

## Werk

**Titel:** Regionaler Teil

**Jahr:** 1931

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223\\_1931\\_0005|log8](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1931_0005|log8)

## Kontakt/Contact

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

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

## Regionaler Teil.

## Seo de Urgel — Tal des Segre.

Das Blatt L'Hospitalet der geologischen Karte Frankreichs 1 : 80 000 hat im oberen Segretal einen beträchtlichen Anteil spanischen Bodens mit dargestellt, von der Grenzstadt Puigcerda abwärts bis nahe heran an Seo de Urgel. Von dem Granit der andorranischen Grenze im Norden und der Kreide der Sierra del Cadi im Süden ist hier ein Gebiet mit reicher Entwicklung des Paläozoikums eingeschlossen, das für den Anfang der Untersuchungen geeigneter erschien als die weniger detailliert kartierten westlicheren Gebiete. Die noch in der heutigen Morphologie kenntlichen Tertiärbecken von Puigcerda-Bellver (Cerdagna) und von Seo, die von MARCEL CHEVALIER 1909 beschrieben wurden, verdecken zwar Einiges, machen aber auch das Gebiet leicht zugänglich.

## Oberdevon und Kulm bei Isobol.

Der Berg über Isobol, das 4 km östlich Bellver an der Talstraße liegt, besteht zum größten Teil aus oberdevonischen Kalken, die unter einer lückenhaften Verwitterungsdecke allenthalben sichtbar sind (Abb. 2). Vom Orte ansteigend durchschreitet man zuerst Schiefer und Sandsteine, dann das Basalkonglomerat des Kulm. Es folgt ein hellgrauer oder hellrötlicher typischer Clymenienkalk mit Fossilien, in dem kleine Steinbrüche angelegt worden sind; die Mächtigkeit beträgt hier nur 12 m. Der folgende Horizont ist leicht kenntlich an seinen dunkelroten Kalkbänken, die massenhaft kleine Goniatiten der Gattung *Cheiloceras* enthalten.

Geht man hier im Strei-

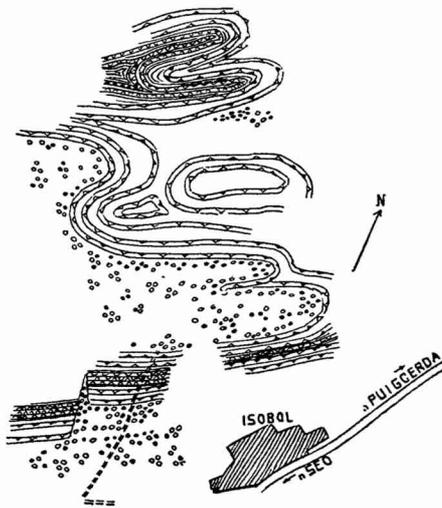


Abb. 2. Verteilung der Oberdevonkalken bei Isobol.

Skizze, ohne Maßstab.

Signaturen: Bögen — Cheiloceraskalk  
Dreiecke — Clymenienkalk  
Kreise — Kulm-Konglomerat.

chen (links aufwärts vom Pfade) ab, so trifft man bald auf einen schmalen Keil von Kulmkonglomerat, hinter dem der Cheiloceraskalk etwas gestaffelt weiterläuft. Offenbar handelt es sich um eine vorkulmische Verwerfungsspalte, die oberflächlich zu einer kleinen Rinne verbreitert war, ehe das Konglomerat zur Ablagerung kam.

Gehen wir in der vorherigen Richtung weiter, so befinden wir uns auf dem nächsten Felde schon wieder im Kulm; wir haben einen Sattel von Oberdevon gequert. Gegen den Berggipfel ansteigend quert man noch mehrere Sättel von Clymenienkalk mit Cheiloceraskalk im Kern. Die Clymenienkalke müssen hier mindestens 50 m Mächtigkeit haben.

Auf der Nordseite des Berges zeigen sich, bei überkippter Lagerung, mehrere deutliche Taschen der Devonoberfläche, in die das Kulmkonglomerat eingreift.

Hatten wir am Gipfel noch die ganze Mächtigkeit des Clymenienkalks, am Südwestfuß nur ein Viertel derselben, so vermuten wir, daß weiter im Südwesten noch mehr vor der Kulmtransgression abgetragen ist. Tatsächlich bringt der nächste Sattel, etwa 1 km sw. Isobol, schon ?Unterdevon und fossilführendes Obersilur neben Kulm, allerdings durch Verwerfungen begrenzt. Wieder kaum 1 km weiter liegt in einer zerfetzten Sattelzone mehrfach Obersilur neben Kulmkonglomerat. Es kann schwerlich Zufall sein, daß hier kein Devon, dort kein Oberdevon und an unserm Ausgangspunkt kein oberster Clymenienkalk vorhanden ist. Offenbar handelt es sich um eine bretonische Diskordanz; es wäre die stärkste, die wir in den Pyrenäen sahen, und es ist sehr bedauerlich, daß eine sichere Feststellung dieser Diskordanz einstweilen nicht möglich war.

Ein Querprofil durch die Kulmmulde von Isobol-Bellver hat MENGEL 1908 S. 115 gegeben. Das Längsprofil der Straße (Abb. 3) zeigt auf der 4 km langen Strecke vier Horste mit vorkulmischen oder tiefkulmischen Gesteinen. Im dritten Graben liegt der bekannte reiche Fundpunkt für *Dictyodora liebeana* W., im vierten Graben, dicht bei Bellver, wird die gefaltete Schichtung der Kulmschiefer von einer fast horizontalen Schieferung gekreuzt.

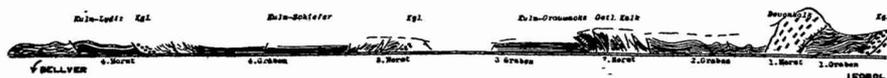


Abb. 3. Längsprofil durch die Kulmmulde von Isobol-Bellver.

Schematisiert, stark verkürzt.

(986)

Die in unserm Profil erkennbare Nord-Süd-Richtung im Ban des Paläozoikums nimmt talabwärts an Bedeutung zu und ist bei Seo die herrschende Streichrichtung. Das wird noch deutlicher, wenn man von der jungen Verbiegung abzusehen versucht, die sich im Einfallen des Paläozoikums unter die Kreide der Sierra del Cadi ausdrückt.

#### Silur bei Seo.

Bei Seo de Urgel kommt das Nord-Süd-Streichen im Paläozoikum wohl am besten zum Ausdruck. Es handelt sich hier um den Ostabfall des großen variscischen Orri-Sattels, der von der Pyrenäenfaltung nicht überwältigt worden ist. Von der Stadt talaufwärts bis zum ersten Granit, oder von km 133 bis km 142 der Straße, ist ein ausgezeichnetes Profil aufgeschlossen (Tafel II Fig. 1). Es beginnt in fossilereen Llandeilo-Schiefern, die oben vereinzelte Quarzitbänken aufnehmen. Einen guten Einblick in diese Serie gewährt der bei km 134,3 abzweigende Weg nach Calviña. Mit gestörtem Kontakt folgt bei 134,5 das Caradoc-Konglomerat, das dann bis 135 noch zweimal im Tal als Aufsattelung erscheint, ohne sich den Abhang hinauf fortzusetzen. Über dem Konglomerat liegen Tuffe und rote Schiefer, dann folgen Schiefer mit Quarzitbänken, die oberhalb km 135 am Abhang die im stratigraphischen Teil (S. 33) aufgeführte Caradoc-Fauna geliefert haben. Bei 135,5 liegt die Fauna des Ashgilliums (S. 34) in einer kleinen Felswand unmittelbar an der Straße; sie ist kleinwüchsig und nicht leicht zu gewinnen, man ist auf kleine, durch Verwitterung entkalkte Partien an Klüften angewiesen. Der bald dahinter schräg aufsteigende neue Fahrweg führt sehr bald wieder in das Caradoc-Konglomerat, die verquetschten Partien von Tuff und Quarzit findet man nur nach einigen Suchen am Abhang. Wir haben es hier mit einem isoklinalen, westwärts übergelegten Sattel mit verquetschtem Liegendschenkel zu tun, und wir erkennen aus diesem Sattel am besten, daß die variscische Faltung hier gegen ein westliches Vorland gerichtet war.

Noch in anderer Beziehung ist dieser Sattel bemerkenswert. Dadurch nämlich, daß er nordwärts breiter wird und sich dem Hauptsattel nähert, haben wir in der Gegend östlich Calviña die Caradoc-Konglomerate dreimal nebeneinander, wodurch sich reichlich Gelegenheit ergibt, die verschiedenen Bestandteile unter den Geröllen im Verwitterungsboden aufzusammeln.

Das Profil geht normal weiter, bis sich bei km 137 einiges durch Spezialfaltung wiederholt. Zur Klärung halfen die Profile

weiter nördlich bei den Feldern La Burna, an der Wasserscheide zur Valira; hier sieht man, daß nur ein Llandovery-Quarzit vorhanden ist, und daß die Schiefer zwischen diesem und dem Ashgillium-Mergel, in denen die Obergrenze des Ordoviziums liegen dürfte, an sich nur geringe Mächtigkeit haben. Im WNW sieht man noch 10 km weit den Llandovery-Quarzit im Gelände.

