

## Werk

**Titel:** Der Faltenbau der Ostpyrenäen

**Jahr:** 1934

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223\\_1934\\_0010|log10](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1934_0010|log10)

## Kontakt/Contact

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

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

Bekannt sind aus dem untersuchten Gebiet Piacentin und Asti, während das jüngste Pliozän — Calabrium — fehlt.

Marines Altpliozän tritt im Ampurdan und Roussillon auf. Das pliozäne Meer ist hier also in zwei Buchten nördlich und südlich der Albères westwärts vorgedrungen. In der Bucht des Roussillon reichte das Meer bis Céret. Wie DEFÉRET gezeigt hat, finden sich randlich grobe Kiese; beckenwärts werden die Sedimente toniger und hier führen sie eine reiche Fauna des Piacentin. Die darüber folgenden Kiese, Mergel und Sande haben eine reiche Vertebratenfauna des oberen Asti geliefert.

In das Obere Pliozän werden die höchsten Terrassen der heutigen Flußsysteme gestellt, die gewöhnlich 50—110 m über dem heutigen Flußniveau liegen und *Mastodon arvernense* enthalten.

Während des Quartärs setzte sich die Hochbewegung des Landes fort; wir kennen drei Flußterrassen in 30—35 m, 15—20 m und 5—6 m über dem heutigen Flußniveau. Eine nachquartäre Hochbewegung ergibt sich aus dem Vorkommen von marinem Quartär. Es findet sich bei Montels 5 m, Leucate 4 m, Fitou 6 m und bei Salses 13 m hoch über dem heutigen Meeresspiegel.

Auf intra- bzw. nachpliozäne gebirgsbildende Vorgänge weist MENGEL hin. So sind pliozäne Ablagerungen bei Nidolères (Roussillon) und Garriguellas (Ampurdan) gestört worden.

An der Wende Pliozän und Quartär erfolgte die Eruption der Basalte des Vulkangebietes von Olot. Es sind zwei Ausflüsse erfolgt, von denen der jüngere schon in das Quartär gehört; er ist nach CHEVALIER jünger als die Rib-Terrasse, über die sich an einigen Stellen der Basaltstrom ausbreitet.

## II. Der Faltenbau der Ostpyrenäen.

### 1. Überblick über den Bau der Ostpyrenäen.

Die Pyrenäen gliedern sich in die breite Axialzone, die aus kristallinen Gesteinen und Paläozoikum besteht, und die verhältnismäßig schmalen Randzonen mesozoischer Schichten, die unter das Eozän der dem Gebirge im Norden und Süden vorgelagerten Tertiärbecken tauchen.

In den südlichen Ostpyrenäen findet sich das Mesozoikum in größerer Verbreitung einmal zwischen Llobregat und Segre, also in dem Raum, der uns paläogeographisch bereits als östliches Südpynäenbecken entgegengetreten ist, andererseits nördlich Figueras und, aus den jungen Ablagerungen auftauchend, in den Bergen

von Torroella, somit im Gebiete des ehemaligen Ostampurdanischen Beckens.

Kleinere Fetzen von mesozoischen Schichten treten dann noch in dem spanisch-französischen Grenzgebiet bei Coustouges und eingemuldet in der Axialzone auf, so bei Amélie-les-Bains und Céret.

In den östlichen Nordpyrenäen liegt ein breiteres Band mesozoischer Schichten zwischen der Axialzone und dem auch im Osten von den mesozoischen Schichten der Corbières umrahmten paläozoischen Massiv von Mouthoumet.

Die regionale Beschreibung des Faltenbaues des untersuchten Gebietes beginne ich mit der Tektonik des autochthonen Eozäns zwischen Boadella und La Manère. Als ortsfremde Einheit liegen hierin die mesozoischen Vorkommen bei Coustouges, die die Decke des Mt. Grillera bilden. Anschließend daran wird der Bau des weiter westwärts gelegenen Abschnittes zwischen La Manère und Castellar de Nuch behandelt. Noch weiter westlich erfordern die zur Erklärung des tektonischen Baues von ASTRE angenommenen Theorien einer aus dem Süden heranbewegten Decke ein genaueres Eingehen auf die Struktur dieses Gebietes. Dann wird auf den Bau der unter die jüngeren Schotter abtauchenden mesozoischen Schichten nördlich Figueras und des Mesozoikums der Berge von Torroella eingegangen. Den Schluß wird eine Behandlung des Baues des Mesozoikums im Bereich der kristallinen Axialzone und zum Vergleich mit den Südpyrenäen noch ein Kapitel über den Bau der Nordpyrenäen und Corbières bilden.

