

Werk

Label: Periodical issue

Jahr: 1929

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_0014|log4

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. XIV, 1

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE
DER WESTLICHEN MEDITERRANGEBIETE

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN

VON
HANS STILLE

No. 2

DER GEOLOGISCHE BAU
DES
KATALONISCHEN KÜSTENGEBIRGES
ZWISCHEN EBROMÜNDUNG UND AMPURDAN

MIT 11 TAFELN UND 29 TEXTFIGUREN

VON
WALTER SCHRIEL
IN BERLIN



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1929

S69

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. 6 RM. Nachtrag dazu. 4°. (S. 49-65 mit Tafeln V-VII.) 1898. 3,50 RM.</p> <p>I. Bd. No. 2. Brendel, Martin, <i>Theorie der kleinen Planeten</i>. Erster Teil. 4°. (171 S.) 1898. 19 RM.</p> <p>I. Bd. No. 3. Schur, W., <i>Ableitung relativer Oerter 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. 3,50 RM.</p> <p>I. Bd. No. 4. Schur, W., <i>Vermessung der beiden Sternhaufen η 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. 11 RM.</p> <p>II. Bd. No. 1. Wiechert, E., <i>Theorie der automatischen Seismographen</i>. 4°. (128 S.) 1903. 9,50 RM.</p> <p>II. Bd. No. 2. Kramer, Julius, <i>Theorie der kleinen Planeten. Die Planeten vom Hekubatypus</i>. 4°. (153 S.) 1902. 18 RM.</p> <p>II. Bd. No. 3. Furtwängler, Ph., <i>Ueber das Reciprocitätsgesetz der nten Potenzreste in algebraischen Zahlkörpern, wenn l eine ungerade Primzahl bedeutet</i>. 4°. (82 S.) 1902. 7 RM.</p> <p>II. Bd. No. 4. Prasad, G., <i>Constitution of Matter and Analytical Theories of Heat</i>. 4°. (68 S.) 1903. 7 RM.</p> <p>III. Bd. No. 1. Ehlers, E., <i>Neuseeländische Anneliden</i>. I. Mit 9 Tafeln. 4°. (79 S.) 1904. 12 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. 5 RM.</p> <p>III. Bd. No. 3. Schur u. Ambronn, <i>Die Messungen des Sonnendurchmessers an dem Repsoldschen 6zöll. Heliometer der Sternwarte zu Göttingen</i>. 4°. (126 S. u. 2 Taf.) 1905. 14,50 RM.</p> <p>III. Bd. No. 4. Brendel, M., <i>Theorie des Mondes</i>. 4°. (97 S.) 1905. 8,50 RM.</p> <p>III. Bd. No. 5. Linke, F., <i>Luftelektrische Messungen bei 12 Ballonfahrten</i>. Mit 4 Tafeln. 4°. (30 S.) 1904. 7 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 Eikonalbegriffs. Mit 6 Fig. 4°. (31 S.) 1905. 2,50 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. 2,50 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. 5 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. 5,50 RM.</p> <p>IV. Bd. No. 5. Meyermann, B., <i>Vermessung der Umgebung des Orionnebels</i>. 4°. (47 S.) 1906. 4 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. 31 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. 7 RM.</p> <p>V. Bd. No. 3. Kramer, J., <i>Theorie der kleinen Planeten vom Hekubatypus</i>. 4°. (154 S.) 1907. 17 RM.</p> |
|--|--|

Fortsetzung auf der 3. Umschlagseite.

ABHANDLUNGEN
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE, NEUE FOLGE BD. XIV, 1

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE
DER WESTLICHEN MEDITERRANGEBIETE

HERAUSGEGEBEN IM AUFTRAGE
DER GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN

VON
HANS STILLE

No. 2

DER GEOLOGISCHE BAU
DES
KATALONISCHEN KÜSTENGEBIRGES
ZWISCHEN EBROMÜNDUNG UND AMPURDAN

MIT 11 TAFELN UND 29 TEXTFIGUREN

VON
WALTER SCHRIEL
IN BERLIN



BERLIN
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG
1929

Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1928.

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

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Vorbemerkungen	1
A. Zweck und Ziel der Untersuchungen.	1
B. Die wichtigste geologische Literatur über Katalonien.	2
II. Morphologische Übersicht	3
III. Stratigraphischer Teil	6
A. Das Paläozoikum.	6
1. Allgemeines	6
2. „Präkambrium“	7
3. Kambrium	10
4. Silur	13
a) Historisches	13
b) Untersilur	15
c) Obersilur	18
5. Devon	23
6. Karbon	29
a) Culm	29
b) Die ? karbonischen Schichten der Provinz Tarragona	37
c) Granit	37
B. Mesozoikum	37
1. Trias.	37
a) Buntsandstein	38
b) Muschelkalk	38
c) Keuper, einschl. Carniolas	38
2. Jura	39
3. Kreide	39
C. Tertiär	39
1. Alttertiär	39
2. Jungtertiär	40
a) Miocän	40
b) Pliocän	41
D. Quartär	41
IV. Tektonischer Teil	41
A. Faltungen und Gebirgsbildungen im Rahmen der großen Faltungs- phasen der Vorzeit	41
1. Die kaledonischen und variscischen Faltungsphasen (Allge- meines)	41

	Seite
a) Die kaledonischen Faltungen	42
α) Die takonische Faltung	42
β) Die kaledonische Faltung i. e. S.	42
b) Die variscischen Faltungen	45
α) Die bretonische Faltung	45
β) Die variscische Hauptfaltung Kataloniens	47
2. Die alpidischen Gebirgsbildungen	54
α) Die kimmerische Faltung	54
β) Die laramische Faltung und die ihr folgenden epirogenetischen Bewegungen der Tertiärzeit	54
γ) Die savische Faltung	57
δ) Die attische Faltung	59
ϵ) Die rhodanische Faltung	59
B. Tektonische Beschreibung der Einzelgebiete	60
1. Die Innenkette	60
2. Die Küstenkette	70
3. Das katalonische Längstal	74
4. Die Querketten des Ampurdan	75

I. Vorbemerkungen.

A. Ziel der Untersuchungen.

Die geologischen Untersuchungen in den paläozoischen Kerngebirgen des variscischen Bogens haben in Mitteleuropa das Resultat gezeitigt, daß die Ablagerungen der paläozoischen Meere durch zahlreiche Lücken und Diskordanzen unterbrochen werden, die auf zwei große Orogenesen, die selbst wieder in Unterphasen zerfallen, zurückzuführen sind. Es sind dies die kaledonische und variscische Gebirgsbildung. Immer mehr hat sich, vor allem dank der Untersuchungen STILLE's ¹⁾, die Überzeugung der weltweiten Verbreitung der Hauptfaltungsphasen durchgesetzt. Hat man so in Deutschland, Frankreich und England vor allem durch die Aufnahmen der Geologischen Landesanstalten bereits festen Boden für die vergleichenden geotektonischen Untersuchungen unter den Füßen, so fehlen solche Aufnahmen in anderen Teilen des variscisch-kaledonisch gefalteten Gebietes. Dies ist vor allem der Fall in den ausgedehnten paläozoischen Massiven der Iberischen Halbinsel, deren alte Gebirgssysteme, wenn auch jetzt durch junge Faltengebirge und mesozoisch-tertiäre Geosynklinalen getrennt, während der Bildungszeit des variscischen Gebirges mit diesem eine Einheit gebildet haben müssen. Es mußte deshalb ein lohnendes Beginnen sein, Untersuchungen im spanischen Paläozoikum anzustellen auf Grundlage der Erfahrungen, zu denen wir beispielsweise im Harz und Rheinischen Schiefergebirge gekommen sind. Für eine solche Untersuchung kamen viele Gebiete der Iberischen Halbinsel in Frage. Auf Anraten von Herrn Professor STILLE wurde zunächst das Katalonische Küstengebirge gewählt, und hier wurden die Untersuchungen mit Hilfe der Notgemeinschaft der Deutschen

1) Neben zahlreichen anderen Einzelschriften vgl. vor allem H. STILLE, Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Gebr. BORNTRÄGER, 1924.

2) Die eingeklammerten Seitenzahlen beziehen sich auf die Gesamtheit der „Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete“.

Wissenschaft vom Februar bis Mai 1927 durchgeführt¹⁾. Mehrere Gründe sprachen dafür, mit den Untersuchungen gerade in Katalonien zu beginnen. Einmal gehört das Katalonische Gebirge zu den geologisch noch am besten erforschten Gebieten Spaniens, — vor allem, was die Stratigraphie anbetrifft. Zweitens bieten die relativ guten Eisenbahnverbindungen in dem ziemlich ausgedehnten Gebiete die Möglichkeit, in verhältnismäßig kurzer Zeit größere Teile des Landes zu bereisen, und endlich ist die kartographische Unterlage gegenüber anderen Gebieten Spaniens ziemlich fortgeschritten.

B. Die wichtigste Literatur über Katalonien.

Es würde zu weit führen, die gesamte geologische Literatur aufzuführen, die bei den Untersuchungen in Katalonien berücksichtigt werden mußte. Doch seien hier bezüglich des alten Gebirges die Namen derjenigen Forscher erwähnt, die grundlegend auf diesem Gebiete gearbeitet haben. Es sind dies ALMERA und CH. BARROIS und in neuerer Zeit, die Arbeitsergebnisse dieser beiden wiedergebend, FAURA I SANS in seiner „Sintesis Estratigrafica de los Terrenos Primarios de Cataluña“. Die sehr umfangreiche geologische Literatur finden wir in dem Literaturverzeichnis dieses Werkes und ferner vom gleichen Autor in den Erläuterungen zu den geologischen Blättern der „Mancomunitat de Catalunya“ angegeben. Endlich sei noch auf das kleine Lehrbuch der Geologie von FONT I SAGUÉ hingewiesen, das gerade deshalb, weil es auf die Verhältnisse von Katalonien zugeschnitten ist, für den Fremden als Einleitung in die Geologie des Landes besonderen Wert hat.

Als geologische Karten kommen für Katalonien in erster Linie in Frage der zwar völlig veraltete Mapa geológico de España 1:400 000 mit Erläuterungen, die neuen geologischen Blätter der Mancomunitat 1:100 000, die fast ausschließlich auf den Aufnahmen ALMERAS aufgebaut sind, und die geologischen Blätter eines Hauptteiles der Provinz Barcelona 1:40 000 von ALMERA selbst, die noch heute die Grundlage für jede Weiterarbeit bilden. Die Karten ALMERAS und die der Mancomunitat sind mit Schichtlinien, die des Mapa geológico dagegen ohne jede Höhenbezeichnung dargestellt.

Für die Begehungen sind an topographischen Karten, abge-

1) Ich möchte nicht unterlassen, an dieser Stelle der freundlichen Hilfe zu gedenken, die mir durch das Centro de estudios alemanes in Barcelona und seinen Leiter, Herrn BIELER, zu Teil wurde.

sehen von großen Übersichtskarten, wichtig die Karten der Mancomunitat 1 : 100 000 und einige Karten 1 : 50 000 mit Höhengichtlinien. Brauchbar sind ferner noch eine Karte 1 : 50 000 vom Montsenygebirge, herausgegeben vom Centro excursionista de Catalunya, und eine Generalstabskarte (Mapa Militar de España), Blatt Rosas 1 : 100 000, die hauptsächlich das Küstengebiet an der französischen Grenze umfaßt. Beide Karten zeigen Höhengichtlinien.

Viel zu wünschen läßt dagegen der offizielle Mapa Militar Itinerario de España 1 : 200 000, der keinerlei Höhenangaben aufweist und zum Teil wegen der roten Wegeeintragungen sehr unübersichtlich und abgesehen davon auch ziemlich ungenau ist. Leider ist man aber in den meisten Fällen auch in Katalonien bei Begehungen gerade auf diese Karte angewiesen. Eine ausführliche Besprechung der für Katalonien wichtigen Kartenwerke finden wir in der Arbeit von RÜHL¹⁾.

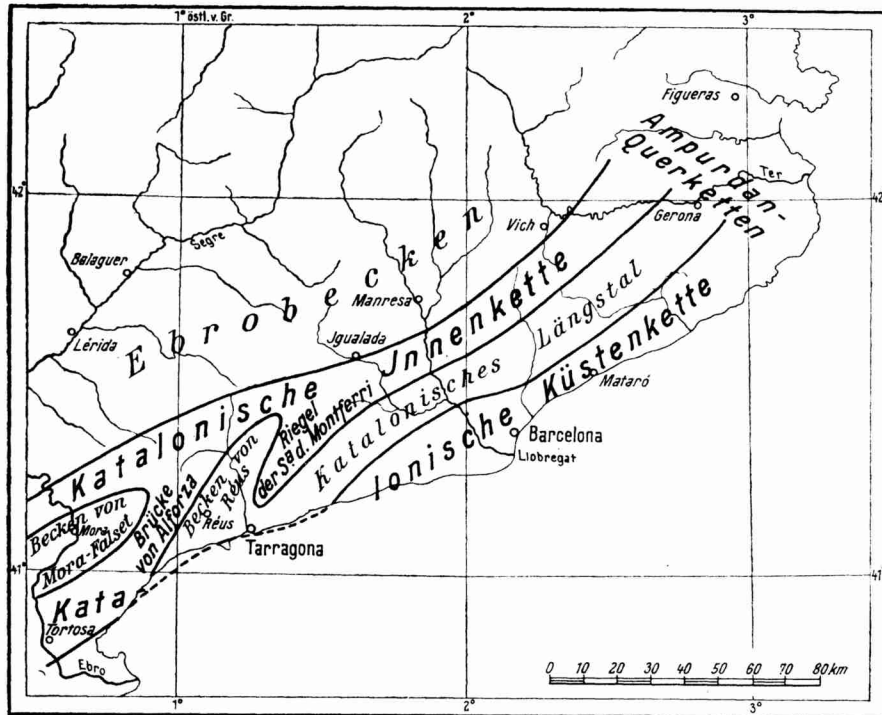
Die Untersuchungen in Katalonien sollten sich, wie eingangs schon gesagt, in erster Linie mit dem Paläozoikum befassen. Doch lag es in der Natur der Sache, daß bei den ausgedehnten Begehungen auch das jüngere Deckgebirge, d. h. Mesozoikum und Tertiär, und das Verhältnis dieser Formationen zum alten Gebirge mituntersucht wurden. Die dabei auf Grundlage der prächtigen Aufschlüsse erzielten weitgehenden Ergebnisse sind in einer tektonischen Karte und in Profilen niedergelegt worden, die also nicht nur die Struktur des Paläozoikums, sondern den Bau des gesamten Küstengebirges darstellen.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft danke ich aufs herzlichste, daß sie mir die für die Untersuchungen in Spanien erforderlichen Mittel zur Verfügung gestellt hat.

II. Morphologische Übersicht.

Die Morphologie der Katalonischen Kordillere ist deutlich von der Geologie des Untergrundes abhängig. Wenn wir im Nordosten von der Ebene des Ampurdan und dem Gebiet des unteren Ter absehen, läßt sich das Katalonische Küstengebirge ungezwungen in drei morphologische Einheiten gliedern, nämlich in eine meist niedere Küstenkette und eine innere, höhere Parallelkette, zwischen

1) RÜHL, A., Geomorphologische Studien aus Katalonien, Habilitationsschrift Marburg; Druck von W. FORMETTER, Berlin 1909.



Figur 1.

Die morphologischen Einheiten des Katalonischen Gebirges.

denen sich eine Depression befindet, die von TH. FISCHER¹⁾ und später auch von RÜHL²⁾ als katalonisches Längstal bezeichnet worden ist. Die innere Kette, die das katalonische Gebirgsland vom Ebrobecken trennt, beginnt mit dem Matagall- und Montsenygebirge, die ihrerseits morphologisch durch die Plana de Vich und die Guillerries mit den Vorbergen der Pyrenäen verbunden sind. Vom Montsenygebirge jedoch bis zum Ebrodurchbruch und noch darüber hinaus stellt die innere Kette einen zusammenhängenden, nur selten von Flüssen durchbrochenen Höhenzug dar, der in der Morphologie getreu die Geologie seines tieferen Untergrundes wieder spiegelt und in erster Linie tektonischen Erscheinungen seine Existenz verdankt. Die beherrschenden Höhen und Käme sind, wenn wir im Nordosten beginnen, das Montsenygebirge, die Sierra de San Lorenzo, sodann zwischen Llobregat und Frankoli das Massiv des Montserrat, die Sierra del Pany, Sierra de Brufaganya,

1) In „Länderkunde von Europa“ von A. KIRCHHOFF: THEOBALD FISCHER, Die Iberische Halbinsel. Das katalonische Gebirge, S. 617.

2) RÜHL, l. c.

Sierra Comavera; vom Frankoli bis zum Ebro die Sierra de Roquerola, Sierra de Pradés und Sierra de Montsant. Diese Höhenzüge bestehen mit Ausnahme der Sierra de Prades vorwiegend aus harten tertiären Nagelfluhgesteinen, die längs des Abbruches zum Ebrobecken steil gestellt sind. Horstartig springt in Richtung auf Tarragona von der inneren Kette aus eine vorwiegend aus Kreide und Trias aufgebaute Schwelle nach Südsüdwesten vor (Sierra de Montferri und Sierra de Montmell), die allmählich an Höhe abnimmt, und deren Entstehung ebenfalls auf tektonische Erscheinungen zurückzuführen ist. Diese Schwelle erreicht die Küstenkette nicht und trennt die Tiefebene von Cambrils-Reus-Valls von der Ebene des Panadés. Etwas anders liegen die morphologischen Verhältnisse im Gebiete zwischen Frankoli und Ebro. Hier ist die Sierra de Prades durch eine Schwelle mit der Küstenkette verbunden (Coll de l'Argentera und Coll d'Alforja). Über diese Schwelle und Paßhöhe führt die Straße Tarragona-Reus-Mora-Zaragoza. Auch die Bahn Tarragona-Zaragoza wählt etwas südlicher diesen Weg, wenn sie auch zuletzt diese Gebirgsbrücke in einem Tunnel überwindet.

Nicht den gleichen engen Zusammenhang wie die Innenkette zeigt die Küstenkette des Katalonischen Gebirges. Dies liegt einmal an der stratigraphischen Zusammensetzung und ferner auch an dem geologischen Bau dieses Gebirges. Endlich ist sie mehrfach von breiten Flußtälern durchbrochen und an verschiedenen Stellen nachträglich unter den Meeresspiegel versenkt. Die Küstenkette beginnt im Ampurdan im Küstengebiete von Bagur-Palafugell, wo sie in der Hauptsache aus metamorphen Schiefern und dem Granit des großen katalonischen Granitlakkolithen besteht. Bis Barcelona erhebt sich die Küstenkette, meist eine Steilküste bildend und nur bei Malgrat vom Rio Tordera durchbrochen, bis zu einer Durchschnittshöhe von ca. 500 m. Ihre Fortsetzung bildet das vorwiegend aus silurischen Schiefern aufgebaute Tibidabo-Massiv, das durch die Durchbruchstäler des Rio Besós und Llobregat eine besondere isolierte Stellung einnimmt. Westlich des unteren Llobregattales bilden bis Vendrell silurische und triadische Schichten und in der Hauptsache Kreidekalke ein sich nach Südwesten immer mehr abdachendes kahles Karstgebiet. Als Fortsetzung dieser zwischen Vilanova y Geltrú und Vendrell unter den Meeresspiegel sinkenden Küstenkette ist in der Provinz Tarragona die Sierra de la Mola del Mon mit ihren bis 1000 m ansteigenden Gipfeln zwischen Ebrounterlauf und Küste zu betrachten. Als stehengebliebener Rest und Verbindungsstück zwischen beiden

Teilen der Küstenkette ist vielleicht der Kreidefelsen und das Tertiär des Cap Salou südwestlich von Tarragona anzusehen.

In den Provinzen Barcelona und Gerona liegt, wie eingangs schon erwähnt, zwischen der inneren und der Küstenkette ein in der Breite wechselndes Längstal, das, beginnend bei Gerona und an Deutlichkeit nach Südwesten immer mehr zunehmend, sich über San Celoni-Granollers-Tarrasa-Vilafranca bis nach Vendrell erstreckt. Dieses von TH. FISCHER als „katalonisches Längstal“ bezeichnete Tal ist der Typ eines großen Grabenbruches, auf dessen Entstehung weiter noch näher einzugehen sein wird. Ihm entspricht im Süden Kataloniens der Tertiärgraben von Mora del Ebro, der ebenfalls zwischen der inneren und äußeren Kette eingesenkt liegt. Zwischen dem nördlichen und dem südlichen Grabensystem liegt die Tiefebene von Cambrils-Reus-Valls mit einem Teil des Priorato. Auch dieses Gebiet bildet eine jungtertiäre Senke, die sich, umgeben von Mesozoikum und Paläozoikum, von diesen Formationen durch Verwerfungen deutlich absetzt.

III. Stratigraphischer Teil.

A. Das Paläozoikum.

1. Allgemeines.

Das Paläozoikum ist im Katalonischen Küstengebirge, wenn wir von den zahlreichen Granitintrusionen absehen, an folgenden Hauptpunkten verbreitet:

Provinz Gerona.

1. Südlich des Mündungsgebietes des Ter in der weiteren Umgebung südlich und östlich von La Bisbal.
2. Beiderseits des mittleren Ter im Gebiet von Amer, Anglés, Ossor.

Provinz Barcelona.

1. Im Matagall- und Montsenygebirge.
2. Zwischen San Celoni und Malgrat in der Küstenkette.
3. Bei Barcelona im Massiv des Tibidabo sowie östlich des Besós und westlich des unteren Llobregat.
4. In einem schmalen Horst südlich des San Lorenzo und Montserrat und bei Capellades.

Provinz Tarragona.

1. Im Priorato zwischen Falset und Reus, sowie in einem

schmalen Streifen nördlich Prades sowie nördlich Valls im Gebiet von Pla de Cabra.

Durch die ersten Übersichtsbegehungen ergab sich schon nach einigen Wochen, daß das auf dem Mapa geológico 1:400 000 als Silur eingetragene Paläozoikum vor allem in der Provinz Gerona und im Norden der Provinz Barcelona zum größten Teil aus Glimmerschiefern, Phylliten und kontakt- und regionalmetamorph veränderten paläozoischen Gesteinen von meist (?) silurischem Alter besteht, sodaß große Gebiete für stratigraphische Untersuchungen von vornherein ausscheiden. Dies war der Fall für die Gesteine der Sierra de Rosas, deren angebliches Silur aus metamorphen Gesteinen, vor allem Glimmerschiefern und Phylliten, besteht. Auch das Paläozoikum in der Nähe von La Bisbal, Bagur, Palafrugell verrät noch die Nähe des katalonischen Granitlakkolithen ebenso wie die Zone Amer, Anglés, Ossor, wo fast der ganze auf der Karte eingetragene Sedimentmantel im Tale nach Ossor in Glimmerschiefer umgewandelt ist, und wo überhaupt mehr Granit und dessen Gangfolge anstehen, als die Karte hier Sediment (Silur) erwähnt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei San Celoni und Malgrat sowie im Gebiet südlich des Montserrat, von wo serizitisierte und kontaktmetamorphe Schiefer, durchspießt von Graniten, bekannt sind.

Günstiger liegen die Verhältnisse für stratigraphische Untersuchungen im Gebiete des Paläozoikums der Provinz Tarragona. Auch hier sind auf der geologischen Übersichtskarte die Schichten als „Silur“ bezeichnet. Die Untersuchungen ergaben jedoch bald, daß dieses eintönig aus Grauwacken und Tonschiefern zusammengesetzte Gebiet fast ausschließlich einer einzigen Formation, nämlich dem Karbon, angehört. Für nähere stratigraphische Untersuchungen kommen daher nur das südliche Montsenygebiet und das Tibidabomassiv in der Nähe von Barcelona in Frage. Da hier die Vorarbeiten der spanischen Forscher am weitesten gediehen waren und Paläozoikum vom Silur bis zum Culm bekannt war, konzentrierten sich die Arbeiten im alten Gebirge auf dieses Gebiet. Hier waren es die ALMERASchen Arbeiten und Karten, die die Untersuchungen erleichterten.

2. „Präkambrium“.

In der älteren spanischen Literatur werden vielfach Schichten des Katalonischen Küstengebirges erwähnt, die auf Grundlage ihrer Gesteinsbeschaffenheit zum „Präkambrium“ (Archäikum oder Eozoikum) gehören sollen, und zwar lediglich aus dem Grunde,

weil es kristalline Schiefer oder Phyllite sind. Meist handelt es sich um Stellen, an denen die Sedimente in mehr oder weniger nahem Kontakt mit dem Granit stehen, oder, wie in den jüngeren zentralen Faltingszonen der östlichsten Pyrenäen, um Fälle starker Tiefen- und Dynamometamorphose. Betroffen können von solchen Veränderungen in den variscisch gefalteten Zonen natürlich alle Sedimente sein, die älter sind als der Granit, oder in der alpidischen Faltingszone der Pyrenäen auch dieser selbst. Die metamorphe Serie kann daher in diesen Gebieten ebenso gut Silur, Devon und Culm wie präkambrische Schichten enthalten. Es dürfte sich daher eigentlich erübrigen, auf diese Frage noch näher einzugehen, jedoch sind selbst in der neuesten spanischen Literatur (Blatt Barcelona, geologisch bearbeitet von FAURA I SANS, 1924); FONT I SAGUÉ, Lehrbuch der Geologie, 1926) mehrfach Stellen erwähnt, wo Archaikum oder Präkambrium auftreten soll. Es ist dies vor allem in der Sierra de Rosas in den Montes Gavarras südöstlich Gerona, im Montseny- und Matagallgebirge sowie im Tibidabomassiv. Obwohl ich aus eigenem Augenschein alle diese Gebiete kenne, möchte ich nur zwei davon herausnehmen, um zu zeigen, auf welch unsicheren Voraussetzungen die Eingruppierung dieser Gesteine in das Präkambrium¹⁾ beruht.

Ich wähle als erstes Beispiel das Tibidabomassiv bei Barcelona. Der große Granitlakkolith, der seine Hauptausdehnung in der Provinz Barcelona hat, entsendet in das fast ausschließlich aus silurischen Schichten aufgebaute Tibidabomassiv einen mächtigen, stockartigen Gang von ungefähr 250—500 m Mächtigkeit. Der Gang streicht parallel der Küste nordost-südwestlich über die Vorstädte St. Andreu, Horta, Sarria bis in die Gegend von Esplugas, wo er unter jungtertiären und quartären Schichten verschwindet. Zahlreiche Apophysen von Granit und Quarzporphyr gehen weit in die sedimentäre Hülle des Schiefermantels hinein. Das Streichen des Granits, dessen postculmisches Alter feststeht, stimmt im wesentlichen nicht mit dem Streichen der Schiefer überein. Denn die Schiefer streichen entgegen der Angabe in der Literatur und auf den Karten spießbeckig auf den Granit zu. Dies ist vor allem im Gebiet beiderseits des Unterlaufs des Llobregat zwischen Martorell und Cornellá der Fall. Das Streichen der Schiefer ist ostsüdöstlich, östlich

1) Damit soll nicht gesagt sein, daß überhaupt kein Präkambrium im Katalonischen Gebirge vorkommt. Es dürfte aber, falls vorhanden, gegenüber den metamorphen paläozoischen Gesteinen stark zurücktreten.

und ostnordöstlich. Erst im Gebiete des Montcada und St. Pere de Reixac tritt Konformität mit dem Streichen des Granitstockes ein. Auch im Gebiete der nordwestlichen Vorstädte Barcelonas streichen, wenn auch hier nordost-südwestliches Streichen vorherrscht, Schiefermantel und Granit keineswegs stets gleich. Am deutlichsten ist die Abweichung im Gebiete von Vallvidrera und der Tibidabogruppe, wo fast stets ein OW-Streichen der Knotenschiefer bei 50—60 Grad nördlichem Einfallen gemessen wurde. Vergleichen wir nun hiermit die Karte der Mancomunitat, Blatt Barcelona 1 : 100 000, geologisch bearbeitet von FAURA I SANS. Hiernach begleiten im Nordwesten wie Südosten „kambrische“ und „präkambrische“ Schiefer, ja sogar an einigen Stellen „archaische“ Schichten, den Granit. Diese „archaischen“ bis „kambrischen“ Schichten sind jedoch nichts weiter als der Kontakthof des Granits, und es sind im Alter wohl ziemlich gleiche Sedimente nach dem Grade ihrer Metamorphose bald als archaisch, bald als präkambrisch und bald als kambrisch angesehen worden. Es handelt sich um typische Frucht- und Knotenschiefer sowie Schiefer, die die typischen Kontaktminerale Granat und Epidot führen. Sie sind in der Hauptsache untersilurisch (s 2 der geologischen Karte von ALMERA und FAURA I SANS) und gehören an die Basis des Llandovery. Auch obersilurische und devonische Kalke sind in die Metamorphose einbezogen, so südlich des Tibidabo.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in der Sierra de Rosas, jener Halbinsel, die den östlichen Ausläufer der Pyrenäen darstellt. Die hier auftretenden Schichten sollen nach der Angabe FONT I SAGUÉ's und den Einzeichnungen auf dem Mapa geológico kambrisch, nach FAURA I SANS sogar präkambrisch sein. Ich habe das in Frage kommende Gebirge besucht und zwischen Vilajuiga und Llanssá folgendes erkennen können. Es stehen hier Orthogneise und Paragneise, Glimmerschiefer und Phyllite und untergeordnet metamorphe Grauwacken an. Das Alter dieser Schichten festzustellen, ist wegen der hochgradigen Metamorphose unmöglich. Es kann sich jedoch hier ebensogut wie im Montseny um paläozoische, vorwiegend wohl untersilurische Gesteine handeln. Immerhin läßt sich erkennen, daß die hohe Metamorphose dieser Gesteine durch zwei Ereignisse bewirkt worden ist.