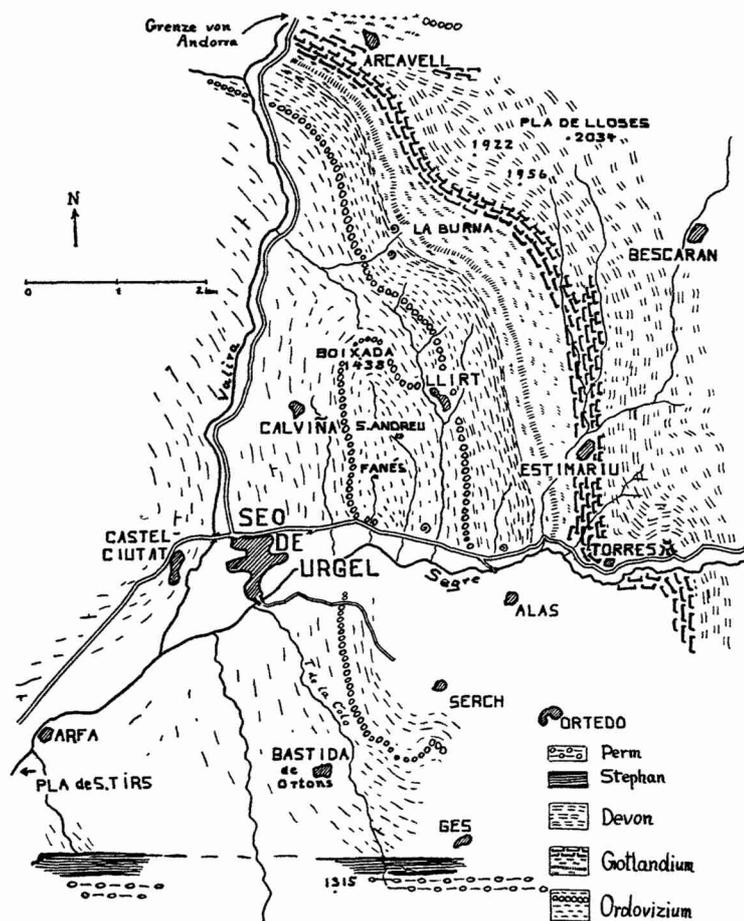


Abb. 4. Kartenskizze der Gegend um Seo.

Bei Estana, 14 km östlich Seo, konnte MENGEL (1914 S. 161) innerhalb dieses Quarzites Schieferlagen mit viel *Rastrites*, in der Nachbarschaft auch Graptolithenschiefer des Tarrannon, Wenlock und Ludlow nachweisen. Im Segretal, gegenüber km 139 der Straße, fanden wir an der Oberkante der Orthocerenkalke eine (988)

Ludlow-Fauna mit zahlreichen Individuen von Orthoceren und Aviculiden.

An der Straße sieht man einen Übergang vom Silur zum Devon und 5 m über den Alaunschiefern gelbliche Kalkknollen, in denen sich eine kleine Gedinne-Fauna mit Phacopiden feststellen ließ.

Die Falten der Devonkalke, die hinter km 141 in den Kontakthof des Granites eintreten, sind nicht leicht zu deuten. In den roten Kalken (und Schiefen auf der anderen Talseite) bei km 140 möchte ich die Andeutung einer Oberdevon-Mulde vermuten.

### Die Südfaltung um Andorra.

In lehrreichem Gegensatz zu dem Gebiet von Seo, das sein variscisches Gepräge im wesentlichen behalten hat, steht das stark in die jüngere Südfaltung einbezogene Paläozoikum von Andorra. Sehr schön sieht man von der Straße aus, wie beide Kontakte des Andorrragranits auf weite Strecken gleichmäßig unter 30—40° nach Norden einfallen, was gegenüber anderslautenden Angaben (CAREZ 06 Taf. 19 Fig. 4) besonders betont werden muß. Ganz deutlich ist also dieser Granit in die Südbewegung mit einbezogen worden.

Ein mehr oder weniger steiles Nordfallen zeigen auch die Sedimente. Von dem „Kulm“ der Karte (Blatt Hospitalet) an der neuen Straßenbrücke von Aixoval (San Antonio) gewann ich den Eindruck, daß es sich um Unterdevon handelt; sicheren Alters ist erst wieder der Graptolithenschiefer von Sta. Julia de Loria. Dicht unterhalb dieses Ortes wird das Tal zum erstenmal, an der Landesgrenze zum zweitenmal durch das Caradoc-Konglomerat gequert. Es folgt dann die Mulde von Arcavell, die im Westen mit der von Llavorsi-Tirvia, im Südosten mit der soeben beschriebenen Devonmulde des Segreprofils zusammenhängt.

In MARCEL CHEVALIER'S Landeskunde von Andorra (1925), in der auch die Gegend von Seo stark berücksichtigt ist, findet man einen „Beweis“ für das Vorhandensein kaledonischer Faltung. Unter Berufung auf LEYMERIE (1881), ohne Berücksichtigung von ROUSSEL (1905), DALLONI (1913) und anderen, werden unsere Caradoc-Konglomerate in die Koblenzstufe versetzt, und sie sollen an sich schon die Existenz der kaledonischen Faltung beweisen. Anstelle der Caradoc-Fauna von La Burna sind 7 vorbehaltlos artlich bestimmte Koblenz-Fossilien angegeben! L. BERTRAND'S Karte von 1908 hat das Caradoc-Konglomerat an der Südgrenze von Andorra als Perm wiedergegeben!

### Das Oberkarbon südlich Seo.

Der an La Bastida de Ortons vorbeifließende Bach quert zwischen Ges und Llerola das Oberkarbon, dessen Basis hier un-

mittelbar am Bachbett aufgeschlossen ist (Abb. 21 S. 75). Folgt man dem südöstlichen Teil des Baches aufwärts, so kommt man hinter einigen Feldern an einen mächtigen Felsriegel, der aus einer sehr groben Tuffbreccie gebildet wird. Wir befinden uns nahe dem Zentrum des oberkarbonischen Vulkanismus, der in der Nähe noch einige effusive und zahlreiche intrusive Lager von Melaphyr gefördert hat. Nach der Karte (Blatt Hospitalet) wären diese Intrusiva beschränkt auf den Raum bis 1 km nördlich vom Austrich des Oberkarbons oder des Perms. Südlich Seo wären einige Vorkommen nachzutragen, die 3 km von dieser Grenze entfernt liegen, und ein Gang, der von Llirt bis zum Pla de Lloses zu verfolgen ist und offenbar in diese Gefolgschaft gehört, ist gar 7 km entfernt.

In dem genannten Bachbett folgen weitere Tuffe, und aus diesen entwickeln sich die roten Sandsteine des Perm ohne scharfe Grenze.

In den Tagesaufschlüssen des Steinkohlenbergwerks Pla de S. Tirs der Fluido Electrico S.A., wo ich von verschiedenen Herren der Verwaltung in zuvorkommendster Weise geführt wurde, ist die Diskordanz unter dem Oberkarbon mehrfach gut zu sehen (S. 74). Das Basalkonglomerat, vorwiegend aus lokalen Komponenten gebildet, enthält vereinzelt schon Melaphyrgerölle. Das Oberkarbon fällt nach Süden ein und ist von kleinen Querverwerfungen durchsetzt, welche man am Flözausgehenden gegenüber den Arbeiterbaracken gut beobachten kann.

### Sort — Tal der Pallaresa.

#### Der Untersilur-Sattel des Mt. Orri.

Das Gebiet des Orri-Berges zwischen Seo und Sort ist ein gewaltiges Gewölbe ordovizischer Schichten, die allseitig zum Jüngerem einfallen. Das oben geschilderte Ostfallen bei Seo und das steilere Einfallen bei Sort sind Züge des variscischen Gebirgsbaues, die Mulde von Tirvia im Norden und die Versenkung des Permstreifens im Süden sind Wirkungen der jüngeren (alpidischen) Faltung.

Im Kern des Orri-Gewölbes sind die ältesten Schichten der spanischen Pyrenäen zu erwarten; einstweilen konnte nur bei Pallerols das Liegende der sehr mächtigen Llandeilo-Schiefer festgestellt werden, enthaltend Quarzite und einzelne Kalkbänke mit einer kümmerlichen Fauna. Immerhin wird man an das ?obere Arenig von Barcelona erinnert (SCHRIEL 1929, S. 18).

In der Quarzitzone 500—1000 m nw. Pallerols wurden 16 Verwerfungen gemessen, von denen zehn ein Streichen von 90—100 zeigen, sechs 30—40 (NO). In der ersten Gruppe sind 6 mit Südfallen, 4 mit Nordfallen; in der zweiten 5 mit Südostfallen, 1 mit Nordwestfallen. Weitere 6 Verwerfungen ließen sich nicht messen. Die erste Gruppe steht offenbar im Zusammenhang mit der Flexur, an der das Paläozoikum südlich Seo und überhaupt weithin am Südrande des Gebirges untertaucht; die zweite Gruppe läßt sich deuten als Quersprünge infolge der Verbiegung dieser Linie im Raume Gramos-Pallerols-Rubio. Diese Verbiegung steht in räumlichem, vielleicht auch ursächlichem Zusammenhang mit dem Anschwellen der vorgelagerten Noguerasdecke zur Hochfläche von Feixa-Castellas.