## 2. Die Tektonik des autochthonen Eozäns zwischen Boadella und La Manère.

Ein längs des Meridians von Darnius gelegtes Profil läßt drei markantere tektonische Einheiten erkennen.

Im Norden bilden Permotrias und Garumnium die Mulde von Darnius, die deutlich Südvergenz zeigt. Diese äußert sich am Westende lediglich in einer Steilerstellung des Nordflügels, der bereits südlich Darnius vom Granit überfahren ist, wobei der Südflügel ausgequetscht wurde (Abb. 13,1)). Südwärts taucht dann das Grundgebirge an einer Flexur ab, und die sich auflagernden mesozoischen und tertiären Schichten bilden eine Mulde; denn weiter südlich hebt sich bei La Salud an einem steilen Bruch das Paläozoikum wieder heraus, die schwach südwärts geneigte Schichtfolge tragend.

(1346)



In der westlichen Fortsetzung dieses Aufbruches von La Salud bildet sich ein Sattel heraus, der östlich M. Malter im Kern aus Garumnium besteht. Er besitzt ein schwaches westliches Axialgefälle und enthält an der Muga im Kern nur noch Unteres Eozän.

Die flache Mulde zwischen diesem Sattel und der Axialzone verbreitert sich nach Westen, und zwischen San Jordi und M. Ferreros liegt Mittellutet in ihrem Kern. In ihrem östlichen Teil ist sie am San Jordi normal gebaut. Der Nordflügel fällt dort mit  $20^{\circ}$ , der Südflügel mit  $15^{\circ}$  ein. Weiter westlich dagegen sind in der Höhe von M. Ferreros die Untereozänkalke am Nordflügel bis zu  $70^{\circ}$  Nordfallen überkippt, während der Südflügel sehr flach liegt (Abb. 13,2).

Der südlich hiervon durchziehende „Sattel von La Salud“ wird aus Unterem Eozän gebildet, das bei San Lorenzo steil steht, während das Mittlere Lutet des südlichen Sattelflügels an der Landstraße nach Albañá bis zu  $70^{\circ}$  Nordfallen überkippt ist. Weiter südlich fällt das Obere Eozän normal nach Süden ein.

Am Bach oberhalb M. Costa (südlich Albañá) stößt diese N  $70^{\circ}$  O streichende und mit  $65^{\circ}$  nach Süd einfallende Folge des Oberen Eozäns entlang einem Querbruch gegen N  $80^{\circ}$  W streichende und mit  $10^{\circ}$  nach Süden einfallende Kalke des Unteren Eozäns. An dieser südlich Albañá N  $25^{\circ}$  W streichenden Verwerfung ist die westliche Scholle relativ zur östlichen südwärts bewegt worden, und demzufolge weisen die Schichten der östlichen Scholle in ihrer Nähe eine als Schleppung zu deutende südwärtige Abbiegung auf. So streichen die die Grenze zwischen Mittel- und Ober-Lutet bildenden Assilinenkalke unmittelbar am Bruch N  $50^{\circ}$  O, sind also gegenüber dem Generalstreichen um  $20^{\circ}$  verdreht.

Im Süden des Rio Muga bildet das Eozän westlich des Albañá-Bruches eine ganz flach südwärts überkippte Mulde, die sich zum ersten Male in der überkippten liegenden Eozänfalte am Puig Conte westlich des Rio Mayor andeutet. Ihr Südflügel fällt am Puig Simon mit  $40^{\circ}$  nach Norden ein und legt sich am Fuße des Roc del Bou flach. Der Nordflügel ist hier mit  $25\text{--}30^{\circ}$  nach Norden geneigt. Im Norden von Talaixa ist diese „Mulde des Puig Simon“ noch bis zu  $45^{\circ}$  flach überkippt. Weiter westlich verbreitert sie sich, und zwischen Monas und Salarsa stellt sich im Muldenkern sandiges Mittellutet ein. Westwärts verflacht sich die Mulde gegen Bolos hin und hebt sich dort allmählich heraus.

