielt hat, in dem auch schon bei der variscischen Gebirgsbildung bemerkenswerte Ausnahmeverhältnisse bestanden hatten, und es wird zu erörtern sein, ob nicht der jüngere Ausnahmefall durch den älteren bedingt sein könnte. Aber zunächst möchte ich die an die Pyrenäen sich knüpfende weitere Fragestellung hervorheben.

3. Die Pyrenäen als zweiseitiges, in sich geschlossenes Orogen.

Bei dieser weiteren Frage scheinen sich KOBERS und meine Auffassung zu trennen. KOBER scheint nämlich nach dem oben wiedergegebenen Bilde die Verbindung von den nordwärts gerichteten provenzalisch-pyrenäischen zu den balearisch-betischen Falten nicht über die südwärts gerichteten Südpynäen zu suchen, sondern über die Celtiberischen Ketten, die südlich des Ebrobeckens, also weit südlich der Pyrenäen, die Randzone der Iberischen Meseta begleiten. In diesem Sinne wären die Celtiberischen Ketten noch ein Teil der Alpiden¹⁾.

1) Der schon erwähnten Fig. 4 bei KOSSMAT a. a. O. ist zu entnehmen, daß auch KOSSMAT mit der Möglichkeit der Fortsetzung der Pyrenäen in den Celtiberischen Ketten rechnet.

Demgegenüber wird von mir die Auffassung vertreten, daß Nord- und Südpirenäen zusammen ein zweiseitiges, in sich geschlossenes Orogen bilden, indem der Südteil mit seiner Südwärtsbewegung dem Nordteil mit seiner Nordwärtsbewegung vollberechtigt gegenübersteht, sodaß die „Leitlinie“ der Alpen innerhalb der Pyrenäen eine nach West geschlossene Ausbuchtung beschreibt. In dieser Auffassung des Pyrenäen-Faltenfächers als bestehend aus zwei gleichberechtigten Hälften treffe ich mich mit A. SPITZ (a. a. O.) und befinde ich mich im Gegensatz zu E. SUESS, der in der Südwärtsbewegung der Südpirenäen nur die „Rückfaltung“ eines nordwärts bewegten Systems erblickt hat. Ihm sind andere Forscher, wie L. BERTRAND gefolgt. Denn auch dieser läßt nur nordgerichtete Kräfte gelten, und die so hervortretende Südfaltung der Südpirenäen ist für ihn z. T. nur eine nach Süden gerichtete Auslösung („Contre-charriage“) des nordwärts gerichteten Schubes, z. T. die Wirkung einer Unterschiebung. Wie recht hatte A. SPITZ, wenn er sagte (a. a. O., S. 314), daß man ebensogut den Spieß umdrehen und nach Süden gerichtete Kräfte annehmen könnte. So kam A. SPITZ zu der Auffassung, „daß der Pyrenäenfächer doch mehr zu besagen scheint als ein bloßer Rückstau gegen Senkungen und daß das ganze Dinaridenproblem damit gleichbedeutend erscheint“.

Die Auffassung, daß die Pyrenäen gewissermaßen aus zwei, in Fächerstellung vereinigten Gebirgssträngen bestehen, findet eine Stütze in wichtigen Zügen der Vorgeschichte des Gebirges, besonders bei der Zerlegung der Faltung in ihre Phasen auf Grundlage der im Gebirgskörper festzustellenden Diskordanzen und deren regionaler Verteilung. Hinsichtlich der Phasen der Pyrenäenfaltung gebe ich im nachstehenden ein in den „Grundfragen der vergleichenden Tektonik“, S. 210, veröffentlichtes Schema wieder:

Astien } im
Piazzentin } Roussillon

geringe rhodanische Faltung?

Burdigal
Aquitain

savische Faltung (Angliederung junger Ketten im Norden und Süden des Gebirges)

Stampien
Sannoisien
Ludien

pyrenäische Faltung, Hauptphase der tertiären Faltung der Pyrenäen

Bartonien	
Auversien	
Mittleres Eozän	
Unteres Eozän	
Paläozän	laramische Faltung der zentralen Zonen
Senon	
Turon	
Cenoman	austrische Faltung, Stammfaltung der Pyrenäen
Albien	
Oberer Jura	
Dogger	
Lias	
Infralias	ganz örtlich altkimmerische Bewegungen
Keuper	
Muschelkalk	
Trias (Buntsandstein)	geringe pfälzische Faltung

Die inneren Zonen der Pyrenäen sind älter gefaltet, im wesentlichen wohl austrisch (voroberkretazisch), wenn wir von den variscischen Faltungen, die hier wie im Vorlande gewirkt hatten, absehen. Im nördlichen Randgebiete der Pyrenäen besteht seit der jüngeren Kreidezeit eine Vortiefe, deren wechselvolle Geschichte vielfach beschrieben worden ist. Seit dem Eozän nimmt sie das PALASSOUSCHE Konglomerat als Abtragungsprodukt sowohl der im Süden bereits bestehenden und sich en bloc aufwärts bewegenden Pyrenäen, wie auch des nördlichen Vorlandes auf. Laramische Faltung hat im nördlichen Randgebiete der Pyrenäen nur ganz örtlich zu Diskordanzen geführt. Vielmehr herrscht hier Konkordanz zwischen Kreide und Tertiär eigentlich durchweg, und der Hauptschauplatz einer laramischen Pyrenäenfaltung ist weiter südlich zu suchen. Auch die im Ausgange des Eozäns (zwischen Bartonien und Ludien) eingetretene Pyrenäenfaltung hat im Bereiche dieser nördlichen Vortiefe nur schwach gewirkt, vielmehr ist Konkordanz zwischen Eozän und Oligozän die Regel. Im wesentlichen erst mit der savischen (postoligozänen) Phase hat die nördliche Vortiefe ihre Faltung erfahren.

Auch im Süden des Pyrenäengebirges bestand schon früh eine Vortiefe, und dort begegnen uns in der Zone der Sierren, ganz

besonders im Bartonien, auch die Äquivalente des PALASSOUSCHEN Konglomerates. Auch dort ist laramische Diskordanz nur ganz örtlich angedeutet. Dagegen hat die pyrenäische Faltung kräftiger gewirkt als im Norden. Aber die Hauptfaltung ist auch hier erst nach dem Oligozän eingetreten.

Alles in allem haben die Pyrenäen also sowohl im Süden wie im Norden seit der jüngeren Kreidezeit eine Vortiefe besessen, und diese ist von der Faltung in jüngerer Zeit ergriffen worden, und zwar nach schwachen Ansätzen in der laramischen und pyrenäischen Phase ganz besonders in nacholigozäner Zeit. So steht der nördlichen Vortiefe der Pyrenäen nach Anlage und Entwicklung das Ebrobecken als südliche Vortiefe gleichberechtigt gegenüber. Aber wenn die Vortiefen sich ganz allgemein zwischen Gebirgsbogen und Vorland entwickelt haben und das Wandern der Faltung in die Vortiefen zugleich ein Wandern in der Richtung auf das Vorland ist, so ergibt sich schon aus dem Auftreten von Vortiefen nördlich und südlich der Pyrenäen und aus dem Wandern der Faltung vom zentralen Gebirgskörper nach Norden und nach Süden, ebenso wie aus der Richtung der Faltungen und Überschiebungen nach Norden und nach Süden, daß die Pyrenäen nicht nur im Norden, sondern auch im Süden ein Vorland haben und daß die Südwärtsfaltung im Süden keine „Rückfaltung“ ist.

Das bedeutet aber doch, daß die Pyrenäen ein Gebirge mit zwei gleichberechtigten Ästen sind, einem Nordaste als dem Deszendenten des französischen Vorlandes, einem Südaste als dem Deszendenten der Iberischen Meseta.

Zum provenzalisch-pyrenäischen Faltensysteme, das sich im Osten mit den Westalpen schart, gehören also nach der eben vertretenen Auffassung nur die Nordpyrenäen, und die Südpyrenäen sind nicht etwa nur rückgefaltete Nordpyrenäen, sondern im Rahmen des Pyrenäen-Orogens ein selbständiger Stamm, der im Osten am Mittelmeer ausstreicht und sich im Westen mit den Nordpyrenäen verbindet, wie etwa Betische Kordillere und Riff im Sinne von E. SUSS an der Straße von Gibraltar durch ein bogenförmiges Zwischenstück verbunden sind. Nur sind in den Pyrenäen im Gegensatz zu Betischer Kordillere und Riff der nördliche und der südliche Strang einander so genähert, daß ein Zwischengebirge fehlt.

Um Mißverständnissen zu begegnen, möchte ich hervorheben, daß ich das Pyrenäen-Orogen natürlich nur als Orogen gewissermaßen 2. Ordnung („Sekundärorogen“) innerhalb des großen mediterranen

Orogens, und zwar im Raume des karpathidischen Stammes desselben, auffasse. Denn die Südfaltung der Südpirenäen ist ja nicht dinaridisch („perigondwanisch“), sondern ebensogut karpathidisch („arktogen“, „perilaurentisch“) wie die Nordfaltung der Nordpyrenäen; sind doch die Vorländer, die die Pyrenäen im Norden, Westen und Süden umschließen, Stücke ein und desselben großen Rahmens, und hängt doch die Zweiseitigkeit der Pyrenäen nur zusammen mit der westlichen Ausbuchtung des alpidischen Orogens in den Bereich dieses großen Rahmens; vergleichbar sind den Pyrenäen die Karpathen insofern, als ja auch hier im arktogenen Aste des mediterranen Orogens in Zusammenhang mit der Bogenform des Gebirges Südfaltung auf gewisse Erstreckung (Südkarpathen) auftritt. KOBER (Bau der Erde, S. 140) spricht in solchen Fällen gegenüber der „allgemeinen primären Orogenbewegung“ von „sekundären“ Bogenbewegungen (Differentialbewegung gegenüber der Hauptbewegung), und ich selbst habe solche sekundären Südfaltungen als „inverse“ Nordfaltungen bezeichnet, wie umgekehrt die nordwärts gerichtete Faltung des Apennin eine inverse Südfaltung ist. Dabei hat „invers“ natürlich nichts mit Rückfaltung zu tun. Insofern aber, als die Pyrenäen zwischen zwei Vorländern, mögen diese auch letzten Endes Teile ein und derselben großen Vorlandseinheit sein, entstanden sind, sind sie den Alpen und, wie oben gesagt, auch dem Gibraltarbogen vergleichbar, die beide allerdings verschiedenstämmige Äste umfassen. So sind auch die Pyrenäen eine „Chaîne double“, und wenn HAUG diesen Ausdruck für sie nicht gelten lassen wollte, sondern sie im Gegensatz zu der alpidisch-dinarischen Chaîne double nur als „einfache Kette mit Fächerstruktur“ ansprach (Traité de Géologie, S. 529), so ist das eine reine Frage der Terminologie und keineswegs eine sachliche Abweichung. Denn auch für HAUG sind die Pyrenäen „comme écrasées“ zwischen dem Französischen Zentralplateau und der Spanischen Meseta (Traité, S. 167).

Wenn ein Teil der Forscher die Pyrenäen noch zum alpidischen System stellt, ein anderer sie aber von ihm ausschließen will, so liegt das an der verschiedenartigen Abgrenzung des Begriffs alpidisch. Ich selbst verstehe ja darunter die gesamte „alpinotype“ Faltung des Mediterrangebietes, unbekümmert um die Frage, welche Fazies- und Deckensysteme dabei auftreten. Daß aber die Pyrenäen alpidisch gefaltet sind, wird man wohl nach Anzeigung ihres weitgehenden Deckenbaues nicht mehr in Zweifel ziehen wollen; und im übrigen besitzen sie ja auch die alpinotype Erscheinung der Vortiefe.

Ich verkenne zwar keineswegs, daß die Pyrenäen ein sehr verkümmerter Teil des karpathidischen Alpidenstammes sind, da sie kein Pennin, geschweige denn ein Ostalpin, aufweisen und selbst von einem Helvetikum kaum gesprochen werden kann, vielmehr die Fazies fast durchweg germanisch ist. Diese Kümmerlichkeit hinsichtlich des Vorhandenseins der aus den Alpen bekannten Deckensysteme war ja auch für STAUB der Hauptgrund, die Pyrenäen samt den provenzalischen Falten vom alpidischen Systeme auszuschließen. Ganz besonders kam für ihn das Fehlen des Pennins als einer, wie man gewiß zugeben muß, besonders typischen alpinen Zone in Betracht.

Man muß m. E. diese fazielle Kümmerlichkeit der Pyrenäen in einem größeren Zusammenhange betrachten. Denn es ist nicht zu verkennen, daß es sich hier um den Fortgang einer schon in den Alpen einsetzenden Entwicklung handelt, wie folgendes Schema der

Deckenfolge im karpathidischen Stamm des
mediterranen Orogens

zeigen möge:

Ostalpen	Westalpen, Hauptteil	Südliche Westalpen	Provenz. Kette und Pyrenäen
Oberostalpin	—	—	—
Unteralpin	Unterostalpin	—	—
Penninisch	Penninisch	Penninisch	—
Helvetisch	Helvetisch	Helvetisch	Helvet-Germ.

Somit empfinde ich die Sachlage, daß in den Pyrenäen das Penninikum fehlt, nicht als einen grundsätzlichen, sondern als einen mehr quantitativen Unterschied gegenüber den eigentlichen Alpen, — nämlich nur als eine weitere Steigerung der Unvollständigkeit, die ja auch schon die Westalpen und besonders deren südwestliche Teile aufweisen. Und wenn man den Westalpen das Fehlen eines Ostalpins verzeihen will, ohne sie deshalb aus dem alpidischen Gebirgssysteme zu verweisen, so können wir mit dieser Nachsicht nun wohl kaum bei dem Verschwinden auch des Pennins haltmachen.

Dieser Verkümmerung des karpathidischen (perilaurentischen) Stammes scheint eine Bereicherung des dinaridischen (perigondwanischen) von den Südalpen zu dem Apennin zu entsprechen. Beides ist aber, wie mir scheint, nur der Ausdruck einer wechselnden Art der Aufteilung des ehemaligen Geosynklinalraumes an die beiden Orogen-Stämme. Ich behalte mir vor, hierauf an anderer Stelle zurückzukommen.

Im wesentlichen aus den oben erläuterten Gründen, nämlich

1. auf Grund der Zweiseitigkeit der Faltung nach Norden und Süden,
2. auf Grund des Auftretens von Vortiefen nicht nur im Norden, sondern auch im Süden des Gebirges und
3. auf Grund des Wanderns der Pyrenäenfaltung im Laufe der orogenen Fortentwicklung des Gebirges nach Norden und nach Süden,

habe ich in älteren Darstellungen die Verbindung von den Pyrenäen zu den Falten der Balearen in der Südfaltung der Südpyrenäen und nicht erst jenseits des Ebrobeckens, d. h. in den Celtiberischen Ketten, gesucht.