Der westliche Abfall des Orri-Massivs ist zwischen Sort und Rialp steil; nahe am Flusse stehen Quarzite, die sich vorläufig nicht stratigraphisch bestimmen ließen. So kann man vielleicht verstehen, daß auf den bisherigen Karten, so der von DAL-

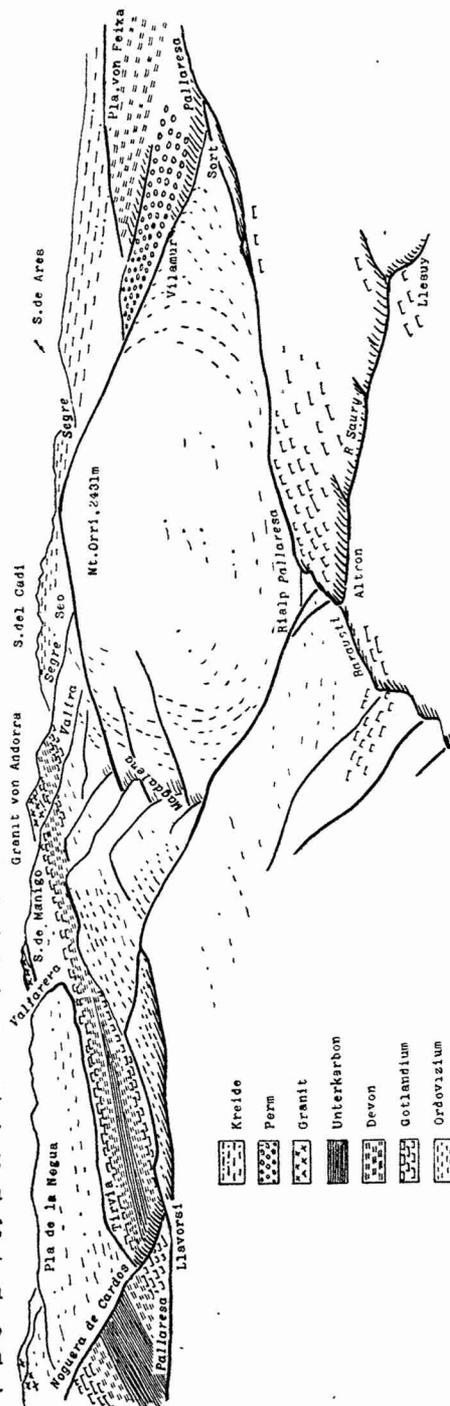


Abb. 5. Blick vom Montseny-Gipfel nach Osten.

LONI (1913), unser Ordovizium verkannt und als Karbon eingezeichnet werden konnte. Geht man aber über die Linie Sort-Rialp hinaus, so findet man beiderseits im Fortstreichen bald die Konglomerate und andere charakteristische Gesteine des Caradoc. Bei Vilamur liegt das Caradoc-Konglomerat diskordant auf dem Llandeilo-Schiefer (pallaresische Faltung, s. S. 67); auf der anderen Seite des Nebentales, bei Puiforniu, fanden sich Spuren der Caradoc-Fauna.

Einen guten Überblick über das Orri-Gebiet und die benachbarten geologischen Einheiten hat man vom Gipfel des 2881 m hohen Montseny (Abb. 5).

#### Das Obersilurgebiet westlich Sort.

Auf DALLON's Karte (1913) reicht vom Obersilur-Gebiet westlich von Sort ein Zipfel südlich einer nordost-südwestlich streichenden

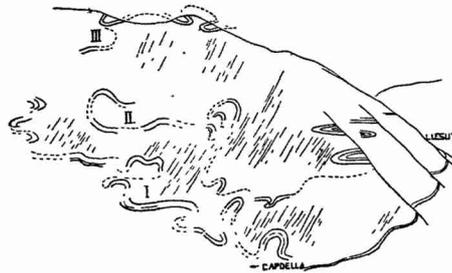


Abb. 6. Spezialfaltung im Gotlandium des Saury-Tals oberhalb Llesuy.

Bei I, II und III derselbe Orthocerenkalk.  
Höhe des Abhangs ca. 100 m.

Devonmulde bis zum Flami-sell, ein anderer nördlich vorbei über Capdella hinaus. Nach unserm Befund streicht die Devonmulde der Coma de Monros NW-SO und trennt den südlichen Zipfel völlig ab; in dem strittigen Gebiet oberhalb des Dorfes Llarvent fanden wir eine Unterdevon-Fauna (S. 41). Im nördlichen Zipfel liegt an der Druckleitung des Elektrizitätswerks Capdella

auf 1450 m Meereshöhe das Caradoc-Konglomerat, sodaß auch hier der Raum des Obersilurs kleiner darzustellen ist.

Es bleibt noch immer ein ansehnliches Gebiet übrig, in dem die scheinbar abnorm großen Mächtigkeiten des Obersilurs (ROUSSEL 1905) durch Schuppungen zu erklären sind (Abb. 6). Die wahre Mächtigkeit beträgt 100 bis höchsten 200 m, und es ist sehr auffällig, daß ein Raum von rund 12 km Länge und 5 km Breite, in den Täler tief eingeschnitten sind, mit Schuppen ausschließlich dieses einen Horizontes erfüllt ist. Ähnlich liegen im Montseny ausschließlich Falten und Schuppen von Devon (mit ein wenig Kulm) übereinander, in den Kontakthof des Maladetta-Granits hineinreichend. Wenn, wie es den Anschein hat, das Montseny-Devon ehemals zur Mulde von Llavorsi-Tirvia gehörte, dürfte

es mit dem Südrand des Maladetta-Granits um etwa 10 km nach Süden überschoben sein. Unter der sich südwärts bewegenden Einheit Granit-Devon dürfte das Obersilur dank der hervorragenden Gleitfähigkeit der Graptolithenschiefer herausgequetscht worden sein. Tektonische Anhäufungen kleineren Ausmaßes zeigt im rheinischen Gebirge oft der ebenfalls besonders gleitfähige Kulm-Kiesel-schiefer. Im Grunde handelt es sich bei dieser Erscheinung, die als „tektonische Aufbereitung“ bekannt ist, darum, daß verschiedene Gesteinsserien verschieden leicht von Stellen größeren Drucks nach Stellen geringeren Drucks ausweichen können.

Einzelheiten der Schuppung zeigt Abb. 6. In dem skizzierten Abhang oberhalb Llesuy liegen drei Schuppen fast horizontal über-

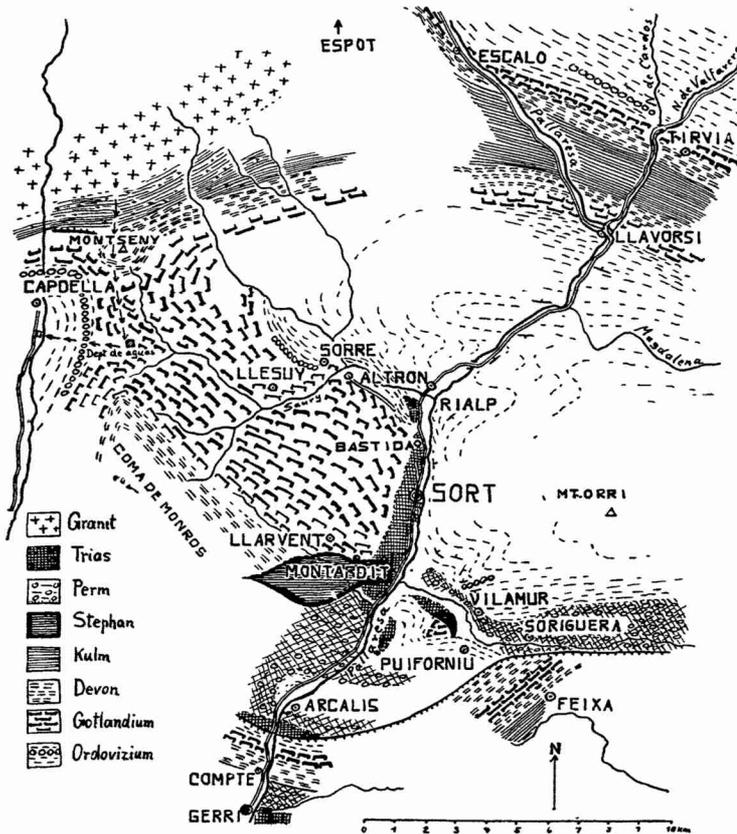


Abb. 7. Kartenskizze der Umgegend von Sort.

einander, und in jeder von ihnen zeigt das Band des Orthocerenkalkes noch intensive Spezialfaltung. Auf einer 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> km langen

Strecke der neuen Straße unterhalb Altron sieht man 17 Auf-sattelungen von Orthocerenkalk. Trotzdem konnten, da sich verschiedentlich hinreichend erhaltene Fossilien fanden (S. 37), auch hier gewisse stratigraphische Fortschritte erzielt werden.

### Die Nogueras-Decke zwischen Feixa und Compte.

Der vorgelagerte Streifen paläozoischer Schichten, der etwas nördlich von Gerri das Pallaresa-Tal quert und noch weit nach Westen und Osten verfolgt werden kann, wurde von DALLONI 1913 als „Nappe des Nogueras“ beschrieben. Gegen die Deckennatur dieses Streifens machten JACOB und CIRY 1927 S. 61 geltend, daß keines der tief einschneidenden Täler etwa am Plateau von Feixa-Castellas das Liegende freilege; doch komme auch ich zu der Ansicht, daß es sich um eine über Trias usw. südbewegte Masse, also eine Decke, handelt. Wenn die Unterfläche stark eintaucht, ist ein Anschneiden durch die Täler nicht zu erwarten. Für die Decken-Natur sprechen

1. die geringere Beanspruchung der Gesteine im Vergleich zu denen um Sort,
2. die Stellung der überkippten Mulde bei km 99 oberhalb Compte,
3. die südwärts eintauchende Überschiebung unmittelbar darüber,
4. die Verruschelungen unter der vermuteten Überschiebung, so bei km 100,4 in der Trias und bei Puiforniu in Silur, Karbon und Trias.

Bei Puiforniu handelt es sich nach meiner Ansicht um einen kleinen Zipfel paläozoischer Schichten, der nicht zur Decke, sondern zum Liegenden der Decke und der Perm-Triasmulde von Vilamur gehört. An dem vom Dorfe talabwärts führenden Wege trifft man unter dem Devon der Decke zunächst Caradoc, das offenbar mit demjenigen der anderen Talseite bei Vilamur zusammengehört, dann etwas Obersilur, Ophit, Karbon-Grauwacke, Triaskalk, wieder Silur usw., alles stark verruschelt und steil nach Osten einfallend.

Das Pallaresa-Profil bei Compte ist in Abb. 8 wiedergegeben. Wir beginnen die Beschreibung im Süden, stets beide Talseiten zugleich besprechend.