Südlich der „Mulde des Puig Simon“ streicht ein Sattel durch (Abb. 13,4), in dessen Kern das variscische Grundgebirge bei San Anyol zu Tage tritt; er sei als „Sattel von Anyol“ bezeichnet.

(1348)

Im Norden ist das Paläozoikum gegen das Eozän durch eine steil nordwärts fallende Störung begrenzt, im Süden wird es durch das Garumnium und die Untereozänkalke normal überlagert. Diese biegen südwärts, am Bassagoda, steil ab, und es folgt nun eine Mulde, in deren Kern Mittellutet auftritt. Sie grenzt im Osten mit dem Albañá-Bruch gegen das Untere Eozän des Sattels von La Salud und läßt sich über Bassagoda und den Coll de Falguers bis Talaixa verfolgen. Zwischen dem Coll de Falguers und Talaixa ist das Mittellutet dieser „Mulde von Bassagoda“ überkippt, indem es mit  $60-70^{\circ}$  nach Norden fällt.

Im Süden grenzt die Mulde an einer mit  $70^{\circ}$  nach Norden einfallenden Störung gegen variscisches Grundgebirge, und auf dieses legen sich, mit  $25^{\circ}$  flach südwärts geneigt, das Garumnium und die harten Untereozänkalke, die die Steilkante des Freixanet (Abb. 13,<sub>4</sub>) bilden. Im Osten wird diese „Scholle des Freixanet“ vom Albañá-Bruch abgeschnitten. Gen Westen geht das Grundgebirge an einem westlich Oix durchstreichenden Querbruch zu Ende und grenzt dort an das Mittellutet der Verlängerung der „Muldenzone von Bassagoda“. Dieser Oix-Bruch ist wie der Albañá-Bruch eine steile Störung, an der eine Blattverschiebung — relative Südbewegung der westlichen Scholle — stattgefunden hat. Die Verschiebung beträgt etwa 2—3 km. So setzt das nördlich Oix am Coll Juey von dem Bruch abgeschnittene Grundgebirge westlich Oix wieder auf und grenzt dort längs des Bruches gegen das Mittellutet der östlichen Scholle. Auf den Granit im Kern des Aufbruches legt sich westlich Oix Garumnium, und auf dieses folgen, die Höhen der Sierra de Mont Mayor bildend, die Untereozänkalke. Im Norden grenzt der Aufbruch an einer N  $60^{\circ}$  W streichenden Störung an das Mittellutet von San Miguel de Pera. Zwischen den Granit und das Mittellutet schieben sich westwärts der Untereozänkalk und das Garumnium ein, sodaß der Aufbruch schließlich westlich des Rio Oix als normaler, von Untereozänkalcken gebildeter Sattel abtaucht.

Im Süden der „Scholle von Freixanet“ zeigt das hangende Eozän, so zwischen Llorona und der Mare del Deu, eine südvergente Faltung (Abb. 13,<sub>3</sub>). Im Osten wird diese am Albañá-Bruch abgeschnitten. Nördlich des Rio Fluvia taucht das marine Eozän zwischen Buda und Tortella in einer leicht südwärts überkippten Flexur unter die Molasse, die eine Mulde bildet; südwärts von ihr erscheint an dem Rio Fluvia das marine Eozän wieder in einem flachen Sattel zwischen Besalu und Castellfullit. Dann folgt eine flache Molassemulde, diejenige von La Miana, an deren Südrand

sich das marine Eozän nördlich der Linie Bañolas — Olot heraushebt.

Im Süden der die Axialzone begrenzenden, normal südwärts fallenden Flexur liegt somit in dem mächtigen Eozän zwischen Boadella und La Manère ein südwärts an Intensität abnehmender Faltenbau mit ausgeprägter Südvergenz vor. Im Kern der Sattelzonen tritt verschiedentlich das Grundgebirge zu Tage. Die massigen Kalke des Unteren Eozäns widerstehen sich weitgehend einer Faltung, und so konnten sich, wo sie mächtig entwickelt sind, nur südwärts gekippte Schollen und Aufbrüche ausbilden. In den hangenden Mergeln und Mergelkalken und auch dort, wo das Untere Eozän faziell durch Mergel vertreten ist, tritt dagegen mehr eine echte Faltung ein.