Der Granit, der wegen seiner großen Ähnlichkeit mit dem katalonischen Granit wohl auch von gleichem Alter wie jener ist, hat im Kontakt seinen Sedimentmantel stark verändert. Im unmittelbaren Kontakt sieht man Hornfelse und angeschmolzene Quarzite, sodann Glimmerschiefer und stark metamorphe Sedi-

mente; Abb. 8, Taf. VI zeigt den inneren Kontakthof und den Granit sehr schön. Diese Kontakterscheinungen sind mit größter Wahrscheinlichkeit karbonisch. Aber auch der Granit zeigt starke Katakklase und eine Streckung, die beinahe als Schieferung zu bezeichnen ist. Sein Streichen sowie das der Schiefer ist hercynisch (NW—SO), d. h. beinahe senkrecht zum Streichen des Paläozoikums in der katalonischen Küstenkette. Granit und Schiefer fallen nach Südwest und nicht wie sonst in den südlichen Pyrenäen nach Nordnordosten ein. Es dürfte hiernach entweder schon das Streichen der variscischen Faltung hercynisch gewesen sein, oder die jüngere Faltung der Pyrenäen hat, was bei der Streckung des Granits das wahrscheinlichere ist, das ehemals nordöstlich streichende Variscikum in hercynische Falten gelegt, d. h. in die Richtung, die der Granitgneis jetzt zeigt¹⁾. Die jüngere Pyrenäenfaltung erzeugte in diesem Gebiete die starke Regionalmetamorphose der Schiefer und die Schieferung der Granite.

Wie ich die metamorphen Gesteine der Sierra de Rosas für vorwiegend paläozoisch halte, so ist die Wahrscheinlichkeit paläozoischen Alters auch für die stark metamorphen Schichten der Umgebung von La Bisbal, des Montseny- und Matagallgebirges gegeben; denn gerade bei den beiden letzten Punkten gehen die metamorphen Schichten mit der Entfernung vom Granit in normale Grauwackenschiefer über, die ALMERA als untersilurisch ansieht. Vor allem läßt sich im Montsenygebirge in der Nähe von La Garriga feststellen, daß ein großer Teil der dortigen metamorphen Schiefer culmisches Alter hat und den Lepidodendron führenden Grauwacken und Grauwackenschiefern entspricht, ja in diese allmählich überleitet. Zusammenfassend läßt sich daher sagen, daß sicheres Präkambrium in der Katalonischen Kordillere bis jetzt nicht nachgewiesen ist, und daß das, was als solches ausgeschieden ist, in den meisten Fällen metamorphes Paläozoikum darstellt.

3. Kambrium.

Nach FAURA I SANS soll im Katalonischen Küstengebirge Oberes und Unteres Kambrium vorkommen, während Mittleres fehlt, und zwar wird folgende Gliederung gegeben:

1) Daß der östliche Teil der Pyrenäen zur variscischen Zeit nicht gefaltet war, halte ich für unwahrscheinlich, da die Montagne Noire die Fortsetzung des katalonischen Gebirges darstellt und wie dieses variscisch gefaltet ist. (S. auch S. 53.)

- | | | |
|----------------|---|--|
| Oberkambrium | } | 2. Schiefer mit <i>Oldhamia radiata</i> Forbes bei Feliu de Llobregat.
1. Dunkelgrüne Tonschiefer mit <i>Trochocystes?</i> in der Collada de Rosas, Prov. Gerona. |
| Mittelkambrium | } | fehlt! |
| Unterkambrium | } | 3. Tonschiefer mit <i>Medusites</i> , <i>Nereites</i> und <i>Myriadites</i> und quarzitführende, küstennahe Grauwacke mit <i>Eophyton</i> : Montseny, Priorato.
2. Tonschiefer mit <i>Lingulella ferruginea</i> .
1. Tonschiefer (<i>macliferas?</i>) mit Chistolithkristallen, wenig oder nicht glimmerig: Montseny, Barcelona, Priorato. |

Sieht man sich diese Gliederung im Gelände an, so merkt man bald, daß sie auf unsicheren Füßen steht. Die Stufe 1 des Unterkambriums stellt meist Schichten aus dem Kontakthofe des Granits dar (vergl. das sogenannte Präkambrium und Archäikum im Kontakt des Granits bei Barcelona), die allen möglichen paläozoischen Stufen angehören können.

Die Tonschiefer mit *Lingula ferruginea* werden im Montsenygebirge in der Nähe der kleinen Ortschaft gleichen Namens auf Grund ihres Fossilinhaltes mit den englischen *Lingula flags* verglichen und ins Kambrium gestellt. Die richtige Bestimmung vorausgesetzt, wäre gegen diese Eingruppierung nichts zu sagen.

Die nun folgende 3. Stufe des Unterkambriums behandle ich als die für das Katalonische Gebirge wichtigste zuletzt.

Was das Oberkambrium anbetrifft, so sind beide angeführten Stufen problematisch. Die Form *Trochocystites* ist noch nicht einmal der Art nach sicher, und die Gattung *Oldhamia* ist ebenso gut im Culm und Perm zu Hause, wie in den tieferen Stufen. Als Fundort für *Oldhamia radiata* Forbes wird Torre de C'an Bofill bei Santa Creu d'Olorde angegeben. Hier stehen aber Schichten an, die jünger sind als der Armorikanische Sandstein, der an die Basis des Silurs zu stellen ist. Mithin dürften auch die fraglichen, von ALMERA übrigens dem Untersilur (s 1) zugerechneten Gesteine, — meist Wechsellagerungen von Quarziten, Kalken und Schiefen —, nicht kambrisch, sondern silurisch sein.

Die wichtigste und in Katalonien ausgedehnteste Stufe des angeblichen Kambriums stellt die Stufe 3 des Unterkambriums im Sinne von FAURA I SANS dar. Ihre Verbreitung liegt fast ausschließlich in der Provinz Tarragona, wo sie fast das ganze Paläozoikum zwischen Ebro und Frankoli ausmacht und auch östlich

des Frankoli zwischen Pont und Pikamoixons in einem schmalen Streifen zu Tage tritt. Mehrtägig habe ich das Gebiet begangen und immer nur die gleiche Ausbildung der Gesteine angetroffen, nämlich Grauwacken, Grauwackenschiefer und Tonschiefer, die selten konglomeratisch werden¹⁾. Im Gebiet von Belmont Alforjas und Prades durchschwärmen zahlreiche Granitporphyrgänge, die mit den Graniten von Prades und Falset in Zusammenhang stehen, die Schichten. Auch Bleierzgänge treten hier auf. Der Granit, der bei Falset ansteht, ist m. E. postculmisch und zeigt keinerlei tektonische Beanspruchung. Die Schichten streichen spießeckig auf die Küste zu (WNW—OSO) und fallen fast durchweg nach NNO ein; nur bei Castellvell findet sich lokal in den Grauwackenschiefern ein Fallen nach SSW. Auch das isolierte Vorkommen des Paläozoikums von Pla de Cabra östlich des Frankoli zeigt denselben Gesteinstyp bei normalem Streichen und vorwiegend nordnordöstlichem Einfallen. Nach MALLADA, ALMERA und FAURA I SANS sollen diese Schichten zum Unterkambrium gehören auf Grund von Funden von *Paläophycus striatus* HALL oder, wie FAURA meint, auf Grund einer Eophytonart, die er nach ALMERA *Eophyton Almerai* nennt und die dem *Eophyton Linneanum* nahe stehen soll. Die von FAURA beschriebenen und abgebildeten Formen wurden hauptsächlich im Gebiet zwischen Prades und Espluga gefunden. Bei meinen Arbeiten habe ich dieselben Formen im Tal nördlich Castellvell wiedergefunden. Es handelt sich jedoch bei den vier mir vorliegenden Formen nicht um Eophytonexemplare, sondern um typische Dictyodoren, wie mir Herr Geheimrat E. ZIMMERMANN-Berlin, der beste Kenner der Dictyodoren und Besitzer der größten Sammlung derselben, mitteilte. Das Problematikum *Dictyodora* finden wir in Deutschland fast ausschließlich im Culm und Oberdevon. Ich selbst kenne es aus dem Plattenschiefer des Harzes, vor allem ist es aber durch ZIMMERMANN aus dem Thüringer Wald und den Sudeten bekannt geworden. Endlich muß ich noch erwähnen, daß sich bei Castellvell zusammen mit den Dictyodoren schwer erkennbare Fossilien fanden, bei denen es sich nach H. SCHMIDT-Göttingen um Goniatiten handelt, ohne daß eine nähere Bestimmung möglich wäre. Hiernach dürfte für das gesamte Paläozoikum der Provinz Tarragona mit Ausnahme des durch FONT

1) FONT I SAGUÉ und FAURA I SANS erwähnen aus dem Paläozoikum südlich Espluga *Monograptus priodon*. Ich habe diesen Fundpunkt, obwohl ich zweimal die in Frage kommende Gegend besucht habe, nicht gefunden. Es kann sich aber auch nur um ein örtlich beschränktes Vorkommen handeln, da ja nicht weit von dieser Gegend die angeblich kambrischen Fossilien gefunden sind.

I SAGUÉ erkannten Graptolithensilurs weder kambrisches noch silurisches Alter in Frage kommen, sondern der ganze Schichtenkomplex mit seiner nahezu 1000 m erreichenden Mächtigkeit ins Oberdevon bis Unterkarbon rücken. Zuletzt sei noch erwähnt, daß die Gesteine typischen Culmcharakter zeigen und, daß in Deutschland im Kellerwald und Harz petrographisch ähnliche Gesteine im Laufe der geologischen Erforschung ihre stratigraphische Stellung mehrfach im Schichtenverbände gewechselt haben, bis man sie endgültig an der Grenze Devon-Karbon einreihen konnte. Von Interesse ist ferner, daß die für untersilurisch angesehenen Sedimente Kataloniens durch Tiefenmetamorphose größere Veränderungen erlitten haben, als die angeblich kambrischen Gesteine der Provinz Tarragona. Auf die nähere Stellung dieses Paläozoikums wird weiter unten bei der Besprechung der culmischen Schichten noch eingegangen werden.

4. Silur.

a) Historisches.

Die Kenntnis des katalonischen Silurs beruht auf den Feldarbeiten und Aufsammlungen ALMERAS¹⁾ und den Bestimmungen der Fossilien durch BARROIS²⁾. So ist die Tabelle, wie sie FAURA

- 1) ALMERA: Importancia del descubrimiento del Monograptus priodon en Sant Vicens dels Horts. Crónica Científica, tom. XIV, pag. 116. Barcelona 1891.
- „ Descubrimiento de cuatro niveles del período Silúrico en los alrededores de Barcelona. Crónica Científica, tomo XIV, pag. 114. Barcelona 1891.
- „ Descubrimiento de otras dos faunas del Silúrico inferior en nuestros contornos, determinación de sus niveles y del de la fauna de los filadíos rojo-purpúreos del Papiol. Crónica Científica, tom. XIV, pag. 465. Barcelona 1891.
- „ Más Graptolithes en la mole del Tibidabo (Barcelona) Mem. R. Ac. Cienc. y Art. Barcelona Epoca tercera, vol. IV, núm. 21, 1902
- 2) BARROIS: Observations sur le terrain silurien des environs de Barcelone. Ann. de la Soc. géol. du Nord, tom. XIX, S. 63—67; 1891.
- „ Observaciones sobre el terreno siluriano de los alrededores de Barcelona. Foll. de 16 págs. Ext. del Bol. de la Com. del. Map. geol., tom. XIX, Madrid 1893.
- „ Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne). Ann. Soc. géol. du Nord, tom. XXVII, pag. 180, 1898.
- „ Note sur les Graptolithes de la Catalogne et leurs relations avec les étages graptolithiques de France. Bull. Soc. géol. France, 4. série, vol. I, pag. 637—646, 1901.

in seiner Arbeit auf Seite 111 gibt, ebenso wie die Tabellen, die den ALMERA'schen Karten beigegeben sind, auf Grund der Bestimmungen von BARROIS aufgestellt. Da BARROIS die Lagerungsverhältnisse an Ort und Stelle nicht kannte, ist die irrtümliche Eingliederung der jetzt als karbonisch erkannten Schichten von Papiol (Provinz Barcelona) als Tremadoc eher verständlich. Nach ALMERA und FAURA wird das Silur auf Grund der BARROIS'schen Bestimmungen wie folgt eingeteilt:

Gotlandium.

Gotlandium in kalkiger Ausbildung (E₂).

Kalke mit *Cardiola interrupta*, *Panenka humilis* von St. Creu d'Olorde.

Ludlow.

Tonschiefer von Valcarca und Montcada mit *Monograptus Roemeri*, *M. Flemingii* und *Monograptus colonus*. Rötliche Schiefer von Cervello mit denselben Formen.

Wenlock.

Gebliche Schiefer vom Castel Sigro bei Molins de Rey (Santa Creu d'Olorde) und St. Vincens dels Horts. Graue Schiefer mit *Monograptus priodon* vom C'an Tintorer de S. Bartomeu de la Cuadra. Kompakte ampelitische Schiefer von Gracia mit *Monograptus priodon* und *Monograptus dubius*.

Tarannon.

Schiefer von Torre Vileta (Cervelló).

Llandovery.

Helle Schiefer vom C'an Ferres (Sta. Creu d'Olorde) und Coll de la Mata mit *Monograptus convolutus*, *M. communis*, *M. proteus*.

Helle Schiefer von Mas Durán de S. Vincens dels Horts mit *Monograptus convolutus*. Graue Schiefer von Brugués und Aiguafreda mit *M. proteus*, *M. vomerinus*.

Untersilur.

Caradoc.

Graue Schiefer von Mora mit *Iliaenus*, *Strophomena*, *Orthis vespertilio*, *Orthis testudinaria*.

Grauwacke vom Montcada mit *Favosites*, *Echinosphaerites balticus*, *Ptilodictya costellata*, *Orthis Actoniae*, *Orthis calligramma*.

Llandeilo

fehlt!

Arenig.

Dunkle Schiefer von Malgrat mit *Arenicolites*.

Tremadoc.

Grüne Tonschiefer von Samalús mit *Asaphellus* und *Avicula*.

Purpurne Schiefer von Papiol (C'an Puig) mit *Ogygia*, *Asaphus*, *Avicula*, *Lingula*, *Leptaena* und *Niobe*.

Diese Gliederung hat sich, soweit sie auf Graptolithen beruht, im großen und ganzen als richtig erwiesen. Dagegen ist die faunistische Einteilung des Untersilurs zum größten Teil unzutreffend, da die angebliche Tremadoc-Fauna sich als unterkarbonisch herausgestellt hat. In folgendem wird eine Gliederung wenigstens für die Umgebung Barcelonas zu geben versucht.

b) Untersilur.

Die Zuteilung gewisser Schichtensysteme zu dieser Stufe muß immer unsicher bleiben, solange keine Fossilien gefunden sind. Außerdem ist die Parallelisierung petrographisch zwar gleich aussehender Schichten über so große Entfernungen, wie sie in der Katalonischen Küstenkordillere vorliegen, immer fraglich, da bei den Faziesschwankungen, die auch hier vorkommen, petrographisch gleiche Schichten doch verschiedenen stratigraphischen Niveaus angehören können.

Bei der Einteilung des Untersilurs beginnen wir mit der jüngsten Stufe, und zwar deswegen, weil das Hangende des obersten Untersilurs durch die Graptolithenschichten festgelegt ist. Dies ist die Stufe des Caradoc, deren Vorhandensein von BARROIS festgestellt wurde. Es sind Grauwacken und Grauwackenschiefer, die mehrfach in Verbindung mit den Graptolithenschiefern des Llandovery unter diesen auftreten. Außer aus Katalonien ist gerade diese Stufe auch aus anderen Gebieten, so aus den Pyrenäen, der Montagne Noire, der Bretagne und England, bekannt geworden. Im Katalonischen Küstengebirge kennen wir sie vor allem aus der Provinz Barcelona und hier in erster Linie von nachfolgenden Lokalitäten.

Am Nordhang des Montcada bei der Ortschaft gleichen Namens treten Grauwacken und Grauwackenschiefer auf, in denen ALMERA folgende Fossilien sammelte:

Bilobites?

Favosites

Calamopora?

Petraia

Cystiphyllum
Echinospaerites cf. *balticus*
Encrinus
Trochocystites
Ptilodictya costellata M'Coy
Ptilodictya
Orthis Actoniae Sow.
Orthis calligramma Dalm.
Orthis testudinaria Dalm.
Orthis vespertilio Sow.
Orthis sp.
Leptaena sericea Sow.

In unmittelbarer Nähe Barcelonas in der Vorstadt Gracia fanden sich:

Favosites sp.
Echinospaerites cf. *balticus*
Encrinites
Ptilodictya?
Leptaena sp.
Orthis cf. *Actoniae* Sow.
Orthis biforata Schloth.
Orthis cf. *calligramma* Dalm.
Orthis cf. *Carausii* Salter.
Orthis elegantula Dalm.
Orthis
Atrypa marginalis Dalm.
Spirifer
Rhynchonella
Praecardium.

Auch aus dem Montseny-Gebirge ist die Fauna durch ALMERA und BARROIS bekannt geworden. Von Aiguafreda (La Mora) kennt man:

Encrinus
Ptilodictya
Bryozoen
Orthis testudinaria Dalm.
Orthis cf. *Carausii* Salter
Orthis vespertilio Sow.
Orthis sp.
Strophomena cf. *expansa* Sow.
Strophomena sp.
Pteraspis var. aff. *Cephalaspis*.

Mit dem Caradoc endigt eigentlich schon das paläontologisch sicher belegte Untersilur im Katalonischen Gebirge. Doch besteht kein Zweifel, daß noch eine ganze Reihe von Stufen zum Untersilur zu rechnen sind. Dies ist vor allem die große Masse der als s2 auf Blatt Barcelona von ALMERA bezeichneten Schichten beiderseits des Llobregat (Schistes sériciteux benannt bei J. ALMERA, Compte rendu de l'excursion du 4. Octobre à Castalbisbal et à Papiol, Bull. Soc. géol. France, III Sér., 26, 1898, S. 783), soweit sie nicht schon Graptolithen enthält. Der weitaus größte Teil der s2-Stufe gehört jedoch zum Untersilur und wird auch auf den Profilen (cf. Fig. 3, S. 31) als Ordoviciun, gelegentlich inkonsequenterweise auch als Kambrium bezeichnet. Es sind seidig glänzende, graue Tonschiefer mit Einlagerungen sericitischer Gesteine und mit intrusiven Diabaslagernägen. Fossilien sind aus ihnen nicht bekannt geworden. Wir finden diese Schiefer öfter an der Basis des graptolithenführenden Llandovery, sodaß ich auf meinen Begehungen den Eindruck erhielt, daß diese Stufe mit dem Caradoc zusammengehört und an dessen Basis zu stellen ist. Auf der geologischen Karte ALMERA's zeigt die Verbreitung der Diabase die ungefähre Ausdehnung dieser Stufe an. Auch der größte Teil der als „Kambrium“ und „Präkambrium“ auf Blatt Barcelona von FAURA ausgeschiedenen Schichten gehört hierher, denn auch diese Stufe kommt im Fortstreichen nach Osten in den Kontakthof des Granits. Dieselben Schichten habe ich im Montsenygebirge und in dem großen paläozoischen Massiv östlich Gerona wieder angetroffen, und auch hier treten Diabase in ihnen auf. Die Schichten stehen bei Gerona in Verband mit Quarziten, deren untersilurisches Alter wohl ziemlich außer Frage steht.

Von gleichem petrographischen Habitus sind die Schichten von Capellades, Tarrasa und Caldas de Montbuy. Doch zeigen sie hier wie östlich Gerona schon starke Kontakt- oder Tiefenmetamorphose.

Wahrscheinlich älter, nach ALMERA bereits an der Grenze zum Kambrium stehend, meines Erachtens jedoch noch zum Silur gehörend, ist ein Schichtenkomplex nördlich von Feliu de Llobregat, der von ALMERA mit der Signatur s1 bezeichnet ist (Geol. Karte von Barcelona 1 : 40 000). Diese Stufe entwickelt sich allmählich aus der eben beschriebenen, indem sich Kalkbänke einstellen. Daneben treten schon Quarzite auf, die zu dem Armorikanischen Quarzit überleiten. Auch in dieser Stufe finden sich noch zahlreiche Diabasintrusionen.

Der Armorikanische Quarzit bildet einen sattelförmigen Auf-

bruch zwischen Vincents dels Horts und Torellas und bedingt, da er sehr widerstandsfähig gegen Verwitterung ist, die Montanya de San Antoni. Er stellt den tiefsten Horizont des Silurs dar und ist ein Äquivalent des im spanischen Paläozoikum, speziell in Asturien, sehr verbreiteten Armorikanischen Quarzites.

Unsicher bleibt das Alter der als s1 bezeichneten Grauwacken und Grauwackenschiefer des Montseny- und Matagallgebietes. Da jegliche Fossilien fehlen, außerdem größere Teile dieser Stufe im Kontakt mit dem Granit stark verändert sind, so können sie nur mit Vorbehalt zum Untersilur gestellt werden. Sie werden vom Llandovery überlagert, sind also älter als Obersilur.

Es dürfte sich also hiernach das Untersilur der Provinz Barcelona von oben nach unten wie folgt gliedern:

- | | | |
|------------|---|--|
| Untersilur | { | <ol style="list-style-type: none"> 4. Grauwacken und Grauwackenschiefer des Caradoc von Montcada, Gracia und Mora mit Fauna. 3. Seidenglänzende, oft auch sericitische Schiefer mit intrusiven Lagergängen von Diabas beiderseits des Llobregat (s2 der geologischen Karte mit Ausnahme des Graptolithenschiefers). Massiv östlich Gerona, Paläozoikum zwischen Capellades und Tar-rasa z. T. 2. Wechsellagerungen von seidenglänzenden Tonschiefern mit Quarzit- und Kalkbänken mit <i>Obolella</i> und <i>Oldhamia radiata</i> Forb. (s1 der geolog. Karte). 1. Armorikanischer Quarzit von San Antoni und östlich von Gerona. |
|------------|---|--|

c) Obersilur.

Von den paläozoischen Formationen ist das Obersilur als das am besten durchforschte zu bezeichnen, was bei der häufigen Graptolithenführung nicht weiter Wunder nimmt. Der Verdienst der Erforschung gebührt in erster Linie BARROIS und ALMERA ¹⁾. Auch petrographisch lassen sich die einzelnen Silurhorizonte gut unterscheiden.

Llandovery.

Das Obersilur beginnt mit dem Llandovery, jedoch wie die Graptolithen zeigen, nicht mit der tiefsten in England bekannten, sondern mit einer höheren Stufe. Jedenfalls ist bis jetzt tieferes Graptolithensilur nicht bekannt geworden. Die wichtigen Punkte für Obersilur liegen im Gebiete von St. Creu d'Olorde, eines für

1) Siehe Literatur auf S. 13.

die Silurstratigraphie äußerst wichtigen Berges östlich Molins de Rey. Besonders gut sind die mürben, bald dunklen, bald hellgebleichten Llandovery-schiefer mit ihren Begleitgesteinen, mehrere Zentimeter dicken Bänken und Linsen von Quarzit, am Coll de la Mata (Pass) östlich des Berges und am Nordwest- und Westhang des Santa Creu aufgeschlossen. Zahlreiche Graptolithen kann man hier sammeln. Nach der Fossilliste des Museu de Ciències Naturals de Barcelona finden sich hier¹⁾:

a) Santa Creu d'Olorde, Coll de la Mata.

- Monograptus communis* Barr.
 „ *convolutus* Hising.
 „ *jaculum* Lapw.
 „ cf. *Halli* Barr.
 „ *latus*? M. Coy.
 „ *proteus* Barr.

b) Santa Creu d'Olorde, C'an Farres.

- Monograptus convolutus* Hising.
 „ *crenularis* Lapw.
 „ *gemmatus* Barr.
 „ *lobiferus* var. *Marri* Perner.
 „ *Nilssoni*? Barr.
Diplograptus palmeus Barr.
Rastrites.
Retiolites.

c) Santa Creu d'Olorde, zwischen C'an Ribes und C'an Puig.

- Monograptus convolutus* Hising.
 „ *priodon* Bronn.
 „ *turriculatus* Barr.
Diplograptus palmeus Barr.
Rastrites Linnei Barr.

Aus diesen Fossillisten ergibt sich, daß neben Llandovery, das hier hauptsächlich vorliegt, auch noch Tarannon und Wenlock, ja zum Teil noch Ludlow vertreten sind, denn

- Monograptus colonus*,
 „ *dubius*,
 „ *Nilssoni* gehören dem Ludlow,
Retiolites,

1) Meine eigenen zahlreichen Aufsammlungen von Graptolithen von alten und neuen Fundpunkten sind noch nicht näher bearbeitet, sodaß ich vorläufig noch auf die spanischen Fossillisten, denen die Bestimmungen von BARROIS zugrunde liegen, angewiesen bin.

Mongraptus priodon,
 „ *vomerinus* gehören dem Wenlock,
Monograptus Halli,
 „ *proteus*,
 „ *turriculatus* gehören dem Tarannon an.

Überhaupt zeigen die Listen, wie auch später die Listen der angeblichen devonischen Fossilien, daß keine horizontmäßigen Aufsammlungen vorliegen. Die reinen Llandoverygesteine werden jedoch, wie schon oben erwähnt, durch die sie konstant begleitenden Quarzitbänkchen erkennbar. Außer an den angeführten Lokalitäten ist Llandovery noch vor allem bei Brugués und aus dem Montsenygebirge bei Mora (Aiguafreda) bekannt geworden. Doch deutet vieles auf eine weit größere Verbreitung im Tibidabogebiete und Montsenygebirge hin.

Tarannon

soll nach der Fossiliste vor allem in dem Bachbett von Torre Vileta bei Cervelló vertreten sein. Es werden hier angegeben:

Monograptus colonus Barr.
 „ *cf. crinitus* Wood.
 „ *Hisingeri* Carr. var. *jaculum* Lapw.
 „ *Nilssoni* Bar.
 „ *riccartonensis* Lapw.
 „ *tenuis* Port.

Diplograptus minor Elles.

Climacograptus?

Cyrtograptus Murchisoni Carr.

Tentaculites.

Hiervon sind jedoch für Llandovery charakteristisch:

Monograptus Hisingeri.

Diplograptus minor.

Climacograptus.

für Wenlock:

Monograptus riccartonensis

Cyrtograptus Murchisoni

für Ludlow:

Monograptus colonus

„ *Nilssoni*.

Nach meinen eigenen Aufsammlungen enthält das Tal bei Torre Vileta das vollkommenste Silurprofil der Umgebung von Barcelona. Es sind hier vor allem Tarannon und Wenlock vertreten, endlich aber auch Ludlow und Llandovery.

Wenlock.

Die beste Fundstelle für Wenlock-Graptolithen stellen neben Torre de Vileta Gracia-Font del Carbo und S. Bartomeu de la Quadra dar.

Font del Carbo.

- Monograptus dubius* Suess.
 „ *Hisingeri* Barr.
 „ *Nilssoni?* Barr.
 „ *priodon* Bronn. •
 „ *vomerinus* Nich.
 „ *vulgaris* Wood.

Sant Bartomeu de la Quadra.

- Monograptus basilicus* Lapw.?
 „ *Jaekeli?* Perner.
 „ *aff. lobiferus* M. Coy.
 „ *priodon* var. nova.
 „ *Riccartonensis* Lapw.

Auch diese „Wenlock“-fauna ist nicht eindeutig, denn

- Monograptus dubius* und
 „ *vulgaris* gehören dem Ludlow an, während
 „ *lobiferus* und
 „ *Hisingeri*

zum Llandovery zu stellen sind.

Der petrographische Habitus der Wenlock-Tarannon-Gesteine ist unverkennbar. Es sind typische schwarze Alaunschiefer mit starken Alaunausblühungen; verwittert sind sie hell und äußerst mürbe, wie vor allem an der Straße bei Bartomeu de la Cuadra zu beobachten ist.

Ludlow

ist ebenfalls am besten von Cervelló bekannt und zwar aus demselben Tale, das bei Torre de Vileta in südwestlicher Richtung abzweigt (Riera de C'an Sala). Man kennt von hier, speziell vom Cami del Remei:

- Monograptus Cervellonensis* Faura.
 „ *colonus?* Barr.
 „ *Nilssoni* Barr.
 „ *Roemeri* Barr.
 „ sp.

Auch diese Schichten sind typische dunkle Graptolithenschiefer.

Eine besondere Stellung nehmen die zum kalkigen Silur überleitenden Schichten ein. Es sind Wechsellagerungen von Kalken

mit Schiefern. Unter den Schiefern befinden sich Wetz- und Kiesel-schiefer, die veranlaßt haben, daß diese Stufe von BERGERON und anderen des öfteren mit Culmkieselschiefer verwechselt wurde. Diese Stufe findet sich stets da, wo die Silurkalke mit *Cardiola interrupta* auftreten, so am Santa Creu d'Olorde, Montcada, Brugués, San Bartomeu de la Cuadra. Ihre Zugehörigkeit zum Silurkalk steht außer Frage, nachdem ich in den zum Kalk überleitenden Bänken, wie in den Schiefern selbst, Graptolithen (Monograpten) gefunden habe. Diese Übergangsschichten liegen, wie gesagt, stets unter dem Kalksilur mit *Cardiola interrupta* SOWB.