Nahe am letzten Hause von Compte liegen an der Straße raue Schiefer, vermutlich dem Unterdevon angehörend, auf die noch zurückzukommen sein wird. Durch eine flache Störung getrennt, liegen darüber Clymenienkalke; sie bilden an beiden Ufern

den Südflügel einer Kofferfalte, aber nur am rechten Ufer nehmen sie einen größeren Raum ein. Das ist zum Teil durch Spezialfaltung bedingt, zum Teil auch durch flach südwärts ansteigende Störungen; die oberste von diesen, oberhalb der Hochspannungs-

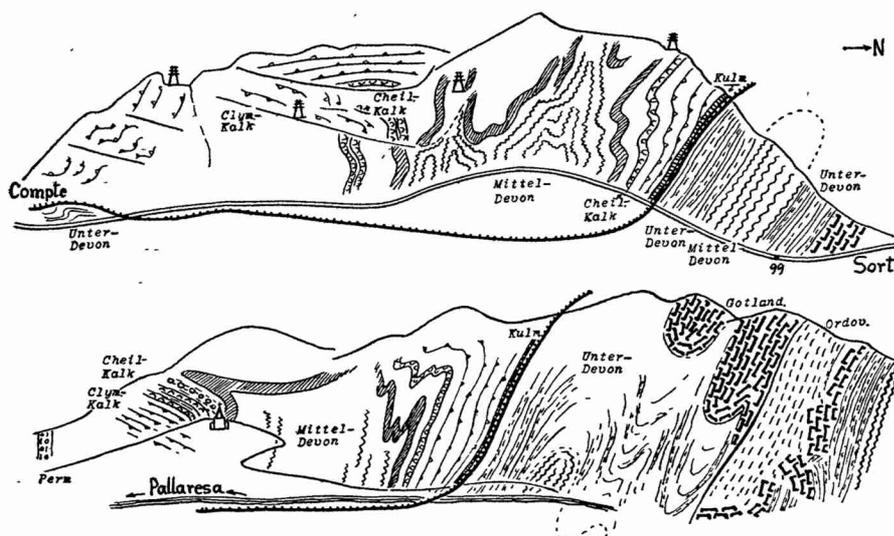


Abb. 8. Der Pallaresa-Einschnitt bei Compte oberhalb Gerri. Oben die rechte (westliche), unten die linke (östliche) Talseite, zur Erleichterung des Vergleichs spiegelbildlich gezeichnet. Ohne Maßstab. Die Hochspannungsmasten sind mit eingezeichnet.

masten gelegen, beginnt südfallend und biegt erst später zu schwachem Ansteigen um. Das legt die Deutung nahe, daß über ihr Südbewegung stattgefunden hat. Am linken Ufer erreicht der Cheiloceraskalk ebenso wie der Clymenienkalk etwa 50 m Mächtigkeit; er enthält unterhalb der roten Goniatitenkalke hier auch ein Kalkkonglomerat. Die Manticoceraskalke, am linken Ufer bei der Klosterkirche ausstreichend, bieten wenig Charakteristisches. Das Mitteldevon, auf beiden Ufern den in sich noch gefalteten Sattelkern bildend, ist faziell den oberdevonischen Cephalopodenkalken ähnlich und hat in der Nachbarschaft auch Goniatiten geliefert (DALLONI 1913 S. 246). Seine Kalkbänke sind meistens dünn, rötlich, und in dunkler rote, ein wenig violette Schiefer eingebettet. Die Clymenienkalke des Nordflügels beginnen am linken Ufer an der tiefsten Stelle des Weges, wo dieser gegen den Fluß untermauert ist; hier fand ich eine *Platyclymenia annulata* MSTR. Mit einem schmalen Band Kulm-Kieselschiefer schließt der Sattel an beiden Ufern ab.

Die deutliche Bewegungsfläche, die den Kieselschiefer von nachfolgendem Unterdevon trennt, dürfte — ebenso wie die geringere oben am Berge — in der Tiefe flacher werden und dann wieder sanft ansteigen; mit anderen Worten: sie dürfte mit der flach ansteigenden Störung über dem Unterdevon am Ausgang von Compte zusammenhängen. Sie trennt eine obere, etwas mehr südwärts bewegte Teildecke von der Noguerasdecke ab.

Die liegende Einheit enthält an der Straße Unterdevon, Mitteldevon und dann bei km 99 wieder Unterdevon, schließlich Orthocerenkalk. Dann macht die Straße eine Kurve, sodaß man vorübergehend wieder in die Clymenienkalke der höheren Teildecke kommt. Nun ist aber unser Profilstück um km 99 nicht eine normale Mulde, wie man zunächst annehmen möchte. Auf der linken Talseite ist nämlich das Mitteldevon fast völlig untergetaucht, das Unterdevon nimmt den größten Teil des Abhangs ein, und über ihm erscheinen mehrere Falten von Orthocerenkalk, danach auch ordovizische Schiefer. Man könnte sich vorstellen, daß hier liegende Falten im Verlauf weiterer abwärts gerichteter Süd-bewegung soweit gedreht worden sind, daß unsere Mulde jetzt steil abwärts zeigt, die Muldenachse also überkippt liegt.

Die Falten des Paläozoikums, die an der Straße bis km 100 noch folgen, sind weniger klar aufgeschlossen. Soviel ich sehen konnte, handelt es sich um einen weniger steil übergedrehten zweigipfeligen Sattel, mit Schichten vom Ordovizium bis zum Mitteldevon (von dem am Kilometerstein 100 gerade noch ein wenig zu sehen ist). Dann folgt bei km 100,4 stark zerrüttete Trias mit Gipsresten, in der ich die Unterlage des Nogueras-Deckenschubes sehe, also die Fortsetzung der nahen Zerrüttungszone von Pui-forniu.

Auf die interessanten Profile der Hochfläche von Feixa wird im stratigraphischen und im tektonischen Teil noch einzugehen sein. Hier genüge der Hinweis, daß drei Phasen der bretonischen Faltung sich in Konglomeraten widerspiegeln, von denen die älteste, die hier leridische Phase genannt wird, auch durch eine Winkeldiskordanz kenntlich ist.

#### **Karbon, Perm und Trias des Pallaresa-Tales.**

Südwestlich von Sort, bei Montardit de Dalt, transgrediert Oberkarbon mit wohlentwickeltem, teilweise kalkigem Basalkonglomerat auf Orthocerenkalk. Die asturische Diskordanz ist also hier schon geringer als bei Seo, wo Ordovizium die Unterlage

bildet. Im Hangenden der Konglomerate liegen Eruptiva, die als Orthophyre bezeichnet werden.

Die nachfolgenden Serien gelten als Permotrias und Keuper; sie sind im Pallaresa-Tal nicht besonders günstig aufgeschlossen.

Den einzigen stratigraphischen Fixpunkt bieten die auch von DALLONI 1913 S. 249 erwähnten schwarzen Schiefer mit der Rotliegend-Flora. Der Fundpunkt liegt zwischen Gerri und Sort bei km 101 der Straße, gegenüber dem Dorfe Arcalis. Die Schiefer bilden hier den Sattelkern; es folgt ein starkes Konglomerat, dann roter Sandstein, zuletzt der erwähnte zerrüttete Keuper bei km 100,4. Alles scheint durch Übergänge verbunden zu sein, scharfe Grenzen konnte ich in diesem Profil nicht finden. Man könnte dementsprechend den gipsführenden Keuper für Zechstein halten, was aber aus regionalen Gründen nicht zulässig ist.

Nahe unterhalb Sort sieht man in guten Aufschlüssen die Gipse, teilweise rauchwackenartig zersetzt. Sie schließen große schwarze Kalklinsen ein. Hier bei Sort wie auch talaufwärts bei Rialp fehlt die vorhin beschriebene ältere Serie; wahrscheinlich griff der Ablagerungsraum des Keupers über den des Rotliegenden hinaus.

Das Vorkommen von Rialp wurde von DALLONI (1913) mit dem von Sort verbunden, von JACOB u. Gen. (1927 S. 67) als Fenster unter dem Paläozoikum angesprochen. An der alten Kirche über Rialp handelt es sich m. E. um sekundäre oberflächliche Rötung ordovizischer Schiefer. Südlich der Ortschaft liegen zwischen den roten Schiefen und Sandsteinen und dem Ordovizium schwarze Kalke oder Schiefer, die ich für ein älteres Glied der Trias halte. Die Grenze gegen das Ordovizium fällt, soweit ersichtlich, mehr oder weniger steil nach Westen ein, Mylonit wurde nicht beobachtet. Es erscheint deshalb auch möglich, das Triasvorkommen von Rialp als eine teilweise überkippte Mulde aufzufassen.

#### Faltenbau an der oberen Pallaresa und an der oberen Garonne.

Der Gegensatz zwischen Seo und Andorra wiederholt sich zwischen Sort und Llavorsi-Esterri. Bei Llavorsi erreichen wir die Mulde von Tirvia, die von Arcavell an der andorranischen Grenze herkommt und bei Espot unter dem Maladetta-Granit verschwindet. Trotz ihrer Ausdehnung von mehr als 40 km ist sie noch auf keiner Karte dargestellt worden. Nur eine Notiz über das Vorkommen von Graptolithen bei Espot und Escalo (Pallaresa) gab ROUSSEL (1905 S. 22). Ein Querschnitt durch diese Mulde ist

an der neuen, von Llavorsi ausgehenden Valfarera-Straße gut aufgeschlossen. Ihre Flügel fallen isoklinal mit 50—70° nach NNO, sie gehört also deutlich dem südbewegten Teil der Zentralzone an. Ihre Gesteine sind durchweg stark gepreßt, die Kulmschiefer des Muldenkerns sind zudem von zahlreichen Quarzgängen mit verschiedener Mineralführung durchzogen.