Diesen Faltenbau durchsetzen jüngere Transversalbrüche, an denen Blattverschiebungen stattgefunden haben. Am Albañá-Bruch hat ein Vorschub der westlichen Scholle gegenüber der östlichen um 0,5—1 km, am Oix-Bruch ein solcher von über 2 km stattgefunden. In der südlichen Fortsetzung des Oix-Bruches, der den Rio Fluvia zwischen San Juan de las Fonts und Castellfullit quert, findet sich zwischen Olot und Sta. Pau die größte Anzahl der Vulkankegel des Vulkangebietes von Olot.

### 3. Die Decke des Mt. Grillera.

Im Bereich der ehemaligen Schwelle des Ampurdan tritt zwischen Viura und Rocabrana eine sehr geringmächtige mesozoische Schichtfolge im Liegenden des marinen Eozäns auf. Es liegen dort, wie die Profile vom Rand der Axialzone zeigen (Tafel 3), auf dem variscischen Grundgebirge die Quarzkonglomerate und roten Mergel der Permotrias, und darauf folgen unmittelbar die roten Kalke und Mergel des Garumniums. Zwischen Coustouges und Fontfredre ist auf dem Blatt Prades der französischen geologischen Karte bereits ein vollständigeres Mesozoikum, nämlich außer Permotrias und Garumnium noch Oberkreide und Keuper, angegeben, und die dortigen Lagerungsverhältnisse sind in der Karte und den Profilen der Tafel 3 veranschaulicht. Die vollständigere mesozoische Serie bildet eine Decke, die ich nach dem in ihr gelegenen höchsten Berge, dem Mont Grillera, als „Decke des Mt. Grillera“ bezeichne.

Diese Decke streicht etwa ost-westlich und geht etwas östlich von Mas Costa, die auf der Grenze des Garumniums und Eozäns der autochthonen Serie liegt, zu Ende. Die Eozänmergel sind dort stark durchgeschiefert und zerquetscht und fallen mit

60° nach Süden. Auf dem Wege von Mas Costa nach Mas las Rouiras legen sich, mit 55° nach Süden fallend, Keuperdolomite und Mergel auf das Eozän, und im Süden taucht unter dem Keuper, mit 60° nach Norden fallend, die Oberkreide auf (Taf. 3, Prof. 1). Diese streicht N 70° O und liegt dabei, steil nach Norden fallend, auf dem Garumnium, das das Ostende der Decke bildet. Das Garumnium fällt mit 50° nach Norden und ruht, wie am Wege von M. Costa nach M. Olivata aufgeschlossen ist, auf dem autochthonen Eozän. Dieses ist steil aufgebogen und besitzt eine sehr starke, nordwärts, also unter die Decke, fallende Schieferung. Keuper bis Garumnium schwimmen also am Ostende der Decke in überkippter Lagerung auf dem stark durchbewegten Eozän. Doch sind hier die Deckenkontakte bei einem Einfallen von 50—60° noch recht steil.

Eine Klippe der Decke des Grillera tritt noch weiter östlich bei M. Cabreta auf. Dort liegen auf dem Berggipfel, unmittelbar östlich des Hauses, stark durchbewegte garumnische Kalke und Mergel dem geschieferten Eozän auf.

Westlich von M. Costa wird die schwimmende Serie nur noch von der Oberkreide gebildet, die im Norden und Süden auf dem Eozän ruht (Taf. 3, Prof. 2). Auch hier weist das Eozän im Süden der Decke eine ausgeprägte, nach Norden fallende Schieferung auf.