Es fragt sich nun, inwieweit der Bau der Celtiberischen Ketten mit der Vorstellung, daß sie einem Vorlandsgebiete der alpidischen Faltung angehören, vereinbar ist.

IV. Die Struktur der Celtiberischen Ketten.

1. Untersuchungen von J. Tricalinos im Gebiete der Hesperischen Ketten.

Dr. J. TRICALINOS ist von mir zu Untersuchungen über den Bau der Celtiberischen Ketten mit Rücksicht auf die Fragestellung, ob es sich dort um alpinotype oder germanotype Tektonik handele, angeregt worden. Seine Arbeiten haben sich besonders auf die Iberischen Ketten, d. h. auf den südlich des Tertiärbeckens von Calatayud-Teruel liegenden Teil der Celtiberischen Ketten, erstreckt, und die Ergebnisse werden unter dem Titel: „Untersuchungen über den Bau der Celtiberischen Ketten des nordöstlichen Spaniens“ in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft veröffentlicht werden. Nach Auffassung von J. TRICALINOS zeigen die Iberischen Ketten eine der saxonischen Gebirgsbildung Deutschlands in vielerlei Hinsicht vergleichbare Bruchfaltung. Dabei ordnen sich die Hebungen und Senkungen nach Achsen an, vergleichbar den saxonischen Achsen, und diese haben südost-nordwestliche Richtung. An ihnen tritt, den Kern der Sättel bildend, auf weiteste Erstreckung das variscisch gefaltete paläozoische Grundgebirge zu Tage. Vielfach ist nun die junge südost-nordwestliche Gebirgsbildung posthum zur älteren (variscischen) gerichtet. Aber weithin tritt auch der Fall einer Reneganz gegenüber der älteren Struktur auf. Es hängt dieses damit

zusammen, daß, wie J. TRICALINOS im einzelnen zeigt, die alte Faltung nur teilweise und zwar besonders im Nordwesten der Celtiberischen Ketten der NW-SO-Richtung folgt, im Süden und Osten aber ein mehr südsüdöstliches bis südliches Streichen annimmt. Damit wiederholt sich in einem gewissen Teile der Celtiberischen Ketten der aus dem deutschen Boden, z. B. vom Harz, bekannte Fall, daß Struktur (alte Gebirgsbildung!) und Kontur (junge Gebirgsbildung!) der inmitten jüngerer Schichten steckenden paläozoischen Gebirgskerne schief zueinander verlaufen.

Weithin zeigen nun die jungen Sättel der Iberischen Ketten, wie TRICALINOS an Hand von zahlreichen Profilen darlegt, eine gewisse Asymmetrie, und ganz vorherrschend ist dabei der nordöstliche Flügel steiler gestellt als der südwestliche. Diese Steil-

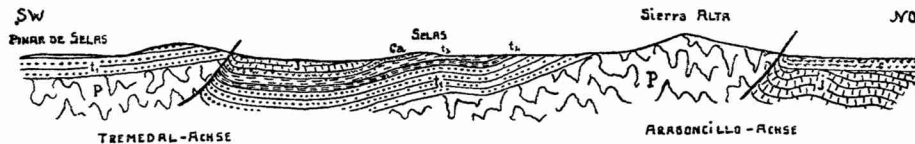


Fig. 2. Querprofil durch die Sierra Alta nordwestlich Molina de Aragón (Hesperische Ketten).

Nach J. TRICALINOS.

Maßstab etwa 1 : 25000.

<i>e</i> Kreide	<i>t₂</i> Muschelkalk
<i>j</i> Lias	<i>t₁</i> Buntsandstein
<i>Ca</i> Carniolas	<i>P</i> Paläoz. Grundgebirge.
<i>t₃</i> Keuper	

stellungen stehen vielfach mit Bruchabsenkungen der Sattelflügel gegenüber den Kernzonen der Sättel in Zusammenhang, und an manchen Stellen ist mit Deutlichkeit erkennbar, an anderen mit Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß die Kernregion der Sättel, bestehend aus paläozoischem Grundgebirge, auf die abgesunkenen Flügel überschoben ist. Die an die Überschiebung unmittelbar angrenzenden Schichten des gesunkenen Gebietes haben dann vielfach eine Aufrichtung erfahren, die sich bis zur Überkippung steigert. Immer wieder wird man, wie TRICALINOS mit Recht sagt, an Bilder aus der saxonischen Tektonik erinnert, z. B. an die Überschiebung des paläozoischen Harzkernes auf das nördlich anschließende Subhercynische Vorland, die von einer Aufrichtung der Schichten des letzteren in der Überschiebungsregion begleitet ist.

Den Fällen der Absenkung und des Überschobenseins des Nordflügels, d. h. also einer gewissen Nordwärtsbewegung, stehen in den Celtiberischen Ketten auch Fälle der Absenkung und Steil-

stellung des Südfügels der Sättel, verbunden mit Überschiebungen nach Süden, gegenüber. Beispiel dessen bietet die Südwestseite der Sierra de Ateca bei Alhama-Nuevalos usw.

2. Untersuchungen im Bereiche der Iberischen Ketten.

Nach den Untersuchungen von J. TRICALINOS in den Hesperischen Ketten erschien es wünschenswert, die dort gewonnenen Erfahrungen an der Hand des Baues der Iberischen Ketten nachzuprüfen, besonders nachdem von dort recht abweichende tektonische Bilder veröffentlicht worden waren. Diese Nachprüfung ist auf Bereisungen erfolgt, die ich zusammen mit Dr. J. TRICALINOS im Frühjahr 1926 vorgenommen habe. Die Ergebnisse schildere ich nachstehend an der Hand einiger Profile, hebe aber nachdrücklich hervor, daß diesen Profilen nicht eingehende Spezialuntersuchungen, sondern eben nur kursorische Begehungen zugrunde liegen und daß sie nur dazu dienen sollen, den Typus der Gebirgsbildung im allgemeinen zu schildern. So sind die Profile auch schon hinsichtlich der Maßstäblichkeit nicht zuverlässig.

a) Profile aus dem Gebiete zwischen Calatayud und La Almunia.

Im Gebiete von Calatayud scheint zwischen den Hesperischen (Montes de Ateca) und den Iberischen Ketten keine tiefgehende geologische Trennung zu bestehen, vielmehr ist wohl ein Zusammenhang des Paläozoikums unter dem Tertiär von Calatayud anzunehmen, ohne daß große Verwerfungen aufsetzten. In diesem Sinne hat auch schon WURM die beiden Verbreitungsbezirke des Paläozoikums östlich und westlich des Beckens von Calatayud als gemeinsamen Horst aufgefaßt, begrenzt im Südwesten durch die Abbruchzone entlang dem Südwestrande der Montes de Ateca, begrenzt im Nordosten durch eine Abbruchzone, die etwa dem Ostrand der Sierra de la Virgen folgt und ihre weitere Fortsetzung entlang dem Ostfuße der Sierra de Tablado hat. Mit dieser Auffassung fällt auch zusammen, daß östlich von Calatayud im Bereiche des Jalon-Durchbruchs zwischen dem alten Gebirge und der tertiären Beckenerfüllung keine irgendwie beträchtliche Verwerfung vorliegt, vielmehr sich das Tertiär flach an das Paläozoikum anlagert.

Das alte Gebirge der Iberischen Ketten wird, wie schon aus der Mapa geológica de España 1:400000, Blatt Zaragoza-Teruel, ersichtlich ist, in dem Gebiete zwischen Calatayud und La Almunia mehrfach durch mesozoische Schichten unterbrochen. So schneiden

wir, der Straße von Calatayud nach La Almunia folgend, einen Streifen von Trias beim Dorfe El Frasno (s. Fig. 3). Die Aufschlüsse bei El Frasno geben ein Bild von der Tektonik dieses Triasstreifens. Gleich nördlich der Straße ist bei km 254 der



Fig. 3. Schematisches Profil durch das Senkungsfeld von El Frasno zwischen Calatayud und La Almunia (Iberische Ketten) ohne Maßstab.

Westrand der Trias entblößt. Hier steht Buntsandstein, der unter 30 Grad westwärts einfällt und von Paläozoikum überschoben ist. In der Richtung auf El Frasno durchschreiten wir den Buntsandstein, der hier eine sehr große Mächtigkeit besitzen muß. Bei El Frasno (etwas außerhalb unseres Profils) hebt sich das paläozoische Grundgebirge wieder sattelförmig heraus, und das Basalkonglomerat, mit dem der Buntsandstein über diesem beginnt, ist am Ausgange des Dorfes gut sichtbar.

Auch an ihrem Ostrande ist die Trias von El Frasno gegen das Paläozoikum verworfen und dabei unmittelbar neben dem Paläozoikum steil aufgerichtet. Die tiefsten konglomeratischen Schichten des Buntsandsteins fehlen hier.

Besteht entlang der Straße Calatayud-La Almunia die Trias nur aus Buntsandstein, so stellt sich doch wenig weiter nördlich Muschelkalk in der Krönung eines kleinen Zeugenberges ein. Durch einen solchen ist das Profil in Fig. 3 gelegt worden. Es veranschaulicht uns die Trias von El Frasno als eine beiderseits vom paläozoischen Grundgebirge umschlossene und von diesem sicher im Westen, wahrscheinlich aber auch im Osten überschobene Trias-Grabenversenkung.

Ostwärts von El Frasno verbleibt man zunächst im Paläozoikum; aber dann stellt sich wieder Mesozoikum ein, das sich weit nach Osten erstreckt und erst westlich La Almunia von dem Tertiär des Ebrobeckens überdeckt wird. Den Aufbau dieses Gebietes veranschaulicht Fig. 4.

Von La Almunia westwärts gehend kommen wir aus dem Tertiär zunächst in Jurakalke, deren im großen und ganzen nordostwärts gerichtetes Fallen mancherlei Schwankungen aufweist. Der Jura wird nach Westen durch eine Verwerfung gegen Buntsandstein abgeschnitten, die in der Richtung auf den Jura einfällt, so daß sich bei oberflächlicher Betrachtung die Vorstellung des Auflagers des Juras auf den Buntsandstein ergeben könnte. Unter diesem Buntsandstein erscheinen dann paläozoische Quarzite etc., die ihrerseits nach Westen wiederum gegen Trias verworfen sind, und zwar gegen westwärts einfallenden und von buntem

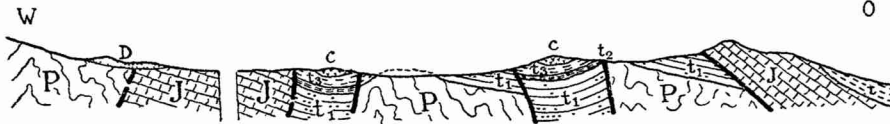


Fig. 4.

Schematisches Profil durch das Bruchfaltungsgebiet westlich von La Almunia (Iberische Ketten) ohne Maßstab

<i>D</i> Diluvium	<i>t₃</i> Keuper
<i>t</i> Tertiär	<i>t₂</i> Muschelkalk
<i>J</i> Jura	<i>t₁</i> Buntsandstein
<i>C</i> Carniolas	<i>P</i> Paläozoikum.

Keuper und Carniolas überdeckten Muschelkalk. Diese jüngeren Triasschichten bilden hier eine flache Mulde, die sich nach Westen heraushebt, sodaß bunter Keuper jenseits der Carniolas wieder zutage kommt. Dieser Keuper ist dann verworfen gegen den westwärts folgenden Buntsandstein, der flach nach Osten fällt und unter dem zum zweiten Mal Paläozoikum erscheint, dieses Mal als Kern eines Sattels, auf dessen Westflügel ebenfalls Buntsandstein liegt. Dann setzt eine neue Verwerfung auf, an der bunte Keupermergel in das Niveau des Buntsandsteins und Paläozoikums gelangen, wobei sie eine im Innern von Carniolas erfüllte Mulde bilden. Und dieser Keuper ist dann wieder gegen wellig gelagerten Jura verworfen. Jenseits einer aufschlußlosen Strecke, in der die westliche Randverwerfung des Mesozoikums zu erwarten ist, gelangen wir in jenes Paläozoikum, das das Mesozoikum von Morata de Jalon von demjenigen von El Frasnó scheidet.

Auf Grund vorstehender Schilderungen tritt uns auch das Mesozoikum von Morata de Jalon als ein Einbruchsfeld gegenüber dem Paläozoikum der Iberischen Ketten entgegen. Größere Verwerfungen sind da, von denen im einzelnen die Rede gewesen ist, und zweimal hebt sich das Paläozoikum in dem in Fig. 4 dar-

gestellten Schnitte wieder heraus. Alles in allem ergibt sich hier das Bild einer Bruchfaltung, wie sie uns im Bereiche der deutschen saxonischen Faltung bekannt ist. Die Hebungsachsen dieser Bruchfaltung sind durch die Zonen von Paläozoikum und Buntsandstein angedeutet, die Senkungszonen zwischen ihnen erscheinen als Gräben.

b) Die Gegend von Montalban.

Montalban liegt am Südostende der Iberischen Ketten. Eine nordwestlich gerichtete Aufwölbung des Untergrundes, der Sattel von Montalban, enthält im Sattelkern das paläozoische Grundgebirge, — nach DEREIMS¹⁾ im wesentlichen Devon, — und auf dieses folgen nach Süden Trias, Jura und Kreide in zum Teil recht verwickelter Lagerung, den Südflügel des Sattels bildend. Daran schließt sich südwärts das Tertiär des Beckens von Martin del Rio, eine west-östlich gerichtete Abzweigung des großen Beckens von Calatayud-Teruel. Sie ist im Gebiete von Montalban nur recht schmal vertreten und läuft auch bald nach Osten aus. Dieses Tertiärbecken wird nach Süden von den Bergzügen der Gegend von Palomar-Utrillas-Portalrubio umgrenzt, die in der Hauptsache aus Kreide aufgebaut sind. Mit ihnen betreten wir das ungemein ausgedehnte Kreidegebiet, das sich, der Südostecke des Ebrobeckens vorgelagert, von Montalban bis zur Mittelmeerküste zwischen Tortosa und Castellón erstreckt.