Das kalkige Silur (E2).

Wie oben schon beschrieben, gehen die graptolithenführenden Kalkbänke in kompakte Kalke über, die am Santa Creu d'Olorde besonders gut aufgeschlossen sind und hier *Cardiola interrupta* SOWB. führen (Steinbruch vom C'an Serra). An dem silurischen Alter dieser Kalke (s2 der Karte) ist also nicht zu zweifeln, ebenso wie ich wegen ihrer räumlichen Verknüpfung mit dem Übergangshorizont die von ALMERA als s2" bezeichneten Kalke mit *Krawlowna* und *Panenka* als gleichfalls zum Silur gehörig erachte, — wobei ich übrigens mit ALMERA konform gehe, wenigstens soweit ich seine Karten zugrunde lege. Von FAURA sind auf der Karte von Barcelona 1:100 000 ohne Grund diese Kalke im Bausch und Bogen zum Devon und zwar vorwiegend zum Gedinne geschlagen, — zusammen mit echt mitteldevonischen Kalken, die eine ganz andere Fauna aufweisen. Vom St. Creu d'Olorde kennt man an silurischen Versteinerungen aus dem Steinbruch vom C'an Serra außer weniger wichtigen Formen:

Cardiola interrupta Sow.

Lunulicardium confortissimum Barr.

Orthoceras Laumonte Barr.

Dasselbe Alter kommt einem großen Teil der Kalke aus dem Montseny, vom Montcada, von Mora, Vallcarca und Gavá zu (vgl. Erl. zu Blatt Barcelona 1:40 000 unter s2" Silúrico superior). Wenn sich in einigen Fossillisten auch devonische Arten, wie beispielsweise in der vom Montcada finden, so liegt das daran, daß man beim Aufsammeln die devonischen und silurischen Kalke nicht unterschied; denn sowohl bei Santa Creu d'Olorde, wie bei Vallcarca, bei Gavá-Brugués und am Montcada liegen devonische und silurische Kalke dicht über- und nebeneinander. Von einem Gedinne-Alter oder gar von oberdevonischem¹⁾ Alter dieser Kalke zu

1) BERGERON's Zurechnung der Marbre Griotte-Kalke zum Oberdevon ist

sprechen, ist erst recht abwegig, da diese Stufen im Katalonischen Gebirge faunistisch überhaupt nicht nachgewiesen sind und das Devon erst mit dem Mitteldevon beginnt.

5. Devon.

Wie das Silur so ist auch das Devon Kataloniens zuerst von CH. BARROIS erkannt worden. In einer längeren Arbeit¹⁾ bespricht BARROIS die einzelnen Fossilien und vergleicht die katalonischen Schichten mit dem Thüringer „Unterdevon“, mit dem sie, wie wir sehen werden, in der Tat petrographisch wie faunistisch übereinstimmen. Auf Grund der BARROIS'schen Bestimmungen sind sie auch dann beim Unterdevon geblieben, als das Thüringer „Unterdevon“ als Mitteldevon erkannt worden war; ja neuerdings sind sie von FAURA I SANS sogar als Gedinne bezeichnet worden.

Die bekanntesten Fundorte sind folgende:

C'an Amigonet bei Papiol. Man kennt von hier:

Pleurodictyum selkanum Giebel.

Zaphrentis Guilleri Barrois.

Encrinus.

Obolella?

Chonetes.

Strophomena curta? Richter.

Leptaena corrugata Richter.

„ *cf. interstitialis* Phil. var. (= *O. fugax* R.).

„ *sp. conf. sericea* Sow.

„ *transversalis* Dalm.

Orthis elegantula? Dalm.

Spirifer cf. hystericus Schl. var. (*sp. micropterus*).

Cyrtina heteroclyta Richter.

Athyris sp. var.

Pentamerus oblongus Richt. non Sow.

Atrypa Grayi Dav.

„ *reticularis* L.

Orthoceras.

Styliolina laevis Richt.

Tentaculites acuarius Richt.

„ *geinitzianus* Richt.

schon deshalb unbegründet, weil ganz abgesehen vom Fehlen der oberdevonischen Versteinerungen Kalke vom Typ des Marbre griotte im Silur, Devon und, wie BARROIS aus den Pyrenäen nachwies, vor allem im Karbon vertreten sind. Nach CAREZ sollen sie sogar in der Kreide anzutreffen sein.

1) CH. BARROIS: Observations sur le terrain Dévonien de la Catalogne. Ann. de la Soc. géol. du Nord, Vol. 88, p. 61—73, 1892.

Sluzka? *bohémica* Barr.
Aviculopecten sp.
Avicula cf. *insidiosa* Barr.
 " sp.
 ? *Syneke* cf. *antiquus* Barr.
Harpes radians var.; *venulosus* var. *radians* Richt.
 " sp.
Proetus cf. *expansus?* Richt.
Phacops fugitivus Barr.
Phacops? sp.

Gavá, Ermitage v. Brugués.

Algen?
 Spongien?
Medusites?
*Monograptus vomerinus*¹⁾ Nic.
Encrinus sp.
Arenicolites.
Orthoceras cf. *bohemicum* Barr.
 " cf. *consocium* Barr.
 " sp.
Tentaculites geinitzianus Richter.
Dentalium?
Avicula sp.
Posidonomya cf. *engira* Barr.
Dualina cf. *major* Barr.
Panenka cf. *pernoides* Barr.
Cyrtina heteroclyta Richt.
Leptaena interstitialis Phil.
 " *corrugata* Richt.
Crania?
Ctenacanthus sp.
 ? *Phacops miser* Barr.
Harpes venulosus Corda.

St. Creu d'Olorde²⁾.

Encrinus sp.
Orthoceras sp.

1) Der Graptolith wird aus dem unter dem Devon anstehenden Graptolithen-schiefer stammen, wie einige silurische Typen aus dem Silurkalk.

2) Es ist keineswegs sicher, ob es sich bei dieser Fossilliste nicht z. T. um kalkiges Silur handelt, da die Fauna alle typisch devonischen Arten vermissen läßt (vgl. hierzu Fossilliste vom C'an Amigonet!). Vielleicht stammen die meisten Fossilien aus dem Silurkalk des Santa Creu d'Olorde.

- Tentaculites* sp.
Kralowna cf. *catalaunica* Barr.
Panenka bohémica? Barr.
 " *aff. disenstiens* Barr.
 " *excentrica* Barr.
 " cf. *fortissima* Barr.
 " " *humilis* Barr.
 " *inaequalis* Barr.
 " *infantula* Barr.
Praecardium quadrans Barr.
 " sp.
Dualina major Barr.
 " sp.?
Praelima?
Nucula.

Santa Creu d'Olorde-T. Pontarró.

- Zaphrentis* sp.
Tentaculites Geinitzianus Richt.
Leptaena sp.
Phacops fugitivus Barr.

Barcelona-Horta.

- Lingula Sidmondii* Salt.
Strophomena sp.
Leptaena corrugata Richt.
Orthoceras sp.
Tentaculites sp.
 ? *Synech antiquus* Barr.
Kralowna sp.
Platyostoma cf. *Niagarenis*.
Avicula cf. *migrans*.
Praelima sp.
Lunulicardium evolvens.
Nuculites fissa Barr.
Nucula obtusa Barr.
Panenka sp.

Montcada.

- Encrinus*.
Strophomena.
Leptaena corrugata Richt.
 " cf. *sericea* Sowb.
Orthoceras.

Tentaculites cf. *annulatus* Schloth.

„ sp.

Praelima sp.

Dualina sp.

Kralowna cf. *catalaunica* Barr.

„ sp.

Aviculopecten.

Vilamojo C'an Pareras.

Tentaculites *Geinitzianus* Richt.

Phacops *fugitivus* Barr.

Alle diese Fossillisten haben nur einen sehr bedingten Wert, da die Fossilien, wie dies bereits bei den Graptolithen der Fall war, nicht horizontmäßig gesammelt sind. Die Listen schließen in sich Versteinerungen silurischer und devonischer Kalke, da fast überall an den angegebenen Punkten Silur- und Devonkalk dicht beieinander vorkommen.

Die Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse wurden an verschiedenen Stellen näher untersucht.

Beim C'an Amigonet bei Papiol liegen die Verhältnisse am klarsten. Hier treffen wir die in Frage kommenden Schichten **über** untersilurischen Schiefern und **unter** culmischen Kieselschiefern; die letzteren transgredieren. Es fehlen hier die obersilurischen Kalke sowie die Graptolithenschiefer, die sonst meist die Unterlage des Devons bilden, sodaß dann beim Aufsammlen Fossilien des Silur und Devon in einen Topf geworfen wurden. Diesen Eindruck erhält man, wenn man die einzelnen vorher angeführten Fossillisten vergleicht, so z. B. die von Horta und Montcada auf der einen und die von Amigonet auf der anderen Seite. Denn die Fossilliste vom C'an Amigonet zeigt rein mitteldevonische Formen, diejenige von Horta, Gavá und Montcada aber ein Gemisch von Leitversteinerungen des Mitteldevons mit einem Graptolithen und obersilurischen Kalkformen wenig ausgeprägten Charakters.

Am C'an Amigonet ergab sich vom Hangenden zum Liegenden folgendes Profil (siehe Fig. 9 und Taf. V, Abb. 5).

Hangendes: Culmkieselschiefer.

3. Sandige Mergel und Schiefer mit Tentakuliten, grifflig brechend.

2. Mergelige Schichten, übergehend in graue und gelbe Knollenkalke mit Orthoceren; nach der Basis fester werdend und übergehend in „Marbre griotte“ mit Leptaenen, Pleurodictyum, Trilo-

biten und Tentakuliten, letztere in rötlichen und grauen Schiefern in Höhe des Bauernhauses Amigonet.

1. Braune dolomitische Basalbank von 1 bis 2 m Mächtigkeit.

Liegendes: Untersilur.

Montcada.

(Vergl. Taf. IV, Abb. 4.)

Das Devon steht hier auf dem nach Nordwesten hinabführenden Kamm unmittelbar unter der Kapelle in einer Mulde an. Die petrographischen Verhältnisse liegen ähnlich wie am C'an Amigonet. Über Kalken mit eingelagerten Schiefern mit *Leptaena* folgen blaue, mergelige, knotige Kalke, die oft sehr fest sein können, mit zahlreichen *Orthoceren* und *Tentakuliten*. Die *Tentakulitenschichten* scheinen einem höheren Niveau anzugehören als die *Leptaenaschichten*. Am Montcada bilden *Graptolithenschiefer* mit nicht näher zu bestimmenden *Monograpt*en das Liegende des Devons.

Santa Creu d'Olorde (Kuppe).

(Vergl. Taf. III, Abb. 1 u. 2.)

Hier sollen devonische Schichten eingemuldet auf silurischen Kalken liegen. ALMERA schreibt (Soc. géol. Fr. 1898, S. 799), dem Sinne nach übersetzt: „Der Santa Creu wird gebildet aus silurischen Schiefern, gekrönt durch einen Lappen festen silurischen Griotte-Kalkes, der seinerseits von mergeligen Schichten diskordant überlagert wird, die die Facies der Schichten von Vallcarca, Coll. (Horta), Montcada (Devon) vertreten“.

Hiernach soll das Devon des Santa Creu das gleiche sein wie das vom C'an Amigonet. Petrographisch ist dies auch der Fall. Die Fossiliste läßt jedoch erkennen, daß typische Mitteldevonfossilien noch nicht gefunden sind. Trotzdem glaube ich, daß auch die mergeligen Kalke vom St. Creu Unteres Mittel-Devon darstellen.

Die Bestimmung der Schichten von C'an Amigonet und Brugués und anderer Fundpunkte mit gleicher Fauna als Devon geschah, wie gesagt, durch BARROIS (a. a. O.), und zwar auf Grund des Vergleiches mit Fossilien, die aus dem Thüringer „Unterdevon“ bekannt waren. Dabei bezog sich BARROIS in erster Linie auf die Arbeiten REINH. RICHTER's, GÜMBEL's und LIEBE's und die älteren Arbeiten E. KAYSER's sowie auf K. WALTHER. Für die Bestimmung der Fossilien war neben den grundlegenden Arbeiten BARRANDE's eine Arbeit R. RICHTER's (Z. d. D. G. G. 1865, Bd. XVII, S. 361) maßgebend. BARROIS schließt sich zwar nicht der RICHTER'schen

Ansicht vom obersilurischen Alter der zum Vergleich herangezogenen Schichten an, wohl aber der Auffassung LIEBE's, ZIMMERMANN's und KAYSER's vom unterdevonischen Alter des „silurischen“ Knollenkalkes und der Tentakuliten- und Nereitenschichten Thüringens, und er stellt deshalb auch die katalonische Fauna ins Unterdevon.

Seitdem nach den Arbeiten von KAYSER und den späteren Arbeiten von K. WALTHER das gesamte Thüringische Unterdevon als Äquivalent der hessischen Tentakulitenschichten und der Wissenbacher Schiefer zum Mitteldevon gerechnet wird, muß auch die Altersstellung der katalonischen Fauna einer Revision unterzogen werden. Wir kennen aus Katalonien wie aus Thüringen folgende für unteres Mitteldevon sprechende Fossilien, die einander gegenüber gestellt seien. Auch unter den sonstigen von FAURA und ALMERA aufgezählten Formen mögen noch einige sein, die, wenn auch unter verschiedenem Namen angeführt, bei neuerer Bestimmung sich als identisch mit thüringischen erweisen würden.

Katalonien.	Thüringen.
<i>Leptaena corrugata</i> Richter.	= <i>Leptaena corrugata</i> Richter = <i>Strophomena minor</i> = „ <i>comitans</i> Barr.
<i>Strophomena curta</i> Richter sp.	= <i>Strophomena curta</i> Richter sp. = <i>Chonetes</i> „ „
<i>Leptaena</i> (<i>Strophomena</i>) <i>inter-</i> <i>strialis</i> Phill.	= <i>Chonetes novellus</i> Barr. = <i>Leptaena</i> cf. <i>fugax</i> Richter = <i>Strophomena interstrialis</i> <i>Burhenne</i>
<i>Trimercephalus micromma</i> F. A. Roem. sp.	= <i>Trimercephalus micromma</i> F. A. Roem.
= <i>Phacops fugitivus</i> Barr.	= <i>Phacops fugitivus</i> Barr.
<i>Harpes radians</i> var. = <i>H. venulosus</i> Corda var. <i>ra-</i> <i>dians</i> Richter.	<i>Harpes radians</i> Richter.
<i>Tentaculites Geinitzianus</i> R.	= <i>Tentaculites Geinitzianus</i> R.
„ <i>acuarius</i> Kays.	= „ <i>acuarius</i> Kays.
<i>Styliolina laevis</i> Kays.	= <i>Styliolina laevis</i> Kays.

Aus obigem Vergleich, wie auch aus Vergleichen mit außerthüringischem Mitteldevon, ergibt sich, daß das ganze sogenannte Unterdevon des Katalonischen Küstengebirges eine Vertretung des Unteren Mitteldevons, nämlich der Tentakulitenschiefer Hessens und Thüringens (hier mit Einschluß des Knollenkalkes und der Neireitenschichten) und der Wissenbacher Schiefer des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes ist.

Bestätigt wird mir diese Anschauung noch durch eine mündliche Mitteilung des Herrn RUDOLF RICHTER-Frankfurt, der selbst einige Trilobiten vom C'an Amigonet als typische Mitteldevonformen erkannte. Andere devonische Schichten sind aus der Katalonischen Küstenkordillere nicht bekannt geworden. BERGERON's ¹⁾ Bezeichnung der Marbre griotte-Gesteine des Montcada, St. Creu, Vallcarcas u. a. als Oberdevon, ohne daß in ihnen je ein oberdevonisches Fossil gefunden wäre, ist unberechtigt; vielmehr erweisen sie sich auf Grund des Fundes von *Cardiola interrupta* (Santa Creu d'Olorde) als silurisch und auch auf Grund der Lagerungsverhältnisse als zum mindesten älter als die mitteldevonischen Tentakuliten-Schichten, von denen sie stets überlagert werden (Profil auf S. 51 und Abb. 1 u. 2 auf Taf. III).

„Marbre griotte“ ist ähnlich dem deutschen „Kramenzelkalk“ als petrographischer und nicht als stratigraphischer Begriff aufzufassen, und Marbregriotte-Gesteine kommen in Spanien im Silur, Devon und Karbon vor.

6. Karbon.

a. Culm.

Über keine der paläozoischen Formationen des Katalonischen Küstengebirges hat in Bezug auf Gliederung und Lagerung solche Unklarheit und Verworrenheit geherrscht wie über den Culm.

ALMERA unterscheidet im Culm vom Hangenden zum Liegenden:

3. Kalke und Schiefer mit *Phillipsia Bittneri*,
2. Grauwacken und Grauwackenschiefer mit Konglomeraten und culmischen Pflanzenresten,
1. Lydite, Wetz- und Kieselschiefer.

Dies Profil tritt nach ihm mehrfach im Montsenygebirge und Tibidabomassiv auf.

Nach meinen Untersuchungen ergibt sich jedoch für das Katalonische Küstengebirge folgendes Profil:

1) BERGERON: Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelone usw. Bull. Soc. géolog. France, Tom. XXVI pag. 867—875, 1899.

5. Culmgrauwacke, fein oder grob, und Grauwackenschiefer.
4. Basalkonglomerat aus älterem Sediment- und Eruptivgesteinen.
- — — Lücke und Diskordanz — — —
3. Culmtonschiefer.
2. Phillipsienbank mit *Phillipsia Bittneri*.
1. Culmkieselschiefer.
- — — Lücke und Diskordanz — — —
- Untersilur — Obersilur — Mitteldevon.

Ich beginne mit der Beschreibung einzelner Profile, nur die wichtigsten herausgreifend.

Die Culmmulde von Papiol (C' an Puig).
(Vergl. Fig. 9 u. Abb. 6 auf Taf. V).

Wohl selten ist ein an sich einfaches Profil so mißdeutet worden wie das Culmprofil von C'an Puig, und zwar auf Grund einer von BARROIS bestimmten Fauna. Ich gebe in Fig. 2 (Fig. 18)

Figur 2.

Nach ALMERA 1898.

(Bull. Soc. géol. France, III. Sér. 26, 1898. S. 783.)

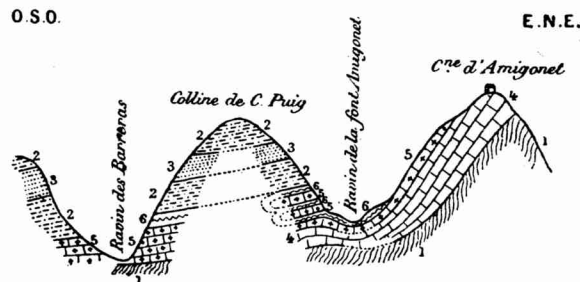


Fig. 18. — Coupe des couches ordoviciennes et dévoniennes de Papiol.
Longueur : 800 mètres ; hauteur : 80 mètres.

- 1, Schistes sériciteux (Cambrien) ; 2, Schistes à *Asaphellus* (Ordovicien) ; 3, Schistes sans fossiles ; 4, Calcaire à *Orthoceras* (Dévonien inférieur ?) ; 5, Calcaire jaunâtre à *Tentaculites* (Dévonien inférieur) ; 6, Lydiennes (Carbonifère).

und 3 (Fig. 1) die Profile, wie ALMERA und BERGERON sie sich dachten, wieder und füge die neue Kartierung 1:10 000 mit Profil zum Vergleich hinzu (s. Fig. 9). Aus den Profilen ALMERA's¹⁾ und BERGERON's, die sich übrigens in der Auffassung schon stark unterscheiden, geht hervor, daß der Hügel, auf dessen Kamm das Bauernhaus Puig liegt, aus Schichten des Ordoviciem (2) und Tremadoc (1) besteht; darunter liegt Culmkieselschiefer (6), unter dem

1) Die Zahlen beziehen sich auf das Profil auf S. 31.

Figur 3.

Nach ALMERA und BERGERON 1904.

(Bull. Soc. géol. France IV. Sér. 4, 1904. S. 709.)

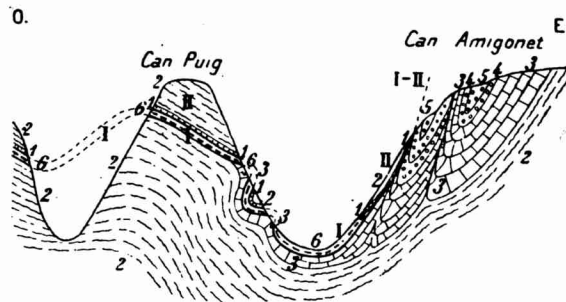


Fig. 1. — Coupe de Can Puig à Can Amigonet.
Echelle des longueurs : 1/10000.

I, Première nappe ; II, Deuxième nappe ; 1, Schistes du niveau de Trémadoc ; 2, Schistes ordoviciens ; 3, Calcaires du Dévonien inférieur et moyen ; 4, Calcaires à *Chiloceras curvispina* ; 5, Calcaires rouges et gris du Dévonien supérieur ; 6, Lydiennes et adinoles du Tournaisien inférieur.

wiederum ordovicische Schichten (2) folgen. Ich gehe jetzt nicht weiter auf die Lagerungsverhältnisse dieser Schichten zueinander ein, da dieses später geschieht, sondern beschränke mich auf die Stratigraphie und die in den Schichten gefundenen Fossilien.

Ich beginne mit der zuunterst liegenden Schicht. Wie die beiden Autoren halte auch ich die glatten, seidenglänzenden Schiefer für untersilurisch (vergl. S. 18), obwohl sie später von ALMERA, ohne daß sich neue Gesichtspunkte ergeben hätten, zum Obersilur (S 2 der Karte von Barcelona) und früher ins Kambrium gestellt wurden.

Über diesen untersilurischen Schichten folgt transgredierend der Culmkieselschiefer mit Lyditen und Wetzschiefen. Unmittelbar über den Wetzschiefen liegen helle dichte Kalke (4 m). Es folgen ca. 10 m rostbraune Kalke mit Wechsellagerungen purpurner Schiefer, darauf vorwiegend purpurne Schiefer (ca. 15 m). Diese über dem Culmkieselschiefer liegenden Schichten wurden auf Grund der Bestimmungen von BARROIS für ein Äquivalent der Euloma-Niobe-Schichten mit *Asaphellus* und *Niobe*, also als Tremadoc, angesehen; in Wirklichkeit handelt es sich aber um die normal über dem Kieselschiefer folgenden Schichten der Phillipsienbank, auf deren

karbonisches Alter bereits PRUVOST¹⁾ hinwies, und die in den Pyrenäen, dort als Marbre griotte bezeichnet²⁾, von BARROIS selbst als dem Karbon angehörend und als transgredierend über älteren Schichten erkannt worden sind. Nach den neueren Bestimmungen kennt man aus den „purpurnen Schiefern“ von Papiol — unter diesem Namen gehen die Schichten meist in der Literatur — folgende Fossilien:

? *Asterocalamites scrobiculatus* Schloth.

Zaphrentis ?

Medusa ?

Encrinus.

Lingula.

Productus longispinus Sowb.

Productus.

Orthothetes crenistria Davidson.

Spirifer sublamellosus Kon.

Phillipsia Bittneri Kittl.

Phillipsia sp.

Goniatites sphaericus ? Martin.

Goniatites sp.

Palaeolima simplex Phill.

Aviculopecten semicostatus Portlock.

Posidonomya Becheri Bronn.

„ *membranacea* M' Coy.

Posidoniella sp.

Über den purpurnen Schiefern folgen, den Kern der Mulde bildend, angeblich dieselben „ordovicischen“ Schiefer wie an der Basis. Sie sind jedoch, wie nach neuerlichen Funden von Posidonien feststeht, ebenfalls karbonisch und stellen die Posidonienschiefer, d. h. also das normale Hangende der Phillipsienbank, dar. Mit den ordovicischen Schiefern zeigen sie auch petrographisch keine Ähnlichkeit. Die höhere Stufe, die Culmgrauwacke, fehlt hier.

1) P. PRUVOST, L'âge des schistes pourprés de Papiol, près Barcelone. Ann. Soc. géol. Nord 41, p. 263, Lille 1912.

2) CH. BARROIS: Le Marbre griotte des Pyrénées. Ann. Soc. géol. du Nord, tom. VI, 1878.

Hiernach zeigt der Culm von Papiol folgendes Profil:

Graue Schiefer mit Posidonien (selten) 25 m

Rote Schiefer	15 „	} mit Fossilien der Liste S. 32.
Rotbraune Kalke mit Einlagerungen von roten Schiefern	10 „	
Gelbe, dichte Kalke	4 „	

Dunkle Lydite, Wetz- und Kiesel-
schiefer, an der Basis helle, gelbe,
wetzige, dünnspaltende Tonschie-
fer (letztere südöstlich C'an Puig
zu beobachten) 15 „

— — — Diskordanz und Lücke — — —

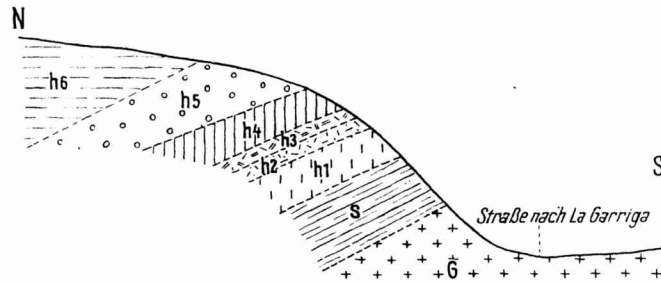
Untersilur — — — Mitteldevon.

Das auf Grund unzutreffender Fossilbestimmungen abgeleitete, komplizierte tektonische Bild der Höhe von C'an Puig entpuppt sich also als ein normales Culmprofil ohne jede größere Störung, als ein Profil, das in seiner Regelmäßigkeit sogar ALMERA trotz der ihm aufgezwungenen Tektonik zu folgendem Satze veranlaßt hatte (Bulletin Soc. géol. France, III, Serie 26, S. 782): „Dans la colline de Puig on ne voit ni plis ni redressements des couches annonçant au géologue un bouleversement, mais au contraire la série se présente régulièrement stratifiée et rien n'accuse un renversement complet des couches. La paléontologie seule a donc pu révéler cet accident tectonique, qui a intéressé les membres de la Réunion“. Leider hat die auf Grund dieser falschen Stratigraphie aufgebaute Tektonik unheilvolle Folgen für die Anschauungen über den Bau des katalonischen Paläozoikums gezeitigt, auf die weiter unten noch näher einzugehen sein wird.

Ein ähnliches Profil wie das von C'an Puig kenne ich aus dem Montsenygebirge in der Nähe von Canovés, auf dem Nord-Süd-Kamm ca. 300 m östlich von „t“ des Wortes Rimugent (vergl. Abb. 7, Taf. VI) der Karte von ALMERA 1:40 000. Die Lagerungsverhältnisse sind etwas anders, wie die nicht so in's Detail gehende geologische Karte sie darstellt, und sie seien in folgendem kurz geschildert.

Hat man auf der von La Garriga nach Canovés führenden Straße den Gießbach Rimugent überschritten, so gelangt man in Granit, der intrusiv im Silur liegt, das man den Hang aufwärts verfolgen kann. Auf dem Silur (anscheinend obersilurischer Graptolithenschiefer) liegen transgredierend typische Culmlydite, auf die die Phillipsienbank in normaler Ausbildung, doch mit etwas

geringerer Mächtigkeit als bei Papiol, folgt. Über ihr liegt Culmtonschiefer, der transgredierend von Culmkonglomeraten überlagert wird. Weiter hangaufwärts wiederholt sich das Profil infolge Störungen in der Culmgrauwacke. Fig. 4 erläutert die Lagerungsverhältnisse.

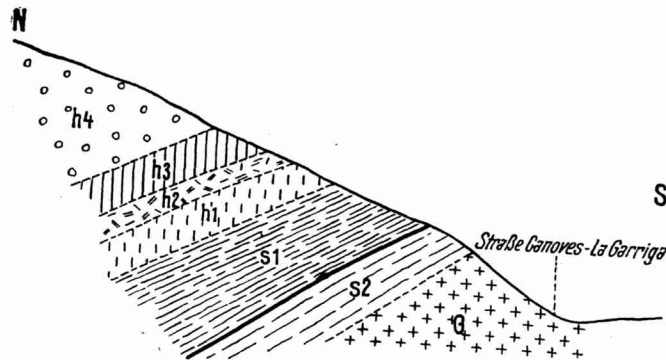


Figur 4.

Profil durch das Unterkarbon bei Canovés an der Straße nach La Garriga östlich des Rimugent (Montsenygebirge).

- h6 = Grauwacken und Schiefer des Culm.
- h5 = Konglomeratische Culmgrauwacke.
- h4 = Culmtonschiefer.
- h3 = Rote Schiefer
- h2 = Kalke
- h1 = Culm-Kieselschiefer.
- S = Silur.
- G = Granit.

Ein ähnliches Profil (Fig. 5) kann man nicht weit westlich



Figur 5.

Profil durch das Unterkarbon westlich des Gießbaches Rimugent (Montsenygebirge).