Südlich M. Llaonas taucht am Südrand unter der Oberkreide das Garumnium auf. Wie Profil 3 zeigt, ist die Oberkreide recht flach eingemuldet. Im Muldenkern befindet sich bei M. Periquot, südlich Fontfrede, eine Klippe von Carriolas, an deren Basis Keuper mitgeschleift ist. Am Nordrand der Decke taucht zwischen Fontfrede und M. Riumalo im Liegenden der Oberkreide das südwärts fallende autochthone Eozän wieder auf, das bei M. Riumalo auf dem Garumnium transgrediert. Dieses Eozän ist tektonisch sehr beansprucht, die Kalke sind in eine Brekzie verwandelt, die mit Kalkspat ausgeheilt ist. Die Mergel besitzen eine starke, mit 20—30° nach Süden unter den Deckenkontakt einfallende Schieferung.

Westlich Fontfrede taucht die Deckenmulde von M. Llaonas unter eine andere Deckeneinheit, nämlich die Teildecke von La Trilla (Taf. 3, Prof. 4 u. 12) unter. Die bereits beschriebene Klippe von M. Periquot ist ein östlicher Erosionsrest derselben. Zwischen M. Terracuberta und Carbonils legt sich ihr Keuper direkt auf das liegende Garumnium der Deckenmulde von M. Llaonas. Die Oberkreide der liegenden Teildecke ist dort also ausgequetscht. Ein kleiner Rest hiervon, nämlich 4 m Sandstein mit *Cyclolites*, findet sich am Bachtal südöstlich Carbonils im Liegenden des Keupers

der hangenden Teildecke eingeklemmt. Weiter westwärts folgt der Kontakt zwischen der hangenden und liegenden Teildecke der Sierra de Palau. Dort lagert stets Keuper dem Garumnium auf.

Die Grenze zwischen dem Garumnium der Teildecke von Llaonas und dem autochthonen Eozän ist am Maultierpfade von Albañá nach Carbonils aufgeschlossen (Abb. 13,2). Das Eozän, das zugleich den Nordflügel der Mulde von San Jordi bildet, ist weitgehend überkippt und fällt mit  $35^{\circ}$  nach Norden ein. Am Kontakt, der hier  $N 70^{\circ} O$  streicht und mit  $55-60^{\circ}$  nach Norden einfällt, ist es stark durchgeschiefert, zerquetscht und mit Kalkspatadern durchsetzt. Auch das Garumnium ist an der Basis stark durchgeschiefert und fällt mit  $35^{\circ}$  nordwärts.

Die „Teildecke von La Trilla“ ist ebenfalls flach eingemuldet und enthält im Muldenkern bei La Trilla jüngere Oberkreide (Taf. 3 Fig. 5). Am Nordrand der Decke bilden die Carñiolas einen vom Alfau nach Osten herunterziehenden Steilhang; sie ruhen, mit  $20^{\circ}$  nach Süd einfallend, mit etwas mitgeschleiftem Keuper auf der Oberkreide der liegenden Teildecke und streichen nordwärts in die Luft aus. Die  $25^{\circ}$  Süd fallende Oberkreide der „Teildecke von Llaonas“ liegt unterhalb des Weges von M. Riumalo nach M. El Bach auf dem autochthonen Garumnium.

Bei M. Roquill stellt sich im Muldenkern der Teildecke von La Trilla etwas Garumnium ein. Hierauf schwimmt die hauptsächlich aus Carñiolas bestehende Klippe von M. Palau (Taf. 3, Prof. 5, 6, 12). Sie bildet eine flache Mulde, in deren Kern geringmächtige Quarzsandsteine der tiefsten Oberkreide liegen. Im Norden schwimmt die Klippe von Palau, wie am Wege nach La Trilla aufgeschlossen ist, mit  $18^{\circ}$  flach nach Süden geneigt auf der Oberkreide der Mulde von La Trilla und hebt sich nach Westen gegen das tiefer eingeschnittene von dem Grillera zur Muga führende Tal flach heraus.