Bei Begehung des Triasgeländes von Montalban und weiter westlich beobachtet man eine mehrfache Wiederholung einzelner Triasglieder an der Südflanke des Sattels von Montalban, wobei der Muschelkalk als bergrückenbildendes Element, Buntsandstein und Keuper durch ihre rote Färbung in dem kaum bewachsenen Gelände leicht kenntlich werden. Auch das im übrigen die Kernregion des Montalbaner Sattels bildende Paläozoikum hebt sich hier und da zwischen den triadischen Schichten erneut heraus. Wie z. B. die Sache wenig westlich Montalban zu liegen scheint, ist in Fig. 5 dargestellt worden. Mit einem Konglomerat beginnend, fällt hier der Buntsandstein unter das Paläozoikum des Sattelkerns ein, ist also bis zur Überkippung aufgerichtet; ebenso stehen der südlich angrenzende, in seiner Mächtigkeit stark reduzierte Muschelkalk wie auch der weiterhin folgende bunte Keuper noch etwas überkippt. Südlich des Keupers folgt abermals altes Gebirge und

1) A. DEREIMS, Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. Thèses Fac. Sc. Paris 1898.

auf dieses wiederum Buntsandstein, nunmehr aber nicht in normaler Auflagerung auf dem Paläozoikum, sondern von ihm durch eine unter zirka 45 Grad nach Norden einfallende Überschiebung getrennt.

Der Buntsandstein leitet eine neue, wiederum steil bis überkippt stehende Serie von Triasschichten ein, die aber in ihrer Mächtigkeit keine wesentliche Einbuße erlitten zu haben scheint. An den Keuper schließt sich Tertiär, das im Sonderfalle unseres Profils gegen ihn verworfen ist. Nahe der Trias fällt es unter 45 Grad ein, um sich bald flacher und schließlich inmitten des

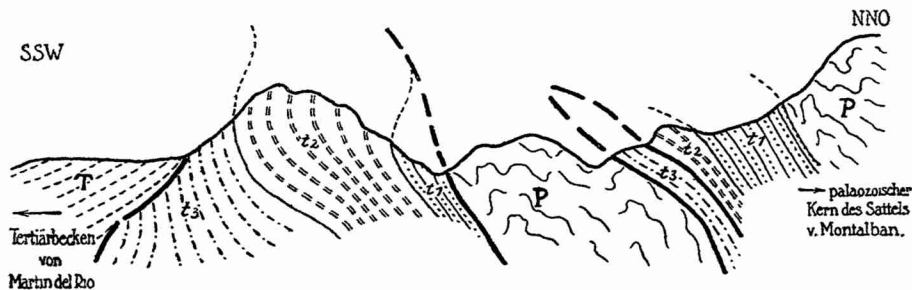


Fig. 5.

Profil durch den Südfügel des Montalbaner Sattels westlich Montalban (Iberische Ketten). Maßstab etwa 1:6000.

Signaturenerklärung:

T = Tertiär	t_2 = Muschelkalk
t_1 = Buntsandstein	t_3 = Keuper
P = Paläozoikum.	

Tertiärbeckens von Martin del Rio ganz flach zu legen. Etwas weiter westlich ist normales Anlager des Tertiärs an die mesozoischen Schichten zu beobachten, wobei es in der Randzone mit dem Mesozoikum aufgerichtet ist, aber auch hier beckenwärts schnell flaches Fallen einnimmt. Überhaupt würde unser in Fig. 5 gegebenes Profil, hätten wir es etwas weiter östlich oder westlich gelegt, sich in seinen Einzelheiten wesentlich anders darstellen, — denn diese Einzelheiten wechseln, indem sich der Bau der einzelnen Schollen zwischen den Verwerfungen im Fortstreichen ändert, indem auch neue Verwerfungen in dem System der den Rand des Paläozoikums begleitenden Störungen auftreten und andere dafür verschwinden. Immerhin bleibt das Grundprinzip des tektonischen Bildes gewahrt, und das Grundprinzip scheint mir zu sein, daß bei und westlich Montalban ein Abbruch des Paläozoikums gegen das im Süden folgende Tertiärbecken sich unter mehrfachen, gegen das Becken, also südwärts, gerichteten Schuppungen voll-

zieht. So ergibt sich hier ein System von Dislokationen, die steil nordwärts, d. h. gegen den paläozoischen Sattelkern, einfallen und dabei zum Teil den Charakter von Überschiebungen, zum Teil auch von rechtsinnigen Verwerfungen haben.

Derartige Dislokationen beobachten wir auch im Untergrunde des Ortes Montalban. Hier hat sich auch der im zuerst betrachteten Profile (s. Fig. 5) noch fehlende Jura, einen hohen Berggrücken bildend, auf dem Südfügel des Montalbaner Sattels eingestellt, und wenig östlich Montalban findet sich dann auch die Kreide.

Bei Weiterverfolgung dieser Verhältnisse kommen wir zum Durchbruche des Rio Palomar, auderthalb Kilometer östlich von Montalban, der ein prächtiges Profil durch die südliche Randzone des Montalbaner Sattels gibt. Schon öfter ist diese Örtlichkeit in der Literatur erwähnt, so auch von A. DEREIMS (a. a. O.) und später von H. JOLY¹⁾.

Die Auffassung, zu der J. TRICALINOS und ich durch eine Untersuchung des Profiles geführt worden sind, veranschauliche ich in Fig. 6. Wir beginnen die Betrachtung im Norden. Wir stehen in dem obenerwähnten Paläozoikum der Randzone des Montalbaner Sattelkernes, an das im Süden der Muschelkalk stößt, wohl mit geringer Überschiebung. Es fehlt hier also der Buntsandstein. An den steil nordwärts, also widersinnig fallenden Muschelkalk, legen sich die Keupermergel und Carñiolas, wobei beide nicht in voller Mächtigkeit vertreten sind, so daß hier eine zweite Störung vorliegt, die auch schon aus JOLYS Profile ersichtlich ist. Hier fehlt ein Teil der Carñiolas, und auch der bunte Keuper ist wohl kaum vollständig vertreten.

In den Kalkmassen des Lias-Dogger beobachten wir steiles nördliches, also widersinniges, Einfallen. An den Jura schließt sich, anscheinend konkordant zu ihm liegend, nach Süden die untere Kreide in der klassischen Entwicklung an, wie sie aus dem Gebiete von Montalban-Utrillas durch DE VERNEULL, COQUAND, CORTAZAR und DEREIMS bekannt geworden ist. Im tieferen Teile ist sie durch versteinerungsreiche Mergel und Kalke (Apt und wohl auch noch Barrême), im oberen durch die sandig-tonigen, dabei zum Teil auffällig weiß und rot gefärbten Utrillasschichten vertreten, die in die jüngste Unterkreide und das tiefste Cenoman zu stellen sind. Auch die Kreide fällt steil nordwärts, also widersinnig, ein.

1) H. JOLY, Sur l'existence de phénomènes de charriage à l'extrémité orientale de la chaîne Ibérique, près de Montalban (Province de Téruel, Espagne) C. R. Ac. Sc. Paris 1922, T. 164, p. 820—822.

Neben der Unterkreide setzt dann mit einem rund 50 Meter mächtigen Basalkonglomerat, das die pittoresken Felsmassen der „Humbrias“ aufbaut, das Tertiär ein, das zunächst noch gleich der Kreide steil steht, dann aber nach Norden hin bald flache Lagerung annimmt. Am Rio de Palomar scheint Konkordanz zwischen Kreide und Tertiär zu herrschen, während Diskordanz im Gebiete von Montalban die Regel ist. So keilt auch die Kreide unter dem Tertiär in der Richtung auf Montalban an der Südseite der Sierra de Santa Barbara aus, so daß bei Montalban neben der über den Rio Martin führenden Brücke das Basalkonglomerat des

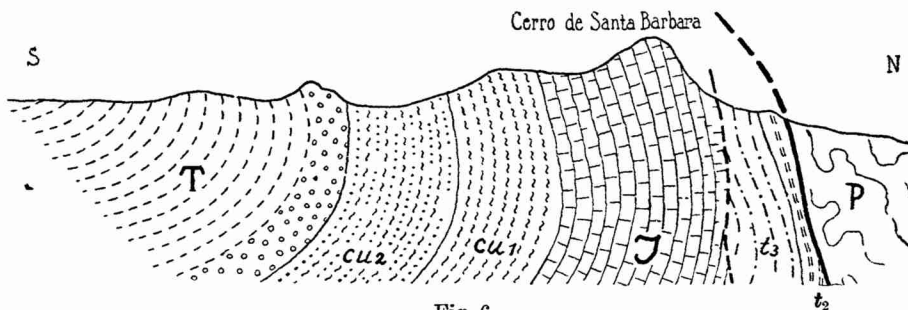


Fig. 6.

Profil durch den Südfügel des Montalbaner Sattels im Quertal des Rio de Palomar, anderthalb Kilometer westlich Montalban (Iberische Ketten).

Maßstab etwa 1:6000.

Signaturen-Erklärung:

<i>T</i> = Tertiär	<i>t₃</i> = Bunter Keuper
<i>cu₂</i> } Unterkreide	<i>t₂</i> = Muschelkalk
<i>cu₁</i> }	<i>P</i> = Paläozoikum.
<i>J</i> = Jura und Carñiolas	

Tertiärs, unter 50 Grad nach Süden geneigt, unmittelbar über den hier unter 80 Grad nach Norden fallenden Jurakalken liegt.

Übereinstimmung zwischen dem in Fig. 5 gegebenen Profile westlich von Montalban und dem Profile entlang dem Rio de Palomar zirka anderthalb Kilometer östlich dieses Ortes (Fig. 6) liegt darin, daß das Paläozoikum des Montalbaner Gebietes auf das ihm gegenüber abgesunkene und dabei bis zur Überkipfung aufgerichtete, in sich zum Teil stark verschuppte Mesozoikum des südlichen Sattelflügels etwas überschoben ist. Das steilstehende Mesozoikum ist aber nur ein Zwischenglied zwischen dem paläozoischen Sattelkern und der im Süden folgenden Tertiärmulde von Martin del Rio, und letzten Endes gegen dieses richtet sich der zum Teil unter mehrfacher Spezialschuppung erfolgende Überschiebungsvorgang. Dieses Tertiärbecken ist bei Montalban nur schmal. Nach

Süden ist es, wie schon gesagt wurde, von dem Kreidemassiv von Palomar-Utrillas umschlossen, und wie im Norden bei Montalban von Norden her, so ist das Tertiär im Süden von Süden her durch die älteren Gesteine überschoben. Das kommt schon in dem Profile zum Ausdruck, das JOLY (a. a. O.) gegeben hat, und wurde von mir auch westlich des Río de Palomar bei Utrillas beobachtet.

H. JOLY (a. a. O.) möchte im Gebiete von Montalban auf Grund der hier vorhandenen Überschiebungen, die übrigens auch von ihm ziemlich steil dargestellt werden, horizontale Verfrachtungen von großer Schubweite, ja förmliche „Charriages“ annehmen. Aber die oben gegebene Schilderung der Verhältnisse dürfte doch zeigen, daß es sich bei Montalban um Überschiebungen an Abbruchzonen nach dem Prinzip der Überschiebung sinkender Räume handelt, also um Überschiebungserscheinungen, die örtlich bedingt sind.

Dieser im Gegensatz zu JOLY stehenden Auffassung geben auch FALLOT und BATALLER¹⁾ in einer kürzlich erschienenen Mitteilung in Bezug auf den Südrand des Tertiärbeckens von Martin del Rio Ausdruck. Sie haben auf weite Erstreckung den Rand des großen im Süden liegenden Kreidemassivs gegen das Tertiärbecken untersucht und hier nur Faltenverwerfungen oder schwach überkippte oder übergelegte Falten erkannt, „mit einem Wort Erscheinungen aus rein örtlichen Ursachen“ und nicht „Charriages im eigentlichen Sinne“.

3. Die Vorlandsstruktur der Celtiberischen Ketten.

Am Schluß von Kap. II ist die Frage gestellt worden, inwieweit die Struktur der Celtiberischen Ketten die schon auf andere Verhältnisse sich gründende Auffassung unterstütze, daß wir uns südlich des Ebrobeckens in einem Vorlande der alpidischen Pyrenäenfaltung befinden.

Mit dem Bau des außeralpidischen Mitteleuropas, das wir als Paradigma eines Vorlandes betrachten wollten, bestehen, wie schon J. TRICALINOS hervorgehoben hat, recht erhebliche Übereinstimmungen. So finden wir weithin den Typus der Bruchfaltung, — und ich verweise in dieser Hinsicht wieder auf die Verhältnisse bei El Frasno und westlich von La Almunia. Namentlich letzteres Profil zeigt in der Aufwölbung älterer Schichten, die zum Teil horst-

1) P. FALLOT und R. BATALLER, Sur la tectonique des montagnes entre Montalban et le littoral de la Provence de Castellon (Espagne). C. R. Ac. Sc. Paris, t. 182, 1926. S. 275—277.

oder halbhorstartig erfolgt ist, und in der Einsenkung von Mulden, die in Gräben übergehen, die deutlichsten Anklänge an deutsche Verhältnisse. Auch das Auftreten von Überschiebungserscheinungen, die vielfach auf die Überschiebung der Senken hinauskommen („Brüche mit Überschiebungen“), hat die celtiberische jüngere Tektonik mit der saxonischen gemeinsam, und hier wie dort wechselt die Überschiebungsrichtung, vielfach offenbar im Zusammenhang mit der jeweiligen Lage der Senkungszonen.

Immerhin ist Einseitigkeit der Faltung in den celtiberischen Gebieten etwas stärker vorhanden als in Saxonien, und im großen Durchschnitte ist wohl auch der Typus der Faltung etwas höher als derjenige Saxonien, d. h. häufiger treten mehr alpine Faltungsbilder auf, als für die saxonische Faltung zutrifft. So gibt es an manchen Stellen auch stärkere Annäherungen an die Bauart etwa des Schweizer Juras, — ich denke dabei z. B. an die Gegend von Nuevalos-Alhama am Südwestrande des Ateca-Sattels. Aber solche Annäherungen sind eben nur in schmalen Zonen da, und dazwischen liegen die weiten Zonen schwacher Faltung oder ohne Faltung oder mit Bruchdislozierung.

Zum Teil mag aber der Eindruck einer etwas stärkeren Faltung der Celtiberischen Ketten verglichen mit Saxonien auch darauf beruhen, daß es sich in den Celtiberischen Ketten um einen im weitesten Umfange entblößten, in Saxonien aber um einen nur wenige und wenig zusammenhängende Aufschlüsse aufweisenden Untergrund handelt.

Auch die hier und da in der Trias Celtiberiens auftretenden Ophiolithe (vgl. S. 19) mögen einen etwas stärker alpinen Charakter des pyrenäischen Vorlandes, verglichen mit Saxonien, andeuten.