- h4 = Konglomeratische Culmgrauwacke.
- h3 = Culmtonschiefer.
- h2 = Phillipsienbank.
- h1 = Culmkieselschiefer.
- S2 = Ober-
- S1 = Unter-
- G = Granit.

vom ebenbeschriebenen in der Nähe der Brücke talaufwärts beobachten. Die Diskordanz an der Basis des Kieselschiefers und dessen transgredierende Lagerung ergibt sich aus dem Wechsel in seiner Unterlage. Von Canovés sind ebenfalls Unterkarbonversteinerungen bekannt geworden, und zwar folgende Arten:

Productus longispinus Phill.

Productus?

Orthothetes crenistria Dav.

Spirifer sublammellosus de Kon.

Eumetria carbonaria Dav.?

Athyris Royssyi Levelle.

Rynchonella pleurodon Phill.

Goniatites striatus? Sow.

Palaeolima simplex Phill.

Aviculopecten semicostatus Portl.

Aviculopecten sp.

Posidonomya Becheri Bronn.

„ *membranacea* M. Coy.

Phillipsia Bittneri Kittl.

Ein drittes interessantes Culmprofil liegt in Vallcarca, einer Vorstadt von Barcelona. Es gehört einer Culmmulde an, die sich von Horta über Vallcarca und Puitxet nach San Cervesi zieht.

Profil an Bauplatz östl. Puitxet an der Avenida del
Republik.

Man beobachtet hier von W. nach O. an der bloßgelegten Wand.

Culmgrauwacke: 26 Schritt Culmgrauwacke, zuerst Bänke von
Grauwacke, dann feine Konglomerate, zuletzt
6 Schritt grobe Konglomerate mit aufgearbei-
teten Culmkieselschiefern.

— — — Transgression. — — —
Lücke!

Culmtonschiefer: 11 Schritt Tonschiefer, sehr verruschelt.

Phillipsienbank: 12 Schritt Kalke mit Schiefern, letztere ge-
bleicht und nur z. T. noch hellrot.

Culmkieselschiefer: 28 Schritt Lydite und Kieselschiefer.

— Störung! —

Phillipsienbank

u. Culmtonschiefer: 2 Schritt graugrüne und rote Schiefer, über-
gehend in Posidonienschiefer.

— Störung! —

Culmkieselschiefer: 3 Schritt Kieselschiefer.

— — — Transgression. — — —

Lücke!

Obersilur: Kalke und Graptolithenschiefer, in sich eine
Mulde bildend!

Das Silur fällt im allgemeinen ziemlich steil nach NO ein, an der Straße umgekehrt. Der Culm fällt flacher nach W ein. Der Aufschluß gibt also ein ziemlich lückenloses Culmprofil, das den oben beschriebenen Profilen von Papiol und Canovés gleicht; von besonderem Interesse ist jedoch die Flora der hier anstehenden Grauwacke, nach ALMERA eine Culmflora. Es liegen vor:

Chondrites
Sphenopteris sp.
Diplotmema dissectum Goepp.
Pecopteris?
Odontopteris?
Archaeopteris lira Stur.
Cardiopteris frondosa (Göpp.) Schr.
Neuropteris
Taeniopteris
Angiopteridium Muensteri Göpp.
Archaeocalamites radiatus Stur.?
" *Tschermaki* Stur.
Calamites approximatus? Schloth.
" *tenuissimus* Göpp.
Calamites
Equisetites
Lepidodendron
Sigillaria
Stigmaria ficoides Brongn.
? *Rottellina*.

Mag auch die ALMERA'sche Bestimmung¹⁾ der gefundenen Pflanzenreste manches zu wünschen übrig lassen, so deuten doch die wichtigsten Formen auf Culm hin.

1) Die sämtlichen von ALMERA und anderen Geologen gesammelten paläozoischen Fossilien aus dem Katalonischen Küstengebirge befinden sich im Museum Martorell in Barcelona. Da das Museum während der Zeit meiner Anwesenheit in Barcelona wegen Umbaues geschlossen war, waren mir leider die in Kisten verpackten Fossilien nicht zugänglich. Ich war daher auf eigene Funde und die Fossilisten des Museu de Ciències Naturals de Barcelona angewiesen.

Zum Schluß sei noch die große Verbreitung der Culmgrauwacke im Montsenygebirge erwähnt, wo sie mit einem starken Basalkonglomerat über devonischen und silurischen Schichten auftritt.

b) Die ? karbonischen Schichten der Provinz
Tarragona.

Bei der Besprechung der kambrischen Sedimente des katalonischen Gebirges wurde auf die Grauwacken und Tonschiefer des Priorato näher eingegangen und ihr kambrisches Alter auf Grund der *Dictyodora*- und *Goniatiten*funde bezweifelt. Wenn ich auch nicht glaube, diese Schichten unmittelbar mit der Culmgrauwacke der Provinz Barcelona parallelisieren zu können, — es fehlen bis jetzt in den Schichten des Priorato die Culmpflanzen —, so halte ich doch ein tiefkarbonisches Alter für wahrscheinlich. Das Problematicum *Dictyodora* kommt in Deutschland fast nur im Culm und Oberdevon vor; desgleichen sprechen die *Goniatiten* gegen Kambrium, und drittens ist der Gesteinshabitus dieser Grauwacken und Tonschiefer ein durchaus oberdevonisch-culmischer. Man kann in den Schichten des Priorato am ehesten ein zeitliches Äquivalent gewisser oberdevonisch-tiefkarbonischer Schichten erblicken, wie bei uns etwa im Acker-Bruchbergquarzit, den Plattenschiefern und der Tanner Grauwacke des Harzes.

c) Granit.

Ohne auf die petrographische Zusammensetzung des Granits und seiner Ganggefolschaften näher einzugehen, sei hier nur festgestellt, daß der Granit Kataloniens jünger als der Culm und auch jünger als die variscische Faltung ist, von der er nicht mehr betroffen wurde.

B. Mesozoikum.

Mesozoikum und Tertiär nehmen den Hauptteil des Katalonischen Gebirges ein. Die Beschäftigung mit der Stratigraphie dieser Abteilungen lag außerhalb meines Arbeitsthemas. Aber da sie in der Tektonik des Gesamtgebirges eine große Rolle spielen, so sei wenigstens ein kurzer Überblick über ihre Entwicklung, im wesentlichen auf Grundlage der vorhandenen Literatur, gegeben.

1. Trias.

Die Trias Kataloniens gehört bekanntlich größtenteils zur germanischen Triasprovinz; doch weisen im Muschelkalk gefundene

Ammonitiden auf die mediterrane Trias hin, und außerdem findet sich im Übergang Rhät-Lias die Stufe der Carniolas, also ein Schichtenglied, das der germanischen Trias fremd ist.

a) Buntsandstein.

Rote Konglomerate, Sandsteine und Letten. An der Basis ein in seiner petrographischen Zusammensetzung vom Untergrund abhängiges, mehr oder weniger mächtiges Konglomerat; dann plattiger Sandstein, auf den rote Tone und Letten folgen. Der oberste, tonige Horizont ähnelt in vieler Beziehung unserem Röt. Man kennt wie aus dem deutschen Buntsandstein auch aus dem spanischen Pflanzenreste. ALMERA gibt an: *Pecopteris Sulziana Brongn.* und *Voltzia heterophylla Brongn.*

b) Muschelkalk.

Feste kompakte, helle, z. T. plattige, auch dolomitische, oft auch mergelige Kalke mit Fucoiden, *Spiriferina (Mentzelia) Mentzeli* var. *angusta*, *Terebratula vulgaris*, *Myophoria Goldfussi*, *Bairdia* cf. *triasina*. Eine speziellere Gliederung wie im deutschen Muschelkalk läßt sich in Katalonien nicht durchführen. Die faunistischen Anklänge des Muschelkalks der Provinz Tarragona an die mediterrane Entwicklung gehen aus den Funden von Vilasecas bei Camposines hervor:

Ceratites sp.
Hungarites Pradoi Vern.
Trachyceras Vilanovae Vern.
 „ *hispanicum Mois.*
 „ *ibericum* „
Terebratula angusta Schloth.
Daonella Lommelli Vissm.
Myophoria laevigata Goldf.
 „ *Goldfussi Alb.*
Nucula gregaria Münster.

c) Keuper, einschließlich Carniolas.

Man unterscheidet eine tiefere, eigentliche Keuperstufe, die dem germanischen Keuper auch petrographisch nahe steht, und die zum Jura überleitenden Carniolas.

Keuper i. e. Sinne.

Rote, oft auch grüne oder gebleichte Letten, Sandsteine, Mergel und Gipse. An Fossilien: *Lingula tenuissima*, *Myophoria Goldfussi*, *Myophoria vulgaris*.

Carniolas.

Die Carniolas stellen mächtige, oft dolomitische Kalkbänke mit *Natica gregaria*, *Chemnitzia* und *Avicula* dar. In der Nähe von Pontons bei Vilafranca ist auch eine Fauna bekannt geworden, die an die von St. Cassian in Tirol erinnert: *Cassianella decisiata*, *C. planidorsata*, *Natica gregaria*, *Chemnitzia*, *Pecten*, *Modiola*.

2. Jura.

Vom Jura ist im Katalonischen Gebirge zwischen Ebromündung und Ampurdan vor allem der Lias bekannt geworden, der seine Hauptverbreitung in der Provinz Tarragona hat. Er folgt hier normal auf die Carniolas, die seine unterste Stufe noch vertreten können, und bildet in der Hauptsache die Kuppen der Sierrren im Gebiet Monroig, Falset und Tortosa.

Außerdem ist Lias noch aus der Umgebung von Figueras (Prov. Gerona) bekannt, während Dogger erst südlich des Ebro nachgewiesen ist. Die Stellung der als Oberer Jura auf dem Blatt Vilafranca bezeichneten Schichten ist wegen Fehlens typischer Versteinerungen zweifelhaft.

3. Kreide.

Unterkreide ist im Katalonischen Gebirge nach ALMERA vertreten. Sie beginnt mit dem Wealden, über dem die Facies des Rudistenkalkes folgt. Barrême und Apt sind durch Ammoniten belegt. Obere Kreide ist im Katalonischen Gebirge nicht vorhanden.

C. Tertiär.**1. Alttertiär.**

Das Tertiär beginnt in lakustrischer Ausbildung mit einer Wechsellagerung roter Sandsteine, Konglomerate, Mergel und Letten. Sie werden nach einem so ziemlich an ihrer Basis sich befindenden Niveau mit *Bulimus girundensis* Vid. als *Bulimus*-schichten bezeichnet.

Über ihnen stellen sich die Nummulitenkalke mit *Nummulites perforata* u. a. ein, die dem Lutetien, Auversien und Bartonien angehören. Die eigentlichen Nummulitenkalke lassen sich in drei Bänken, die von einander durch brackische Zwischenschichten von Sandsteinen, Konglomeraten und Mergeln getrennt sind, besonders gut am Montserrat beobachten (vergl. Fig. 20).

Über den Nummulitenkalken folgen die Konglomerate, Sandsteine und Tone des Montserrat, die man, nachdem man in Aragonien im oberen Teile des Nummulitenkalkes noch Bartonien nachgewiesen hat, jetzt zum Ludien-Sannoisien stellt.

Weiter südwestlich, ungefähr in der Sierra de Brufaganya an die katalonische Masse herantretend, finden sich Konglomerate, Sandsteine, Kalke und Mergel mit Gipsen. Die Schichten sind meist rötlichbraun gefärbt und gehören schon den „Beckenschichten“ BORN's zu. Man rechnet sie zum obersten Obereocän (Ludien) bis tiefsten Sannoisien; sie leiten zu den Schichten von Calaf über, deren unteroligocänes Alter feststeht.

An der Basis der als „Aquitän“ im Becken von Panadés bezeichneten Schichtfolge liegt, nach ALMERA ungefähr 10—50 m mächtig, ein rotes Konglomerat von angeblich tongrischem Alter, bestehend aus vorwiegend paläozoischen und mesozoischen Gesteinen (Castelbisbal, Martorell). Darüber folgen rote mergelige Gesteine mit Gipslagern (Sogués, Martorell etc.); aus dieser Stufe stammen Pflanzenreste und limnische und brackische Fossilien. Darüber liegt das „eigentliche“ Aquitän, das in seinem Hauptverbreitungsgebiete im Vallés und Panadés beiderseits der Noya und des Llobregat durch rote Letten, Sandsteine und Konglomerate vertreten ist und eine Fauna führt, auf Grund deren ALMERA die Schichten in das Oberoligocän stellte. Die nur aus Süß- und Brackwasserformen bestehende Fauna ist jedoch völlig indifferent. Da aber die fraglichen Schichten vom Burdigal diskordant überlagert werden, ist ihr Alter als Oligocän wohl als sicher anzusehen. Es sind dieselben roten und braunen gipsführenden Schichten, die wir aus dem Ebrobecken als „Sannoisien“ (Unteroligocän) kennen. Die übergreifende Lagerung dieser Stufe kennen wir aus der Gegend von Mora del Ebro.

2. Jungtertiär.

a) Miocän.

Das Miocän ist in seiner Verbreitung hauptsächlich auf die Becken des Panadés-Vallés, sowie auf das Becken von Tarragona und auf die Küstenkette zwischen Barcelona und Tarragona beschränkt. Die Facies wechselt sehr oft in den einzelnen Stufen. Meist sind es mürbe Kalke, Sande und Mergel, die bei ihrer Verwitterung den ausgezeichneten Weinboden des Panadés geschaffen haben. Vertreten sind alle Unterabteilungen des Miocäns.

b) Pliocän.

Das Pliozän ist als Pontien, Astien und Sicilien, die beiden letzten Stufen in mariner Entwicklung, im unteren Llobregattale vertreten. Gewisse Ablagerungen des Panadés (m 5' der Karte 1:100 000) können ein kontinentales Äquivalent des marinen Pliocäns darstellen.

D. Quartär.

Diluvium ist vor allem in den Tälern und Ebenen in Form von Schotterterrassen, Löss und Travertinen weit verbreitet. Auch manche Dünenbildung könnte dem Diluvium angehören. Als glacial werden von ALMERA Ablagerungen am Südhange des Montsenygebirges gedeutet, die in der Nähe des Dorfes Campins aufgeschlossen sind.

Das Alluvium bildet vorwiegend den ebenen Talboden der größeren Flüsse, hauptsächlich wo diese deltabildend, wie der Llobregat und Ebro, auftreten.

IV. Tektonischer Teil.

A. Faltungen und Gebirgsbildungen im Rahmen der großen Faltungsphasen der Vorzeit.

1. Die kaledonischen und variscischen Faltungsphasen.

Über Faltung und ältere Gebirgsbildung im Paläozoikum Kataloniens finden sich bisher wenige sichere Angaben, wenn wir von einer Arbeit BERGERON'S¹⁾ über den Deckenbau des Katalonischen Gebirges absehen. Vor allem sind die Notizen über Faltungsdiskordanzen im älteren Gebirge äußerst dürftig und unzuverlässig; denn z. B. die häufigen Angaben ALMERA'S über beobachtete Diskordanzen (*discordances de stratification*) beziehen sich fast stets auf das Nebeneinander zweier Schichtensysteme infolge örtlicher Dislokationen. Überhaupt vermissen wir, daß auf die Frage der Verbreitung der Diskordanzen und ihrer und der Schichtlücken Bedeutung für die Festlegung der gebirgsbildenden Vorgänge eingegangen und versucht wäre, sich auf solcher Basis ein Bild über den tektonischen Werdegang des Katalonischen Gebirges während des Paläozoikums zu machen. Auch über die Stel-

1) BERGERON-ALMERA: Bulletin de la Soc. géol. de France IV, Ser. 4, 1904, S. 709.

lung und das Verhältnis dieses Gebirges zu anderen Teilen des großen variscischen Systemes ist bisher kaum etwas gesagt, wenn wir absehen von dem nicht sehr glücklichen Versuche BERGERON's, zu fast jedem Gliede der in Katalonien auftretenden Formationen ein Äquivalent in der Montagne Noire zu erkennen.

BERGERON und ALMERA kennen nur eine einmalige variscische Faltung, nämlich die, welche sich in der Diskordanz zwischen dem alten Gebirge und der Trias ausdrückt und ja auch sehr in die Augen springt. Völlige Unklarheit herrscht jedoch über die Existenz älterer Phasen der variscischen Gebirgsbildung sowie über die kaledonische Faltung. Denn wenn man bei FAURA I SANS neuerdings auch verschiedentlich Hinweise auf das Vorhandensein kaledonischer gebirgsbildender Vorgänge liest, so sind diese doch zu unbestimmt und allgemein gehalten. Dazu werden vielfach rein epirogene Bewegungen und auf sie zurückzuführende Schwankungen und Änderungen in der Sedimentation mit echten Gebirgsbildungen (orogenen Vorgängen) verwechselt. So sollten meine Untersuchungen auch die Frage des Vorhandenseins der älteren Gebirgsbildungen klären.

a) Die kaledonischen Faltungen.

Nach STILLE ordnen sich die kaledonischen Faltungen in folgendes Schema ein:

		Unterdevon (Old Red).	
		Erische Faltungsphase	} jungkale-
		Downton	
		Ardennische Faltungsphase	} donische
		Ludlow	
Obersilur	{	Wenlock	} Faltung
		Tarannon	
		Llandovery	
		Takonische Faltungsphase : altkaledonische Faltung.	
		Untersilur.	

α) Die takonische Faltung.

Sicher nachweisbar ist in Katalonien die jungkaledonische Faltung, aber auch für die takonische Faltung glaube ich Anhaltspunkte gefunden zu haben.

Ich gehe zuerst von allgemeineren Gesichtspunkten und Beobachtungen aus. Zunächst ist der plötzliche Wechsel in der

petrographischen Beschaffenheit der Sedimente des Untersilurs zum Obersilur auffallend. Erfolgt doch der Wechsel von den mehr klastischen Sedimenten des Ordoviciums zu den Ton- und Alaunschiefern des Obersilurs ohne Übergang.

Zweitens zeigen die untersilurischen Gesteine meist eine stärkere Dynamometamorphose, die in den sie unmittelbar überlagernden Ton- und Alaunschiefern nicht mehr zu erkennen ist (Coll de la Mata!).

Drittens ist das Unterlager der obersilurischen Graptolithenschiefer nicht immer das gleiche. So wird es beispielsweise am Montcada und bei Vallcarca durch Caradoc gebildet, und am Nordhange des Santa Creu d'Olorde unterlagern die seidenglänzenden Tonschiefer des Untersilurs (s 2) das Llandovery. Am Osthang bei C'an Farres folgen aber unter dem Llandovery untersilurische Kalke, Quarzite und Schiefer, die nach ALMERA tiefstes Silur, vielleicht schon Kambrium, darstellen, und am Coll de la Mata bilden stark metamorphosierte Sericitschiefer das Liegende des Llandovery.

Endlich erscheint mir bemerkenswert, daß die durch Graptolithen nachweisbare tiefste Stufe erst höheres Llandovery darstellt, daß also tiefstes Obersilur fehlt. Wie ich von Herrn HERITSCH-Graz höre, ist das Gleiche in den Karawanken der Fall. Deutet sich in Katalonien auf diese Weise nicht vielleicht eine erst später einsetzende Transgression des Obersilurs nach der takonischen Faltung an?

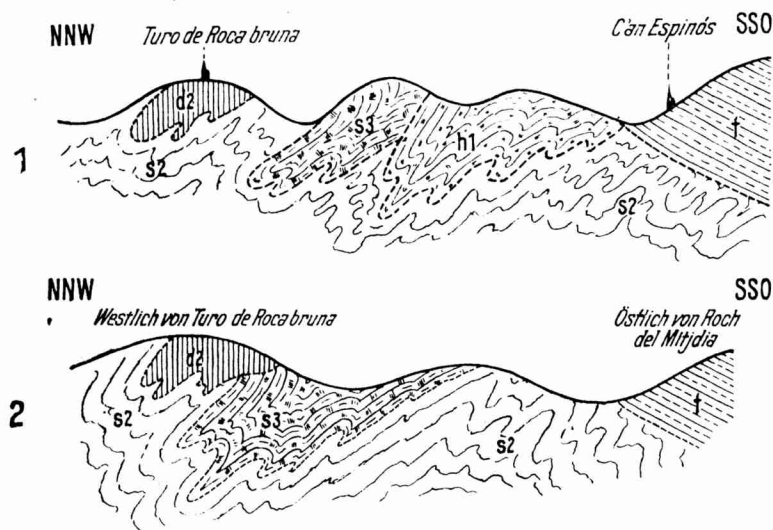
Nach den eben angeführten Gründen ist das Vorhandensein takonischer Bodenbewegungen ziemlich wahrscheinlich.

β) Die kaledonische Faltung i. e. S. (jungkaledonische Faltung).

Weit sichereren Boden haben wir bei dem Nachweis der jüngeren, der eigentlichen kaledonischen Faltung unter den Füßen. Zwar läßt sich auch hier nicht nachweisen, ob die jüngere erische oder die ältere ardennische Phase vorliegt, immerhin ist das Vorhandensein mindestens einer dieser Phasen durch die Lagerung von transgredierendem Unteren Mitteldevon über gefaltetem Silur angezeigt.

Das beste Beispiel hierfür bieten wohl die Lagerungsverhältnisse des Silur und Devon am C'an Amigonet bei Papiol. Das Mitteldevon liegt, eine Mulde bildend, auf untersilurischen Schiefern, die mit durchschnittlichem Einfallen von 70 Grad steiler stehen als das unter ca. 50 Grad einfallende Devon.

Bei Vallcarca und bei Montcada liegt das Mitteldevon auf Wenlock und Llandovery, d. h. auf Obersilur. Bei der Eremitage von Brugués überdeckt es die Schichten vom Silurkalk bis zum Llandovery. Die beiden beigegebenen Profile (Fig. 6), die ungefähr in nord-südlicher Richtung gelegt wurden, veranschaulichen dieses allmähliche Vordringen des Devons vom Silurkalk zum Schiefer. Im Gelände entlang der Straße Gavá-Brugués macht



Figur 6.

Profile durch das Gebiet von Brugués b. Barcelona.

t = Trias (Buntsandstein)	s 3 Kalkiges	} Obersilur.
h 1 = Unterkarbon	s 2 Schieferiges	
d 2 = Mitteldevon		

sich diese Erscheinung dadurch bemerkbar, daß der Kalk der Serra las Ferres spießeckig sich unter den Devonkalk einschiebt und das im Graptolithensilur angelegte Tal des Fondo de Fangar am Zusammenstoß zwischen Devon und Silurkalk endet (vergl. Bl. Barcelona 1:40 000; zu ergänzen ist jedoch das Verschwinden des s2-Kalkes unter dem Devonkalk). Klar sind auch die Lagerungsverhältnisse am Westhang des Santa Creu d'Olorde an der Straße dicht vor dem Eingang nach Molins de Re, wo das Mitteldevon, durch Fossilien belegt (S. 24 ff.), tiefuntersilurische Schichten mit *Oldhamia*, *Obolella* u. a. bedeckt. Es ergibt sich hiernach in der näheren Umgebung des St. Creu folgendes Lagerungsprofil des Unteren Mitteldevons:



Figur 7.

Lagerungsverhältnisse des Mitteldevons im Gebiet des St. Creu.

Eine weite Verbreitung hat das Untere Mitteldevon im Gebiet des südwestlichen Montsenygebirges, und hier liegt es (s. Fig. 8) diskordant auf sämtlichen dort auftretenden Stufen des Unter- und Obersilurs, so bei Figaró und Canovés auf Silurkalk, bei Aiguafreda auf Graptolithenschiefern des Llandovery und nordöstlich von Canovés endlich auf tiefuntersilurischen Schichten, nämlich Grauwacken und Grauwackenschiefern (s1 Bl. Montseny 1 : 40 000).



Figur 8.

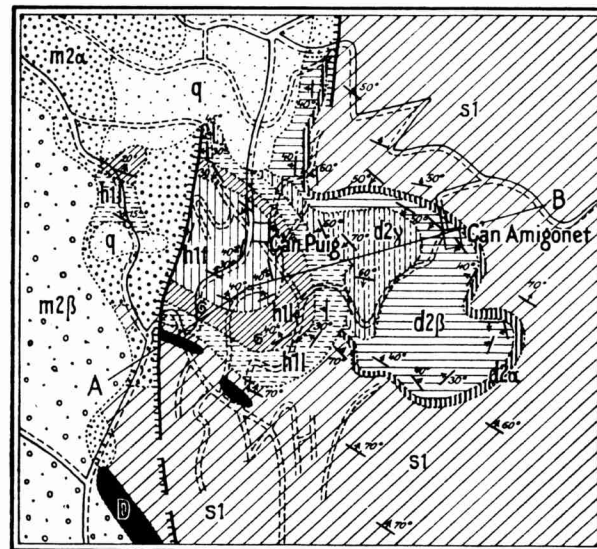
Lagerungsverhältnisse des Mitteldevons im Montsenygebirge.

b) Die variscischen Faltungen.

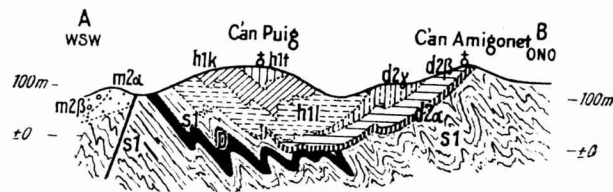
a) Die bretonische Faltung.

Die bretonische Faltung macht sich in der transgredierenden und diskordanten Lagerung des Culmkieselschiefers bemerkbar. Sie ist am besten am C'an Puig bei Papiol zu beobachten. Deutlich gemuldet liegt hier das Unterkarbon, beginnend mit Kiesel-schiefern, in transgredierender und diskordanter Auflagerung auf Untersilur und dann übergreifend auf den verschiedenen Stufen des Mitteldevons (vergl. Fallen und Streichen im Silur und Devon einerseits und im Culm anderseits). Die Verkennung der Lagerungsformen des Culmkieselschiefers und sowie die Unkenntnis der weitverbreiteten Transgression an seiner Basis, wie endlich die verfehlte paläontologische Bestimmung seines Hangenden, der Phillipsienbank, haben aus dieser normalen Devon-Culm-Mulde eine Überschiebungsdecke werden lassen.

Die Culmschichten, die einst eine viel weitere Verbreitung hatten, sind jetzt nur noch in kleinen Mulden vorhanden. Die wichtigsten seien kurz mit der Angabe ihres wechselnden Liegenden



G = Fossilienfundpunkt



Figur 9.

Die Devon- und Culmulde vom C'an Puig und C'an Amigonet.

- | | |
|--|---------------|
| q = Quartär | |
| m2β = Pliocän | } Tertiär |
| m2α = Miocän | |
| h1t = Culmtonschiefer | } Culm |
| h1k = Phillipsienbank (Kalke und Purpurschiefer) | |
| h1l = Culmkieselschiefer | |
| d2γ = Tentakulitenschiefer | } Mitteldevon |
| d2β = Marbre griotte-Kalke mit Orthoceren und Brachiopoden | |
| d2α = Dolomitische Basalbank | |
| S1 = Untersilur | D = Diabas. |

angegeben, um die Diskordanz an der Basis des Kieselschiefers heraustreten zu lassen.

Nordöstlich von Molins de Re westlich des C'an Tintorer liegt Culmkieselschiefer, den Kamm des Höhenrückens zwischen T. de la Vila und T. del C'an Tintorer bildend, auf Schichten des Llandovery mit Graptolithen.

Südwestlich des Santa Creu d'Olorde beim C'an Ferres stehen Culmkieselschiefer, Phillipsienbank und Culmtonschiefer an. Weiter südlich stellt sich auch Culmgrauwacke ein. Der Culm greift vom Llandovery bis auf Untersilur über.

An der Straße Gavá-Brugués kann man Culmkieselschiefer im Auflager auf Silurkalk beobachten.

Bei Vallcarca liegt Culm auf silurischen Kalken und Graptolithenschiefern sowie auf Mitteldevon.

Im Montsenygebirge bei Canovés finden wir Culmkieselschiefer auf unter- und obersilurischen Schichten (s. Fig. 10).



Figur 10.

Lagerungsverhältnisse des Culmkieselschiefers im Montsenygebirge.

Wie schon im stratigraphischen Teil erwähnt wurde, liegt auch die Culmgrauwacke transgredierend, und dabei enthält sie in ihrem Basalkonglomerat Gerölle aus den tieferen Stufen des Culm(Kieselschiefer). Besonders stark tritt diese Erscheinung im Montsenygebirge zutage, wo im Tale von Vallcarca östlich Figaró das Auflager der Culmgrauwacke mit einem mächtigen Basalkonglomerat von aufgearbeiteten Kalken, Grauwaren und Graniten sowie metamorphen Gesteinen auf Silur und Devon im Bachbett aufgeschlossen ist. Diese transgredierende Lagerung der Culmgrauwacke auf älteren Schichten unter Aufarbeitung der tieferen Culmhorizonte ist eine auch bei uns in Deutschland mehrfach beobachtete Tatsache¹⁾. Ob man jedoch hieraus auf eine intraculmische Gebirgsbildung schließen darf, steht dahin, da ja geringe Bewegungen in der Erdrinde bereits Schwankungen der Grenzen der Sedimentationsbereiche und damit verbunden eine Denudation des geringmächtigen tieferen Culms hervorbringen konnten.

β) Die variscische Hauptfaltung Kataloniens.