In der tiefsten Teildecke, derjenigen von Llaonas, taucht an der Muga bei der Mühle von Fabregas die Oberkreide wieder auf. Sie wird vom Garumnium unter- und überlagert und bildet so deutlich einen liegenden Sattel (Taf. 3, Prof. 7). Das liegende Garumnium wird südlich M. la Figa ausgequetscht, sodaß dort die Oberkreide direkt dem autochthonen Eozän auflagert. Auf dem hangenden Garumnium schwimmt die Teildecke von La Trilla, an deren Basis wiederum Keuper mitgerissen ist. Die darüberfolgenden Carñiolas bilden im Norden die Höhe des Grillera (Prof. 7). Am Nordhang dieses Berges liegen sie auf einer überkippten, flach südwärts einfallenden Oberkreidefolge, die vom

Santon bis zum Garumnium reicht, in dessen Liegenden sich wieder am Coll dels Horts das autochthone Eozän einstellt. Schieferung und Schichtung desselben fallen flach nach Süden unter den Deckenkontakt.

Westlich Los Horts hat der tief eingeschnittene Rio Mayor prächtige Aufschlüsse geschaffen. Im Liegenden des am Coll dels Horts dem autochthonen Eozän auflagernden Garumniums findet sich hier erneut Maastricht (Prof. 8), das sich nach Süden bis zu dem Maastricht von M. La Figa verfolgen läßt. Das hangende Garumnium bildet also, über M. Paradelli zum Coll dels Horts hinziehend, eine flache liegende Mulde. Der Oberkreidesattel im Liegenden dieser Garumniummulde enthält unterhalb Los Horts Keuper in seinem Kern (Prof. 8).

Westlich Los Horts zieht vom Coll de la Quera mit Nord-nordost-Streichen der schon eingehend beschriebene Albañá-Bruch hindurch (Prof. 12). An ihm scheint der westlich des Bruches gelegene Teil neben einer relativen Südbewegung noch eine Hebung erfahren zu haben; jedenfalls grenzt an ihm das autochthone Tertiär der westlichen Scholle gegen das Mesozoikum der Decke des Grillera. Westlich des Bruches ist die Decke stärker der Abtragung anheimgefallen, und so liegt südlich M. Mayor auf dem autochthonen Eozän lediglich ein kleiner Erosionsrest von Oberkreide (Prof. 9).

In den höheren Bergen südlich Coustouges verbreitert sich dann wieder die Grillera-Decke. Durch die Erosion des Rio Mayor ist somit ein schönes, im Osten von dem Albañá-Bruch begrenztes Halbfenster von Eozän geschaffen (Prof. 12).

Am Bach, der von Coustouges zum Rio Mayor hinabfließt, ist die Nordgrenze der Decke gut aufgeschlossen. Das Garumnium bzw. der an der Basis der Decke mitgeschleppte Keuper liegen hier, mit 20° Süd fallend, auf dem ebenfalls flach südwärts geneigten autochthonen Eozän. Die Oberkreide bildet südlich Coustouges eine ganz flache liegende überkippte „Mulde“, in deren Kern das Santon den Gipfel des Capeil bildet (Prof. 10). Das stark durchbewegte Garumnium lagert am Bach, der südlich Coustouges zur Muga herabfließt, hier als Basis der Decke, mit 20—25° nach Norden einfallend, auf dem durchgeschieferten autochthonen Eozän. Dieses wird an der am Bach vom Chateau de Pradeil in nordwestlicher Richtung durchstreichenden Störung vom Granit abgeschnitten. Am Südrand der Decke stellt sich unter dem Garumnium noch eine Staffel flach liegenden Maastrichts ein, die, wie an den Berghängen zur Muga, z. B. bei M. d'en Robe, schön aufge-

geschlossen ist, ganz flach auf dem Eozän ruht; dieses besitzt eine  $20^{\circ}$  nordwärts, d. h. unter die Decke einfallende Schieferung. Westlich des Baches besteht der schwimmende liegende Sattel im Kern nur noch aus Maastricht (Prof. 11).

Die Decke hebt sich nach Westen mit einem axialen Ansteigen von etwa  $20^{\circ}$  heraus und geht schließlich am Bache von Las Illas zu Ende; hier besteht sie nur noch aus allseitig auf dem Eozän schwimmendem Keuper, der überhaupt auf der Nordseite der Decke eine weite Verbreitung aufweist.