Im Südflügel bei Llavorsi fehlt anscheinend das Caradoc-Konglomerat infolge einer Störung, während der Nordflügel ganz regelmäßig gebaut ist. Er zeigt an der Noguera de Cardós dicht über ihrer Mündung das Caradoc-Konglomerat und den darüberliegenden Tuff. Die kalkigen Schiefer des Ashgillium sind im anderen Tal bei km 5,3 der Straße aufgeschlossen; sie lieferten nur unkenntliche Fossilreste. Die Schichtenfolge der Mulde ist durchaus normal, nur ein Tuff im höheren Oberdevon ist sonst noch nicht bekannt geworden.

Oberhalb Escalo quert das Pallaresatal wieder einen Sattel aus Ordovizium, bei Esterri liegt eine neue Mulde, welche steiler steht, mehr gequetscht und weniger vollständig ist als die von Llavorsi-Tirvia. Nahe bei Esterri-Unarre, am Wege nach Escalarre, fand sich das Caradoc-Konglomerat des Nordflügels, dem wir im Fortstreichen wieder am Bonaigua-Paß begegneten, oberhalb der Kapelle Na. Sa. de las Aras.

Auf der Paßhöhe selbst liegt Silurquarzit; nordwärts folgt Kulm als Muldenkern und dann Devonkalk, dessen Verbiegungen sich gut im Gelände verfolgen lassen. Der Ausblick von der Devonkalkhöhe (2100 m) zeigt im Norden mehrere Devonmulden, die sich nach Osten herausheben. Der große Quersattel, der sich damit andeutet, ist wohl eine nördliche Fortsetzung des Orri-Sattels und wie dieser variscischen Alters. Es ist vom Paß nordwärts nicht mehr weit zur französischen Grenze und von da bis zu den variscischen Diskordanz bei Sentein, in denen ich etwa das nordwestliche Ende unseres variscischen Gebirges sehen möchte.

In der Gegend von Viella fällt die geringe Mächtigkeit der Llandeiloschiefer auf; die bei Vilach aufgeschlossenen liegenden Quarzite und das Kartenbild sind in diesem halbmetamorphen Gebiet wohl überhaupt noch etwas unsicher.

Südlich Viella sind durch die neue Straße zum Negre-Kraftwerk gute Aufschlüsse geschaffen worden (Abb. 9). Die unterste Schleife dieser Straße wird von einem Bänderkalk (Orthocerenkalk?) gekreuzt. Südwärts folgt eine Zone blau-schwarzer Schiefer (? Wenlock + Tarrannon), in der zweiten Schleife eine Zone mit Quarziten (? Llandoverly), dann als Sattelkern eine Zone mit un-

reinen Kalkbänkchen (? Ashgillium + Caradoc), wie die vorigen rund 100 m mächtig.

Weiter oberhalb wiederholt sich die Zone mit Quarziten, dann, gestört und schlecht aufgeschlossen (in der Gegend des Straßentunnels), Schiefer und Orthocerenkalk. 920 m oberhalb dieses Tunnels, am Einschnitt eines Nebenbachs, sind einige Bänke voll von Brachiopoden. Trotz stärkster Verdrückung war diese Fauna noch teilweise bestimmbar, wobei sich Oberkoblenz-Alter als wahrscheinlich ergab. Dieser Fund ist bemerkenswert, weil sonst im oberen Garonnetal Fossilien nicht erhalten zu sein scheinen.

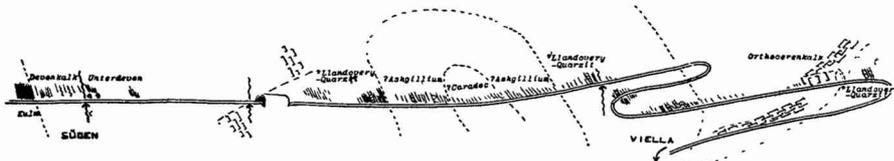


Abb. 9. Profil an der Negrestraße südlich Viella. Ohne Maßstab.

In den folgenden 100 m werden die Kalke kompakter und erreichen ungefähr das Aussehen des Oberdevons. An der Basis der Kulmschiefer sind noch zwei Kalkbänke eingeschaltet, sodaß wie auf dem Montseny ein gewisser Übergang vom Oberdevon her vorhanden sein dürfte.

Am Port de Viella sahen wir die dem Kulmschiefer normal aufliegenden Grauwacken der ?westfälischen Stufe in deutlichem Granitkontakt, von kleinen Granitgängen durchschwärmt. Es sind dieselben Grauwacken, die 10 km westlich, am Plan des Etangs, die in der Literatur mehrfach genannten, etwas unsicheren Pflanzenfossilien geliefert haben. Auch wir haben auf dem Wege nach Benasque diese Stelle besucht, aber nichts Brauchbares gefunden. Am Port de Viella zeigen Kontakt und Grauwacken steiles Nordfallen; das vorherrschende Südfallen, aus dem DALLONI (1910 S. 386) eine Nordbewegung erschließt, scheint sich erst weiter im Westen einzustellen.

### Benasque, Tal der Esera.

Grundlegende Mitteilungen über die Gegend von Benasque verdanken wir DALLONI (1910), vordem ist dieses interessante Gebiet geologisch nahezu unbekannt gewesen. Uns zeigte das Talprofil nicht die von DALLONI gezeichneten (1910, Profiltafel III) steilen Sättel und Mulden, sondern in der Hauptsache einen großen liegenden Sattel, dessen Stirn um 5—10 km nach Süden übergelegt

ist (Taf. II, Fig. 2). Bei Eristé hat die Erosion seine Liegendseite freigelegt, hier stellten wir ein dem Paläozoikum fremdes, wahrscheinlich der Kreide angehöriges Gestein in einem ? Fenster fest, 6 km vom südpirenäischen Kreiderand entfernt. Der liegende Sattel war auch in den Bergen südöstlich Benasque, am Galliro und Basibé, zu beobachten (Abb. 13).

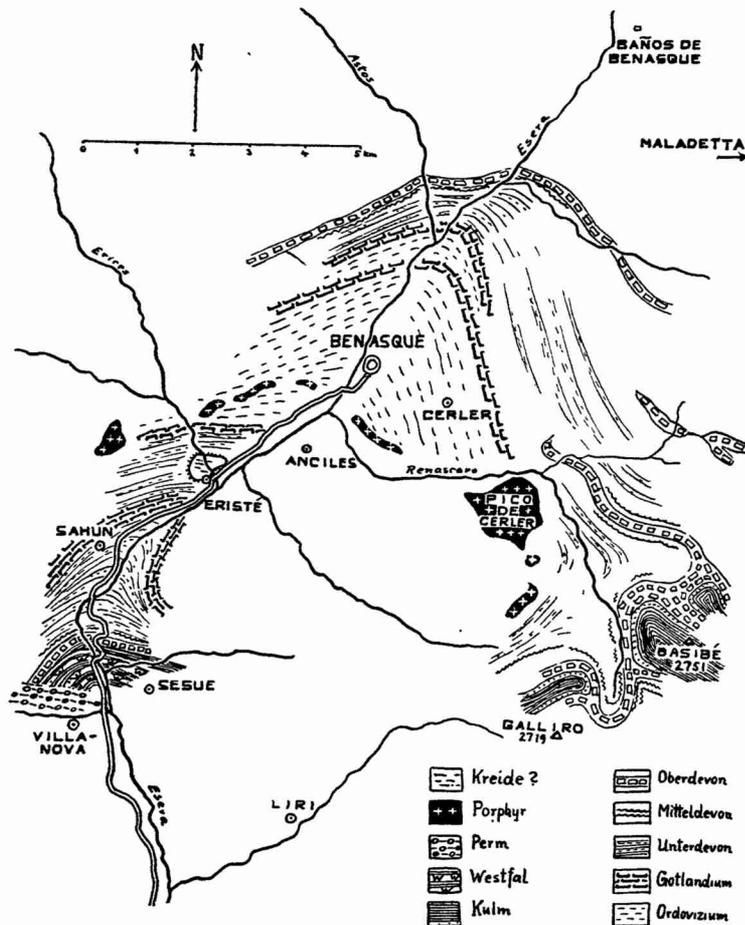


Abb. 10. Kartenskizze der Umgebung von Benasque.

Benasque liegt auf ordovizischen Schiefen im Kern des großen Sattels, wie DALLONI's Karte richtig angibt. Die Eserabridge 3 km oberhalb des Ortes liegt in Gotlandium, das in der Nähe Graptolithen und Orthoceren führt (DALLONI 1910 S. 390). Weiterhin folgt Unterdevon. — Für diesen Abschnitt ist nur hinzuzufügen, daß die scheinbare große Mächtigkeit des Gotlandiums nur (1000)

durch Faltung und Schuppung zustandekommt; nach unseren Beobachtungen haben wir auf einer Strecke von 2 km eine achtfache Wiederholung derselben Schichten. Im Ordovizium sieht man 1 $\frac{1}{2}$  km oberhalb Benasque inmitten der Talaue eine kleine Felsgruppe mit intensiver Spezialfaltung (Abb. 11); es handelt sich um Tonflaserkalk des Ashgilliums, durch Chloritisierung etwas grünlich gefärbt, der mit dem gleichaltrigen Kalkphyllit der Karnischen Alpen (FRECH 1894 S. 202, SCHMIDT 1930 S. 3) übereinstimmt. Das Caradoc-Konglomerat liegt in dem ersten Felsriegel, der unterhalb Benasque an die Straße herantritt.

Wesentliche Änderungen ergaben sich unterhalb Benasque. Etwa halbwegs Eristé sieht man obersilurischen Orthocerenkalk als stark reduzierten Liegend-schenkel des großen Sattels; er quert das Seitental und ist, flach oder mit Spezialfalten, auf dem



Abb. 11. Spezialfaltung im jungordovizischem Kalkphyllit. 1 $\frac{1}{2}$  km nördlich Benasque.