Die variscische Hauptfaltung fand nach Ablagerung der Culmgrauwacke und vor der Intrusion der Granitmassen in Katalonien statt. Die ältesten in Katalonien über dem gefalteten Grundgebirge transgredierenden Schichten sind die der Trias (Buntsandstein). Da das jüngere Karbon und das Perm fehlen, ist es in

1) z. B. im Harz und im Lahn-Dillgebiete.

dem Katalonischen Gebirge unmöglich, das Alter der Hauptfaltung näher festzulegen. In Frage kommen ja die sudetische, asturische und saalische Faltungsphase. Jedenfalls sind die meisten Granite Kataloniens von dieser Faltung nicht mehr betroffen worden. Auf vergleichendem Wege kam STILLE zu der Auffassung, daß ihr ein asturisches Alter zukäme.

Die Faltung im Paläozoikum bewirkte wie so oft in den variscisch gefalteten Gebirgen isoklinale Schuppenstruktur mit flachen Überschiebungen und Abscherungen, die hauptsächlich an der Grenze vom Graptolithensilur zum Silur- und Devonkalk auftreten (Montcada, Santa Creu d'Olorde). Es sind dies Beispiele disharmonischer Faltung. Die starren Kalkmassen kamen bei der Faltung auf den weichen Schiefen gewissermaßen ins Schwimmen, und ihre Schichtpakete wurden mehrfach schollen- und deckenartig übereinander geschoben. Eben diese mehrfach übereinander geschuppten Parteen sind, da dann infolge der Schuppung die Kalkdecke besonders mächtig war, bei der Erosion erhalten geblieben (Montcada, S. Creu), während sonst der Kalk infolge der Denudation oder gerade auch infolge dieser Schuppungen fast überall heute fehlt. Von einem ausgedehnten gleichmäßigen Deckenbau im Katalonischen Gebirge, wie er von BERGERON in erster Linie vertreten wurde und dann allgemeiner in die Literatur übergegangen ist¹⁾, kann keine Rede sein. Hat sich doch die Stratigraphie gerade an den Punkten, von denen man bei der Ableitung des Deckenbaues ausging, d. h. in dem klassischen Gebiete von C'an Puig bei Papiol, als falsch erwiesen. Trotzdem aber von PRUVOST die falsche Bestimmung der angeblichen Tremadocschichten schon erkannt war, ist in der Literatur stets noch vom Deckenbau der Umgebung von Barcelona die Rede. Dieses veranlaßt mich, noch näher auf die Anschauungen BERGERONS einzugehen.

Folgende Irrtümer sind ihm unterlaufen:

1. Die Verwechselung culmischer Schichten (Phillipsienbank) mit Untersilur (Tremadoc),
2. Die Verwechselung der Culmkieselschiefer mit solchen des Obersilurs.
3. Die Eingruppierung der Kalke mit *Cardiola interrupta* ins Oberdevon und die Annahme, daß der Marbre griotte ein rein oberdevonischer Horizont sei.
4. Die Verkennung der transgredierenden Lagerung des Culmkieselschiefers.

1) Vgl. Handbuch der Regionalen Geologie, Iberische Halbinsel.

Gegenüber diesen stratigraphischen Irrtümern treten zahlreiche andere zurück.

BERGERON versucht, die Deckennatur an vier Punkten nachzuweisen, nämlich am C'an Puig bei Papiol, am Santa Creu d'Olorde, am Montcada und bei Vallcarca. Ich werde an Hand der alten BERGERON-ALMERASchen Profile und an Hand meiner neuen Aufnahme 1:10 000 die Tektonik der ersten drei Bergkuppen näher behandeln.

1. C'an Puig. (Vergl. Fig. 3.)

Nach BERGERON existieren hier zwei Decken, die auf ordovischen Schichten (2) liegen. Die Decke I „gehört zu einer unvollständigen paläozoischen Serie, die infolge Einwirkung der höheren Decken ausgewalzt und reduziert ist, sodaß sie jetzt am C'an Puig nur noch aus Culmkieselschiefer (6) besteht und vielleicht auch aus Resten des Ordoviciums“.

Über dieser Decke I liegt Decke II, bestehend am C'an Puig nur aus Schichten des Tremadoc (1) und hohen Untersilurs (2). Daß nach BERGERON beide Decken sich an mehreren Stellen nachweisen lassen und im konstanten Verhältnis zu einander stehen sollen, wird als Begründung für einen gleichbleibenden Deckenbau im Katalonischen Gebirge gegeben.

Wie liegen nun die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse in Wirklichkeit? Man kann am C'an Puig mit ALMERA sagen: sehr einfach, wenn nicht eine falsche Stratigraphie sie erst künstlich kompliziert hätte. Es handelt sich nämlich, wie schon im stratigraphischen Teil gesagt wurde, um ein ganz normales Culmprofil vom Posidonienschiefer zum Kieselschiefer hinab, der transgredierend auf Silur und Devon liegt. Die „Decke II“ besteht aus

Culmtonschiefer (2)
Phillipsienbank (1),
darunter die „Decke I“ aus
Culmkieselschiefer (6)
transgredierend auf
Untersilur (2).

2. St. Creu d'Olorde.

Kommt man von Nordosten, von Vallvidrera, über den Llandovery-Fundpunkt Coll de la Mata nach dem St. Creu heran, so ist an dem Wege entlang der Kapelle St. Creu folgendes Profil aufgeschlossen:

1. Llandovery: Gleiche Schiefer wie am Col de la Mata (vgl. S. 51).

2. Wenlock-Tarannon: Typischer schwarzer Alaunschiefer.
3. Obersilur mit Graptolithen fraglichen Alters.

Die Gesteine unter 3. sind tektonisch stark beeinflusst. Sie stellen heute weißliche Schiefer mit kieseligen, konkretionsähnlichen Einschlüssen und wetzschieferartigen Lagen dar und führen Schnüre von Brauneisenstein, die sekundärer Entstehung sind. Sie enthalten Monograptiten und dürften nach ihren Lagerungsverhältnissen jünger als Wenlock sein.

Die Obersilurschiefer grenzen längs einer Störung an steilstehende Kalke, deren silurisches Alter durch *Cardiola interrupta* bestimmt ist (Weg um den Südosthang!).

Diese Kalke sind muldenförmig gelagert. Der Westflügel der Mulde ist in einem großen Steinbruch gut aufgeschlossen. An der Steinbruchwand liegt zuoberst über den Silurkalken, die massig, vom Typ des Marbre Griotte und von bläulicher Farbe sind, mit deutlich ausgeprägtem Sedimentationswechsel und einer leichten Diskordanz ein mergeliges, sandiges Sediment von rötlicher Farbe, das nach oben in knollige, deutlich geschichtete, orthocerenreiche Kalke übergeht.

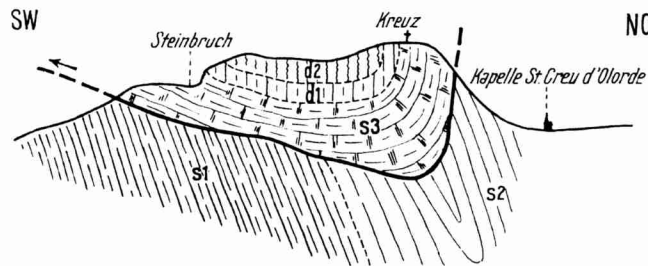
Diese sind den mitteldevonischen Kalken der Mulde von Papiol petrographisch gleich; sie dürften mit ihnen ident sein, wenn auch die Fauna bis jetzt noch keine typisch mitteldevonischen Arten aufweist.

Der Südhang des Santa Creu wird von Untersilurschiefern eingenommen, welchen der Silurkalk längs einer Abscherungsfläche aufliegt. Es fehlt also hier das graptolithenführende Obersilur. Dieses stellt sich jedoch gegen Westen hin ein, und hier finden sich unter dem Kalk auch die wetzschieferähnlichen hochsilurischen Schiefer wieder ein, die am Nordhange des Berges an den Obersilurkalk angrenzen und ihn unterlagern. Der Kalk ist am Südhang des Berges mehrfach mit den Graptolithenschiefern verschuppt. Die Obersilur-Devon-Mulde des Santa Creu setzt sich nach Westen als Culmulde mit Kieselschiefern im Kern fort. Man kann sehr leicht den petrographischen Unterschied zwischen diesen Kieselschiefern und den Wetzschiefen des Obersilurs erkennen. Beide wurden von BERGERON als Culm angesehen. Auch zeigen die Lagerungsverhältnisse, daß der Culm, der hier auf Llandovery und weiter gegen Westen auf Untersilur liegt, sich gegen Osten, wo er jetzt denudiert ist, über die Kalke des Silurs und Devons fortgesetzt haben muß.

Die Beobachtungen sind wohl folgendermaßen zu deuten (s. Fig. 11):

(112)

Der Santa Creu stellt eine Mulde hochsilurischer und devonischer Kalke dar, die infolge ihrer Starrheit nicht die isoklinale Einfaltung mitmachen, welche die Llandovery-Schiefer des Liegenden zeigen. Sie lösten sich vielmehr an den Muldenschenkeln aus dem stratigraphischen Verband und glitten an Abscherungsflächen über das Liegende nach Westen vor (disharmonische Faltungserscheinungen).



Figur 11.

Profil durch den Santa Creu d'Olorde bei Barcelona.

d2 = Mergel und Kalke

d1 = Rote Sande und Mergel } des Mitteldevons.

s3 = Obersilurkalk. s2 = Obersilurische Graptolithenschiefer.

s1 = Untersilur.

Der Abstieg nach Molins de Re läßt das Fortstreichen der Obersilurmulde in Richtung auf die Mulde von Papiol daran erkennen, daß Llandovery mit einem Rest von transgredierenden Culmkieselschiefern in der Verlängerung der Santa Creu-Mulde nach Nordwesten anzutreffen ist.

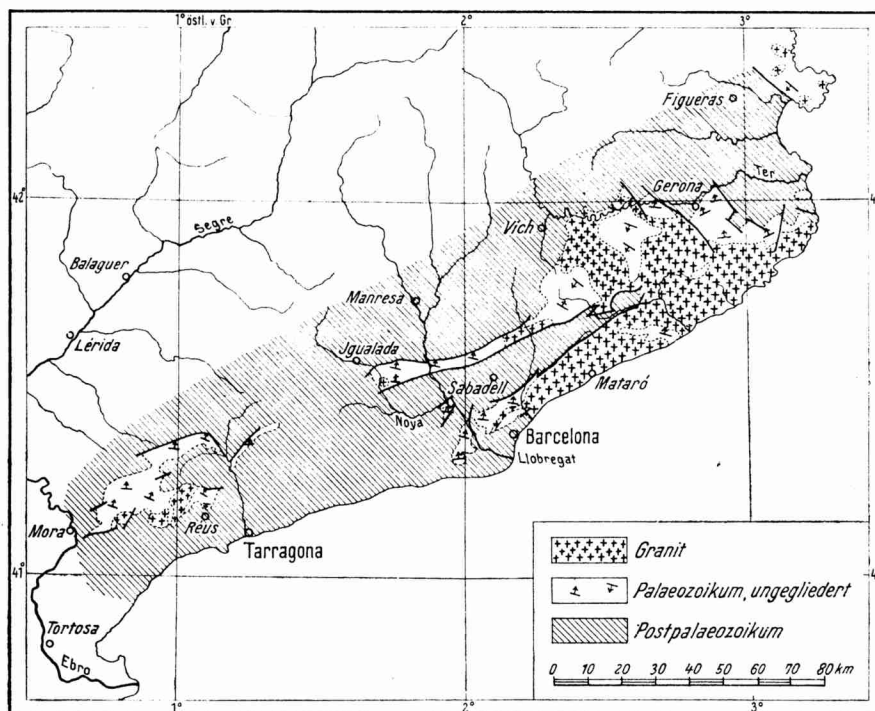
3. Montcada.

Am Südhang des Berges stehen schwachmetamorphe Schiefer von wahrscheinlich untersilurischem Alter an. Sie sind von Graptolithenschiefern überlagert, die in ihren obersten Partien eine ähnliche Ausbildung wie die höchsten Graptolithenschiefer des Santa Creu-Berges zeigen (kieselige Wetzschiefer, ausgebleichte Alaunschiefer, kalkige Bänkchen). Über dieser Schieferfolge liegen Kalke, die ganz den Typ des Santa Creu-Kalkes aufweisen; sie sind in Steinbruchbetrieben gut aufgeschlossen.

Die Kalke sind mit den Graptolithenschiefern mehrfach verschuppt. Beim Aufstieg zur Kapelle von Süden durchschreitet man drei solcher Schuppen. Sie liegen ziemlich flach, fallen aber stellenweise auch steiler gegen Norden ein.

Die Bergkuppe, auf welcher sich die Ruinen einer Kapelle befinden, wird aus Silurkalk gebildet, der von gegen Nord ein-

fallenden Graptolithenschiefern unterlagert wird. Nördlich der Kapelle treten diese Schiefer an die Oberfläche und tragen eine kleine Mulde von transgredierendem Mitteldevon; hier ist also der Silurkalk nicht mehr erhalten. Am Nordflügel dieser Mulde fallen die Silurschiefer gegen Süden ein, während sie am Südflügel nach Norden geneigt sind. Am Nordhange des Berges folgt wieder Obersilurkalk, der in sich geschuppt ist. Die Schuppen lassen sich um den Osthang des Berges verfolgen; es läßt sich dabei



Figur 12.

Das Hauptstreichen und Fallen im Paläozoikum des Katalonischen Küstengebirges.

erkennen, daß sie in Zusammenhang mit den Kalkschuppen des Südhanges stehen. Hieraus geht hervor, daß die höchsten Graptolithenschiefer mit den Obersilurkalk- und Devonresten, welche sie tragen, auf die tieferen Kalke aufgeschuppt sein müssen.

Am tieferen Teile des Nordhanges folgt unter der tiefsten Kalkschuppe wetzschieferartiger Graptolithenschiefer und darunter fossilführendes Caradoc (Grauwacken und Grauwackenschiefer). Noch weiter abwärts folgt wieder Graptolithenschiefer, der untersilurischen Schiefern aufliegt. Das Caradocvorkommen muß als ein in den Berg eingespießter isoklinaler Sattel aufgefaßt werden.

(114)

Bei Vallcarca kann eine nähere Untersuchung wegen der inzwischen erfolgten starken Bebauung dieses Stadtteiles von einem Ausländer kaum durchgeführt werden.

Im größten Teil des Paläozoikums der Katalonischen Kordillere hat bei der Faltung Schub nach Süden und Südosten vorgeherrscht, sodaß die Schichten meist bei nördlichem Einfallen nach Süden überkippt sind (cf. Fig. 12). Dies ist bis auf geringe Ausnahmen im Paläozoikum der Provinz Tarragona der Fall und ferner auch im Paläozoikum südlich des Montserrat und der näheren Umgebung Barcelonas. Auch das südliche und südwestliche Montsenygebiet zeigt noch dieses Einfallen.

Eine Ausnahme bildet das nordöstliche Montsenygebirge und das Paläozoikum Osor-Anglés, wo umgekehrtes Einfallen, d. h. solches nach Süden, herrscht. Östlich und westlich Gerona ist das Einfallen der Schichten wieder nach Nordwest gerichtet, hingegen fallen die Schichten der Mt. Rosas bereits wieder nach Süden ein; überhaupt ist ihr Streichen und Fallen schon von der tertiären Pyrenäenfaltung beeinflusst.

Das Streichen des Paläozoikums ist im allgemeinen konstant. Es ist im nordwestlich des Llobregat gelegenen Teile ost-westlich und damit spießeckig zur Küste gerichtet. Südwestlich des Llobregat, vor allem in der Provinz Tarragona, verläuft es fast stets ost-westlich bis ostsüdöstlich-westnordwestlich. Je weiter man nach Südwesten kommt, desto mehr dreht es nach Nordwesten hin um, um später wahrscheinlich mit der Mesetafaltung übereinzustimmen. Hiernach stellt sich das Paläozoikum des Katalonischen Küstengebirges m. E. als ein nach Nordosten einschwenkender Ast der eigentlichen Meseta dar, der in der Hauptsache gegen Süden gefaltet ist. Im Nordosten hat das Paläozoikum Kataloniens vor der Faltung der Pyrenäen, in denen nach ROUSSEL noch jetzt im äußersten Osten das ehemalige erzgebirgische Streichen feststellbar sein soll, mit dem Paläozoikum der Montagne Noire zusammengehungen. Dieses Gebirge stimmt im Streichen und Fallen mit dem Katalonischen Küstengebirge überein. Das Paläozoikum Kataloniens bildet also ein Glied in den Ketten zwischen Meseta und Montagne Noire. Die Ketten der Meseta, die nach Süden gefaltet sind, die südlichen Falten Kataloniens und der Montagne Noire sind m. E. Teile des „gondwanidischen“ Mesoeuropas, das im Gegensatz zum nördlichen „rhenidischen“ Teile nach Süden gefaltet wurde. Ein großer Teil dieser Gondwaniden ist jetzt durch jüngere alpidische Faltungen verwischt, genau wie in dem besser bekannten

Nordteile ein Teil des variscischen Gebirges durch die Karpathen überwältigt wurde.

2. Die alpidischen Gebirgsbildungen.

Mit STILLE bezeichne ich als alpidisch die gesamten postpaläozoischen, also mesozoisch-känozoischen Gebirgsbildungen, wie sie hauptsächlich in den jüngeren Faltengebirgen uns entgegentreten. In den außeralpinen Gebieten entsprechen diesen Gebirgsbildungen zeitlich die saxonischen. Da das Katalonische Küstengebirge seit der variscischen Hauptfaltung konsolidiert ist, sind die in Katalonien bekannt gewordenen Faltungen mesozoisch-känozoischen Alters vom Typ der saxonischen Faltung, wie wir sie aus Mitteldeutschland gerade durch STILLE gut kennen.

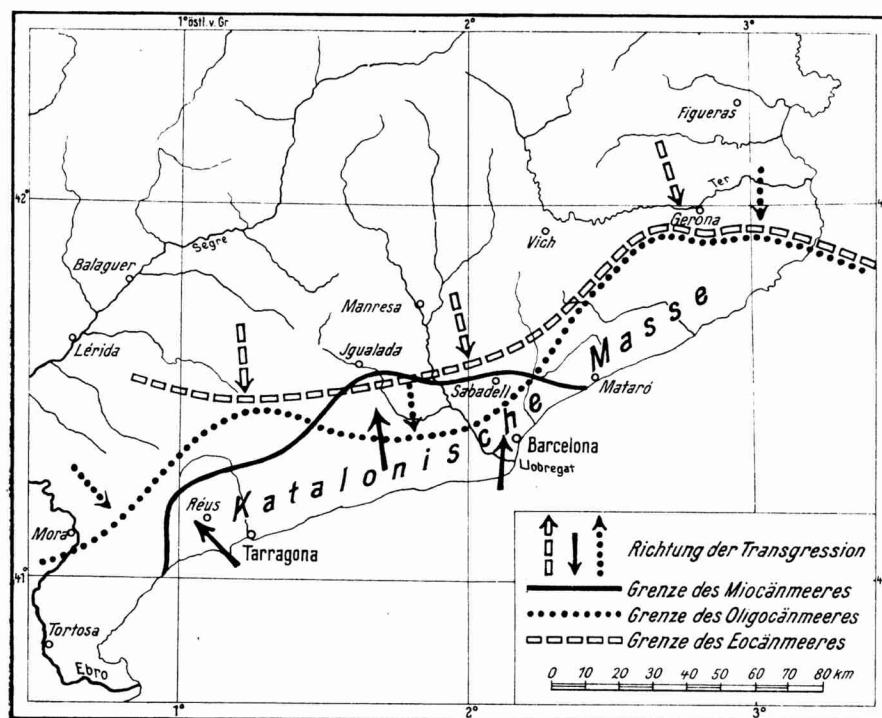
α) Die kimmerische Faltung.

Aus dem Katalonischen Gebirge sind kimmerische Faltungen mit Sicherheit nicht bekannt geworden. Die altkimmerische Faltung fehlt bestimmt. Denn die Carniolas liegen, abgesehen von lokalen Störungen, stets normal und konkordant auf dem Keuper. Dagegen drückt sich vielleicht die jungkimmerische Faltungsphase in der Lücke zwischen Trias und Unterkreide (wahrscheinlich Wealden) aus. Diese Lücke ist vor allem in den Provinzen Barcelona und Tarragona nachzuweisen, doch geht das Auflager des Wealden nie tiefer als bis auf den Keuper hinunter. Die Diskordanz ist also nur schwach und vielleicht schon durch posttriadisch-präkretazische epirogenetische Vorgänge, besonders solche während des Mittleren und Oberen Juras, zu erklären. Aus den Lagerungsverhältnissen geht nämlich hervor, daß wahrscheinlich schon am Ende der Liaszeit, und dann bis zum Ende des Oberen Jura, ein großer Teil von Katalonien, hauptsächlich die jetzigen Provinzen Barcelona und ein Teil von Gerona, Land waren. Erst ausgangs der Jurazeit stellte sich das Meer ein, und es rückte dann allmählich vor und vertiefte sich. Am Schluß der Unteren Kreide wird das Gebiet des Katalonischen Küstengebietes abermals landfest, und so bleibt es auch während der jüngeren Kreidezeit.

β) Die laramische Faltung und die ihr folgenden epirogenetischen Bewegungen der Alttertiärzeit.

Mit die bedeutendste der jüngeren Faltungen des katalonischen Küstengebietes scheint die laramische zu sein. Die jetzt zum tiefsten Tertiär gestellten Bulimusschichten liegen nämlich diskor-

dant auf allen möglichen Stufen bis zum Untersilur oder ? Kambrium hinab. Wo die Bulimusschichten fehlen, transgrediert Nummulitenkalk oder Unteres Oligocän. Die jüngsten von der Faltung noch betroffenen Schichten gehören der Unterkreide an. Die Faltung liegt also zwischen Unterkreide und tiefstem Tertiär. Man geht wohl nicht fehl, wenn man sie mit der laramischen Faltung der zentralen Pyrenäen vergleicht, wenn es natürlich auch offen bleiben muß, ob sich in dieser starken Diskordanz nicht auch die



Figur 13.

Die Verbreitung der tertiären Meere in Katalonien.

an der Wende Unter-Oberkreide auftretende austrische Faltung (Stammfaltung der Pyrenäen nach STILLE) bemerkbar macht. Wie weiter oben schon erwähnt, sinkt zu Beginn der Tertiärzeit ein großer Teil des Katalonischen Küstengebirges wieder unter das Meeresniveau. Ein großer Block jedoch, den ich im folgenden als katalonische Masse bezeichnen will, bleibt nach der Trockenlegung im Anschluß an die Unterkreidezeit Land und liefert als epirogenetisch emporsteigender Sockel die mächtigen Schuttmassen des Tertiärs, vor allem für die Ablagerungen des südöstlichen Ebrobeckens. Dieser Block umfaßte vor allem die jetzigen alten

Granit- und Schiefermassive der südlichen Provinz Gerona sowie die ganze Küstenkette der Provinz Barcelona und endlich einen Teil des Montsenygebirges und einen Küstenstreifen der Provinz Tarragona. Der weitaus größte Teil dieses alten Festlandes dürfte aber jetzt unter Meeresbedeckung liegen und ehemals bis nahe an die Balearen gereicht haben. Die über der Masse zur Ablagerung gekommenen Trias- und Kreideschichten sind ebenso wie ein großer Teil des paläozoischen Schiefermantels und des Granites im Laufe der von der Kreidezeit an währenden Geokrasie abgetragen. Die Trümmer dieser Schichten finden wir in den Geröll- und Schuttmassen wieder, die die tertiären Schichten der Innenkette und des südöstlichen Ebrobeckens aufbauen. Bei der Anordnung der jüngeren Faltung hat diese katalonische Masse, als deren konsolidierendes Stück in erster Linie der mächtige Granitlakkolith, der große Teile der Provinzen Barcelona und Gerona einnimmt, zu gelten hat, eine große Rolle gespielt. Zu Beginn der Tertiärzeit wurde ein Teil der Masse wieder überflutet, und zwar beginnt die Sedimentation mit den lakustren Bulimusschichten. Erst mit dem Lutetium stellen sich marine Horizonte, nämlich Nummulitenkalke und Mergel, ein. Diese Nummulitenkalke umfassen noch Bartonien. Auf ihre Ablagerung erfolgt ein Rückzug des Meeres, der im Norden des Ebrobeckens sogar mit gebirgsbildenden Vorgängen und Abtragungen verknüpft ist. Im Süden folgen auf die Kalke die „Montserratkonglomerate“ in Form von Sanden und Konglomeraten, Mergel- und Gipslagern, die vom Ludien bis zum Unteroligocän reichen. Alle diese Schichten liegen in sich konkordant, und es ist also am Rande der katalonischen Masse nichts von einer Gebirgsbildung in der Ablagerungszeit dieser Schichten zu bemerken. Das Gebiet steht hiermit im Gegensatz zu dem nördlichen Ebrogebiete und zu dem Gebiet der Sierren, wo von BORN und DALLONI gebirgsbildende Vorgänge beschrieben werden¹⁾. Von einem ins Ludien fallenden, schlechtlin späteocänen Abbruch des Ebrobeckens und damit von einer späteocänen Gebirgsbildung in der Katalonischen Küstenkette zu sprechen, ist abwegig, da ein Anlager der oligocänen Beckenschichten an die älteren Randschichten nirgends stattfindet, vielmehr dort, wo sich ein Abbruch befindet, die Becken- und Randschichten gleich steil gestellt oder gar überschoben sind (vergl. Taf. VIII—X, Abb. 11—16). Die hier zum Aus-

1) BORN: Das Ebrobecken, N. J. f. Min. Beilageband XLII.

DALLONI: Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon. Ann. Faculté Scienc. Marseille, XIX, 1910.

druck kommende Gebirgsbildung ist also wesentlich jünger (vgl. unten). Natürlich befand sich während der Eocän- und Oligocänzeit das Ebrobecken in kontinuierlichem Absinken gegenüber der katalonischen Masse; aber dieses Absinken war ein allmähliches von rein epirogenetischer Art und vollzog sich ohne Veränderungen des Bodengefüges, wie auch das Aufsteigen der katalonischen Masse während des Eocäns und Oligocäns allmählich vor sich gegangen ist. Gerade das allmähliche Absinken des Beckens gegenüber der Masse gab Anlaß zu der mächtigen Sedimentation, die nur in einem sinkenden Trog Mächtigkeiten, wie wir sie am Montserrat kennen, annehmen konnte. Daß in diesen groben Schottern und Sandsteinen Diskordanzen beobachtet werden, ist natürlich, doch deuten diese reinen Erosions- und Aufschüttungsdiskordanzen, wie wir sie auch sonst bei deltaartigen Aufschüttungen oft beobachten, keinerlei orogenetische Vorgänge an, vielmehr sind sie völlig atektonischer Art. Die Ausdehnung der tertiären Ablagerungsräume ist während der einzelnen Stufen verschieden gewesen. Bulimusschichten und Nummulitenkalk waren am Rande der katalonischen Masse zwar gleichweit verbreitet, aber zur Ludien-Sannoisienzeit macht sich eine Beckenausdehnung darin bemerkbar, daß Teile der katalonischen Masse, die noch zur Eocänzeit frei vom Meere waren, ins Gebiet der Ablagerung gezogen wurden. Auf diese Weise erklären sich die gipsführenden Mergel, Konglomerate und Sandsteine des Oligocäns im Panadés-Vallés, im Montsenygebiet und bei Mora del Ebro.

γ) Die savische Faltung

(zwischen Oligocän und Burdigal).

An verschiedenen Stellen des Grabens von Panadés kann man eine Diskordanz zwischen oligocänen und miocänen¹⁾ Schichten beobachten. In stetem Wechsel liegen dort Pontisch, Sarmatisch, Tortonisch, Helvetisch und Burdigalisch auf altem Gebirge, Mesozoikum und als jüngster Stufe auf Oligocän. Auch eine Winkel-diskordanz läßt sich zwischen dem Jungtertiär und dem Oligocän feststellen. Sehr klar ist die Sachlage beim C'an Sogués nördlich Vilafranca. Hier kommen in einem sattelförmigen Aufbruche

1) In der spanischen geologischen Literatur über Katalonien wird Oligocän = Aquitan gebraucht, während man sonst vielfach das „Aquitan“ zum Miocän zählt. Das spanische „Aquitan“ ist jedoch Oligocän, wahrscheinlich bei Panadés sogar Unteres. Vergl. über die Aquitanfrage: STILLE, Grundfragen der vergl. Tektonik, S. 178.

Kreide und Oligocän zutage, und über dem nur aus Gipsen bestehenden Oligocän liegt diskordant in völlig abweichender Facies und mit einem Basalkonglomerat beginnend Burdigal. Das Oligocän zeigt hier ziemliche Mächtigkeit, fehlt aber im Zusammenhang mit der diskordanten Überlagerung durch das Burdigal bereits kaum einige hundert Meter östlich dieses Aufschlusses, indem dort am Berghang unter Auskeilen des Oligocäns Burdigal übergreifend auf Kreide liegt. Auch westlich von Sogués bei San Marti haben wir folgende Schichtserie:

Helvetium.

Burdigal.

Kreide.

Auch die Diskordanz an der Basis des Helvetiums, das anscheinend konkordant auf dem Burdigal, aber diskordant auf dem Oligocän liegen kann, läßt sich vielfach beobachten, so vor allem im Gebiete des Noya- und Llobregatflusses im Panadés und Vallés. Über die Lagerungsverhältnisse des Torton und Sarmat konnte ich keine genügenden Beobachtungen machen; jedoch geht aus den spanischen geologischen Karten und der Literatur hervor, daß diese Schichten, anscheinend infolge von Küstenverschiebungen, oft ihre Unterlage wechseln. Dabei ist es aber unwahrscheinlich, daß sich zwischen Burdigal und Sarmatischer Stufe irgendwelche größeren gebirgsbildenden Vorgänge im Katalonischen Gebirge abgespielt haben.