Das tektonische Gesamtbild der liegenden Einheiten der Decke des Grillera ist am besten östlich des Rio Mayor zu erkennen. Dort trat uns ein auf dem Eozän schwimmender liegender Oberkreidesattel entgegen, der in seinem Kern bei Los Horts Keuper enthält. Das hangende Garumnium dieses Sattels bildet zwischen dem Coll dels Horts und M. Paradelli eine liegende Mulde, über der ein neuer Oberkreidesattel liegt, der bis oberhalb M. Paradelli reicht. Er führt in seinem Kern ebenfalls Keuper, und hierin hat sich der hangende Sattelflügel, in dem die Oberkreide auf Carñiolas transgrediert, abgesichert und als Teildecke weiter südwärts vorgeschoben und verdeckt so gen Süden die liegenden Deckeneinheiten. Die auf dem mobilen Keuper schwimmende relativ starre Platte der Carñiolas begünstigte mechanisch den weiteren Vorschub des hangenden Sattelflügels. Durch Schuppung tritt in der Klippe von Palau eine Wiederholung dieser Serie auf.

Die tieferen Deckeneinheiten, die nur mobile Schichten — Keuper und Oberkreide — enthalten, haben liegende Falten gebildet. Mit dem Auftreten der stabileren Carñiolas in den hangenden Deckeneinheiten treten, durch den mobilen Keuper an der Basis der Carñiolas begünstigt, flache Abscherungen auf.

Am Südrand wölben sich die Deckeneinheiten vor dem stärker widerstehenden gefalteten Eozän auf und bilden so relativ steile Deckenstirnen.

Die faziellen Verhältnisse innerhalb der Decke lassen einen Schluß auf die Herkunft zu. In den liegenden Deckeneinheiten transgrediert die Oberkreide auf Keuper. In den hangenden Teildecken stellen sich an Mächtigkeit zunehmende Carñiolas ein. So ruht im südlichen Teil der Deckeneinheit von La Trilla die Oberkreide mit basalen Quarzsandsteinen auf 5 m milden grauen Kalken der Carñiolas, am Alfau finden sich aber schon 40 m und in der hangendsten Schuppe, der Klippe von Palau, sogar 80 m Carñiolas.

Die Transgression der Oberkreide hat in der Decke des Grillera mit dem Santon begonnen. So fand ich in dem liegenden Sattel unterhalb Los Horts in den basalen Hippuritenkalken

- Vaccinites dentatus* MATH. (Unt. Santon)  
 „ *giganteus* var. *major* DOUV. (Unt. Santon)  
*Orbignya toucasi* D'ORB. (Unt. Santon)  
 „ *peroni* DOUV. (Ob. Santon).

In der Teildecke von La Trilla fand ich in den nördlich dieses Gehöftes auf Carriolas transgredierenden Hippuritenkalken

- Orbignya toucasi* D'ORB. (Unt. Santon)  
 „ *canaliculata* ROLL. (Unt. Santon)  
 „ *maestri* VIDAL (Ob. Santon).

In den liegenden Deckeneinheiten beträgt die Mächtigkeit der Oberkreide bei Los Horts und Coustouges ca. 160 m, im nördlichen Teil der Teildecke von La Trilla 220 m.

Es liegen nun in der dem Paläozoikum der Axialzone eingefalteten Mulde von Amélie-les-Bains ganz ähnliche fazielle Verhältnisse wie in den liegenden Einheiten der Decke des Grillera insofern vor, als auch dort eine mit Santon beginnende 170 m mächtige Oberkreide auf dem Keuper transgrediert. So mögen die liegenden Deckeneinheiten des Mt. Grillera aus jener Zone stammen, die hangenden Teildecken dementsprechend aus einer weiter nördlich gelegenen, wo ja auch — als in mehr zentralen Zonen des östlichen Nordpyrenäenbeckens — eine vollständigere Schichtfolge im Liegenden der Oberkreide und eine größere Mächtigkeit der letzteren zu erwarten ist.

Für das in der Decke des Grillera auftretende Mesozoikum wäre damit eine horizontale Verfrachtung von mindestens 15 km anzunehmen. Es hätte also abgesehen von der Einengung durch die starke Faltung im autochthonen Eozän allein durch die großen Überfaltungen und Abscherungen in der Decke selbst eine Einengung der Schichten auf ein Fünftel des ursprünglichen Raumes stattgefunden.