Es ist vielleicht angebracht, für die außeralpidischen Orogenesen der Iberischen Halbinsel eine zusammenfassende Bezeichnung zu wählen, etwa wie man in Mitteleuropa unter „saxonisch“ die außeralpidische jüngere Gebirgsbildung in allen ihren Phasen und unbekümmert um die Richtungen, in denen sie verläuft, und auch unbekümmert um die Formen, die sie aufweist, versteht. Meines Erachtens könnte man den Ausdruck „saxonisch“ mit Rücksicht darauf, daß Saxonien als das klassische Land der Vorlandsorogenesen zu gelten hat, auch auf der Iberischen Halbinsel anwenden. Die STAUB'sche Bezeichnung „iberisch“ („Iberiden“) ist deswegen abzulehnen, weil in sie auch die Pyrenäenfaltung einbegriffen ist, also etwas, im Gegensatz zu dem ja die außeralpidische Tektonik zusammenfassend bezeichnet werden soll. Will man aber

nicht „saxonisch“ sagen, so könnte vielleicht die Bezeichnung „celtiberisch“ nach einem besonders bedeutsamen Gebiete der iberischen Vorlandsorogenese gewählt werden. Und wie „Saxonien“ im weiteren Sinne das extraalpidische Mitteleuropa ist, so wäre „Celtiberien“ im weiteren Sinne das extraalpidische Iberien, d. h. die Iberische Halbinsel mit Ausschluß der Pyrenäen und des Betischen Systems.

Auch Portugal gehört dazu. Denn daß auch die mesozoischen Gebiete Portugals, — vom Meseta-Anteil Portugals gar nicht zu reden —, außeralpidisch sind, ergibt sich aus ihrer Lage und Struktur, wenn wir in Bezug auf letztere wieder das saxonische Mitteleuropa als Paradigma nehmen. An diesem Vorlandscharakter wird auch durch örtliche Überschiebungen, wie wir sie z. B. aus der Arridakette kennen, nichts geändert, wie ja auch die örtlichen Überschiebungserscheinungen Saxonien und der Celtiberischen Ketten mit dem Vorlandscharakter dieser Gebiete durchaus vereinbar sind.

V. Parallelen zwischen der mitteleuropäischen und der iberischen Vorlandtektonik.

Abgesehen von den bereits erörterten strukturellen Verhältnissen scheinen gewisse Parallelen zwischen der mitteleuropäischen und der iberischen Vorlandtektonik zu bestehen

1. hinsichtlich der Bedeutung gewisser Einzelphasen der Tektonik,
2. hinsichtlich der vorherrschenden Richtung der Überschiebungen,
3. hinsichtlich der Begleitumstände des Erscheinens der hercynischen (südost-nordwestlichen) Richtung.

1. Bemerkungen über das Alter der alpidischen und außer-alpidischen Faltung in Mitteleuropa und Spanien.

Von den Phasen der mesozoisch-känozoischen Faltung der Pyrenäen ist schon oben bei Erörterung des Wanderns der Pyrenäenfaltung zu den Vortiefen die Rede gewesen.

Wir betrachten nunmehr die Phasen der Faltung in den außer-alpidischen Teilen der Iberischen Halbinsel, d. h. also auf dieser Halbinsel mit Ausnahme der Pyrenäen und des betisch-balearenischen Faltensystems, also einschließlich der portugiesischen Gebiete.

Inwieweit die in Europa, abgesehen von balkanisch-pontischen Gebieten, recht unbedeutende altkimmerische (jungtriadische) Gebirgsbildung in Spanien und speziell in den Celtiberischen Ketten eingetreten ist, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls herrscht in den von J. TRICALINOS untersuchten Teilen der Celtiberischen Ketten zwischen buntem Keuper und den rhätisch-tiefliasischen Carniolas überall Konkordanz, und die angebliche Diskordanz, die bei Molina de Aragon zwischen diesen Schichtengliedern nach CALDERON bestehen sollte, beruht, wie TRICALINOS festgestellt hat und ich beim Besuch der Örtlichkeit bestätigt fand, zum Teil auf nachtektonischen Bewegungen, zum Teil auf unzutreffenden stratigraphischen Deutungen.

Wohl aber ist jungkimmerische („vorkretazische“) Gebirgsbildung im Bereiche der Celtiberischen Ketten in weiter Ausdehnung erkennbar. Sie ergab sich schon aus den älteren Mitteilungen von R. CHUDEAU, LARRAZET und A. DEREIMS und ist nun auch wieder von J. TRICALINOS festgestellt worden.

Austrische (vorcenomane) und subhercynische (vorsonone) Gebirgsbildungen sind in der außeralpidischen Pyrenäenhalbinsel bisher nicht bekannt geworden. Dagegen scheint laramische (jüngstkretazisch-frühesttertiäre) Faltung im extraalpidschen Spanien ziemlich weit verbreitet und für die Struktur des Untergrundes wichtig gewesen zu sein. Auf sie schloß E. HERNANDEZ-PACHECO im Bereiche der Spanischen Zentralkordillere (Sierra de Guadarrama etc.). Die obere Kreide ist nämlich am Rande und im Innern dieses Gebirges vielfach stark aufgerichtet und auch stark gefaltet, örtlich sogar isoklinal, während das durch Fossilfunde hinsichtlich seines Alters sichergestellte terrestre Eozän im Norden der Kordillere (Salamanca, Ciudad Rodrigo) nur ganz schwaches Einfallen zeigt¹⁾. Im Katalonischen Randgebirge östlich des Ebrobeckens ergeben sich laramische Bewegungen aus den Diskordanzen, die nach DEPÉRET, ALMERA und TORNQUIST zwischen Untereozän und den älteren Schichten einschließlich Kreide bestehen. Aber in anderen junggefalteten Teilen Nordspaniens liegt Konkordanz zwischen Kreide und Alttertiär vor, so nach PALACIOS und ROYO Y GOMEZ²⁾ bei Soria im Süden der Sierra de la Demanda,

1) E. HERNANDEZ-PACHECO, Edad y Origin de la Cordillera central de la Peninsula Iberica. Ass. esp. p. el Progreso de las Ciencias, Congreso de Salamanca, 1923, S. 119—134.

2) J. ROYO-GOMEZ, El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. Comm. de invest. paleont. y prehist. Memoria 30, Madrid 1922, S. 40. — Derselbe, Führer zu Exk. A 6 des Intern. geol. Kongr. 1926 (Tertiaire continental de Burgos), S. 17.

wo Kreide und Eozän bis zur Vertikalstellung aufgerichtet sind. Diskordant zu ihnen liegt hier das Obermiozän, während Oligozän und älteres Miozän fehlen.

Inwieweit außerhalb des Pyrenäengebietes Faltungen in der pyrenäischen (jungeozän-voroligozänen) Phase eingetreten sind, wird noch weiterer Untersuchungen in den wenigen Gebieten, in denen Eozän und Oligozän zusammen vorkommen, bedürfen. In den weitesten Gebieten des außeralpidischen Spaniens ist aber die Serie der tertiären Schichten sehr lückenhaft, und es fehlen namentlich Alttertiär und Altmiozän, sodaß die genauere Zeitbestimmung der im Liegenden des jüngeren Miozäns nachweisbaren Dislokationsvorgänge nicht möglich ist. So ist auch die Sachlage im allergrößten Teile der Montes Universales, wo die postkretazisch-vormiozäne Faltung vielleicht der pyrenäischen, vielleicht auch der savischen (vormiozänen) oder vielleicht auch der steirischen (intramiozänen) Faltungsphase angehört. In diesem Sinne sei auch auf die Ausführungen von FALLOT und BATALLER¹⁾ verwiesen, die im Südosten des Ebrobeckens ein gefaltetes „älteres“ Tertiär und ein nichtgefaltetes „jüngeres“ unterscheiden. Von Interesse ist in diesem Zusammenhange ferner, daß im Bereiche der Katalonischen Küstenkordillere (Valles-Panadés; vgl. ROYO Y GOMEZ a. a. O. 1922, S. 53) savische Faltung erkennbar ist. Steirische Faltung ist vielleicht in der Arrabidakette Portugals nach der Darstellung von CHOFFAT²⁾ angedeutet, wenn auch die mit den südwärts gerichteten Überschiebungsvorgängen (s. oben) verknüpfte Hauptfaltung dort jünger ist³⁾.

Attische Faltung (zwischen Sarmatisch und Pontisch) scheint auf der Iberischen Halbinsel sehr zurückzutreten oder gar zu fehlen. Mit erheblicher Bestimmtheit darf man das für die Celtiberischen Ketten und für andere weite Gebiete Spaniens sagen, in denen das in sich völlig konkordante „Obermiozän“ außer dem Torton und dem Sarmatikum auch noch das Pontikum umschließt. Allerdings wird angegeben, daß am unteren Tajo zwischen Torton und Pontikum Faltung eingetreten sei (vgl. ROYO Y GOMEZ 1922, S. 73); doch sind die Altersverhältnisse der in Betracht kommenden

1) P. FALLOT et R. BATALLER a. a. O. und „Sur la tectonique de la bordure méridionale du Bassin de l'Èbre et des montagnes du littoral méditerranéen entre Tortosa et Castellon (Espagne).“ C. R. Ac. Sc. Paris 1926, t. 182, p. 226—228.

2) PAUL CHOFFAT, Sur la tectonique de la chaîne de l'Arrabida entre les embouchures du Tage et du Sado. Bull. Soc. géol. Fr. 1906, Sér. 4, t. VI, S. 237.

3) PAUL CHOFFAT, Notice sur la carte hypsométrique du Portugal. Communicações da Comissão de Serviço geologico de Portugal, T. VII, Fasc. 1, 1907, S. 59.

Schichten noch nicht völlig geklärt, und es bliebe somit noch eine gewisse Möglichkeit, daß die Faltung hier schon in der steirischen oder erst in der rhodanischen Phase eingetreten sein könnte (vgl. z. B. HAUG, *Traité de la Géologie* S. 1701). Daß auch postponische Faltungen im außeralpidischen Spanien ziemlich weit verbreitet sind, so besonders in den Randzonen der großen Tertiärbecken, wissen wir aus den Ausführungen von ROYO Y GOMEZ (a. a. O.) und E. HERNANDEZ-PACHECO (*Congreso de Salamanca*, a. a. O. 1923). ROYO Y GOMEZ¹⁾ verlegt diese jüngsten Bewegungen wohl mit Recht in die rhodanische Faltungsphase.

Vergleichen wir nun das Alter der Faltungen in den Pyrenäen einerseits und im südlichen Vorlande derselben andererseits, so fällt das Fehlen der jungkimmerischen Faltung, die im südpyrenäischen Vorlande weithin bedeutungsvoll gewesen zu sein scheint, in den Pyrenäen und das Fehlen der austrischen Faltung, der eigentlichen Stammfaltung der Pyrenäen, in den außerpyrenäischen Gebieten auf. Damit wiederholt sich hier eine auch in Bezug auf die Alpen und deren Vorland festzustellende Sachlage, auf die ich schon S. 12 u. 13 hingewiesen habe. Überhaupt fehlt ja den Alpiden, wenn wir wieder vom südöstlichen Europa absehen, jungkimmerische Faltung von beträchtlichem Ausmaße, während die austrische Faltung in den weitesten Teilen der Alpiden von allergrößter Bedeutung gewesen ist. Andererseits ist jungkimmerische Gebirgsbildung nicht nur in Spanien und in den saxonischen Gebieten, wo sie geradezu als Hauptphase der jüngeren Gebirgsbildung zu gelten hat, sondern auch im außeralpidischen Frankreich (Aquitanisches Becken, Pariser Becken) und in Südengland recht verbreitet und bedeutungsvoll. Es scheint also für ganz Mittel- und Westeuropa zu gelten, daß von den mesozoischen Faltungsphasen die jungkimmerische mehr eine solche der Vorländer der Alpiden, die austrische mehr eine solche der Alpiden selbst ist. Damit gelten die auf S. 12 u. 13 gegen die Auffassung der saxonischen Gebirgsbildung als „Contrecoup“ der alpidischen Faltung auf die zeitliche Inkongruenz der alpidischen und außeralpidischen Faltungsphasen gegründeten Bedenken ganz allgemein für die außeralpidischen Faltungen des mittleren und westlichen Europas.

Allerdings ist gerade in Bezug auf die westmediterranen Ge-

1) JOSÉ ROYO Y GOMEZ, *La tectonique du tertiaire continental ibérique*. Congr. geológico internacional 1926, Resúmen de las Comunicaciones anunciadas, S. 17 u. 18.

biere hervorzuheben, daß nicht überall im dortigen alpidischen System schon austrische Faltung eingetreten oder jedenfalls — vorsichtiger gesagt — nachweisbar ist. Das trifft z. B. für den Hauptteil der Westalpen wie auch für das betische System und die Balearen zu. Ich komme noch darauf zurück.

Ferner besteht hinsichtlich des Alters der Gebirgsbildung in den Pyrenäen und ihrem Celtiberischen Vorlande ein bemerkenswerter Unterschied insofern, als in den Pyrenäen schon das Untermiozän keine irgendwie nennenswerte Faltung mehr aufweist, die letzte stärkere Faltung dort also die savische gewesen ist, während in den Celtiberischen Ketten stärkere Bewegungen sogar noch postpontisch eingetreten sind.

2. Bemerkungen über die Überschiebungsrichtungen in der saxonischen und celtiberischen Tektonik.

Für den Untergrund Saxoniens hat eine Statistik der bisher bekannt gewordenen Überschiebungen ergeben (vgl. H. STILLE, Die saxonischen Brüche, a. a. O., S. 157 ff.), daß etwa zwei Drittel derselben gegen Süden und ein Drittel gegen Norden sich wenden. Und nicht nur zahlenmäßig, sondern auch der Bedeutung nach überwiegen hier die südwärts gerichteten Überschiebungen, — wenn auch unter den nordwärts gehenden einzelne, wie die Harzrand-Überschiebung, relativ bedeutungsvoll sind. Die Überschiebungen in der einen und anderen Richtung verteilen sich nun nicht etwa regional, sodaß bestimmte Gebiete mehr nordwärts gerichtete, andere mehr südwärts gerichtete aufwiesen, sondern sie treten durcheinander auf, — im wesentlichen entsprechend der Lage der jeweilig überschobenen Tiefenzonen. E. SUSS hat gemeint, daß sich die jungen deutschen Überschiebungen „fast ausschließlich“ nach Südwesten, d. h. „der Faltungsrichtung der Alpen entgegen“ wenden. Und wenn auch der Fortgang der Forschung diese Annahme als zu weit gehend erwiesen hat, so bleibt doch ein gewisser Kern für die Berechtigung derselben bestehen.