Berge westlich Eristé zu sehen. Den Gipfel bildet hier ein Porphyry, der durch eine Reihe gangähnlicher Vorkommen im Satteln mit dem größeren Massiv des Pico de Cerler zusammenhängt. Um Eristé liegt dann eine Unterdevon-Mulde, deren Quarzitbänke sich am Abhang westlich des Dorfes gut herausheben.

Dicht über Eristé im Seitental liegen die ganz fremdartigen Gesteine, die ich nur als ein unter unserm Sattel auftauchendes Fenster von autochthonem Mesozoikum erklären kann:

Wo der nordwärts ansteigende Weg die Wiesen verläßt, ist eine ungeschichtete Kalkbreccie mit Marmorbrocken aufgeschlossen; in ihren hangendsten Partien enthält sie auch Schieferbrocken, und über ihr liegt ganz flach der Unterdevonschiefer.

Die größeren Aufschlüsse des Bachbettes, oberhalb der Sägemühle, zeigen zunächst auch die Kalkbreccie mit Marmorbrocken, daneben dann eine geschichtete Serie, etwa 5 m hoch aufgeschlossen und nur vom Bach aus zugänglich. Es sind grünliche, sehr feinkörnige und sehr schlecht gebankte Kalksandsteine, von weitem wie Mergel aussehend; über ihnen liegt eine festere Kalkbank. Das genauere Alter wird erst nach Prüfung der benachbarten Kreidprofile festzustellen sein; in erster Linie ist an Gault zu denken (Grès vert der Haute Garonne, DALLONI 1910 S. 214).

Flache Lagerung der unten liegenden jüngeren Serie, Mylonit und flache Überlagerung durch Älteres, alles spricht für Überschiebung. Der Umstand, daß die hangende Serie sich südlich der

Aufschlüsse gleich wieder zusammenschließt, spricht für eine Decke, unter der hier ein tektonisches Fenster erscheint.

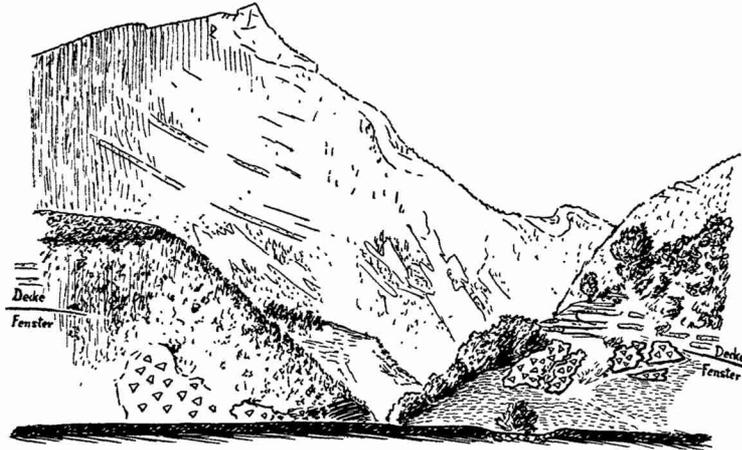


Abb. 12. Das Fenster von Eristé. Blick nach Westen.  
(Nach Photographie.)

Die „Decke von Sahun“, von der hier zu reden wäre, dürfte im Westen mit der großen Überschiebung im Cinqueta-Tal zusammengehören und im Osten mit unseren liegenden Falten des Galliro. (Abb. 13.) Ihre Herkunft ist nicht weit nördlich des Fensters zu suchen, weil schon bei Benasque ein Übergang zu steilem Einfallen in dem großen Sattel stattfindet. Ihre Reichweite nach Süden ist einstweilen nicht bekannt, es wird vorläufig angenommen (Taf. II, Fig. 2), daß bei Villanova das Perm der Decke mit autochthonem Perm zusammenstößt. Einen Anhalt dafür möchte ich darin sehen, daß JACOB und CIRY (1927, Profil 13) für den 10 km streichend entfernten Galliro-Abhang ebenfalls ein überschobenes und ein autochthones Perm nebeneinander zeichnen.

Unterhalb Eristé zeigt das Talprofil von km 92 bis km 93 Orthocerenkalk, schwach nach Norden einfallend. Er bildet allem Anschein nach den Kern eines liegenden Sattels in der Decke von Sahun, denn unter ihm liegt auf große Erstreckung wieder Unterdevon. Eine Fauna an der Straßenbrücke bei km 89,4 sichert die stratigraphische Deutung.

Weiterhin folgen, immer noch überkippt, Mitteldevon, Oberdevon, Kulm und Oberkarbon.

Zwischen Kulm und Oberkarbon fanden wir am Esera-Ufer eine Winkeldiskordanz von  $20^{\circ}$ ; da es sich um den Oberkarbon-  
(1002)

streifen mit der Flora von Aguiro handelt, dürfte diese Diskordanz der sudetischen Faltung zuzurechnen sein.

Zwischen Westfal-Grauwacken und Perm-Konglomeraten fehlen die Aufschlüsse. Wie nach unserm Besuch Herr P. Misch feststellte, liegt auf der westlich benachbarten Anhöhe das Permkonglomerat mit echter Diskordanz auf überkipptem Oberdevon. Die Zusammenhänge wird Herr Misch weiter untersuchen. Vorerst glaube ich nicht, daß dieser einzelne Fall einer vorpermischen Südwärts-Überkipfung den Schluß auf ausgedehnte variscische Südaltung erlaubt. Es ist doch zu beachten, daß sich ostwärts im Fortstreichen sehr bald das fehlende Karbon wieder einstellt; nach dem Kartenbild (Abb. 10, S. 20) scheint es sich um eine bloße Steigerung der Diskordanz vom Esera-Ufer zu handeln, und am Galliro wurde das Fehlen variscischer Diskordanzen beobachtet (DALLONI 1910, Fig. 43, S. 391).

Am Galliro untersuchten wir nur den nord-westlichen Abhang und gingen dann auf den

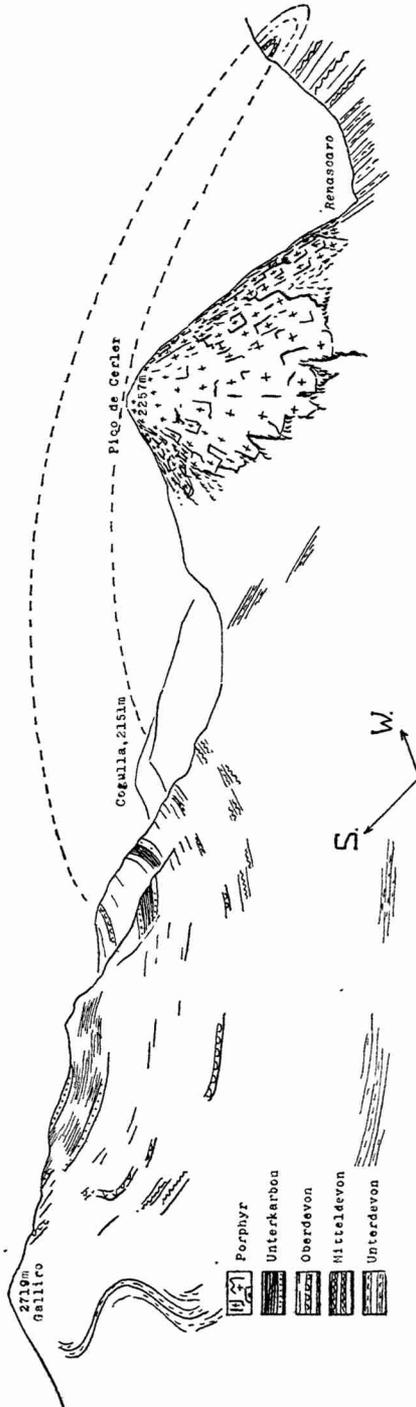


Abb. 13. Ausblick vom Basibé bei Bidasoa nach Südwesten.

Zwischen den punktierten Hilfslinien eine isoklinale Oberdevon-Kulm-Mulde, die nach Süden übergelegt ist und im Westen mit der Decke von Sahun zusammenhängt.

Basibé. Die Achse des Sattels von Benasque scheint sich hier ostwärts einzusenken, liegende Falten sind auch hier vorhanden (Abb. 13). Der Porphyr (bei DALLONI Mikrogranit) des Pico de Cerler zeigt in seinen Ablösungsflächen eine auffallend regelmäßige Kuppelform, als ob er nie in eine kräftige Faltung einbezogen worden wäre.

Stratigraphisch interessieren in diesem Gebiet Faunen aus dem Unterdevon und Mitteldevon sowie ein Quarzit an der Basis des Unterkarbons, der den Gipfel des Basibé bildet.

### Sallent — Tal des Gallego.

Der Besuch in diesem anziehenden und geologisch reich gegliederten Gebiet war nur kurz, die von DALLONI 1910 auf Grund eines reichen Beobachtungsmaterials gegebene Darstellung konnte daher nur in Einzelheiten geprüft und ergänzt werden.

Im Unterdevon und im Mitteldevon wurden neue Fundpunkte und neue Fossilien festgestellt, ohne daß sich dabei wesentliche Änderungen an DALLONI'S Stratigraphie ergeben hätten.

Tektonisch scheint mir in den Aufschlüssen eine stärkere Südbewegung zum Ausdruck zu kommen als in DALLONI'S Profilen.