Das Meer des Miocäns überflutete, vom Süden kommend, einen großen Teil der katalonischen Masse, vor allem Teile der Provinz Tarragona und des Südens der Provinz Barcelona, während der nördliche und nordöstliche Teil dieser letzteren Provinz ebenso wie die Provinz Gerona frei vom Meere blieben. Letzteres gilt auch vom Nordwesten der Provinz Tarragona. Hiernach macht sich ein Unterschied in der Richtung, aus der das Meer im Eocän oder Miocän vordrang, bemerkbar (vgl. Fig. 13). Im Eocän rückte es nämlich von Norden und Nordwesten nach Süden hin vor, im Miocän dagegen kam es von Süden. Der savischen Faltung dankt die Ebrobecken-Randstörung ihren Ursprung; denn im Tal der Noya liegen bei Capellades, ohne von der Störung betroffen zu sein, Tortonsschichten über den steilgestellten Bulimus- und Nummulitenschichten. Immerhin wird auch die Ebrostörung an der einen oder anderen Stelle später wieder aufgerissen sein. Auch im Süden des Montsenygebirges liegen steilgestellte Oligocänschichten unter den pontischen Blockpackungen, die selbst flach gefaltet sind. Die hier sich äußernde Faltung könnte an

und für sich die attische sein; doch liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß, da die miocänen Schichten nirgends sehr steil gefaltet sind, in erster Linie hier die savische Faltung an der Aufrichtung der Oligocänschichten beteiligt ist. Die Verteilung des marinen Miocäns spricht dafür, daß dieses kaum die katalonische Innenkette überschritten haben wird, die als trennende Schwelle zwischen Ebrobecken und Miocänmeer damals schon bestand.

δ) Die attische Faltung

(zwischen sarmatischer und pontischer Stufe).

Vom Beginn der Miocänzeit an bis nach Ablagerung der Sarmatischen Stufe bildete das Tertiär eine Bucht, die sich in die katalonische Masse einschob, und in der während des Burdigals und Helvetikums zuerst marine, später Brackwasserablagerungen sedimentiert wurden. Eine Änderung trat am Ende der Miocänzeit ein, wie aus dem diskordanten Auflager des Pontikums auf den älteren Schichten zu erkennen ist. Es bildeten sich nach Ablagerung des Sarmatikums und vor Ablagerung der pontischen Stufe der katalonische Längsgraben und das Becken von Reus (wahrscheinlich auch der Tertiäreinbruch von Mora del Ebro) in ihrer jetzigen Form. Neue Verwerfungen entstanden damals, und vor allem wurde der Grabenbruch Kataloniens weiter ausgestaltet, indem die Störungen gegen die Innenkette und am Nordrand der Küstenkette zwischen Martorell und Vendrell deutlicher in Erscheinung traten.

Die Faltung der Miocänschichten und die Anlage des Grabens in seiner jetzigen Form am Ausgange des Miocäns geht zurück auf die attische Faltung, und die Ablagerungen der Pontischen Stufe sind nun gänzlich auf die nach der attischen Faltung sich fortentwickelnde Senke beschränkt. Von der Innen- und der Küstenkette wurden in diese Senke Schuttmassen geschafft, durch die sie allmählich ausgefüllt wurde. Vor allem lieferte die auch damals wesentlich höhere Innenkette das Material für die obere Pontische Stufe (Blockpackungen m 5'). Zahlreiche Gerölle von Nummulitenkalk zeigen an, daß neben Paläozoikum, Trias und Kreide auch schon das Tertiär kräftig denudiert wurde.

ε) Die rhodanische Faltung

(zwischen Pontikum und Astistufe).

Die jüngste bedeutende Faltung, die das Katalonische Gebirge durchgemacht hat, liegt zwischen der Pontischen und der Astistufe. Im Tal von Panadés sind die pontischen Schichten entlang

Brüchen gefaltet und dabei zum Teil bis zu 40 Grad aufgerichtet. Dies ist vor allem der Fall zwischen Torellas und Pontons, wo die pontischen Schichten entlang dem Abbruch des Panadésbeckens gegen Trias (Carniolas) verworfen sind. Postpontische Dislozierungen kann man auch am Llobregat und bei Martorell beobachten. Das Oligocän wird hier diskordant von der Pontischen Stufe überlagert, die ihrerseits mit ca. 20 Grad nach Norden hin einfällt. Überhaupt zeigt es sich, daß das primäre Ablagerungsbecken der Pontischen Stufe im Vallés und Panadés nach Ablagerung des Pontikums wieder neu von Verwerfungen umgrenzt wurde und damit seine definitive Form erhielt, indem die pontischen Schichten durch das Absinken an Störungen jetzt nur auf den Graben beschränkt sind.

Nicht weit von Martorell stehen im Gebiete des unteren Llobregatflusses Schichten des mittleren und oberen Pliocäns an (Astien und Sicilien). Sie stellen einen um diese Zeit tief ins Llobregattal reichenden Meerbusen dar und liegen flach und von keiner Gebirgsbildung betroffen auf paläozoisch-mesozoischen Schichten. Da Pontische und Astistufe nicht weit von einander liegen, anderseits aber Pontisch stets von den Störungen betroffen wird, so glaube ich, daß die Störungen, die in jüngster Zeit im Katalonischen Gebirge neu entstanden oder wieder aufgerissen sind, der rhodanischen Faltung zuzuschreiben sind. Mit ihr endet die eigentliche Gebirgsbildung in Katalonien. Immerhin deuten die verschiedene Höhenlage und Verbiegung der Flußterrassen, die hohe Lage der Dünen bei Bagur, wie auch Verwerfungen in den Schotterterrassen und Kalktuffen und endlich die zahlreichen Erdbeben darauf hin, daß noch später und auch noch jetzt tektonische Kräfte am Werke waren und sind.

B. Tektonische Beschreibung der Einzelgebiete.

Schon bei der morphologischen Beschreibung des Katalonischen Küstengebirges wurde die Abhängigkeit der Morphologie von der Tektonik betont und darauf hingewiesen, daß die drei morphologischen Einheiten, nämlich Innenkette, Längstal und Küstenkette, auch tektonische Einheiten darstellen. Es soll deshalb im Folgenden bei der Besprechung der Tektonik der Einzelgebiete diese Einteilung zugrunde gelegt werden.

1. Die Innenkette.

Die Innenkette riegelt das katalonische Gebirgsland vom Ebrobecken ab und wird nur wenig von Flüssen durchbrochen. Aber

gerade die Durchbruchstäler, wie die des Ebro, Frankoli, Llobregat und Noya, geben die besten Profile vom Bau der Innenkette. Da sie außerdem für Straßen und Eisenbahnen die Einfallswerte in das Ebrobecken darstellen, sind sie auch am besten zu erreichen, und ihr Bau wird natürlich am ehesten das Ziel geologischer Studien sein. Ich beginne mit dem größten und bekanntesten Durchbruchstal, nämlich dem des Ebro zwischen Garcia und Vinebre.

Die am Aufbau beteiligten Schichten sind Trias vom Keuper aufwärts und Sannoisien (nach MARIN) gemäß folgendem Schema:

Konglomerate, Sandsteine und Mergel,	}	Oligocän (Sannoisien).
z. T. mit Gipsen		
b) dickbankige	}	Carniolas.
a) dünnbankige		
b) Grüne und graugelbe Letten	}	Keuper.
a) Rote Letten, z. T. mit Gips		

Das Profil 5 auf Taf. II ist durch die Höhen am Ostufer des Ebro gelegt. Es veranschaulicht eine flach ausgreifende Mulde, deren nordwestlicher und südöstlicher Teil spezialgefaltet sind. Beginnen wir im Südosten. Unter den mächtigen diluvialen Schottern östlich Mora erscheinen in der Nähe von Garcia nach Südost einfallende Konglomerate, Sandsteine und Mergel der oligocänen Ebrobeckenschichten. Sie sind gegen Keuperletten, über denen Carniolas liegen, verworfen. Diese Störung zwischen Trias und Tertiär liegt ungefähr in der Höhe des ersten Tunnels der Bahn Mora-Flix. Die Carniolas bilden eine ca. 500 m breite, flache Mulde und sind in der Höhe des zweiten Tunnels gegen Keuper verworfen, der nun nach Nordwest einfällt und seinerseits den südöstlichen Flügel einer ungefähr 2½ km breiten, flachen Mulde mit Carniolas im Kern bildet. Erst in der Höhe des letzten (4.) Tunnels vor Vinebre bäumen sich die Triasschichten (Keuper-Carniolas) auf und bilden einen nach NW überkippten Sattel mit Keuper im Kern. Von der Faltung sind ebenfalls die Tertiärschichten betroffen, die, zuerst steil stehend und weiterhin sich verflachend, von den Carniolas aller Wahrscheinlichkeit nach durch eine Störung getrennt sind¹⁾ (vergl. hierzu Taf. X, Abb. 16).

Aus diesem Profil geht jedenfalls einwandfrei hervor, daß entgegen den Ausführungen BORNS (l. c.) die Beckenschichten sich dem

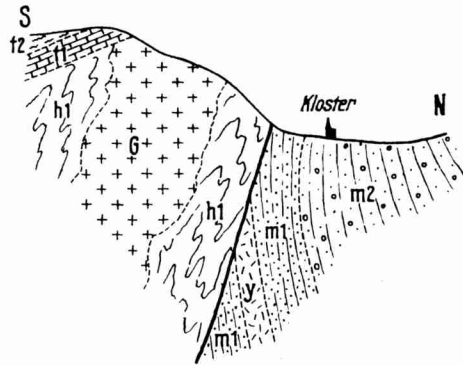
1) Man braucht nicht unbedingt eine Störung zwischen Carniolas und Tertiär anzunehmen, da das Oligocän transgredierend auftritt. In diesem Falle würde der Abbruch einen nach Norden überkippten, liegenden Sattel darstellen.

Katalonischen Gebirge nicht anlagern, sondern in die Faltung eingebegriffen sind. Der Abbruch zum Ebrobecken läßt sich noch nach Südwest und Nordost hin mehrere Kilometer weit verfolgen, doch geht die Störung im Gebiet des Oberlaufes des Rio de Prades in normales Auflager über. Erst nördlich des Montsant im Gebiet der Sierra de la Llena ist die Grenze zwischen Ebrobecken und Katalonischem Gebirge wieder eine Störung. Auch im Südosten bei Garcia läßt sich der Abbruch zum Tertiär nach NO und SW verfolgen. Jedoch tritt im Nordosten insofern eine Änderung ein, als in der Gegend von Mola-Lloa nicht mehr der Südflügel, sondern der Nordflügel der abgesunkene ist.

Der Südhang der Sierra de Montsant zeigt normales Auflager der oligocänen Beckenschichten auf Trias und altem Gebirge. Der steile Abfall der Sierra de la Moleta nach Lloa und Villela Baja läßt die Transgression der Trias auf altem Gebirge schön in Erscheinung treten. Die Trias selbst ist vollständig bis zu den Carniolas hinauf vertreten. Man kann deutlich beobachten, wie eine triadische Stufe nach der anderen unter dem Tertiär der Sierra de Montsant verschwindet, bis schließlich das Tertiär auf dem alten Gebirge transgrediert.

Die Sierra de Montsant bildet mit ihren ruhigen und klaren Lagerungsverhältnissen gewissermaßen die trennende Schwelle zwischen dem Ebrodurchbruchgebiet und dem tektonisch interessanten Hochgebiet von Prades, das mit den Höhenzügen beiderseits des Frankoli eine tektonische Einheit ausmacht. Auch hier finden wir den Ebrobeckenabbruch. Paläozoische (vergl. Taf. X, Abb. 15) und triadische Gesteine sind auf die Ebrobeckenschichten (Ludien und Sannoisien) überschoben worden. Die Überschiebungserscheinungen und der Abbruch zum Ebrobecken wurden im Gebiet zwischen der Sierra de la Llena bis über den Frankoli nach Osten hinaus ins Gebiet von Cabra del Campo verfolgt. Am besten ist die Störung südlich Espluga aufgeschlossen; die beiden hier aufgenommenen Profile mögen dies erläutern. Das erste (s. Fig. 14) liegt in der Gegend des bekannten Klosters Poblet und ist in nord-südlicher Richtung gelegt.

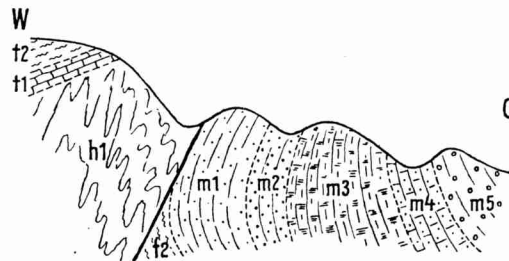
Die tertiären Schichten, die vom Karbon überschoben sind, gehören dem Ludien, weiter beckenwärts wohl schon dem Sannoisien an. Ähnlich ist das Profil (s. Fig. 15), das westlich Montblanch gelegt wurde. Beide Profile zeigen die Überschiebung der alten Masse auf das Ebrobecken. Sie deuten aber auch an, daß im Gebiet beiderseits des Frankoli die Absenkung ganz bedeutend gewesen sein muß; denn unter dem schon fast 1000 m mächtigen



Figur 14.

Überschiebung der Innenkette auf das Ebrobecken beim Kloster Poblet.

- | | |
|---|------------------------|
| m 2 = Konglomerate | } Ludien - Sannoisien. |
| m 1 = Wechsellagerungen von roten, gelben und hellen Mergeln mit Gips (y) | |
| t 2 = Muschelkalk. t 1 = Buntsandstein. | |
| h 1 = Unterkarbon. G = Granit. | |



Figur 15.

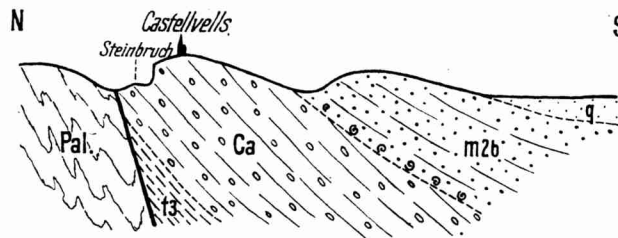
Überschiebung der Innenkette auf das Ebrobecken bei Montblanch.

- | | |
|--|------------------------|
| m 5 = Nagelfluh mit aufgearbeiteten roten Kalken, mit Erosionsdiskordanz auf m 4 | } Sannoisien
Ludien |
| m 4 = Gelber Sandstein | |
| m 3 = Rote, frische Kalke | |
| m 2 { Rote und weiße knorpelige Kalke mit Mergeln
Rote und weiße Tone und Mergel mit Alabasterkugeln (20 m) | |
| m 1 = rote und weiße knorpelige Kalke und Mergel, mindestens 20—30 m aufgeschlossen | |
| t 2 = Muschelkalk. t 1 = Buntsandstein. h 1 = Unterkarbon. | |

abgesunkenen Tertiär muß noch die triadische Serie vorhanden sein, die jetzt die Höhen von Prades einnimmt. Von Espluja an bis Villavert ist eine Abweichung in dem sonst erzgebirgisch streichenden Lauf der Beckenstörung festzustellen, die hier bajonettförmig zurückspringt und vielleicht mit einer Verwerfung korrespondiert, die bei Pikamoixons mit gleichen Streichen aufgeschlossen

ist. Die tektonischen Lagerungsverhältnisse im Durchbruchstal des Frankoli zwischen Pikamoixons und Villavert sind entlang der Eisenbahn gut aufgeschlossen. Nördlich Pikamoixons fällt die Trias plötzlich steil nach dem Ebrobecken hin ab, ist aber noch in allen Gliedern vorhanden. Nach der Durchfahrt durch den Engpaß läßt sich deutlich beobachten, wie das Tertiär am Westufer des Frankoli der Reihe nach gegen Carniolas, Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein und Paläozoikum verworfen ist, wogegen am Ostufer bis in die Gegend von Cabra Ludien gegen die Trias steil gestellt oder durch sie überschoben ist. Hier ist auch das Streichen der Störung wieder das normale erzgebirgische. Wohl das interessanteste Profil durch die Innenkette wurde von Prenafeta nach Miramar gelegt (vergl. Taf. II, VIII u. IX); Paläozoikum, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Carniolas und Tertiär sind am Aufbau des Profils beteiligt. Im Norden bei Prenafeta liegt das Tertiär flach, jedoch fällt es mit Annäherung an die steil ansteigende nach dem Ebrobecken hin ein, um schließlich mit widersinnigem (Taf. IX, Abb. 14) Einfallen unter die Carniolas einzuschieben. Die Trias ist durchweg steil gestellt (vergl. Taf. IX, Abb. 13), und erst auf der Paßhöhe beginnt sie flacher zu liegen (vergl. Taf. VIII, Abb. 11 u. 12). Von hier verfolgen wir das Profil noch weiter nach Süden bis zur Ebene, wo die Trias zwischen Pla de Cabra und Valls ebenfalls an einer Störung abgesunken ist. Carniolas und Keuper sind hier gegen die karbonischen Schichten verworfen, sodaß die Innenkette zwischen Pikamoixons und Cabra de Campo einen Horst darstellt. Von besonderem Interesse sind aber isolierte Vorkommen von Carniolas mit Resten von Keuper, die, im Streichen angeordnet, östlich Miramar in scheinbarem normalen Auflager auf altem Gebirge auftreten. Eine Transgression der Carniolas, die sich sonst nirgends beobachten läßt, kann man hier natürlich nicht annehmen. Wohl aber kommen zwei andere Möglichkeiten für die Erklärung dieser isolierten Vorkommen in Frage (Taf. II, Prof. 4). Entweder liegt eine ganz flache Verwerfung zwischen Carniolas und Paläozoikum vor, oder es könnten entlang einer erzgebirgisch streichenden Grabenspalte Teile der Trias eingesunken und deshalb von der Denudation verschont geblieben sein. Es würde also dem starken Zusammenschub im Norden eine Zerrung im Süden entsprechen. Welche von den beiden Deutungen die richtige ist, ließ sich auf der eintägigen Begehung nicht feststellen; es sei aber daran erinnert, daß das Auftreten ganz flacher Störungen im Gebiet germanotyper Gebirgsbildung gerade in letzter Zeit mehrfach durch STILLE und seine Schüler nachgewiesen worden ist.

Eine Art Bruchfaltung zeigt das Hochplateau von Pradés, eine weit ausgedehnte Triastafel, die von zahlreichen erzgebirgisch streichenden Störungen durchsetzt wird. Es sind ausschließlich triadische Schichten bis zu den Carniolas hinauf, die dieses Plateau aufbauen. Während im Norden und Westen die Triastafel normal auf altem Gebirge liegt, ist sie im Süden und Osten mehrfach gegen dieses verworfen. Im Süden spielt der große Abbruch Cambrils-Reus-Valls eine hervorragende Rolle; er grenzt das Gebiet von dem Tertiärbecken von Reus ab. Die Störungslinie selbst ist meist durch Diluvium verhüllt und tritt nur gelegentlich klar zu Tage, so vor allem bei Aleixar und Castellvells, wo Trias und Tertiär gegen Paläozoikum verworfen sind (s. Figur 16).



Figur 16.

Der Abbruch zum Becken von Reus.

q = Quartär. m2b = Burdigal. Ca = Carniolas.
t3 = Keuper. Pal = Unterkarbon(?).

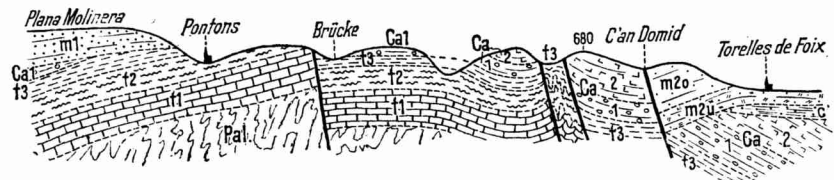
Östlich des Frankoli biegt eine Parallelstörung zum Ebrobeckenbruch nach SSO ab und verwirft in der Nähe des Tunnels bei Pikamoixons Trias gegen Paläozoikum.

Nun zur Tektonik des Triasgebietes selbst.

Wie oben schon gesagt, stellen die meisten Störungen Parallelstörungen zur Hauptabbruchstörung dar und streichen also gleichfalls erzgebirgisch. Von besonderer Bedeutung sind in erster Linie zwei Störungen, nämlich der grabenförmige Einbruch von Triaschichten zwischen Selva und der Sierra de la Bassa und die Störungszone von Febró, die zwischen Cornudella und Febró im Tale verfolgt werden kann und sicherlich im Tale des Rio Brugent (Linie: Capafons-Farena-Pignatell) als Verlängerung des Hauptabbruches von Figuerola-Villavert eine Rolle spielt. Die Übersichtskarte gibt ein ungefähres Bild der Lagerungsverhältnisse in diesem Gebiete.

Am besten bekannt ist das Gebiet der Innenkette beiderseits der Noya und des Llobregat. Auch hier läßt sich der Abbruch zum Ebrobecken allenthalben nachweisen. Ich habe ihn aus der

Gegend nördlich La Llacuna bis in die Gegend von Vaccarisa östlich des Montserrat verfolgt. Er stellt stets die scharfe Grenze zwischen Katalonischem Gebirge und Ebrobecken dar (im geologischen Sinne). Überall sind hier die Trias- oder Tertiärschichten steilgestellt oder überschoben, oft unter Ausfall einzelner Stufen. Ob diese Störung die direkte Fortsetzung der Randstörung bei Prenafetas ist, konnte ich nicht genau feststellen. Von dem Gebiete beiderseits des Frankoli unterscheiden sich die Lagerungsverhältnisse insofern, als westlich einer Linie Pontons-La Llacuna bereits flach liegendes Tertiär auf der Trias südlich des Abbruchs, also auf der eigentlichen Innenkette, liegt. Überhaupt sind vielfach dort, wo sich auf der Karte Kreide und Trias angegeben finden, noch Reste von Nummulitenkalk und Bulimusschichten vorhanden. Es ist interessant zu beobachten, wie die erzgebirgisch streichenden Achsen der Trias mit Buntsandstein im Kern unter dem Eocän verschwinden, und wie hier die laramische Faltung zum Ausdruck kommt. Durch das Gebiet von La Llacuna und Torelles de Foix wurden zwei Profile gelegt, ein westliches von Torelles de Foix über Pontons (s. Fig. 17), ein anderes weiter nordöstlich von Llacuna in Richtung auf die Montes de la Pineda (vergl. Fig. 17 u. 18 und Blatt Vilafranca del Panadés). Die Profile zeigen germanotype Bruchfaltung. Sie lassen ferner die jüngste Tektonik in Gestalt einer Verwerfung gegen das Pontikum erkennen. Profil 17 folgt im großen und ganzen der von Torelles nach Pontons führenden Straße.

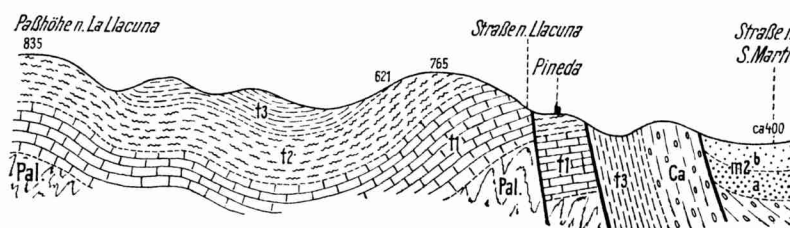


Figur 17.

Profil durch die Innenkette zwischen Pontons und Torelles de Foix.

Ähnliche Bruchsschollentektonik zeigt das Gebiet südlich Igualada und Cappellades. Besonders bei Pobla de Claramunt sind die Aufschlüsse sehr gut (vergl. Profil Taf. II). Hier läßt sich das Alter des Abbruchs daran feststellen, daß das Torton flach die aufgerichteten, alttertiären Schichten überlagert, ohne selbst von den Störungen betroffen zu sein. Zwischen Vallbona und Capellades nimmt es das westliche Ufer der Noya ein und überdeckt hier den nordnordwestlich streichenden Abbruch der Trias gegen das Silur östlich des Flusses. Die Noya folgt dieser

(128)



Figur 18.

Profil durch die Innenkette entlang der Straße La Llacuna-S. Marti.

Erklärung der Symbole für Fig. 17—18:

m2o bzw. m2b = Oberes Pontikum.

m2u bzw. m2a = Unteres Pontikum.

m1 = Nummulitenkalk.

C = Kreide (Untere).

Ca2 = Obere } Carniolas.
Ca1 = Untere }

t3 = Keuper.

t2 = Muschelkalk.

t1 = Buntsandstein.

Pal = Paläozoikum.

Störungszone zwischen Pobla de Claramunt und Vallbona. Das beigegebene Profil liegt in nord-südlicher Richtung und wird durch das Profil DEPÉRET'S durch die Mulde von Calaf in südlicher Richtung ergänzt. Das Gebiet westlich der Noya ist gegenüber dem östlichen infolge präortontischen Einbruches von der Erosion mehr verschont worden, und so ist im Westen die Triasplatte, die östlich der Noya fehlt, noch vorhanden.

Bis an den Südfuß des Montserrat fällt die Trias zwischen dem Paläozoikum und dem Tertiär aus. Erst nördlich Collbató stellt sich als Staffel zwischen dem Tertiär und dem Paläozoikum die Trias vom Keuper an wieder ein. Die älteren Stufen der Trias sind unterdrückt, wie auf dem Profil von ALMERA dargestellt wird (s. Fig. 19).

Auch das Profil durch den Montserrat von DEPÉRET (s. Fig. 20) zeigt ähnliche Lagerungsverhältnisse, wenn auch der eigentliche Abbruch nicht mit zur Darstellung gekommen ist. Von Collbató schiebt sich die Trias zwischen Paläozoikum und Tertiär wieder ein, doch fehlt sie bei La Puda lokal an Störungen.

Am östlichen Llobregatufer dagegen beginnt das mesozoische Profil mit transgredierendem Buntsandstein, der in steiler Stellung auf Untersilur liegt. Am besten läßt sich das in einem östlichen Seitentale des Llobregat beobachten (vergl. Taf. VII, Abb. 10). Hier stehen sämtliche triadischen Schichten sowie die Bulimus-

Figur 19.
Profil durch den Südfuß des Montserrat nach ALMERA.

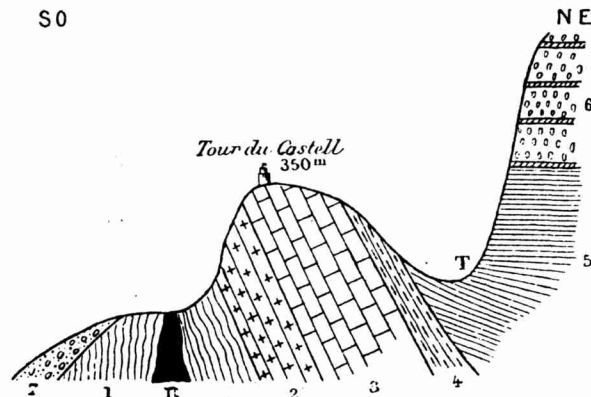


Fig. 7. — Coupe prise entre Collbato et le Montserrat.

Longueur : 2.500 mètres.

- 1, Schistes paléozoïques ; 2, Grès rouge gypsifère ;
3, Calcaire en lits à *Fucoïdes* (niveau à *Natica gregaria*) ; 4, Couches argileuses éocènes ; 5, Psammites éocènes? ; 6, Poudingue du Montserrat ;
7, Alluvion pontienne ; π, Porphyre quartzifère ;
T, Ravin de La Salut.

Figur 20.
Profil durch den Montserrat nach DEPÉRET.

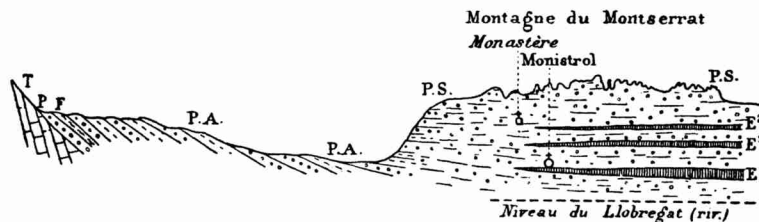


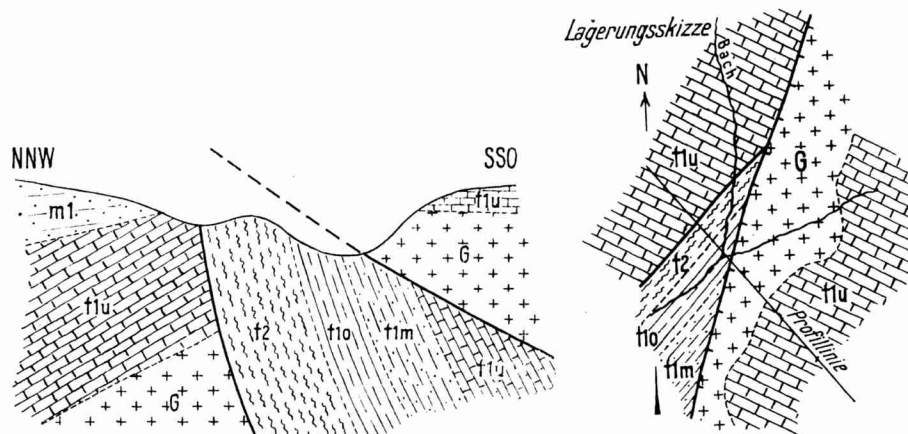
Fig. 1. — Profil schématisé du bord du bassin nummulitique du Llobregat à la montagne du Montserrat.