Wenn es nun auch im Bereich der Celtiberischen Ketten für eine Statistik nach Art der in Saxonien ausgeführten noch an ausreichenden Unterlagen fehlt, so scheint es doch schon heute so, namentlich wenn wir auch die neuesten Angaben von FALLLOT und BATALLER (a. a. O.) mitverwerten, daß hier die gegen das Ebrobecken, also mehr oder weniger nordwärts gerichteten Überschiebungen gegenüber den südwärts gerichteten überwiegen. Damit haben wir trotz der Unzulänglichkeit des bisherigen Beobachtungsmaterials die Fragestellung schon berührt, ob nicht auch

im südlichen Vorlande der Pyrenäen entsprechend der Sachlage im nördlichen Vorlande der Alpen die Bewegungen in der Richtung auf die Vortiefe des alpidischen Gebirges etwas stärker gewesen seien als die in entgegengesetzter Richtung, d. h. ob nicht auch hier die Faltung im Vorlande, soweit überhaupt eine Einseitigkeit erkennbar ist, der jenseits der Vortiefe herrschenden alpidischen Faltung vorherrschend entgegengesetzt war. Eine stärkere Nordwärtsfaltung in der südlichen Umrandung des Ebrobeckens würde aber der Verbindung der Balearen mit dem Westende der Pyrenäen über die Celtiberischen Ketten widersprechen; denn im Sinne dieser Verbindung (vgl. Fig. 1 c auf S. 22) müßte im Celtiberischen System Südwärtsfaltung herrschen oder wenigstens vorherrschen.

3. Bemerkungen zur südost-nordwestlichen („hercynischen“)¹⁾ Richtung der jungen Orogenesen in den Celtiberischen Ketten und in anderen Vorländern der Alpiden.

Es ist eine sehr auffällige Erscheinung, daß in der jungen außeralpidischen Gebirgsbildung Mesoeuropas eine Richtung, nämlich die hercynische, herrscht, die in der alpidischen Orogenese (Neoeuropa) und vor allem im karpathidischen Stamme derselben, für den Mesoeuropa Vorland ist, ganz zurücktritt²⁾. Wir finden diese Richtung ja in größter Verbreitung in der saxonischen Gebirgsbildung Deutschlands und weiter im südlichen Rußland in den „Karpinskischen Linien“, die nach Asien führen und für E. SUSS Veranlassung gewesen sind, auch die hercynischen Dislokationen Mitteleuropas als „asiatische“ (im Gegensatz zu den nord-südlich gerichteten rheinischen Dislokationen als den „afrikanischen“) zu bezeichnen. Die hercynische Richtung tritt uns ferner in der jungen Gebirgsbildung Südenglands und des Pariser und Aquitanischen Beckens entgegen, und wir fanden sie nun auch weitverbreitet in den Celtiberischen Ketten Nordspaniens. Auf Grund

1) Um Mißverständnisse auszuschließen, bemerke ich, daß ich den Begriff „hercynisch“ hier nicht, wie in der französischen und im Anschluß daran auch in der spanischen Literatur üblich, für die Gesamtheit der jungpaläozoischen Faltungsvorgänge gebrauche, sondern entsprechend der Bedeutung, die LEOPOLD VON BUCH, der Autor des Begriffes, ihm gegeben hatte, und entsprechend der Üblichkeit in der deutschen Literatur für die südost-nordwestliche Richtung, ganz unbekümmert um das Alter der Dislokationsvorgänge.

2) Ausnahme bilden die im großen und ganzen nordöstlich streichenden Dinariden von den Südalpen bis Griechenland und z. T. auch der Apennin; aber für Dinariden und Apennin ist Mesoeuropa nicht Vorland. Bei dem teilweise hercynischen Streichen der Karpathen handelt es sich nur um ein Stück in einer großen Bogenform.

dieser allgemeinen Verbreitung der hercynischen Richtung im außeralpidischen Europa glaube ich, daß die Übereinstimmung, die zwischen Saxonien und Celtiberien auch hinsichtlich der weithin vorherrschenden Richtung der jungen Gebirgsbildung besteht, nicht als Zufälligkeit aufzufassen ist, sondern daß hier tiefere Zusammenhänge, nämlich solche bestehen, die weiteste Teile des außeralpidischen Europas betreffen. Wie aber in gewissen Teilen des Alpenvorlandes neben der hercynischen Richtung, zonenweise diese sogar an Bedeutung übertreffend, noch eine zweite Richtung, die rheinische (süd-nördliche), in der jüngeren Tektonik sich zeigt, sich z. T. mit der hercynischen vergitternd, so tritt auch in der post-variscischen Tektonik des pyrenäischen Vorlandes, und zwar besonders im Südosten und Osten des Ebrobeckens, eine zweite Richtung, die nordöstliche, auf, und auch dort scheint es zwischen den tektonischen Phänomenen von beiderlei Richtung zu allerlei Interferenzerscheinungen gekommen zu sein (vgl. FALLOT und BATALLER a. a. O.).

Die jungen Nordwest-Dislokationen Mesoeuropas sind ja weithin mit den älteren (variscischen) gleichgerichtet. Das ist auf deutschem Boden z. B. im ostelbischen Anteile des variscischen Bogens (Sudetengebiet usw.) der Fall, wo auch schon die ältere Faltung nordöstlich gerichtet gewesen ist, und das gilt ganz allgemein für Frankreich und Südengland, wo das armorikanische Streichen durchweg hercynisch geht, woraus sich ja die leidige Verwirrung ergeben hat, die hinsichtlich des Begriffes „hercynisch“ besteht. Auch in Celtiberien ist die hercynische Richtung weithin posthum zum variscischen Streichen des Untergrundes.

Aber in Deutschland finden sich die jüngeren Bruch- und Faltungssysteme von hercynischer Richtung nicht nur da, wo auch schon die variscische Faltung diese Richtung genommen hatte, d. h. also ostelbisch (s. oben), sondern ebenso gut westlich der Elbe, wo die variscische Faltung im Zusammenhang mit der Bogenform des alten variscischen Gebirges erzgebirgisch (nordöstlich) verlaufen war. Damit verrät die jüngere Gebirgsbildung von hercynischer Richtung eine weitgehende Unbekümmertheit um die Struktur des tieferen Untergrundes, und man kommt im Boden Deutschlands zu der Auffassung, daß das vorherrschend hercynische Streichen der jüngeren Gebirgsbildung nichts „posthumes“, sondern etwas neues und selbständiges ist, das natürlich dem variscischen Streichen folgen mußte, soweit auch dieses schon hercynisch gewesen war.

Diesen Verhältnissen in Deutschland ist die Sachlage in Celtiberien in mancher Hinsicht vergleichbar. Denn auch in Celtiberien

verläuft das hercynisch gerichtete jüngere Faltungs- und Dislokationssystem, das von der Provinz Castellón nordwestwärts bis zur Sierra de la Demanda und zu der nordöstlichen Endigung der Sierra de Guadarrama reicht. nur zum Teil posthum zum variscischen Streichen, zum Teil aber, wie im westelbischen Deutschland, renegant zu diesem.

Für die Frage, wie sich das Vorhandensein einer für weitere Gebiete reneganten Richtung in der extraalpidischen (saxonischen) Tektonik Europas erklären mag, während sie in dem gleichzeitig entstehenden Bau der Alpiden ganz zurücktritt, sind natürlich Zeitlichkeit und Begleitumstände des Einsetzens dieser Reneganz von Bedeutung.

Schon die Tatsache, daß die hercynische Richtung die junge Gebirgsbildung in dem damals schon konsolidierten Mesoeuropa im Gegensatze zu dem damals noch nicht konsolidierten Neoeuropa beherrscht, legt den Schluß nahe, daß Vorbedingung für das Auftreten der reneganten hercynischen Dislokationen eine weitgehende Konsolidation des Untergrundes sei.

Träfe dieses zu, so wäre zu erwarten, daß sich die hercynische Richtung dort, wo die variscische Faltung nicht hercynisch gerichtet war, schon in der jüngeren variscischen Ära angedeutet haben müßte, — soweit eben schon mit den älteren Phasen der variscischen Faltung der Zustand der Konsolidation erreicht gewesen wäre.

Diese Sachlage finden wir nun im westelbischen Deutschland z. B. im Harz bestätigt. Dort ist schon durch die sudetische Faltung die Konsolidation des Bodens bewirkt worden, und dort ist die hercynische Richtung nun auch schon in der Streckung, den Schlieren, gangartigen Nachschüben usw. der jüngeren Intrusionen, die sich an die sudetische Faltung angeschlossen haben, erkennbar, während die älteren Intrusionen noch ganz von der erzgebirgischen Richtung beherrscht gewesen sind; ferner haben im Harz die Bruchbildungen aus dem Ausgange der sudetischen und besonders diejenigen der asturischen Phase vielfach schon hercynische Richtung gehabt.

Hiermit sind vielleicht gewisse von J. TRICALINOS geklärte Verhältnisse im Aragoncillo-Sattel nördlich von Molina de Aragon vergleichbar. Dort ist, wie überhaupt in den Celtiberischen Ketten, die Konsolidation des Bodens schon in der Karbonzeit erfolgt, wovon in anderem Zusammenhange noch die Rede sein wird. Das ergibt sich für den Aragoncillo-Sattel daraus, daß das dort vorhandene Oberkarbon keine eigentliche Faltung mehr erfahren hat, sondern als etwas schräg gestellte Platte den intensiv gefalteten

Untergrund diskordant überdeckt (s. die Profile in der im Erscheinen begriffenen Arbeit von J. TRICALINOS). Das Oberkarbon zeigt nun im Gegensatz zum Grundgebirge schon hercynisches Streichen gleich den mesozoischen Schichten, die es überdecken. Dabei fällt es etwas steiler ein als der ihn zunächst überlagernde Buntsandstein, und in dieser Diskordanz zwischen den beiden Schichtgliedern kommt nun eine jüngere Phase der variscischen Gebirgsbildung, die saalische, zum Ausdruck. Aber daß diese saalische Faltung nicht mehr das Streichen des variscischen Untergrundes, sondern schon die hercynische Richtung befolgt hat, deckt sich mit der im Boden Deutschlands gewonnenen Erfahrung, daß für das Einsetzen der hercynisch gerichteten Gebirgsbildung in Gebieten mit älterer andersartiger Faltungsrichtung die Konsolidation des Bodens Voraussetzung ist. Ebenso wie für Saxonien trifft aber auch für das außeralpidische Spanien das baldige Gefolgtsein der Konsolidation durch orogene Vorgänge von hercynischer Richtung zu¹⁾.

Wenn wohl nicht als stichhaltige Argumente, so doch als vielleicht nicht ganz bedeutungslose Indizien für den Vorlandscharakter der mittel- und westeuropäischen jungen Orogenese mag also nach vorstehenden Ausführungen noch gelten

1. die hercynische Richtung in den Dislokationsvorgängen,
2. das Auftreten bedeutungsvoller kimmerischer und das Fehlen oder wenigstens die Bedeutungslosigkeit austri-scher Gebirgsbildungen.

Es bleibt abzuwarten, ob beim Fortgange der Forschungen sich im Sinne der Ausführungen im voranstehenden Kap. 2 das überwiegende Gerichtetsein der Überschiebungen gegen die Alpiden und ihre Vortiefen als weiteres Charakteristikum der außeralpidischen Vorländer bestätigen wird.

1) Vergleichsweise hebe ich hervor, daß sowohl hinsichtlich des Bedingtseins durch die Konsolidation des Bodens wie auch des „baldigen“ Eintretens nach ihr die jüngere Gebirgsbildung von rheinischer Richtung derjenigen von hercynischer an die Seite tritt. So hat sich die rheinische Gebirgsbildung, die ganz Mitteleuropa vom Kristianiagebiete durch Westdeutschland und das Rhônegebiet bis zum Mittelmeer durchzieht (Mittelmeer-Mjösen-Zone), vom frühkonsolidierten Norden (Kristianiagebiet), wo sie schon nach der kaledonischen Faltung eingesetzt hatte, südwärts nach Mesoeuropa erst fortbauen können, nachdem auch hier mit der variscischen Faltung die Konsolidation erfolgt war (s. H. STILLE, „Rheinische Gebirgsbildung im Kristianiagebiet und in Westdeutschland“, Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F. Heft 95, S. 110 ff.).

VI. Sonderstellung der Pyrenäen in Bezug auf die vormesozoischen Faltungen?

Mag das Gebiet der Pyrenäen gegenüber dem südlichen Vorlande auch durch lange Zeiten des Mesozoikums hindurch eine Sonderstellung nicht besessen haben, so kommt ihm doch eine solche vielleicht in Bezug auf die vormesozoischen Faltungen zu.

Wir halten Umschau unter den vormesozoischen Faltungen der Iberischen Halbinsel.

1. Die Frage der kaledonischen Faltungen der Iberischen Halbinsel.

Daß sehr weite Teile der Iberischen Halbinsel nicht von kaledonischen Faltungen betroffen sind, und zwar ebensowenig von takonischen (alkaledonischen, zwischen Unter- und Obersilur) wie jungkaledonischen (Ende Obersilur), ergibt sich aus der immer wieder festzustellenden Konkordanz der Schichtfolge vom Untersilur bis in das Devon hinein. So meinte z. B. E. HERNANDEZ-PACHECO¹⁾ 1924, daß in Spanien Orogenesen entsprechend der kaledonischen Faltung Nordeuropas überhaupt fehlen, daß die kaledonische Faltung also die spanische Halbinsel nicht erreicht zu haben scheine.

Andererseits werden hier und da in der Literatur Diskordanzen, die auf kaledonische Faltungen hinweisen könnten, genannt. So sollen nach LUIS M. VIDAL²⁾ in der Nähe von Ribas (Katalonien) gefaltete untersilurische Schiefer durch flachlagernde Obersilurische Kalke bedeckt sein, was auf takonische Faltung hinweisen würde; und in Portugal gibt J. F. N. DELGADO³⁾ Diskordanzen zwischen Unter- und Obersilur in ziemlich weiter Verbreitung an, so in der Mulde von Vallongo (Unterer Douro), im Bussacgebiete (westlich Coimbra) und in der Provinz Alemtejo (Südportugal). Aber sehr auffällig ist, daß im Fortstreichen der variscischen Falten Portugals diese takonischen Diskordanzen auf spanischem Boden hisher nicht bekannt geworden sind und daß auch in einer neueren

1) E. HERNANDEZ PACHECO, Real Academia des Ciencias 1922, S. 43.

2) LUIS M. VIDAL, Raseña geológica y minera de la provincia de Gerona. Boll. Comm. Mapa geol. de España, Tom. XIII, 1886.

3) J. F. N. DELGADO, Système silurique du Portugal. Comm. Serv. géol. du Portugal, Lisbonne 1908.