Am Anfang des Tals liegt der steil nordwärts einfallende Unterdevon-Sattel der Frondella, den wir nicht gesehen haben. In der südlich anschließenden Mulde von Las Ferraturas, die sich jenseits des Panticosa-Granits am Vignemale fortsetzen soll, wird gleichmäßiges Einfallen nach Norden angegeben (BRESSON 1903 Pl. 1, Fig. 3, DALLONI 1910 S. 363) sowie südbewegte Schuppung. Diese Schuppung sahen wir auch im Tal der Aguas Limpias, das hintereinander vier Felsriegel von mitteldevonischem Massenkalk durchschneidet. Im dritten Riegel von Süden scheinen in ununterbrochener Kalkfolge auch Oberdevon und Unterkarbon vorhanden zu sein, die aber den Bach nach Osten nicht überschreiten. Das Einfallen ist wechselnd, mitunter flach.

Dem Unterdevon-Sattel von Sallent schließt sich bei Lanuza alsbald ein zweiter an, in dem wir das Unterdevon bis auf ein paar Fossilbänke rein schieferig ausgebildet fanden. Von diesem Sattel, den sein Profil nicht wiedergibt, sagt DALLONI S. 364, daß er einen unvollständigen Südschenkel hat, und daß er ebenso wie der Sattel von Sallent nach Norden einfällt.

An der Gallego-Straße liegt im überkippten Südflügel dieses Sattels die devonisch-kulmische Kalkfolge ganz flach, und ebenso flach liegen darunter an der Mündung der Escarra die Oberkarbon-

schiefer; ein südwärts sogar etwas tauchender Stirnanteil dieses liegenden Sattels ist nur durch die Erosion von Escarra und Gallego abgetrennt. So wenigstens deute ich die flach liegenden Kalke bei der Kirche von Escarilla.

An der Abzweigung und Brücke der Panticosa-Straße sieht man noch einmal flach südwärts liegende Falten im Kleinen, danach werden die Aufschlüsse spärlich.

### Canfranc — Tal des Aragon.

Wichtigere Feststellungen ließen sich in dem seit dem 1921 abgeschlossenen Bahnbau so leicht zugänglichen Tal von Canfranc machen. Die beiden nach Sallent hinüberführenden Nebentäler, Canal Roya und Canal de Izas, enthalten in großer Ausdehnung oberkarbonische Schiefer und Grauwacken. In beiden Tälern wurden neue oberkarbonische Faunen gefunden (S. 61—63). Tektonische Komplikationen zeigt nur das tief einschneidende Haupttal (Abb. 14 und Taf. II Fig. 3).

Auf der Höhe des Somport-Passes befinden wir uns am Nordrande einer breiten Permmulde. Ein Aufschluß gleich östlich unter dem Paß am Bache und eine Reihe weiterer Aufschlüsse in der Nähe zeigen Konkordanz mit dem Oberkarbon. Vom Paß herabsteigend hat man die Kreideberge und das Paläozoikum im Tal vor sich (Taf. I Fig. 1).

Am Südrande der Permmulde, bei km 189,5 der Straße, steht ein wenig Oberkarbonschiefer mit Goniatiten an (S. 63), danach, durch Störungen begrenzt, ein wenig dunkler Unterkarbonkalk. Im benachbarten Bachbett wiederholt sich dies Profil. Gleich dahinter beginnt die große Kalkmasse des Tobaso. Hier hat die Riffbildung bis ins Oberdevon hinein angehalten und ungewöhnliche Mächtigkeit erreicht; vielleicht bestand an der Stelle des ehemaligen Korallenriffes noch im Oberkarbon eine Schwelle, womit das Fehlen der Grauwacken erklärt werden könnte.

Die Riffkalke führen vielfach Korallen, an der Straßenbrücke bei km 88,9 auch *Stringocephalus burtini*. Die Strecke von km 88,4 bis 88,8, in der das Fossilzeichen der geologischen Karte (Bl. Urdos) liegt, schließt eine Scholle von Kreide auf, die vor sehr langer Zeit, als der Tobaso noch eine Kreidedecke trug, abgerutscht sein muß. Im benachbarten Bachbett sind Klüfte zwischen Kreide und Devon derart verengt und verheilt, daß man beide Kalke fossilführend an scheinbar einheitlichen Erosionsflächen findet. Nur die Hippuriten etc. einerseits, *Favosites* etc. andererseits ermöglichen noch die Trennung.

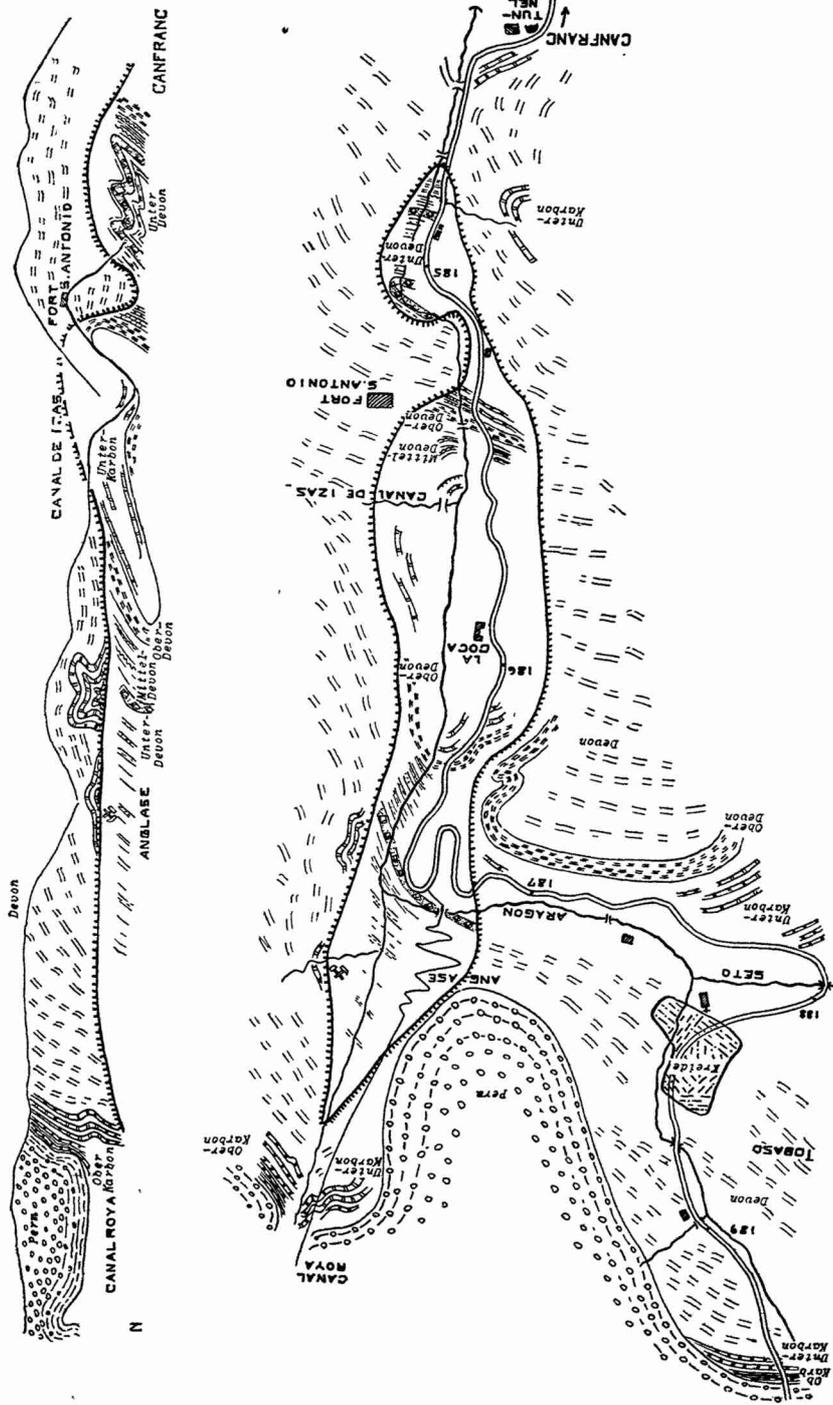


Abb. 14. Kartenskizze des Tals oberhalb Canfranc und zugehöriges Profil der linken Talseite (rechte Talseite siehe Taf. II Fig. 3).

Zwischen km 188 und 187 verläuft das Tal west-östlich im Streichen einer Kulmmulde. Gehen wir noch ein wenig abwärts, so finden wir grade unter unserer Kulmmulde einen Unterdevonsattel, nämlich Kalksandstein mit *Spirifer cultrijugatus*, der unter der Brücke zum Canal Roya-Tal ansteht. Wir können daraus nur schließen, daß die hangende Serie nicht bodenständig, sondern als Decke aufzufassen ist. Die liegende Serie kommt in Form eines Fensters heraus, das 2 km talabwärts schon wieder verschwindet. Auf dieser Strecke aber wird die Fensternatur noch durch eine ganze Reihe von Beobachtungen bestätigt (Abb. 14 und Taf. II Fig. 3).

Zur Decke gehört das Perm, das in der Nähe der Canal Roya-Mündung stark nach Süden vorspringt. Unter ihm ist trotz der geringen Entfernung der vom Tobaso herüberstreichende Devonkalk fast ganz verschwunden. Dafür hat der Kulmkalk zugenommen, an einem Hügel im Canal Roya-Tal, 1 km oberhalb der Mündung, ließen sich 45 m dieses Kalkes biostratigraphisch untersuchen (Abb. 17; vgl. auch S. 56). Dieser Kulmkalk gehört auch zur Deckenserie. An der östlichen Talseite steigt er steil an. Unter ihm liegt Mitteldevon des Tobaso-Sattels, dann folgt wieder Kulmkalk, wohl der westseitigen Kulmmulde entsprechend, hier aber unter dem liegenden Sattelschenkel völlig überkippt. An seinem unteren Rande liegen ehemalige Erzschrufe, auf die ein verfallener Schmelzofen, mit dem Namen Anglasé auf der Karte bezeichnet, noch hinweist. Die Erzbildung ist hier an die Überschiebungsbahn unserer Decke gebunden. Die Schrufe haben ein stark zersetztes schieferiges Gestein gefördert, das im Zusammenhang mit den besseren Aufschlüssen des Bachbettes als Unterdevon des Fensters zu deuten ist.