- T, Trias ; P, Poudingue de base ; F, Niveau à *Bulimus gerundensis* ; P. A., Argiles rouges et poudingues ; E, Eocène marin à *Nummulites perforata* ; E1, E2, Intercalations marines éocènes dans les poudingues ; P.S., Poudingues supra-nummulitiques.

schichten steil und z. T. überkippt und leiten über zu dem nur wenige Kilometer weiter östlich liegenden Profil von Olesa, das in der Literatur mehrfach beschrieben worden ist. Auch dieses Profil läßt starke Überschiebungserscheinungen erkennen, so vor allem von Carniolas auf Tertiär (Brücke nordwestlich der Station Olesa). Wie weit sich der Abbruch nach Nordosten fortsetzt, habe ich nicht feststellen können. Erst bei San Feliu de Codinas habe ich

wieder ein Profil durch die Innenkette gelegt (s. Fig. 21) und auch hier den Abbruch zum Becken festgestellt.

Geht man von San Feliu nicht die Straße nach Caldas de Montbuy hinab, sondern benutzt den im Tal hart westlich dieser Straße verlaufenden Weg, so bewegt man sich in der Nähe des Ortes zuerst in den Bulimusschichten, die diskordant dem Buntsandstein aufliegen.



Figur 21.

Profil und Lagerungsskizze der Granitüberschiebung südlich Feliu de Codinas.

(Vergl. auch Taf. VII, Abb. 9).

Erklärung der Symbole:

m 1 = Bulimusschichten.

t 2 = Muschelkalk.

t 1 o = Oberer

t 1 m = Mittlerer

t 1 u = Unterer

G = Granit.

} Buntsandstein.

Das Tertiär fällt unter ca. $5-10^\circ$, der Buntsandstein unter ca. 25° nach Nordnordwest ein. Der Buntsandstein ist hier sehr konglomeratisch und führt dabei zahlreiche Blöcke von Granit. Ungefähr $\frac{3}{4}$ km unterhalb des Ortes setzt dort, wo ein kleines Seitentälchen in das Haupttal einmündet, eine Störungslinie durch. Sie wird durch das beigegegebene Profil (Fig. 21) und die Abbildung 9 auf Tafel VII näher erläutert. Zwei Störungslinien durchsetzen das Profil, die eine, eben erwähnte, verwirft unteren Buntsandstein gegen eine überkippte, mit Muschelkalk beginnende Serie. Auf diese ist der Granit aufgeschoben, der selbst wieder von Buntsandstein überlagert wird. Nach Nordosten klingt der Abbruch allmählich aus, denn im nordwestlichen

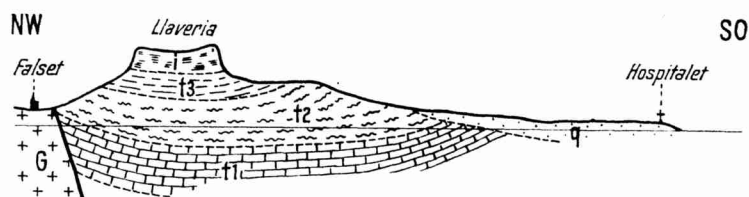
Montsenygebirge zeigt sich mit wenigen Ausnahmen normales Auflager der mesozoisch-tertiären Schichten auf dem alten Gebirge. Profil 1 auf Tafel II veranschaulicht das im Gebiet zwischen Rio Congost und Rio Ter herrschende normale Auflager der Trias auf Paläozoikum. Bis ins Gebiet von Amer-Anglés haben wir in den jüngeren Schichten ausschließlich erzgebirgisches Streichen, und man kann auch bis zu dieser Gegend noch von einer erzgebirgisch streichenden Innenkette reden. Das Streichen im Paläozoikum geht spießbeckig hierzu (vergl. Fig. 12). Weiter nordöstlich herrscht jedoch auch in den jüngeren Schichten ein anderes Streichen vor, auf dessen Abhängigkeit von der katalonischen Masse und dem Streichen der Pyrenäen weiter unten eingegangen werden wird.

Bei der Beschreibung der Innenkette mußte auf die Stellung derselben zum Ebrobecken besonderes Gewicht gelegt werden. Es geschah dies deshalb, weil mir die Aufrichtung der sogenannten Beckenschichten ein deutlicher Beweis für die jüngere Absenkung an Brüchen ist und die bisher geäußerten Ansichten richtig stellt. Es ergab sich ferner als wichtige Sachlage, daß entlang des Katalonischen Gebirges die Grenze zum Becken meist eine tektonische und keine Sedimentations- und Erosionsgrenze darstellt. Die besondere Bedeutung der südlichen Verwerfung der Innenkette wird unter dem Kapitel „katalonisches Längstal“ weiter unten berücksichtigt werden.

2. Die Küstenkette.

Die Küstenkette Kataloniens bildet im Gegensatze zur Innenkette keinen einheitlichen Gebirgszug, sondern ist vielfach durch Ebenen und breite Talniederungen unterbrochen. Ihr südwestlicher Teil, ein ca. 1000 m hohes Gebirge mit den höchsten Erhebungen der Sierra de Llaveria und La Mola (Jura), enthält nach BATALLER¹⁾ Trias, Jura und Kreide sowie ein Grundgebirge von Granit und Paläozoikum. Das Gebirge findet südwestlich des Ebrodurchbruchs seine Fortsetzung. Im Norden ist es von dem Paläozoikum von Falset meist durch eine Störung getrennt. Klar nachweisbar ist zwischen Montroig und Castellvell der Abbruch nach dem Becken von Reus hin. Im Süden scheinen nach einem Profile von BATALLER, das ich etwas ergänze (s. Fig. 22), normale Lagerungsverhältnisse zu herrschen.

1) BATALLER: El Jurásico de la Provincia de Tarragona, Madrid 1922.



Profil von Falset durch die Sierra de Llaveria zum Meere nach BATALIER.

q = Quartär.

t 2 = Muschelkalk.

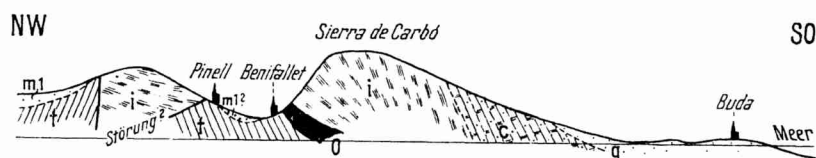
i = Jura.

t 1 = Buntsandstein.

t3 = Keuper-Carniolas.

G = Granit.

Dagegen zeigt das durch BATALLER¹⁾ von Gandesa nach l'Am-
polla gelegte Profil (s. Fig. 23) bereits stark dislocierte Schichten.
Ich kenne es nicht aus eigener Anschauung, glaube jedoch, daß
nordwestlich des Ebro die Grenze von Trias und Jura eine Stö-
rung ist.



Profil von Gandesa zum Meer nach BATALLER.

q = Quartär.

i = Jura.

m 1 = Tertiär.

t = Trias.

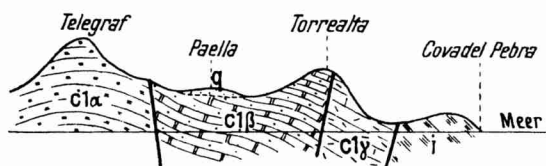
c = Kreide.

0 = Ophiolith.

Die breite Niederung von Reus trennt weiter östlich die südliche Küstenkette von dem mittleren Teil der Kette zwischen Llobregat und Tarragona. Ein Bindestück zwischen beiden bildet das aus Jura, Kreide und Miocän aufgebaute Cap Salou, ein Gebiet typischer Bruchfaltung, das gleichfalls neuerdings von BATTALLER beschrieben ist. Von den verschiedenen Profilen, die BATTALLER gibt, bringe ich das eine, das von Cova del Pebre nach dem Torre Telegraf gelegt ist, zur Darstellung (s. Fig. 24).

Östlich des Städtchens Vendrell beginnt die eigentliche Küstenkette mit Schichten der Unterkreide, die noch Reste von Tertiär trägt. Im Norden wird zwischen Vendrell und Vilafranca die Grenze der Küstenkette gegen die Tertiärniederung durch eine meist nicht sehr deutliche Störung bedingt. Diese läßt sich nord-

1) BATALLER: Geologia del Cap de Salou, Barcelona, Centre de Excursionistas de Catalunya.



Figur 24.

Profil durchs Cap Salou nach BATAILLER.

q = Quartär (Dünen).

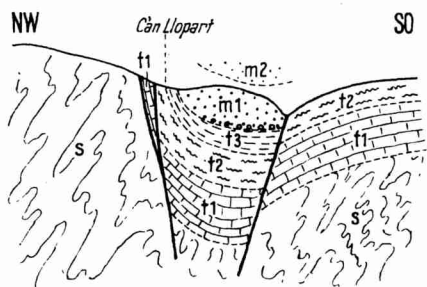
c1α

c1β

c1γ

} Verschiedene Unterkreidestufen.

ostwärts bis in das Gebiet von Olesera verfolgen, wo sie allmählich verschwindet. Ihr entspricht weiter nördlich als Abbruch zum Becken von Panadés die bekannte Verwerfung von Sadurni-Martorell, die schon von ALMERA auf den Karten dargestellt wird. Am südlichen Ufer der Noya läßt sie sich schon von der Bahn aus sehr schön beobachten. Oligocän und Miocän sind hier gegen Granit, Silur, Trias und Kreide verworfen. Die Noya folgt zwischen Sadurni und Martorell diesem Abbruch, der am Cami Vell nordöstlich Martorell verschwindet. Südlich von der geschilderten Störungslinie stellt sich eine Parallelstörung zu ihr unfern Corbera in Richtung auf S. Andrea de la Barca ein. Sie erweitert sich zu einem erzgebirgisch streichenden Graben, der Trias, Oligocän und Miocän enthält und im Norden vom Silur, im Süden von der Trias begrenzt wird. Ein in der Nähe des C'an Llopart gelegtes Profil (s. Fig. 25) mag diese Lagerungsverhältnisse erläutern.



Figur 25.

Profil durch den Graben von San Andrea de la Barca.

m2 = Miocän.

m1 = Oligocän.

t3 = Keuper.

t2 = Muschelkalk.

t1 = Buntsandstein.

s = Silur.

Die Verlängerung der südlichen Grabenstörung in nordöstlicher Richtung schneidet östlich des Llobregat den Granit des Puig Madrona von dem Oligocän ab. Auch östlich und westlich, vor allem aber westlich dieser Kuppe bis über Papiol und Molins de Re, verwerfen nord-südlich streichende Störungen altes Gebirge gegen Tertiär. Verschiedene Quellen deuten bei Papiol den Verlauf der westlichen Nord-Süd-Störung an. Alle diese letztgenannten Störungen sind entweder attischen oder rhodanischen Alters, da sie das Miocän noch mitverwerfen. Dagegen liegt unmittelbar unter den Alluvionen des Llobregattales eine dem Fluß parallel streichende präoligocäne (laramische) Störung, die die Trias des Westufers von dem Paläozoikum des Ostufers trennt. Das laramische Alter ergibt sich aus den Lagerungsverhältnissen des Tertiärs, indem dieses östlich des Flusses auf dem Paläozoikum, im Westen auf Muschelkalk und Keuper in gleicher Höhe liegt. Zwischen Molins und Martorell folgt also der Llobregat einer alten Störungslinie. Die Heraushebung des Tibidabomassives hat ferner bewirkt, daß das sonst erzgebirgische Streichen im Mesozoikum der Küstenkette zwischen Gavá und Martorell entgegengesetzt, nämlich nordnordwest-südsüdöstlich verläuft, was an den deutlichen Geländekanten, die die Kreide und Trias bilden, klar hervortritt.

Das weiter östlich folgende, durch den Besós und Llobregat umgrenzte Gebiet, das sogenannte Tibidabomassiv, ist der geologisch am besten erforschte Teil der Küstenkette. Es besteht fast ausschließlich aus Paläozoikum. Im Norden zwischen Puig Madrona und St. Cugat del Vallés bildet das Tertiär in normaler Überdeckung, von St. Cugat bis Montcada und darüber hinaus dagegen mit einer Verwerfung, die Grenze zum alten Gebirge. Auch im Süden sind der Montjuïc und das Tertiär und die Trias bei Badalona und Mongat gegen das alte Gebirge abgesunken. Das Paläozoikum wird durch den mächtigen Granitgang des Tibidabo in zwei Einheiten gegliedert, von denen die südliche im Streichen mehr dem des Granitganges folgt, während das Paläozoikum im Norden beiderseits des Llobregat ost-westlich oder ostsüdost-westnordwestlich auf den Granit zustreicht. Im Norden wie im Süden lassen sich Sattel- und Muldenzonen im Paläozoikum unterscheiden. So besteht wohl kaum ein Zweifel, daß die Culm-, Devon- und Obersilurvorkommen von Papiol, Bartomeu, S. Creu und Coll de la Mata einer einheitlichen Muldenzone angehören, auf die im Südwesten die Sattelzone des Armorikanischen Quarzits von St. Antoni folgt. Die jungsilurischen Schichten des Montcada mit den

gleichaltrigen von Papiol in tektonische Verbindung zu bringen, wie durch ALMERA und BERGERON und auch durch FAURA geschehen, ist meines Erachtens nicht gerechtfertigt, da die beiden Vorkommen nicht im gleichen Streichen liegen. Im Südosten des Granites deutet sich eine paläozoische Muldenachse durch die deutlich ergebirgisch streichenden devonischen und karbonischen Schichten von Puitxet, Vallcarca und Horta an. Daneben mögen noch zahlreiche kleinere Sättel- und Muldenachsen vor allem im Gebiet zwischen Vincens del Horts und Gavá vorhanden sein.

Nordöstlich des Besós bis nach Feliu und Palamós wird die Küstenkette, wenn wir von den meist metamorphen silurischen Kalken und Schiefeln von Malgrat absehen, fast ausschließlich vom Granit und seinen Ganggefölschaften gebildet. Bis zum Durchbruche des Rio Tordera ist auch hier der Nordwestrand der Kette von einer jungen Verwerfung begleitet.

3. Das katalonische Längstal.

Das katalonische Längstal ist eine epirogene Senke (Geosynklinale), die sich am Ausgang des Miocäns angelegt und sich vor allem im Pliocän fortentwickelt hat, und die erst später von Brüchen umgrenzt worden ist. Sie ist also ein „Beckengraben“ im Sinne STILLE's. In ihrer erdgeschichtlichen Entwicklung und auch in ihrer jetzigen Erscheinung zeigt sie viele Analogien mit dem Oberrheintale, auf dessen Entstehung als epirogene Senke STILLE mehrfach hingewiesen hat. Von gleicher Entstehung wie das katalonische Längstal und z. T. auch von den gleichen Sedimenten ausgefüllt ist das Becken von Reus, das allseitig von Störungen umsäumt wird, die jedoch meist vom Quartär verdeckt sind. Getrennt wird der Graben von Panadés (katalonisches Längstal) vom Becken von Reus durch den Riegel der Sierra de Montferri, die größtenteils von Verwerfungen umgeben ist und in Richtung auf Tarragona, staffelförmig abbrechend, allmählich unter jüngere Schichten untertaucht.

Zuletzt bleibt noch das Tertiärbecken von Mora del Ebro zu besprechen. Die Lagerungsverhältnisse im Norden und Süden dieses „Grabens“ zeigen eine etwas komplizierte Entstehung an. Im Norden und Süden wird das Gebiet Falset-Mora von hohen, im Süden sogar bis 1000 m ansteigenden Bergen umgeben, die meist aus Mesozoikum bestehen, das an Störungen gegenüber dem Paläozoikum abgesunken ist. Wir haben also den Fall einer Umkehrung des Reliefs, indem das Gebiet östlich Falset geologisch ein Horst und morphologisch eine Senke ist. In der Senke liegt

aber bei Mora grabenförmig Oligocän, im Untergrunde wenigstens teilweise noch auf Paläozoikum ruhend. Das Horstgebiet von Falset ist also, wenigstens bei Mora, später Grabengebiet geworden.

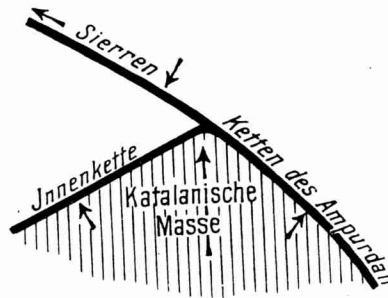
4. Die Querketten des Ampurdan.

Während die drei großen Einheiten des Katalonischen Gebirges, d. h. die Innenkette, die Außenkette und der Längsgraben, durchweg erzgebirgisches (nordöstliches) Streichen, wenigstens in ihren Großformen, aufweisen, setzt im Gebiete von Palafrugell-Bisbal-Gerona-Olot plötzlich ein nordwestliches Streichen ein, das sich nur noch im Gebiete von Bisbal-Palafrugell etwas mit dem nordöstlichen vergittert. CHEVALIER¹⁾ hat als erster auf diesen Umstand aufmerksam gemacht. Nach ihm wurden alle Sedimente, die in der eocänen Geosynklinale zwischen den damaligen Pyrenäen und der katalonischen Masse abgelagert worden waren (vgl. die Abbildung bei CHEVALIER auf S. 160), postlutetisch gefaltet, indem Pyrenäen und katalonische Masse sich näherten. Die südliche mächtigere Masse, der „Balearisch-Katalanische Kontinent“, wirkte stark in nordnordwestlicher Richtung gegen die Geosynklinale, sodaß deren Schichten sich an seinem Rande aufstauten und Falten von vorwiegend nordost-südwestlicher Richtung bildeten (Abbruch und Falten der Innenkette). Gleichzeitig traten, indem die Masse sich keilförmig vorschob, auch Bewegungen in nordöstlicher Richtung auf, und es wurden die tertiären Schichten des Ampurdan in nordwest-südöstliche Falten gelegt; gleiche Richtung zeigen auch die damals entstehenden Störungen, auf denen die alten Vulkane von Olot sitzen. Sie sind älter als Plaisancien und Astien und dürften gleichaltrig mit den Störungen am Ebroabbruch oder sogar noch jünger sein. Die geschilderte Auffassung CHEVALIER's scheint mir die richtige zu sein, jedoch möchte ich sie noch nach einem Punkte hin ergänzen, um den Gegensatz in der Faltungsrichtung im Ampurdan und am Nordwestrand der Innenkette zu erklären. Die Küste des Eocänmeeres lief im Nordwesten parallel der Innenkette oder, was wahrscheinlicher ist, etwas mehr ostwestlich. Im Gebiet der Guillerias bog sie in Richtung Gerona-Palafrugell dergestalt um, daß das damalige Land im Gebiet des Montseny- und Matagallgebirges weit nach Norden vorsprang. Wurden nun, wie CHEVALIER annimmt, die Pyrenäen und die kata-

1) MARCEL CHEVALIER: Note préliminaire sur la géologie de la Catalogne orientale; Bull. Soc. géol. France, IV. Ser. 14, 1914, pag. 157 ff.

Derselbe: La Tectonica de Catalunya, Ciencia 1928, No. 24.

lonische Masse einander genähert (vgl. Fig. 26), so mußte der nach Norden vorspringende Teil der katalonischen Masse wie ein Keil wirken und die Ablagerungen entlang der jetzigen Innenkette in erzgebirgischer Richtung, die im Osten zwischen Olot, Gerona und Palafrugell in hercynischer Richtung falten.



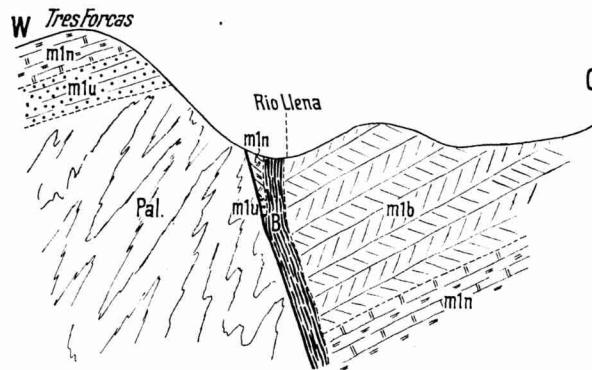
Figur 26.

Die Zusammenhänge der katalonischen Masse mit den Ampurdanketten und der Innenkette.

Ich bespreche zuerst das nördlich des Rio Ter gelegene Gebiet, soweit ich es begangen habe. CHEVALIER unterscheidet hier vier Staffeln, die von Südwest nach Nordost allmählich ansteigen und im Nordosten plötzlich abbrechen. Obwohl mir die CHEVALIER'sche Arbeit während meiner Untersuchungen im Gelände noch nicht bekannt war, kam ich doch zur gleichen Auffassung über die Tektonik des Gebiets. Die erste und höchstgelegene Staffel wird durch die Hochebene von Vich dargestellt. Sie erhebt sich langsam vom Ter bis zur Sierra Magdalena, den Cingles d'Ayat und la Salud. Östlich hiervon liegt ein starker Abbruch, kenntlich gemacht durch das Tal des Brugent.

Die zweite Staffel erstreckt sich östlich hiervon ungefähr vom Tal des Brugent, eines nördlichen Nebenflusses des Ter, zu den Höhen der Sierra del Corp-Finestras-Roca Corva und deckt sich auf der Übersichtskarte mit dem Staffelgebiet zwischen Rio Brugent und dem Tal des Rio Llena bei Ginestar. Die dem Paläozoikum aufgelagerten Bulimusschichten und Nummulitenkalke erheben sich vom Rio Brugent aus allmählich bis zu einer Höhe von 1000 m und brechen entlang des Rio Llena ab, sodaß in der Höhe von Llorca östlich des Tales Tertiär (Bartonien) und westlich desselben Altpaläozoikum ansteht (s. Fig. 27). Wir haben hier ein typisches Verwerfungstal. Mit der Verwerfung steht ein Basalt in Zusammenhang, der jedoch nicht genau auf der Störung sitzt, sondern einige Dekameter von ihr entfernt im Tertiär.

Die tertiären Schichten fallen zuerst mit ca. $40-45^\circ$ vom Paläozoikum fort, jedoch schon nach ca. 30 m mit ungefähr 35° zu ihm hin. Sie bestehen hier vorwiegend aus mergeligen Sandsteinen.



Figur 27.

Profil südlich Llorca zwischen Ginestar und San Gregorio in Höhe der Colls de tres Forcas.

m1b = Bartonien (+ Auversien) nach CHEVALIER.

m1n = Nummulitenkalk.

m1u = Bulimusschichten.

Pal = Altpaläozoikum.

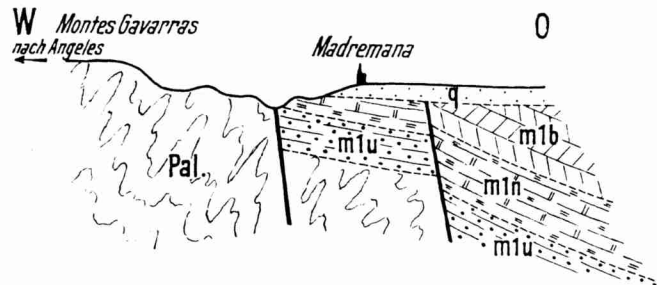
B = Basalt.

Die dritte Staffel schließt sich nach CHEVALIER östlich an das Tal von Ginestar an und dehnt sich bis Bañolas aus. Die ludi-schen Sandsteine, die im Pic von Finestras noch eine Höhe von 1050 m erreichen, brechen an einer Störung plötzlich ab und liegen bei Mieras nur noch durchschnittlich 350 m hoch. In der südöstlichen Verlängerung dieses dritten Staffelabbruches liegt südlich des Ter der Abbruch der Montes Gavarras.

Östlich des eben beschriebenen Abbruches schließt sich dann das Gebiet von CHEVALIER's vierter Staffel an, zu dem im Süden des Ter die Niederung des Ampurdan gehört.

Der Verlauf des Staffelabbruches ist hier nicht mehr so eindeutig, sondern die Verwerfungen überschneiden sich häufig und setzen aneinander ab. Am klarsten ist der Abbruch der Montes Gavarras zur Ebene des Ampurdan südlich des Ter in der Nähe von Madremaña zwischen Eocän (Bulimusschichten, Nummulitenkalk und Bartonien) und sericitischen Schichten des Altpaläozoikums erkennbar. Die Profile 28 und 29 veranschaulichen die dortige Sachlage.

In Fig. 29 sind die Bulimusschichten zwischen den harten Nummulitenkalken und dem Paläozoikum gewissermaßen als Schmier-

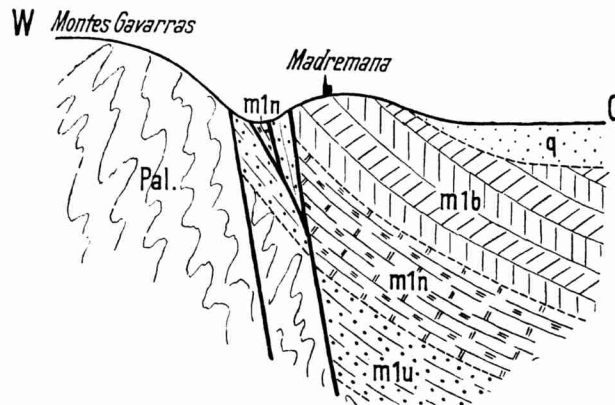


Figur 28.

Profil Madremaña-Angelès.

Signaturenerklärung s. unter Figur 29.

mittel stark verquetscht. Immerhin kann ihre geringe Mächtigkeit schon eine Folge ihres allmählichen Auskeilens in der Nähe des ehemaligen Beckenrandes sein.



Figur 29.

Profil Madremaña-Angelès 250 m südlich von dem Profile der Figur 28.

Erklärung der Symbole zu Figur 28 und 29:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| q = Quartär | m1u = Bulimusschichten. |
| m1b = Bartonien + Auversien. | Pal = Altpaläozoikum. |
| m1n = Nummulitenkalk. | |

Südlich Madremaña und westlich La Bisbal dringt das Tertiär tiefer in das Paläozoikum der Montes Gavarras ein. Im Norden und Westen ist es an Störungen abgesetzt, im Süden dagegen liegt es dem alten Gebirge normal auf. Erst zwischen La Bisbal und Fitor streicht hercynisch die oben beschriebene Störung von Madremaña weiter. Sie klingt in Richtung auf Fitor allmählich aus, indem sich mit entgegengesetztem Streichen Bulimusschichten und Nummulitenkalk auf den Höhenrücken nördlich Tres Turcos,

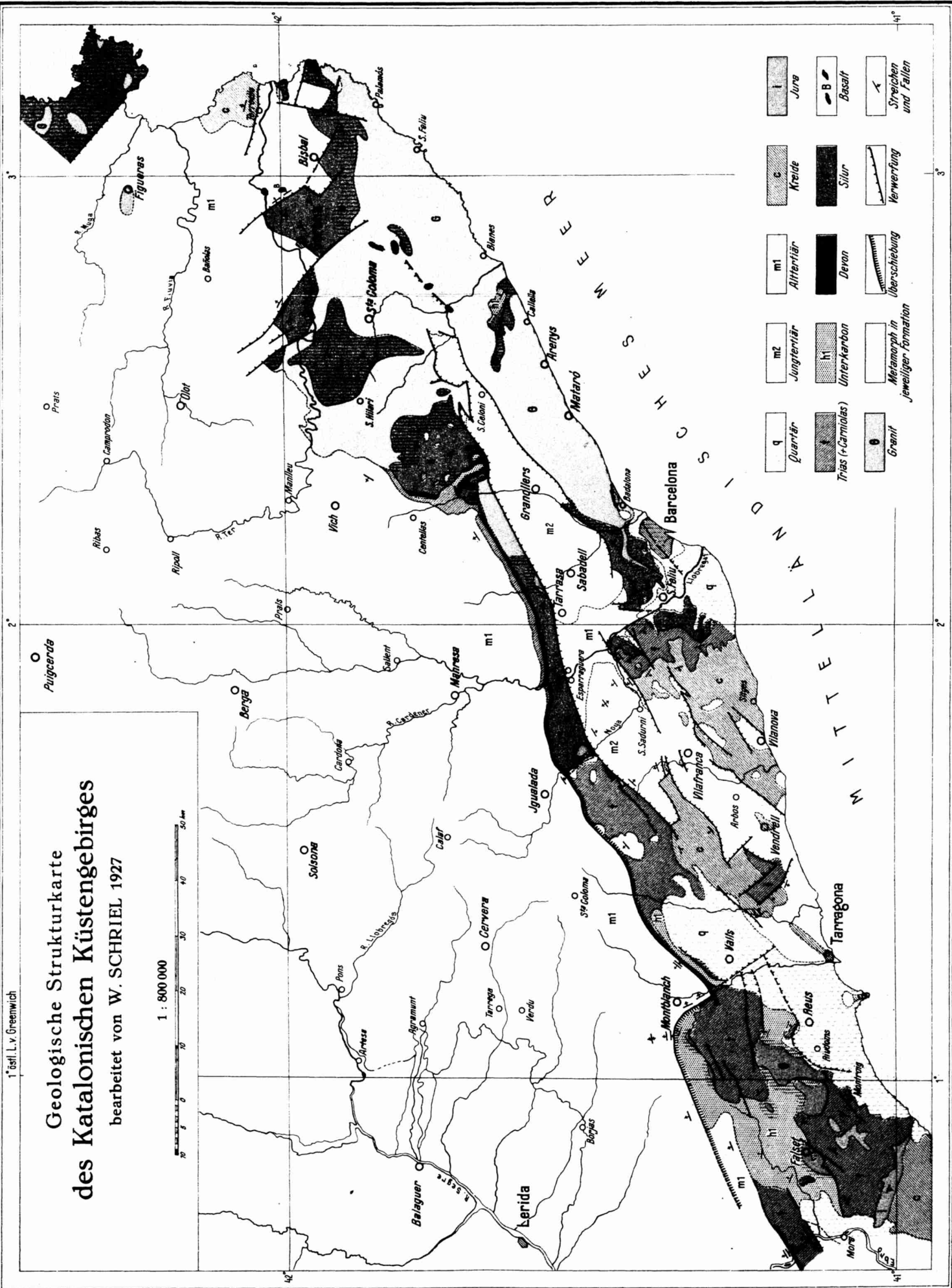
den die Kleinbahn La Bisbal-Palafrugel in Serpentinien überwindet, legen. Der östliche Abfall dieses Höhenrückens nach der Ebene nördlich Palafrugel wird in der Linie Pals-Llafriu durch eine Verwerfung gebildet, an der das Tertiär abgesunken ist, wie sich bei Barceloneta unweit Palafrugel mehrfach beobachten läßt. Auch das nördliche Vorland des Gebirges von Bagur, bestehend aus devonischen Kalken, die auf Glimmerschiefern liegen, ist gegenüber dem Cap Bagur und der Kreide des Gebirges von Santa Catalina abgesunken.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß die von Olot über Bañolas zum Meere verlaufenden Falten des Ampurdan das eigentliche erzgebirgisch streichende Küstengebirge scharf abschneiden. Sie sind ein neues Element im tektonischen Bilde des Katalonischen Küstengebirges und umkränzen den nordöstlichen Teil der hier weit nach Norden vorspringenden katalonischen Masse.