Arbeit von ERNEST FLEURY¹⁾ über die alten Faltungen Portugals nichts von ihnen erwähnt wird. Nach DELGADO soll auch jungkaledonische Faltung in Portugal in der Sierra de Portalegre (Provinz Alemtejo) und im Tajogebiete angedeutet sein. Doch widerspricht dem die Angabe von FLEURY (a. a. O.), daß dort überall Konkordanz zwischen Silur und Devon herrsche, und auch P. PRUVOST²⁾ hebt für das Gebiet von Portalegre die Konkordanz des Unterdevons über jungobersilurischen Graptolithenschiefern hervor. Was nun die Frage der jungkaledonischen Faltung auf spanischem Boden anlangt, so soll in der Sierra Morena nach CORTAZAR und GONZALO Y TARIN (vgl. Handbuch d. reg. Geol. III, 3, S. 20) und nach L. GAMBOA³⁾ eine Diskordanz zwischen Obersilur und Devon vorliegen, aber nach ALVARADO⁴⁾ ist diese Sachlage keineswegs klar. Jedenfalls kommt der kaledonischen Faltung auch in der Sierra Morena nur eine beschränkte Bedeutung zu.

Demgegenüber möchte allerdings R. STAUB⁵⁾ ausgedehnte kaledonische Faltungen in der Umrandung eines im Nordosten Spaniens nach ihm vorhandenen archaischen Blockes⁶⁾, annehmen. Aber er sagt schließlich selbst, daß diese kaledonische Faltung bisher nur an wenigen Orten direkt greifbar ist.

1) E. FLEURY, Les Plissements hercyniens du Portugal, C. R. Congr. géol. Bruxelles, 1922, S. 489 ff.

2) PIERRE PRUVOST, Observations sur les terrains dévoniens et carbonifères du Portugal et sur leur faune. Comm. Commiss. Serv. géol. Portugal, t. X, 1914, p. 1 ff.

3) L. GAMBOA. Estudio industrial de Criadores. Bol. offic. de Minas y Metalurgia, Madrid 1922, No. 56.

4) A. DE ALVARADO, Note sur les plissements hercyniens et la formation filonienne du massif est de la Sierra Morena. C. R. Congr. géol. Bruxelles, 1922, p. 441 ff.

5) R. STAUB, Gedanken zur Tektonik Spaniens. Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich, LXXI, 1926, S. 196—261.

6) Dieser archaische Block soll die weiten Gebiete kristalliner Schiefer und alter Granite im Nordwesten der Iberischen Halbinsel von Coruña und Orense über Bragança bis gegen Salamanca und weiterhin auch noch die spanischen Zentral-kette, bestehend aus Sierra de Gata, Sierra de Gredos und Sierra de Guadarrama, umfassen (a. a. O. S. 202 u. Taf. 2). Um ihn sollen sich nicht nur die kaledonischen, sondern später auch die variscischen Falten der Iberischen Halbinsel geschlungen haben. Er ist für STAUB ein ältester Kern, vergleichbar dem Baltischen Schilde und dem Gneis der Hebriden. Aber für diese alten Kerne ist doch die flache Lagerung des Paläozoikums charakteristisch und eben beweisend für das hohe Alter, während der angebliche archaische Block der nordwestlichen Iberischen Halbinsel auf spanischem Boden das gefaltete Paläozoikum von Salamanca und Ciudad Rodrigo und in seinem portugiesischen Anteile die variscischen Falten des unteren Douro umschließt, wie ja auch auf der Übersichtskarte STAUBS

Wie örtlich aus der Iberischen Meseta, so wird aus den Pyrenäen von Cierp¹⁾ ein vereinzelter Fall jungkaledonischer Diskordanz angegeben.

2. Die variscischen Faltungen der Iberischen Halbinsel.

Die Hauptfaltung des vormesozoischen Grundgebirges der Iberischen Halbinsel war die variscische („hercynische“ im Sinne der französischen und spanischen Literatur), und wir sind heute schon ziemlich weitgehend in der Lage, uns ein Bild von den einzelnen Phasen dieser Faltung und der regionalen Verbreitung zu machen.

Zunächst ist hervorzuheben, daß „bretonische“ Faltungen, d. h. solche aus der Zeit des jüngsten Devons bzw. ältesten Karbons, mit Sicherheit bisher wohl kaum belegt sind und daß sie jedenfalls nur eine geringe Bedeutung haben dürften. Auch hinsichtlich Portugals ist die Angabe von E. SUSS über das Bestehen einer Diskordanz unter dem Unterkarbon auf Grund neuerer Arbeiten (vgl. P. PRUVOST a. a. O. und ERNEST FLEURY a. a. O.) nicht aufrecht zuhalten.

Dagegen ist die intrakarbonische Faltung in Spanien und Portugal von allergrößter Bedeutung gewesen und mit ihren beiden Phasen, d. h. der sudetischen (zwischen Unter- und Oberkarbon) und der asturischen (zwischen Westfalien und Stephanien), nachweisbar. Aber immer mehr scheint hervortreten, daß die ältere der beiden Phasen, d. h. die Hauptfaltung des mitteleuropäischen variscischen Untergrundes, auf der Iberischen Halbinsel gegenüber der asturischen an Bedeutung weit zurücksteht und daß die asturische überhaupt als die variscische Hauptfaltung der Iberischen Halbinsel zu gelten hat. Wir kennen sudetische Faltung aus der Sierra Morena, wo nach CARBONELL²⁾ variscische Faltungen

(a. a. O. Taf. II) zum Ausdruck kommt. — Somit ist für mich das kristalline Gebirge der nordwestlichsten Iberischen Halbinsel, mögen in ihm auch vorkambrische Gneise und Granite in weiter Verbreitung enthalten sein, ebensowenig ein „archaischer Block“, wie das Französische Zentralplateau oder wie Schwarzwald und Vogesen oder wie das Erzgebirge; vielmehr ist es m. E. ebensogut ein Teil des variscischen Gebirgssystemes, wie die vorherrschend kristallinen Zentralalpen ein Teil des Alpensystemes sind. Gegen die Deutung dieses Gebietes als eines präexistierenden Vorlandes der paläozoischen Faltungen spricht auch, daß die variscische Faltung sowohl in Asturien wie in Portugal von ihm abgewandt ist.

1) L. CAREZ, La Géologie des Pyrénées françaises, Fasc. III, S. 1774 (nach GARRIGON). Mém. Carte géol. Fr. 1905.

2) A. CARBONELL, La plegadura herciniana segun los antecedentes geológico-tectónicos de la provincia cordobesa. Congr. intern. 1926, Comunicaciones anunciadas, p. 75/76.

eingetreten sind

1. zwischen Unterkarbon und Westfalien,
2. zwischen Westfalien und Stephanien,
3. zwischen Stephanien und Trias.

Faltung 1 entspricht also der sudetischen und Faltung 2 der asturischen Phase, während in den Diskordanzen zwischen Stephanien und Trias wohl saalische Bewegungen zum Ausdruck kommen.

Faltung 1 gibt sich in der Sierra Morena in der Diskordanz des Westfalians der Provinz Cordoba über Unterkarbon und Devon zu erkennen, und die zweite Phase kommt in der intensiven Faltung des Westfalians zum Ausdruck, während das Stephanien bei Puertollano und Villanueva de las Minas flach liegt. Aber abgesehen von der Sierra Morena scheint das Auftreten sudetischer Faltung auf der Iberischen Halbinsel bisher nicht sicher erwiesen zu sein. Jedenfalls wird für manche bedeutsamen Gebiete der variscischen Faltung, so für Portugal (durch P. PRUVOST, a. a. O.) und Asturien, Konkordanz zwischen Unterkarbon und Oberkarbon angegeben; und in anderen Gebieten, wo Stephanien unter Ausfall von Westfalien dem älteren Unterbau aufliegt, ist die genauere Altersstellung der intrakarbonischen Faltung unsicher. Immerhin geht auch in letzteren Fällen auf Grund der in anderen Teilen der Iberischen Halbinsel zu machenden Erfahrungen die größere Wahrscheinlichkeit einstweilen dahin, daß man es mit asturischer und nicht mit sudetischer Faltung zu tun hat.

3. Sonderstellung der Pyrenäen bei der variscischen Faltung?

Die intrakarbonische Faltung ist nun auch rings um das Pyrenäengebiet erkennbar.

Westlich der Pyrenäen hatte sie große Bedeutung in Asturien („asturische“ Phase). Südöstlich der Pyrenäen kennen wir sie aus den Celtiberischen Ketten. So liegt in der Sierra de la Demanda das Oberkarbon mit Stephanienflora stark diskordant zum Silur des Grundgebirges, und ebenso besteht nach TRICALINOS in den Hesperischen Ketten bei Molina de Aragon eine scharfe Diskordanz im Liegenden des flach gelagerten Oberkarbons. Intrakarbonisch ist ferner nördlich der Pyrenäen die Hauptfaltung des Französischen Zentralplateaus und diejenige im Massiv von Mouthoumet (Corbières) gewesen, wo Stephanien diskordant über dem älteren Paläozoikum auftritt.

So sind die Pyrenäen nach Süden, Südwesten, Westen und Norden von Gebieten mit intrakarbonischer, — im wesentlichen asturischer —, Faltung umrahmt.

In den Pyrenäen selbst scheint demgegenüber die variscische Faltung wenigstens zu einem wesentlichen Teile in eine jüngere, nämlich die saalische (intrapermische) Phase zu entfallen, wie auch ED. HERNANDEZ-PACHECO¹⁾ hervorgehoben hat. So wird ja im Ariègegebiete die Schichtenfolge vom Devon bis zu dem durch marine Fauna ausgezeichneten Unterperm als in sich konkordant angeben; erst das Mittelperm (Oberrotliegend) liegt hier diskordant zu dem das Unterperm noch umfassenden Grundgebirge des Pyrenäengebietes. In den spanischen Zentralpyrenäen erklärt sich durch diese saalische Faltung wohl die Diskordanz zwischen Konglomeraten, die VIDAL als festländisches Unterperm deutete, und der Trias (vgl. ED. HERNANDEZ-PACHECO, a. a. O. S. 144).

Immerhin scheint es in Teilen des heutigen Pyrenäengebietes, so in den katalonischen und aragonischen Südpynäen, auch schon zu Faltungen vor Ablagerung des Oberen Oberkarbons (Stéphanien) gekommen zu sein.

Einem Teil und vielleicht dem Hauptteil des in den Pyrenäen enthaltenen Grundgebirges ist also nach vorstehenden Ausführungen schon bei den variscischen Faltungen eine bemerkenswerte Sonderstellung gegenüber den im Norden, Westen und Süden liegenden Gebieten zugekommen, indem er von älteren variscischen Faltungen, so besonders auch von der asturischen, verschont geblieben ist und erst in der Dyaszeit seine Faltung erfahren hat.

4. Zusammenhang zwischen der Sonderstellung des Pyrenäengebietes bei der variscischen Faltung und ihrer Sonderstellung im alpidischen Systeme?

Wir haben gesehen, daß hinsichtlich der mesozoischen Sedimentation der Bereich der Pyrenäen sich von den anschließenden Gebieten nicht wesentlich unterschieden hat. Und doch sind die nachfolgenden tektonischen Vorgänge ganz abweichend gegenüber denjenigen im Norden und Süden, nämlich alpidisch, verlaufen, wie in der Art der Faltung, dem Auftreten von Vortiefen, dem Wandern der Faltung und auch den magmatischen Intrusionen zum Ausdruck kommt. Alles das sind Andeutungen einer höheren Mobilität, die dem Boden gegenüber den nördlich, westlich und südlich folgenden Gebieten auch durch die mesozoischen Zeiten hindurch verblieben war.

Sollte es nun Zufall sein, daß sich die alpidische Faltung von den Westalpen und Balearen aus gerade in jenen zwischen Celti-

1) ED. HERNANDEZ-PACHECO, Datos respecto á orogenia de Asturias. Boll. Real. Soc. de Historia natural, Febr. 1913, p. 143 ff.

berischen Ketten, Asturien und Französischem Zentralplateau (einschließlich Massiv von Mouthoumet) liegenden Raum, die Pyrenäen schaffend, hineingeschoben hat, der weithin nur die jüngste der variscischen Faltungen erfahren hatte? Oder erklärt sich vielleicht mit dem Zurücktreten der älteren variscischen Phasen, die nördlich und südlich der Pyrenäen den Untergrund schon früh konsolidiert haben, jene höhere Mobilität, die im Pyrenäengebiet eine alpine-type Faltung in jüngerer Zeit noch zuließ?

Es muß für heute genügen, auf diese Frage hingewiesen zu haben; denn zu ihrer Beantwortung sind die Ergebnisse weiterer Untersuchungen über das Auftreten auch intrakarbonischer Faltungen im Pyrenäengebiet abzuwarten.

Für die Gesamtauffassung der Pyrenäen wäre natürlich die Frage von Interesse, wie sich die saalische Faltung der Pyrenäen dem ganzen Bau des variscischen Gebirges eingefügt und wie sie sich z. B. nach Osten fortgesetzt hat. Aber leider sind die Unterlagen in dieser Hinsicht sehr lückenhaft. Zu erwähnen ist, daß jedenfalls in Sardinien die variscische Faltung schon vor der saalischen Phase eingetreten war; denn nach TORNQUIST¹⁾ liegt das Permokarbon des Kohlenbeckens der Barbagia horizontal oder flach geneigt über den gefalteten paläozoischen Schiefen.

Demgegenüber ist im Massiv des Maures und Estérelgebirge²⁾ das Stephanien samt Unterem Perm noch von einer Faltung betroffen, die älter ist als das Oberperm und damit in die saalische Phase gehört.

Im Bereich der Balearen kommt Paläozoikum nur in Menorca zutage, und hier kann über das Alter der variscischen Faltung nicht mehr gesagt werden, als daß sie in der langen Zeitspanne zwischen Devon und Trias eingetreten ist.

VII. Balearische Probleme.

1. Die Altersverhältnisse der Faltung auf den Balearen und die tektonische Stellung Menorca zu Mallorca-Ibiza.

Außer durch ältere Arbeiten, die den Bau der Balearen betreffen, werden wir durch wertvolle neuere von P. FALLOT und

1) A. TORNQUIST, Ergebnisse einer Bereisung der Insel Sardinien. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Berlin, Math.-Phys. Kl. 1902, XXXV, S. 808—829.

2) F. WALLERANT, Étude géologique de la région des Maures et de l'Estérel. Thèses Fac. Sc. Paris 1889.

B. DARDER PERICAS über die Geologie Mallorcas¹⁾ und von P. FALLOT über diejenige Menorcas²⁾ unterrichtet.

Ibiza und Mallorca zeigen Deckenstruktur mit allgemeiner Bewegung gegen Nordwesten. In Mallorca ist dieses für die im Nordwesten der Insel befindliche Hauptkordillere (Sierra de Mallorca) durch P. FALLOT und für die östlichen Teile der Insel (Sierra de Levante) durch B. DARDER PERICAS dargestellt worden, und unter der vorzüglichen Führung des Letztgenannten konnte ich Einblick in die Verhältnisse nehmen.