Die Fensterserie enthält als besonders gut kenntliches Glied eine feste kalkige Bank mit *Spirifer cultrijugatus*, die 150 m oberhalb und dann wieder ebensoweit unterhalb der Canal Roya-Mündung das gewundene Bett des Aragon schneidet. Das Mitteldevon der Fensterserie ist kaum mehr als 100 m mächtig; es ist frei von Kalken und besteht aus rauhen Schiefern mit wenigen Quarzitbänken. Das Oberdevon, dessen Ausbildung ja überhaupt wenig wechselt, unterscheidet sich nicht merkbar von dem der Decke, mit dem es oberhalb der Straße bei 186,2 ungefähr zusammenstößt.

Bei 185,5 beginnt wieder ein Profil in der Fensterserie, das an der Straße und am Fluß aufgeschlossen ist. Das Mitteldevon ist wieder schieferig, das Oberdevon ganz normal gegliedert, das Unterkarbon beginnt mit Kieselschiefern. Der massige Kalk, auf

dem das Fort San Antonio steht und der hinter unserm Profil bis an den Fluß hinabreicht, gehört zur Decke; die Deckengrenze ist also hier beträchtlich eingemuldet. Sie ist wohl auch sonst nicht so eben, wie in dem unter Hangschutt bedeckten Verlauf schematisch eingetragen wurde.

Gleich südlich unter dem Fort entblößt der Fluß wieder *Cultrigatus*-Schichten der Fensterserie, die hier die meisten Fossilien geliefert haben. 50 und 200 m weiter abwärts queren dieselben Schichten ein zweites und ein drittes Mal den Fluß, es folgt sehr wenig mitteldevonischer Schiefer, dann wieder oberdevonischer Cephalopodenkalk. Ungefähr bei 184,8 ist das Fenster zu Ende.

In der Deckenserie ist inzwischen das Oberdevon innerhalb einer sehr mächtigen Kalkserie unkenntlich geworden, wie wir es auch unterhalb Sallent gesehen haben. Schwarze Kalke, die sicher unterkarbonisch sind, treten erst hier unten auf. Später werden vielleicht Fossilfunde eine bessere Grenzziehung in den massigen Kalken ermöglichen. CAREZ und DALLONI haben zwar bereits Grenzen angegeben, aber unter anderen Voraussetzungen, weil sie unsere Fensterserie mit dem fossilführenden Unterdevon auch für Karbon gehalten haben.

Die tektonische Scheitelung der Pyrenäen liegt in diesem Abschnitt sehr weit nördlich der Wasserscheide, schon nahe am nördlichen Gebirgsrand in der Gegend von Bedous. Zahlreiche Veröffentlichungen über die Geologie des Aspe-Tals haben diese Verhältnisse behandelt. Faziell ähnelt unsere Deckenserie am meisten den steilstehenden, wenig südwärts bewegten Serien der Gegend von Urdos, aber auch denen von Sallent. Die Fensterserie, die bei Sallent möglicherweise noch in der Tiefe steckt, zeigt Beziehungen zu östlicheren Gebieten (Kulmkieselschiefer, Mitteldevon ohne Riffkalke).

Die schönen Diskordanzen unter dem Rotliegenden am Ibon de Estacos werden im tektonischen Teil als wahrscheinlich der asturischen Faltung zugehörig besprochen (S. 75; Taf. I Fig. 2). Nördlich dieses Sees transgrediert das Perm auf Unterkarbon, und Erosionsreste von Oberkreide auf Unterkarbon und auf Perm zeigen eine jüngere Diskordanz und Transgression an.

### Die Umgebung von Burguete-Roncesvalles.

Infolge des feuchteren Klimas haben die baskischen Pyrenäen bedeutend mehr Wälder und weniger Aufschlüsse als die aragonischen und die katalonischen. Sie haben durch STUART MENTEATH, (1908)

FOURNIER, VIENNOT, LAMARE und andere bereits eingehendere Untersuchungen erfahren. Ihre eigenartigen tektonischen Verhältnisse und mancherlei stratigraphische Unsicherheiten werden noch reichlich Stoff zu weiteren Untersuchungen geben. Aber mit einem kurzen Besuch war nicht viel auszurichten.

Im navarresischen Anteil zeigt die Karte (Blatt St. Jean Pied de Port) im Valcarlos und südlich davon bei Burguete-Roncesvalles auch auf der spanischen Seite ein ausgedehntes und reich gegliedertes Gebiet paläozoischer Schichten. Die freundliche Ortschaft Burguete bot eine geeignete Basis für Begehungen in diesem Gebiet.

Im angeblichen Untersilur der Paßstraße oberhalb des Klosters Roncesvalles fand ich eine Koblenzfauna, anscheinend dieselbe, welche 8 km weiter östlich von STUART MENTEATH in angeblicher Kreide festgestellt wurde (S. 46, Abb. 16). Das angebliche Karbon zwischen Burguete und dem Mt. Adi (Ahaddi) scheint mir dagegen nur Kreideflysch zu sein. Es wird nordwärts begrenzt durch angebliches Devon, ein helles Gestein, das die Berghöhen und auf diesen oft Klippen bildet und von weitem einem mitteldevonischen Riffkalk nicht unähnlich ist. In Wirklichkeit ist es ein Sandstein; große Kalklinsen sind mitunter eingeschlossen, welche in der Nähe der Oberfläche aufgelöst wurden und zu Erdfällen Veranlassung gaben. Nach der Lagerung handelt es sich um die Unterlage des Kreideflysches, vielleicht Gault.

Das Paläozoikum des Valcarlos dürfte mit Erfolg nur im Zusammenhang mit den östlich und westlich so eng benachbarten französischen Gebieten zu behandeln sein.

#### Vera — Tal der Bidassoa.

Am Mt. Adi geht die Wasserscheide wiederum — und nun endgültig — nach Spanien hinein; die beiden zur spanischen Nordküste fließenden Flüsse Urumea und Bidassoa queren ein letztes großes Gebiet paläozoischer Schichten. Wir glauben dies mit STUART MENTEATH und FOURNIER als tektonische Einheit betrachten zu dürfen, obgleich es durch den schmalen Kreidestreifen von Vera in zwei Teile zerlegt wird. Der nördliche Anteil ist in der französischen Literatur viel genannt worden, er geht z. B. bei VIENNOT mit mesozoischem Deckgebirge als „Massif de la Rhune“; sein Kern ist der Granit „de la Haya“ (Haya ist die in diesem Zusammenhang eingebürgerte französische Schreibform des spanischen Berges Aya).

Für zwei Probleme sollte der Besuch im Bidassootal Anhaltspunkte liefern: für das Alter des hier sehr ausgedehnten Schiefer-

und Grauwackenkomplexes und das Alter der variscischen Faltung am Ibantelli, worüber widersprechende Angaben vorlagen.

Die Aufschlüsse im Tal zwischen Sumbilla und Vera lassen einen keineswegs einheitlichen Bau im Grauwackensystem erkennen, irgendeine vorherrschende Richtung des Streichens und Fallens ist nicht ersichtlich. Als bemerkenswerte Einlagerung ist bei km 19 der Straße (8 km oberhalb Vera) ein Kalk mit ?*Syringopora* durch einen kleinen Steinbruch aufgeschlossen, leider beiderseits durch Verwerfungen begrenzt. Ferner sieht man in der Nähe von km 14 (13 km oberhalb Vera) mehrfach ein Konglomerat, das zweifellos in die Grauwackenserie gehört; deren Zurechnung zum Kulm wird dadurch ein wenig gestützt, denn im Devon und Silur sind Konglomerate viel seltener.

Vom ?Kulm ohne weiteres trennbare Gesteine der Grauwackenserie wurden bei Sumbilla nicht gesehen, die nordöstlich Sumbilla gefundene, von BARROIS beschriebene Unterdevon-Fauna soll jedoch auch in das Bidassoatal hinabreichen (MALLADA 1898 S. 50).

Die variscische Faltung spielt hier im Westen zweifellos eine größere Rolle als in den mittleren Pyrenäen; das zeigt schon die Unterlage des Perms auf der Karte, an der das Silur jetzt stark beteiligt ist (in den Aldudes). Mehrere kleine Stephan-Vorkommen, besonders das am Ibantelli östlich Vera, ermöglichen die Prüfung, ob es sich um die asturische oder die saalische Phase der variscischen Faltung handelt. Entgegen anderen Angaben (u. a. VIENNOT 1927 S. 21) konnte ich feststellen, daß das Stephan der alten Stollen am Ibantelli konkordant vom Perm überlagert wird. Vermutlich sind infolge der dichten Bewachsung mit Adlerfarn einzelne der kleinen Aufschlüsse früher übersehen worden (Abb. 15). Das Perm-konglomerat enthält viele Gerölle des unverkennbaren hellen Haya-Granits.

Ist nun wirklich am Ibantelli eine asturische Diskordanz unter dem Stephan vorhanden? Dazu ist das Liegende des Stephans aufzusuchen, das nun unmittelbar unter den alten Stollen nicht aufgeschlossen ist. Man trifft diese „Kulm“-Schiefer der Karte erst 300 m weiter westlich und von hier an noch oft an dem Wege, der über den Höhenrücken nach Vera führt. Sie sind stets etwas kalkig und gehören deshalb nicht zum Kulm, sondern zum Kreideflysch der Mulde von Vera. Eine Überschiebung des Perms auf diese Mulde ist unmittelbar aufgeschlossen. Es ist anzunehmen, daß auch das Stephan an derselben Störung auf die Kreide aufgeschoben ist; so zeigt es keine Konkordanz mit seinem Liegenden,