Geologische Strukturkarte des Katalonischen Küstengebirges

bearbeitet von W. SCHRIEL 1927

1 : 800 000



- | | | | | | |
|----|-------------|----|---------------------|---|--------------------------------------|
| q | Quartär | h | Trias (+ Carniolas) | g | Granit |
| m2 | Jungtertiär | h1 | Unter-karbon | | Metamorph in
jeweiliger Formation |
| m1 | Alttertiär | | Devon | | Überschiebung |
| c | Kreide | | Silur | | Verwerfung |
| i | Jura | | Basalt | | Streichen
und Fallen |

**Bilder aus dem
Paläozoikum
Kataloniens.**

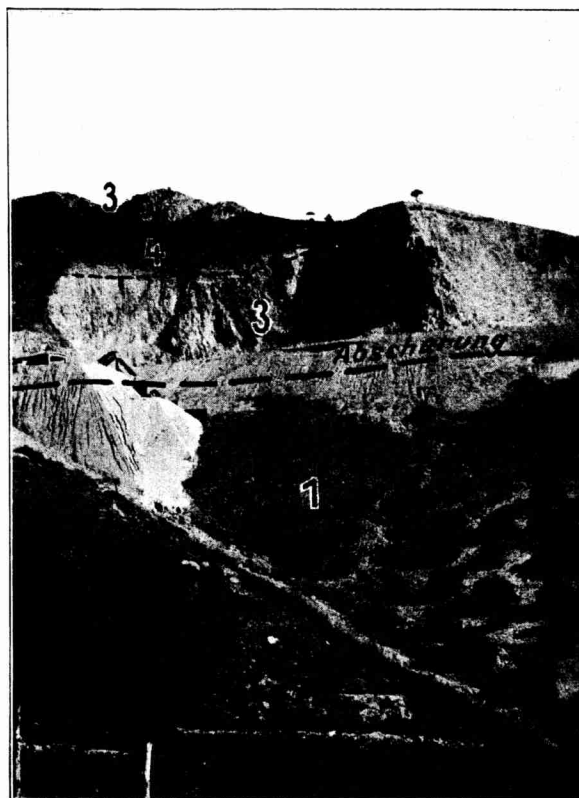


Abb. 1.
Die Devonmulde des
St. Creu d'Olorde.

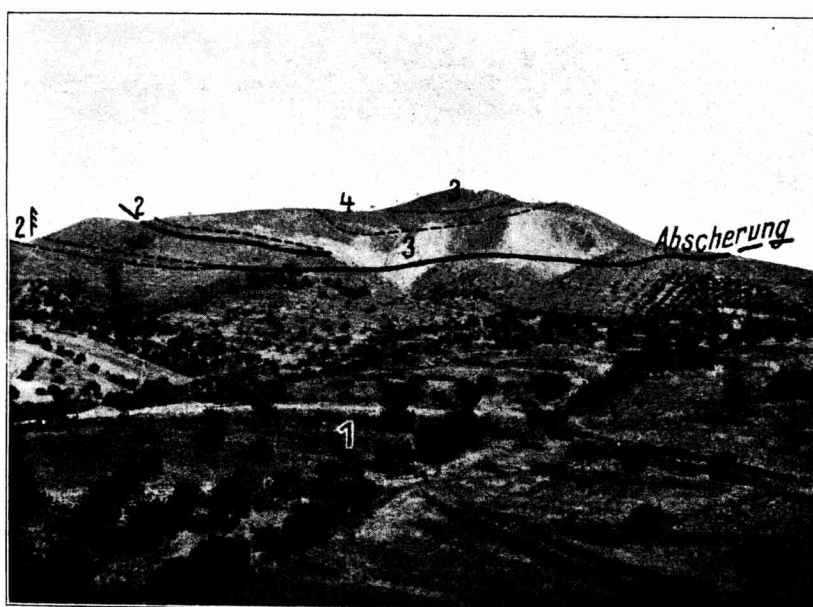


Abb. 2.
Das Massiv des
St. Creu d'Olorde.

Erklärung der Signaturen zu Abb. 1—2.

- | | | |
|-----|-------------|-----------------|
| 4 = | Mitteldevon | |
| 3 = | } Obersilur | { Kalk |
| 2 = | | |
| 1 = | Untersilur. | ≡ Graptolithen. |

**Bilder aus dem
Paläozoikum
Kataloniens.**

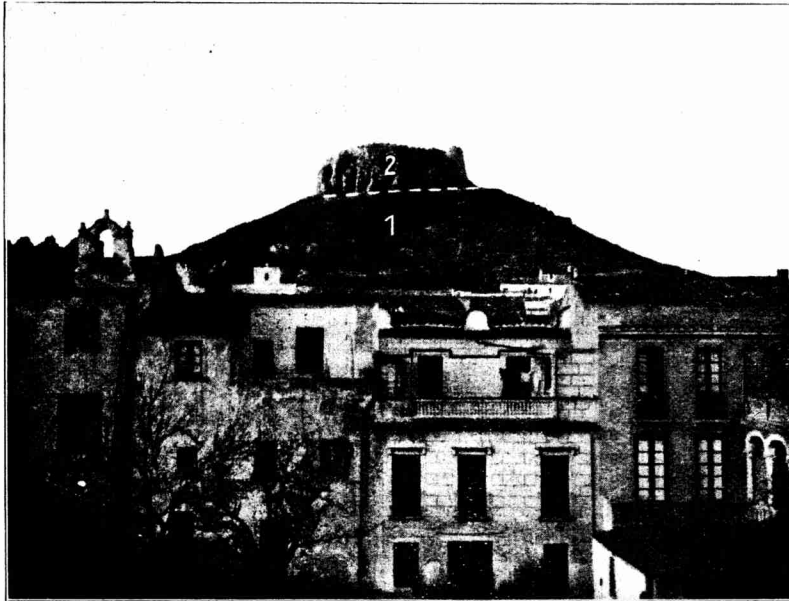


Abb. 3.
Die Citadelle
von Bagur.

2 = Mitteldevon
1 = Obersilur.

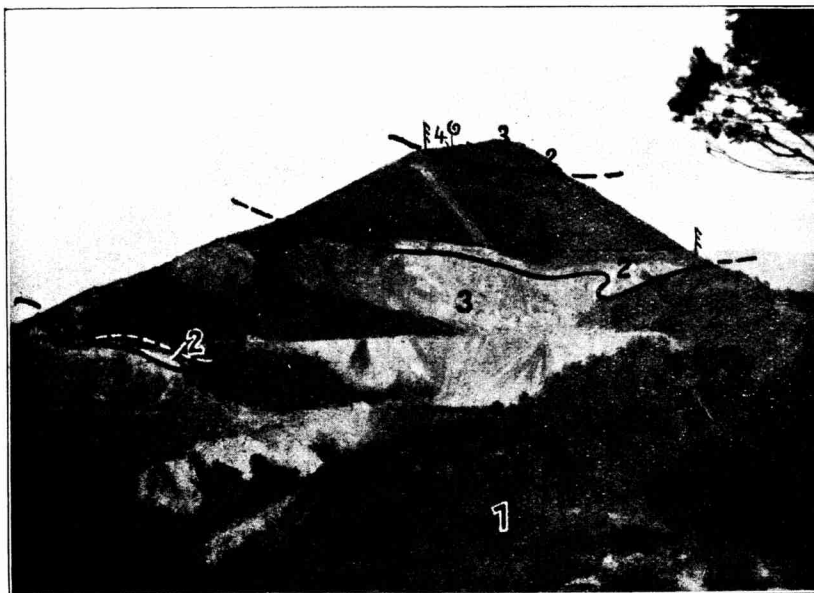


Abb. 4.
Der Montcada
bei Barcelona.

4 = Mitteldevon	⏏ Graptolithen
3 = Obersilurischer Kalk	⊗ Fossilien.
2 = Obersilurischer Schiefer	
1 = Untersilur.	



Bilder aus dem
Paläozoikum
Kataloniens.

Abb. 5.
Blick auf die
Devonmulde beim
C'an Amigonet
(Papiol).

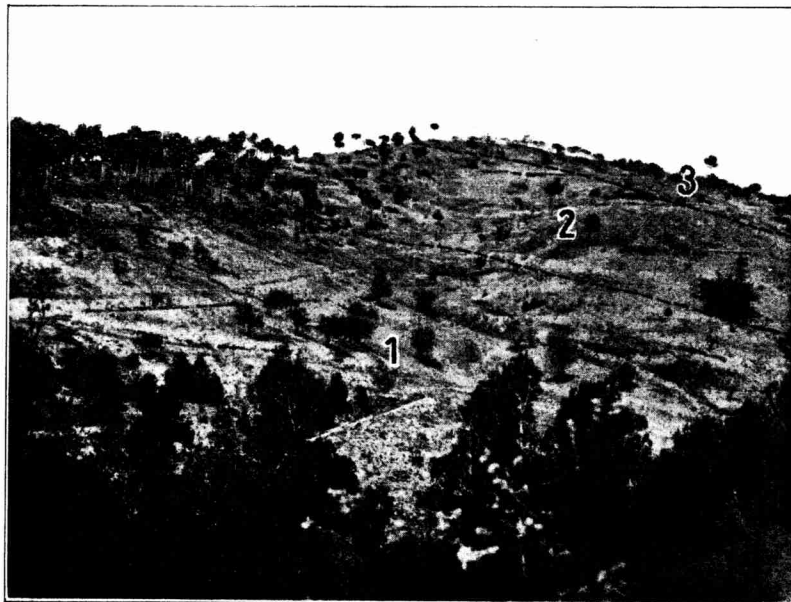


Abb. 6.
Blick auf die
Culmmulde beim
C'an Puig
(Papiol).

- 3 = Phillipsienbank (Kalke und purpurne Schiefer)
- 2 = Culmkieselschiefer
- 1 = Untersilur.



Bilder aus dem
Paläozoikum
Kataloniens.

Abb. 7.
Steilgefaltete
Phillipsienbank
(Kalke und
purpurne Schiefer)
bei Canovés,
Montsenygebirge.

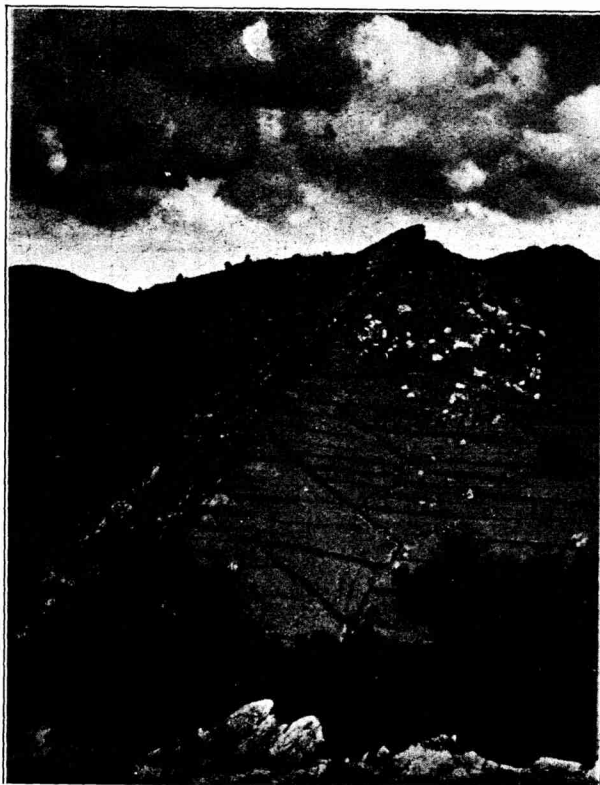


Abb. 8.
Kontakthof
des Granits
bei Vilajuiga
in der
Sierra de Rosas.

**Bilder aus der
Katalonischen
Innenkette.**

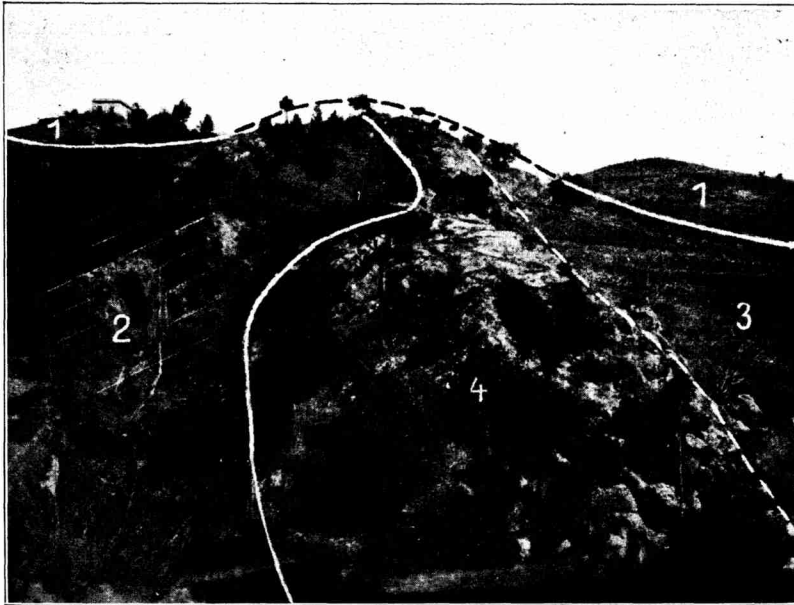


Abb. 9.
Überschiebung des
Granits auf die
Trias bei San Feliu
de Codinas.

- 4 = Muschelkalk
- 3 = Oberer Bunt-
sandstein
- 2 = Unterer Bunt-
sandstein
- 1 = Granit.



Abb. 10.
Abbruch des Ebro-
beckens bei La Puda
am Llobregat.

- 4 = Muschelkalk
- 3 = Oberer Bunt-
sandstein
- 2 = Mittlerer und
Unterer Bunt-
sandstein
- 1 = Untersilur.

**Bilder aus der
Katalonischen
Innenkette.**

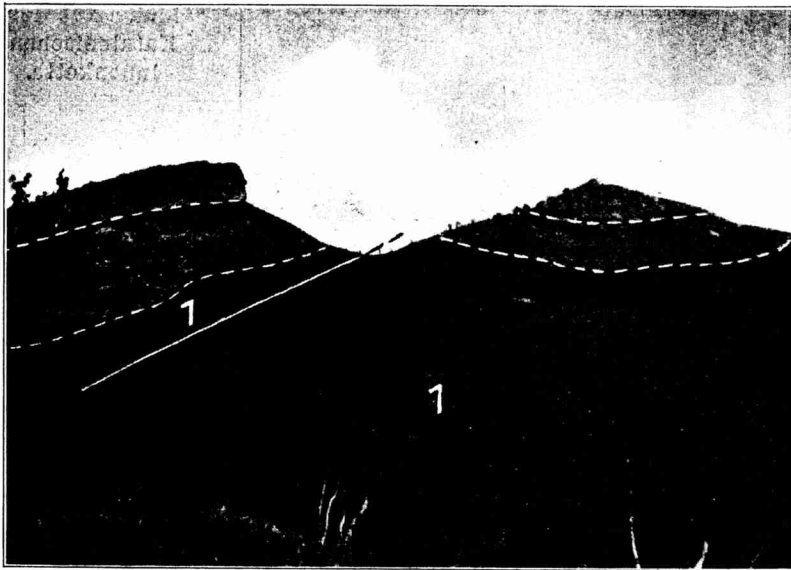
Abb. 11—14.
*Zusammenhängende
Profilserie.*

Die Bilder folgen
einander von Süd-
osten nach Nord-
westen.

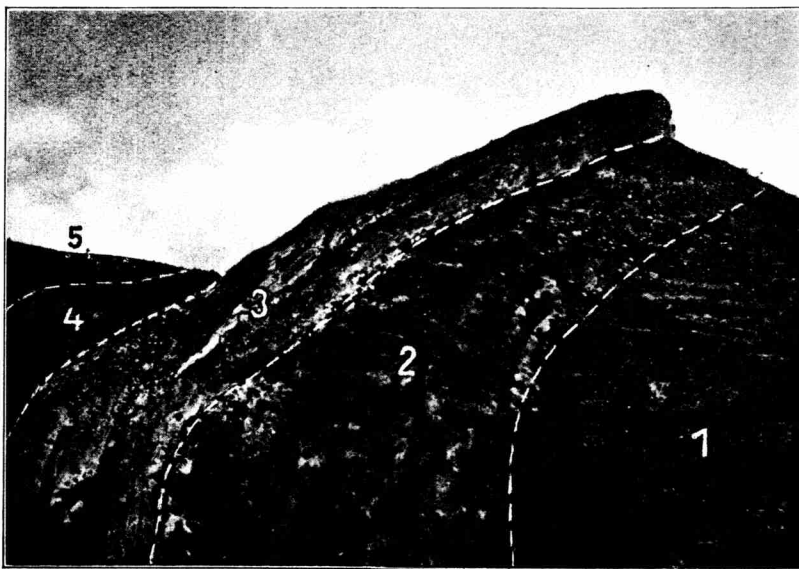
Abb. 11.

Abbruch des Ebro-
beckens zwischen
Prenafetas und
Miramar.

Trias auf altem Ge-
birge, nach N-W. all-
mählich einfallend.



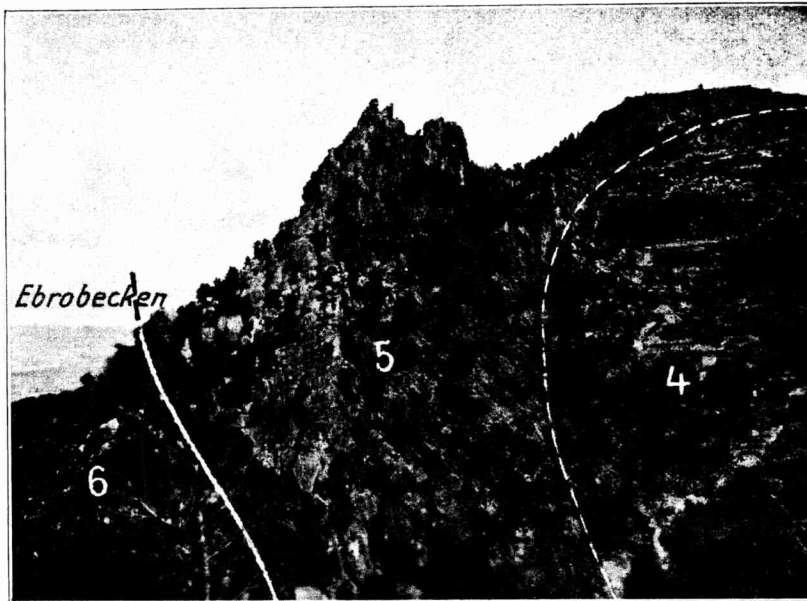
- 3 = Muschelkalk
- 2 = Buntsandstein
- 1 = Unterkarbon.



- 5 = Carniolas
- 4 = Keuper
- 3 = Muschelkalk
- 2 = Buntsandstein
- 1 = Unterkarbon.

Abb. 12.
Abbruch
des Ebrobeckens
zwischen Prenafetas
und Miramar.
Die Triasschichten
fallen bereits steiler,
zuletzt senkrecht
nach N-W. ein.

**Bilder aus der
Katalonischen
Innenkette.**



6 = Ludien
5 = Carniolas
4 = Keuper.

Abb. 13.

*Abbruch des Ebro-
beckens zwischen
Prenafetas und
Miramar.*

Steilstehende
z. T. auch überkippte
Schichten
des Keuper und der
Carniolas sind auf
widersinnig ein-
fallende ludische
Schichten geschoben.



Abb. 14.

*Abbruch des Ebro-
beckens zwischen
Prenafetas und
Miramar.*

Infolge der Über-
schiebung durch die
Innenkette sind die
ludischen Schichten
(6) überkippt.

**Bilder aus der
Katalonischen
Innenkette.**



Abb. 15.
Überschiebung des alten
Gebirges auf ludische
Mergel und Gipse des
Ebrobeckens.

2 = Ludien
1 = Unterkarbon.



Abb. 16.
Überschiebung der
Innenkette auf das
Vorland im Ebro-
tale bei Garcia.

3 = Ludien-Sannoisien
2 = Carniolas
1 = Oberer Keuper.

**Bilder aus der
Katalonischen
Küstenkette.**

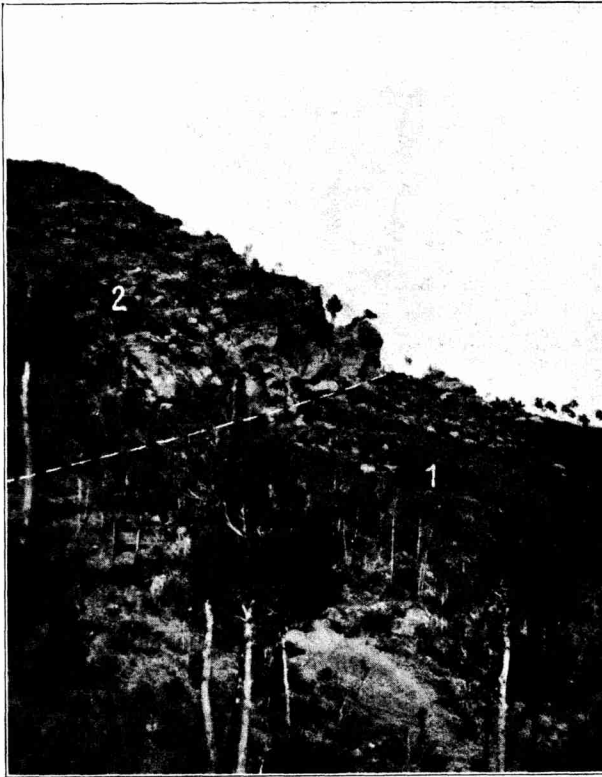


Abb. 17.

Trias-Transgression
am westlichen unteren
Llobregat unweit Gavá.

2 = Trias (Buntsandstein)
1 = Obersilur.

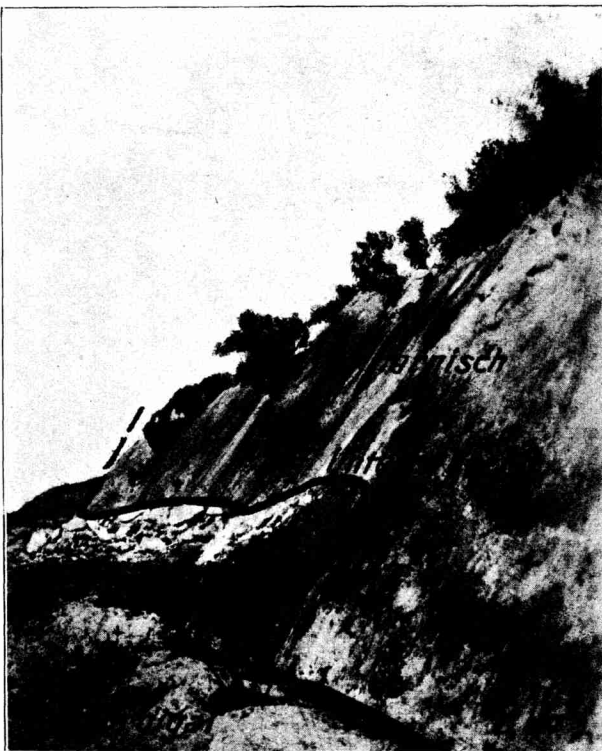


Abb. 18.

Abbruch zum Becken
des Panadés
südlich Vilafranca.

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. 2,50 RM.
- V. Bd. No. 5. **Gerdien, H.**, *Untersuchungen über die atmosphärischen radioaktiven Induktionen.* Mit 4 Tafeln. 4°. (74 S.) 1907. 8,50 RM.
- VI. Bd. No. 1. **Pütter, August**, *Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels.* 4°. (79 S.) 1908. 6 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. 5 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. 23 RM.
- VI. Bd. No. 4. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Zweiter Teil. 4°. (VI, 192 S.) 1909. 21,50 RM.
- VI. Bd. No. 5. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Dritter Teil. 4°. (IV, 83 S.) 1910. 9,50 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. Meyermann, A. Kohlschütter und O. Bircik. Mit 1 Tafel und 2 Figuren. 4°. (115 S.) 1910. 14,50 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. 7 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. 14,50 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. 6 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. 12 RM.
- VIII. Bd. No. 1. **Brendel, Martin**, *Theorie der kleinen Planeten.* Vierter Teil. 4°. (V u. 124 S.) 1911. 14,50 RM.
- VIII. Bd. No. 2. **Take, E.**, *Änderungs- und Umwandlungs-Studien an Heuslerschen ferromagnetisierbaren Aluminium-Manganbronzen insbesondere an Schmiedeproben.* Mit 16 Fig. im Text. 4°. (IV u. 127 S.) 1911. 9,50 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. 3,50 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. 9,50 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. 13 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. 24 RM.
- IX. Bd. No. 2. *Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.* VI. **Angenheister, G.**, *Die luftelektrisch. Beobachtungen am Samoa-Observatorium 1906, 1907, 1908.* Mit 3 Taf. u. 8 in den Text gedruckten Fig. 4°. (III u. 43 S.) 1911. 6 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. 4,50 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.) 1913. 4,50 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. 14,50 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. 3,50 RM.
- X. Bd. No. 1. **Wedekind, R.**, *Monographien der Clymenien des rheinischen Gebirges.* Mit 7 Taf. 4°. (80 S.) 1914. 12 RM.
- X. Bd. No. 2. **Hartmann, J.**, *Tabellen für das Rowlandsche und das internationale Wellenlängensystem.* Mit 1 Tafel. 4°. (78 S.) 1916. 8 RM.
- X. Bd. No. 3. **Schwietering, Fr.**, *Das Reziprozitätsgesetz und die Kristallreflexion.* Mit 16 Fig. i. Text. 4°. (46 S.) 1916. 4,50 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. 4,50 RM.
- X. Bd. No. 5. **Espe, W.**, *Ueber einige bemerkenswerte Mißbildungen.* Mit 2 Taf. u. 15 Fig. i. Text. 4°. (17 S.) 1918. 3,50 RM.
- X. Bd. No. 6. **Hartmann, J.**, *Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus.* Mit 6 Fig. u. 12 Taf. 4°. (56 S.) 1919. 12 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. 7 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. 28 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. 5 RM.
- XIII. Bd. No. 1. **Neugebauer, O.**, *Zur Entstehung des Sexagesimalsystems.* Gr.-8°. (III u. 55 S.) 1927. 6 RM.
- XIII. Bd. No. 2. **Peter, A.**, *Wasserpflanzen und Sumpfgewächse in Deutsch-Ostafrika.* Mit 19 Taf. u. 21 Fig. Gr.-8°. (130 S.) 1928. 20 RM.
- XIII. Bd. No. 3. **Brinkmann, R.**, *Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mittellurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung.* Mit 5 Taf., 56 Textfig. u. 129 Tab. Gr.-8°. (VII u. 249 S.) 1929. 22 RM.
- XIII. Bd. No. 4. **Brinkmann, R.**, *Monographie der Gattung Kosmoceras.* Mit 1 Tafel, 2 Textfiguren u. 28 Tabellen. Gr.-8°. (VII u. 124 S.) 1929. 10 RM.
- XIV. Bd. No. 1. *Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete.* Herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen von H. Stille. No. 2. **Schriell, W.**, *Der geologische Bau des katalonischen Küstengebirges zwischen Ebromündung und Ampurdan.* Mit 11 Tafeln und 29 Textfiguren. Gr.-8°. (IV u. 79 S.) 1929.

Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68