Die Hauptfaltung Mallorcas wie auch diejenige Ibizas ist nachburdigalisch, denn das Burdigal ist in die Faltungs- und Schubbewegungen einbezogen. Nicht mehr gefaltet sind demgegenüber die vindobonischen Schichten, wobei noch dahinsteht, ob nur Torton oder auch schon Helvetium vorhanden ist. Somit ist die Faltung „steirisch“, wobei noch fraglich bleiben muß, ob sie der älteren (zwischen Untermiozän und Helvetium) oder der jüngeren steirischen Phase (zwischen Helvetium und Torton) angehört.

Aber dieser Hauptfaltung sind schon andere Faltungen vorausgegangen, wie sich besonders aus den Darlegungen von B. DARDER PERICAS über die Sierra de Levante Mallorcas ergibt. So ist savische Faltung dadurch angedeutet, daß im Randamassiv in Mittelmallorca über einem bis zur Vertikalstellung aufgerichteten Alttertiär, das außer Eozän auch noch Oligozän mit *Nummulites intermedius* d'Arch. enthält, ein mächtiges und fast horizontales Burdigal liegt (DARDER, Exk. Führer 1926, S. 31). Ferner sind im Osten der Insel Mallorca in der Sierra Baixa de la Font und in der Sierra de San Banus gewisse Deckenschübe jünger als Eozän (Lutetium und Ober-eozän) und nicht nur vorburdigalisch, sondern wegen der Diskordanz des Oligozäns auch schon voroligozän erfolgt (B. DARDER PERICAS a. a. O. 1925, S. 245 ff. und Exk. Führer 1926, S. 24—27). Hier liegt also eine, wie es scheint, nicht unbedeutende Faltung aus der pyrenäischen Phase vor, die nach FALLOT in der Hauptkordillere nur schwach angedeutet ist. Auch laramische Faltung ist nach

1) P. FALLOT, Étude géologique de la Sierra de Majorque. Paris 1922. B. DARDER PERICAS, La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. Bull. Soc. géol. Fr. Série IV, t. XXV, 1925 (ältere Arbeiten desselben Verfassers in Trab. del Mus. Nac. de Cienc. Nat., Serie geológica, und in Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.). B. DARDER PERICAS und P. FALLOT, Führer zu Exk. 5 des 14. Int. Geol.-Kongr. Madrid 1926.

2) P. FALLOT, Le Problème de l'île de Minorque. Bull. Soc. géol. Fr. 1923, 4. Sér., t. XXIII, S. 3 ff.

Angaben von NOLAN¹⁾ in den Balearen eingetreten. Bemerkenswert ist aber, daß wir auf Mallorca-Ibiza keinerlei Andeutungen mesozoischer Faltungen kennen, sondern daß die reich entwickelte Serie der triadisch-jurassisch-alkretazischen Schichten (auf Ibiza auch noch Cenoman, dessen Auftreten auf Mallorca zweifelhaft ist) in sich völlig konkordant zu sein scheint.

Auf Menorca ist die postburdigalische Faltung, d. h. die Hauptfaltung von Mallorca und Ibiza, in flachen Wellungen des Miozäns nur schwach angedeutet. Vielmehr ist hier die Faltung älter; denn das Untermiozän überdeckt in flacher Lagerung einen gefalteten Unterbau, bestehend aus Paläozoikum, Trias und Lias. In ihm liegen nach den Darstellungen von FALLOT westwärts gerichtete Überschiebungen von Devon auf Werfener Schichten vor. Das diesen Unterbau samt den in ihm aufsetzenden Überschiebungen bedeckende Tertiär ist sicher in der Hauptsache von burdigalischem Alter. Aber es ist nicht ausgeschlossen (FALLOT, a. a. O. 1923, S. 41), daß an der Basis auch noch marines Aquitan, vielleicht entsprechend den Schichten von Corry in der Provence, vertreten ist. In Bezug auf Menorca ist also nur zu sagen, daß die nord-südlich streichende Faltung samt den westwärts gerichteten Deckenschüben zwischen Lias und Untermiozän (wahrscheinlich auch erst zwischen Gault und Untermiozän) eingetreten ist. Eine erhebliche Wahrscheinlichkeit geht wohl dahin, daß sie wie die älteren Deckenschübe Mallorcas in die pyrenäische Phase gehört; doch könnte sie schließlich auch jünger (savisch) oder auch älter (laramisch?) sein.

Die tektonischen Beziehungen Menorcas zu Mallorca-Ibiza (vgl. hierzu Fig. 7) sind von FALLOT eingehend erörtert worden, wobei besonders die Frage behandelt wurde, wo die postburdigalische Faltung von Mallorca und Ibiza, die in Menorca fehlt, ihre Fortsetzung haben könnte. Daß diese auf Mallorca und Ibiza so bedeutungsvolle Faltung zwischen Mallorca und Menorca ausklingen sollte, hält FALLOT mit Recht bei der geringen Entfernung der beiden Inseln für ausgeschlossen. Ebenso erscheint ihm unhaltbar, daß das Miozän des südlichen Menorcas etwa ein Fenster und das ältere Gebirge des Nordens eine Decke in Fortsetzung von Mallorca sein könnte, wie er auch weiter ablehnt, daß Menorca als autochthon gegenüber den postburdigalischen Falten und Decken, die über Menorca denudiert wären, aufzu-

1) N. H. NOLAN, Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléare. Bull. Soc. géol. Fr. Sér. III, t. XXIII, 1895, S. 76 ff.

fassen sei. So müssen also, wie FALLOT mit Recht sagt, die postburdigalischen Falten, von Mallorca kommend, Menorca umgehen. In der Frage, ob die Fortsetzung der Ibiza-Mallorca-Falten nun westlich von Menorca liege, sodaß Menorca Rückland wäre, oder südlich von Menorca, sodaß dieses das Vorland bildete, entscheidet er sich mit gewisser Zurückhaltung für letzteren Fall, wobei er zugibt, daß die Lage der Inseln zu einander und die Krümmung der Ketten am Nordende von Mallorca bei Kap Formentor mehr die erstere Annahme rechtfertigen würde. Aber er vermißt im äußersten Nordosten der Insel, im Gebiete von Arta, die Spuren der Drehung des Streichens nach Norden hin¹⁾. Dieser

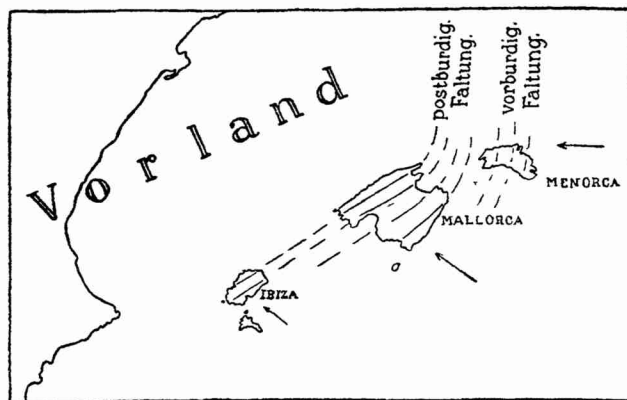


Fig. 7.

Die Schubrichtung und das Streichen der Falten auf den Balearen.
Maßstab 1 : 6000000.

Grund scheint mir wenig schwerwiegend zu sein. Denn wenn das Fehlen der Ausbiegung der Faltung im äußersten Nordwesten Mallorcas nach Norden hin der Fortsetzung der Mallorca-Falten im Westen von Menorca widersprechen soll, so steht doch in mindestens gleichem Maße das auch von FALLOT (s. oben) hervorgehobene Fehlen einer ostwärts gerichteten Abbiegung am Nordostende der Insel der Verlängerung der Mallorca-Faltung südlich von Menorca entgegen.

Mit der FALLOTSchen Annahme scheinen mir aber vor allem die Schubrichtungen in den balearischen Falten und Decken nicht vereinbar zu sein.

Ich verweise zur Veranschaulichung dessen auf Fig. 7. Die dort angegebenen Pfeile, die die Schubrichtung für Ibiza und

1) Andererseits hebt FALLOT hervor, daß eine submarine Schwelle von Mallorca aus in der Richtung einer Abschwenkung der Ketten nach Südosten hin

Mallorca darstellen, sind wie auch das Nord-Süd-Streichen der Faltung Menorcas der schon erwähnten Fig. 1 des DARDER-FALLOTschen Exkursionsführers von 1926 entnommen, und nur den Pfeil zur Veranschaulichung des ost-westlichen Schubes auf Menorca habe ich entsprechend den FALLOTSchen Feststellungen über die dortige Schubrichtung hinzugefügt¹⁾.

Nun ist zunächst wieder (vgl. S. 2 u. 3) zu sagen, daß gewisse Altersverschiedenheiten der Zugehörigkeit der Falten zu einem einheitlichen Faltungssysteme nicht widersprechen. Zeigt uns doch die Geschichte so vieler Gebirge, daß sie in mehreren Phasen entstanden sind, die sich auch zonar verteilen. Dabei ist die Sachlage sehr häufig, ja sogar im allgemeinen die, daß die Faltung in den mehr inneren Zonen des Gebirges älter, in den äußeren dagegen jünger ist. So läßt sich auch der Gegensatz in Bezug auf das Alter der Faltungen von Mallorca und Menorca, der E. SUSS dazu geführt hatte, Menorca als etwas dem alpidischen Systeme fremdartiges zu betrachten, unter der in Fig. 7 veranschaulichten Annahme überbrücken, daß wir uns in Menorca in einer mehr inneren, dagegen in Ibiza-Mallorca in einer mehr äußeren Zone ein und desselben Faltungssystems befinden. Daß aber Mallorca in einer mehr äußeren, Menorca in einer mehr inneren Zone liegt, entspricht nur der nordwestlichen bzw. westlichen Lage des Vorlandes, auf die wir aus den Schubrichtungen schließen müssen. Dazu ist der Gegensatz im Alter der Menorca- und der Mallorcafaltungen keineswegs so streng, wie im allgemeinen gesagt wird; denn die vorburdigalische Faltung von Menorca finden wir ja auch auf Mallorca, und auch dort ist sie nach den Darlegungen von DARDER mit Deckenschüben verknüpft. Und vielleicht ist bezeichnend, daß sie nach den Ausführungen von DARDER bzw. FALLOT mehr im östlichen, also Menorca genäherten Teile der Insel, und weniger im Nordwesten aufzutreten scheint; doch bleiben wohl weitere Feststellungen in dieser Hinsicht abzuwarten. Die Sachlage ist also die, daß die in Menorca stark wirksam gewesene vorburdigalische Faltung die etwas mehr nach außen gelegene Zone von Mallorca-

aufsetzt. Diese Schwelle ist aber nach Maßgabe der Tiefenlinien in Fig. 1 des erwähnten Exkursionsführers (1926) kaum erkennbar, und damit darf dieser Punkt bei der weiteren Diskussion wohl ausgeschaltet bleiben.

1) Wir finden in der Literatur die irrtümliche Angabe, daß auf Menorca südöstliches Streichen herrsche, und in diesem Streichen wird die Andeutung der Verbindung der balearischen Falten nach Sizilien gesehen. Hier scheint der in den geologischen Karten so deutlich hervortretende Nordrand des transgredierenden Tertiärs von Südmenorca als Ausdruck des Streichens aufgefaßt zu sein.

Ibiza nur verschwächt ergriffen, daß aber diese äußere Zone ihre Hauptfaltung in einer späteren Phase erhalten hat, in der es nun in den mehr inneren Teilen (Menorca) nur zu schwachen, welligen Faltungen gekommen ist. Ich glaube, daß wir damit zu einer Vorstellung gekommen sind, die das Streichen der Faltungen auf den Balearischen Inseln zwangloser erklärt, als die Annahme, daß von Mallorca aus sich die Faltung nach Südosten wende. Denn letzteres würde ja eine Abbiegung der Mallorca-Falten im rechten Winkel erfordern, die sich in der Struktur Mallorcas wie auch derjenigen von Menorca in keiner Weise ankündigt.

2. Zur Frage der Stellung der Balearen im westmediterranen Faltensystem.

Die Annahme einer Fortsetzung der balearischen Falten nach Südosten hin und weiter um Sardinien herum nach dem östlichen Korsica, nach Elba und zum Apennin, die wir wie bei FALLOT so auch bei ARGAND¹⁾ und R. STAUB²⁾ finden, beruht z. T. auf den von FALLOT dargelegten faziellen und paläogeographischen Verhältnissen. Demgegenüber möchte ich, wie früher ausgeführt, bei der Zusammenfassung von Faltenzonen zu Systemen weit entscheidenderen Wert auf die Schubrichtung in den Gebirgen und die daraus und aus anderen Verhältnissen (Lage der Vortiefen, Richtung des Wanderns der Faltung) sich ergebenden Schlüsse hinsichtlich dessen, was Vorland und was Rückland der Faltung ist, legen.

Mit Rücksicht auf die Vorlandsverhältnisse können schon die Balearen einerseits, Sizilien und Apennin andererseits nicht zum gleichen „Systeme“ gehören; denn die Balearen sind „arktogen“, d. h. sie haben das ältere Europa zum Vorland, während Sizilien und Apennin „meridiogen“ sind, d. h. zum Faltenkranze des großen afrikanischen Vorlandes gehören.

Ferner ist der Auffassung nicht zuzustimmen, daß Korsardinien ein „Vorland“ der balearischen Faltungen und ihrer angeblichen Fortsetzungen südlich und östlich von Sardinien und Korsika sei, wie FALLOT, ARGAND und R. STAUB annehmen. Denn dem

1) E. ARGAND, *La Tectonique de l'Asie*, a. a. O. Nach ARGAND haben Korsardinische und Katalonische Masse ursprünglich zusammengehungen, und erst später hat sich erstere von letzterer losgelöst, nach Osten abwandernd. Erst dadurch soll der zunächst geradlinige Faltenstrang Betische Kordillere-Balearen-Westalpen, in Stücke zerfallend, die Bogenform um Sardinien und Korsika erhalten haben.

2) R. STAUB, „Der Bau der Alpen“, a. a. O. und „Gedanken zur Tektonik Spaniens“, a. a. O.

widerspricht der Westschub auf Menorca, der Südschub in Tunis und Sizilien, der Ostschub in Ostkorsika, Elba und im Apennin, wie schließlich auch der Nordschub in den Provenzalischen Ketten. Also sozusagen ringsherum ist die Faltung vom Korsardinischen Massiv und dessen nördlicher Fortsetzung (Hyerisches Massiv) abgewandt. Gerade im Hinblick auf die Schubrichtungen in den Balearen und der Betischen Kordillere, im Riff und Tell-Atlas, auf Sizilien, auf Elba, in Nordostkorsika und im Apennin und endlich in den Provenzalischen Ketten glaube ich es aussprechen zu können, daß es neben dem Pannonischen Massiv des südöstlichen Europas wohl kaum ein typischeres „Rückland“ einer Faltung geben kann als jenes, das sich rückwärtig zur Faltung der genannten Gebirge im westlichen Mediterranengebiet befindet und von dem das Korsardinische Massiv und die Hyerische Masse (Massiv des Maures, Hyerische Inseln) noch aufragende Teile sind. Allerdings sieht STAUB mit anderen in der Nordostfaltung des Apennin „nichts anderes als die großartige Übertreibung der in den Westalpen schon so prachtvoll in die Erscheinung tretenden Rückfaltung der Alpen“. Aber man müßte doch, um den Vorlandscharakter Korsardiniens aufrechterhalten zu können, weiter gehen und nicht nur den Apennin, sondern letzten Endes alle Faltung, die uns in der Umrahmung Korsardiniens entgegentritt, als Rückfaltung ansprechen!

Das Nordoststreichen des betisch-balearischen Faltungssystems, das jenseits Mallorcas in die im Streichen der Falten Menorcas angedeutete mehr nördliche Richtung umbiegt, steht an sich mit der Vorstellung TERMIERS über die direkte Verbindung von Balearen und Westalpen (s. Textfigur 1b) wie auch mit derjenigen von KOBBER, KOSSMAT und mir über die Verbindung der Balearen mit den Pyrenäen in Übereinstimmung. Immerhin wäre die TERMIERSche Verbindung zunächst nicht vereinbar mit der Vorstellung, daß Korsardinisches und Hyerisches Massiv zusammengehören, denn sie müßte ja dieses Massiv kreuzen; doch ließe sich schließlich das Hyerische Massiv auch anders, wie als Teil des westmediterranen Zwischengebirges auffassen. Es ergibt sich aber der Zusammenhang zwischen Balearen und Südpynäen, d. h. die Einschwenkung der bei Menorca schon mehr nördlichen Faltung in eine nordwestliche in der Richtung auf die Pyrenäen, m. E. zwanglos, wenn die Zusammenfassung von Faltungen zu Faltungssystemen auf Grund der Zugehörigkeit zum gleichen Vorlande, d. h. der Gleichstämmigkeit, erfolgt (vgl. S. 4 ff). Vorland der betisch-balearischen Ketten ist nach den Schubrichtungen in diesen und der Lage der Vortiefe

der betischen Ketten und auch nach der Richtung des Wanderns der Faltung im betischen Systeme das außeralpidische Spanien, das als Kern die Spanische Meseta enthält, einschließlich seiner über die heutige Ostküste in der Richtung auf die Balearen hinausgehenden Fortsetzung¹⁾. Dasselbe Vorland haben die Südpirenäen, und so erhalten wir um dieses große westliche Vorland einen auf weite Erstreckung zwar unter dem Mittelmeer versunkenen Bogen von Falten, die im Süden gegen Norden bzw. Nordwesten, im Osten (Menorca) gegen Westen und endlich im Norden (Südpirenäen) gegen Süden gerichtet sind. Das Gegensystem um das Französische Zentralplateau als Vorland bilden die Nordpyrenäen und Provenzalischen Ketten und schließlich auch die Westalpen, und zwischen beiden Systemen ist im Untergrunde des Meeres ein in der Richtung auf die zentralen Pyrenäen gerichteter spornartiger Ausläufer des großen Korsardinischen Rücklandes zu erwarten. Dabei möchte ich allerdings nicht so weit gehen, mit STAUB (1926, S. 236) in den Pyrenäen selbst (Zentralzone derselben) den nordwestlichen Ausläufer des korsardinischen Blockes (nach STAUB eines „Vorlands“ blockes) zu suchen. Ferner ist m. E. der Verbindung des Katalonischen Massivs mit dem Korsardinischen nicht zuzustimmen, — denn dieses ist Rückland, jenes Vorland der alpidischen Faltung, und dazwischen muß das Verbindungsstück Menorca-Südpirenäen seinen Platz haben.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß hinsichtlich des Alters der alpidischen Faltungen nicht unerhebliche Unterschiede zwischen Pyrenäen und Balearen bestehen. Denn den Balearen fehlt, — wenigstens kann das für Ibiza-Mallorca mit Bestimmtheit gesagt werden —, die austrische Faltung, die in den Pyrenäen so große Bedeutung hat; und ferner besteht zwar nicht mit Menorca, wohl aber mit Mallorca-Ibiza ein Unterschied darin, daß die Hauptfaltung der Pyrenäen schon vorburdigalisch abgeschlossen war, während die Hauptfaltung von Mallorca-Ibiza erst nach dem Burdigal eingetreten ist. Aber solche Unterschiede im Alter der alpidischen Faltung widersprechen der Zusammenfassung zu Gebirgssystemen ja nicht.

1) In letzterer Hinsicht handelt es sich um das auf Grund der Verhältnisse der Eozänzeit von M. CHEVALIER (Note préliminaire sur la géologie de la Catalogne orientale, Bull. Soc. géol. Fr., Série IV, 1914, t. XIV, S. 32 ff.) zwischen dem südöstlichen Katalonien und den Balearen angenommene Massiv, dessen Bestehen auch durch FALLOT's paläogeographische Studien gestützt wird (FALLOT, a. a. O. 1922, S. 457).

Und schließlich bestehen gewisse Altersunterschiede, — wenigstens so weit heute zu übersehen ist, — auch im Alter der Faltung der Betischen Kordillere und von Ibiza-Mallorca. Denn in der Betischen Kordillere ist die Hauptfaltung schon v o r m i o z ä n eingetreten (und zwar in der Hauptsache pyrenäisch, z. T. auch savisch, z. T. wohl auch schon laramisch), während steirische Faltung nur recht schwach angedeutet ist. Es liegt also jener Altersunterschied vor, der Veranlassung gewesen ist, Menorka als ein fremdes Element gegenüber Mallorca-Ibiza zu betrachten. Und doch ist die Zusammengehörigkeit von Betischer Kordillere und Balearen die allgemein herrschende und kaum ernsthaft bestrittene Auffassung.

Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen

Mathematisch-physikalische Klasse / Neue Folge

- V. Bd. No. 4. **Ehlers, E.**, *Neuseeländische Anneliden. II.* Mit 16 Fig. 4°. (31 S.) 1907. 2 RM.
- V. Bd. No. 5. **Gerdien, H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln. 4°. (74 S.) 1907. 7 RM.
- VI. Bd. No. 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4°. (79 S.) 1908. 5 RM.
- VI. Bd. No. 2. **Holm, Ragnar**, *Experimentelle Untersuchungen über die geschichtete positive Glimmlichtsäule, insbesondere über das Schichtenpotential in H_2 , N_2 , He .* Mit 3 Tafeln und 6 Figuren im Text. 4°. (50 S.) 1908. 4 RM.
- VI. Bd. No. 3. **Bütschli, O.**, *Untersuchungen über organische Kalkgebilde, nebst Bemerkungen über organische Kieselgebilde.* Mit 4 Tafeln u. 3 Textfiguren. 4°. (IV, 177 S.) 1908. 19 RM.
- VI. Bd. No. 4. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Zweiter Teil. 4°. (VI, 192 S.) 1909. 18 RM.
- VI. Bd. No. 5. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Dritter Teil. 4°. (IV, 83 S.) 1910. 8 RM.
- VI. Bd. No. 6. **Schwarzschild, K.**, *Aktinometrie der Sterne B. D. bis zur Größe 7.5 in der Zone 0° bis +20° Deklination.* Teil A. Unter Mitwirkung von Br. Meyerschütter, A. Kohlschütter und O. Birck. Mit 1 Tafel und 2 Figuren. 4°. (115 S.) 1910. 12 RM.
- VII. Bd. No. 1. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* I. Das Samoa-Observatorium von **Hermann Wagner**. Mit 9 Tafeln. 4°. (70 S.) 1908. 6 RM.
- VII. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* II. Die meteorologischen Registrierungen der Jahre 1902-1906 von **Otto Tetens** u. **Franz Linke**. Mit 3 Taf. u. 25 Fig. 4°. (139 S.) 1908. 12 RM.
- VII. Bd. No. 3. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* III. Die Brandungsbewegungen des Erdbodens und ein Versuch ihrer Anwendung in der prakt. Meteorologie. Von **F. Linke**. Mit 3 Taf. 4°. (58 S.) 1909. 5 RM.
- VII. Bd. No. 4. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* IV. Das Klima von Samoa. Von **Otto Tetens** u. **Franz Linke**. Mit 7 Fig. u. 3 Taf. 4°. (114 S.) 1910. 10 RM.
- VIII. Bd. No. 1. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Vierter Teil. 4°. (V u. 124 S.) 1911. 12 RM.
- VIII. Bd. No. 2. **Take, E.**, *Alterungs- und Umwandlungs-Studien an Heuslerschen ferromagnetisierbaren Aluminium-Manganbronzen insbesondere an Schmiedepöhlen.* Mit 16 Fig. im Text. 4°. (IV u. 127 S.) 1911. 8 RM.
- VIII. Bd. No. 3. **Schwarzschild, K.**, u. **Dziwulski, W.**, *Bestimmung der Polhöhe von Göttingen und der Deklinationen von 375 Zenithsternen mit der hängenden Zenithkamera.* Mit 9 Fig. im Text u. 1 Taf. 4°. (III u. 43 S.) 1911. 3 RM.
- VIII. Bd. No. 4. **Schwarzschild, K.**, *Aktinometrie der Sterne der B. D. bis zur Größe 7.5 in der Zone 0° bis +20° Deklination.* Teil B. Mit 3 Fig. im Text. 4°. (III u. 81 S.) 1912. 8 RM.
- VIII. Bd. No. 5. **Kohlschütter, E.**, *Ergebnisse der Ostafrikanischen Pendelexpedition in den Jahren 1899 u. 1900.* II. Mit 4 Taf. u. 5 Fig. i. Text. 4°. (VI u. 101 S.) 1912. 11 RM.
- IX. Bd. No. 1. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* V. **Linke, F.**, u. **Angenheister, G.**, Die erdmagnetischen Registrierungen d. Jahre 1905-1908. Mit 9 Taf. u. 4 Fig. im Text. 4°. (IV, 52 u. CXXXIX S.) 1911. 20 RM.
- IX. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* VI. **Angenheister, G.**, Die luftelektrischen Beobachtungen am Samoa-Observatorium 1906, 1907, 1908. Mit 3 Taf. u. 8 in den Text gedruckten Fig. 4°. (III u. 43 S.) 1911. 5 RM.
- IX. Bd. No. 3. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* VII. **Wegener, K.**, u. **Hammer, M.**, Die luftelektrischen Beobachtungen am Samoa-Observatorium 1909 bis Mai 1911. Mit 2 Taf. 4°. (31 S.) 1912. 3,60 RM.

Fortsetzung auf der 4. Umschlagseite.

Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen

Mathematisch-physikalische Klasse / Neue Folge

- IX. Bd. No. 4. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* VIII. **Wagner, Gotthold**, Zusammenstellung der Barometer-Beobachtungen von Samoa aus den Jahren 1903—1908 zur Bestimmung der Gezeitenbewegungen der Atmosphäre. Mit 8 Fig. 4°. (48 S.) 1918. 3,60 RM.
- IX. Bd. No. 5. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* IX. **Wegener, K.**, Die erdmagnetischen Beobachtungen im Jahre 1909 u. 1910. Mit 3 Taf. 4°. (15 u. LII S.) 1923. 12 RM.
- IX. Bd. No. 6. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* X. **Angenheister, G.**, Die erdmagnetischen Beobachtungen im Jahre 1911. Mit 2 Taf. 4°. (9 u. XXII S.) 1923. 3 RM.
- X. Bd. No. 1. **Wedekind, R.**, *Monographien der Clymenien des rheinischen Gebirges.* Mit 7 Taf. 4°. (80 S.) 1914. 10 RM.
- X. Bd. No. 2. **Hartmann, J.**, *Tabellen für das Rowlandsche und das internationale Wellenlängensystem.* Mit 1 Tafel. 4°. (78 S.) 1916. 6,60 RM.
- X. Bd. No. 3. **Schwiotring, Fr.**, *Das Reziprozitätsgesetz und die Kristallreflexion.* Mit 16 Fig. i. Text. 4°. (46 S.) 1916. 3,60 RM.
- X. Bd. No. 4. **Horstmann, A.**, *Bestimmung der genäherten absoluten Bahn des Planeten Sappho (80) nach der Gylden-Brendelschen Methode nebst Tafeln für die Bewegung im Zeitraum von 1860—1960.* 4°. (37 S.) 1916. 3,60 RM.
- X. Bd. No. 5. **Espe, W.**, *Ueber einige bemerkenswerte Mißbildungen.* Mit 2 Taf. u. 15 Fig. i. Text. 4°. (17 S.) 1918. 3 RM.
- X. Bd. No. 6. **Hartmann, J.**, *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus.* Mit 6 Fig. u. 12 Taf. 4°. (56 S.) 1919. 10 RM.
- X. Bd. No. 7. **Ehlers, E.**, *Polychaeten von Java und Amboina.* Ein Beitrag zur Kenntnis der malaiischen Strandfauna. Mit 3 Taf. 4°. (73 S.) 1920. 6 RM.
- XI. Bd. No. 1. **Prey, A.**, *Darstellung der Höhen- u. Tiefenverhältnisse der Erde durch eine Entwicklung nach Kugelfunktionen bis zur 16. Ordnung.* Mit 2 Taf. Gr.-8°. (32 S.) 1922. 4 RM.
- XI. Bd. No. 2. **Sigerist, Henry E.**, *Albrecht von Hallers Briefe an Johannes Gesner (1728-1777).* Herausgegeben, eingeleitet und mit Anmerkungen versehen. Gr.-8°. (VIII u. 576 S.) 1923. 24 RM.
- XII. Bd. No. 1. **Mortensen, Hans**, *Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste.* Mit 9 Taf. u. 45 Fig. Gr.-8°. (VIII u. 191 S.) 1927. 18 RM.
- XII. Bd. No. 2. **Vogel, Rudolf**, *Ueber die Strukturformen des Meteoreisens und ihre spezielle Beeinflussung durch Umwandlung und beigemengten Phosphor.* Mit 11 Taf. u. 6 Fig. Gr. 8°. (II u. 51 S.) 1927. 7 RM.
- XII. Bd. No. 3. Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete. Herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen von H. Stille. No. 1. **Stille, H.**, *Ueber west-mediterrane Gebirgszusammenhänge.* Gr.-8. (IV u. 62 S.) 1927.
- XIII. Bd. No. 1. **Neugebauer, O.**, *Zur Entstehung des Sexagesimalsystems.* Gr.-8°. (III u. 55 S.) 1927. 6 RM.

Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68