#### 4. Der Südrand der Axialzone zwischen La Manère und Castellar de Nuch.

Während von Viura bis La Manère der Rand der Axialzone als ungefähr west-östlich streichende Flexur ausgebildet ist, an der die Schichten, normal nach Süden einfallend, abtauchen, verstärkt sich die Faltung bei La Manère.

Südlich La Manère hebt sich aus dem Garumnium in einer südwärts geneigten Scholle das Grundgebirge des Puig Agondeill

heraus, eine Hebungszone bildend, die am Bach von Pontarrous mit einem WNW streichenden Garumniumsattel beginnt.

Westlich La Manère setzt am Rande der Axialzone eine nord-nordöstlich streichende flache Überschiebung von Paläozoikum ein.

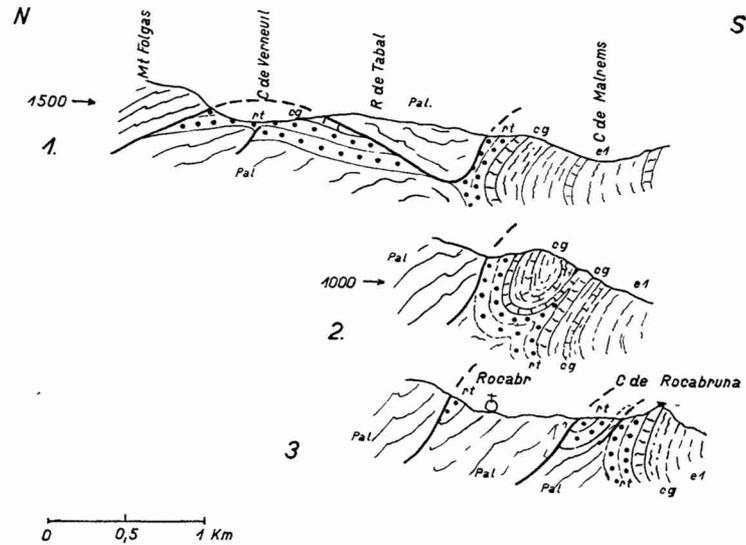


Abb. 14. Der Rand der Axialzone zwischen La Manère und Rocabruna.

Pal = Paläozoikum; rt = Permotrias;  
cg = Garumnium; e<sub>1</sub> = Unteres Eozän.

Ein vom Mont Falgas zum Coll de Malrems der spanisch-französischen Grenze folgendes Profil zeigt die Art der Tektonik sehr schön (Abb. 14, 1). Am Coll de Malrems fällt die vom Untereozän bis zur Permotrias reichende überkippte Schichtfolge nach Nordwesten ein. Auf sie legt sich am Roc del Tabal das Paläozoikum, das im Norden am Coll de Verneuil längs einer unter 35° nach Süd fallenden Fläche der Permotrias und etwas basalem Garumnium aufliegt, was bereits MENGEL erkannt hat. Die Permotrias bildet, im Norden von dem Paläozoikum des Mont Falgas überfahren, ein kleines Fenster; denn daraus, daß sich weiter im Westen das Paläozoikum des Roc de Tabal mit demjenigen des Mont Falgas zusammenschließt, darf man wohl annehmen, daß auch in unserem Falle das Paläozoikum über die Permotrias hinwegging. Im Fenster sind die Schichten sattelförmig aufgewölbt, und im Satteln ist etwas Paläozoikum, in dem die Kupferminen von

(1356)

Poubil liegen, aus dem Liegenden der Permotrias herausgepreßt worden.

Zwischen dem Coll de Malrems und Rocabrana besitzt die Überschiebung ein nordöstliches Streichen. Westlich Rocabrana ist das Garumnium in einer steilen Mulde in die Permotrias eingefaltet und nach Südosten hin auf das überkippte Untereozän überschoben (Abb. 14, 2).

Nördlich Rocabrana fällt die Überschiebung des Paläozoikums mit  $75^{\circ}$  nach Norden ein. Westlich des Ortes wird die Permotrias ausgequetscht, und Devon ist dort auf Karbon überschoben. Südlich Rocabrana zeigen Permotrias und Oberkarbon einen intensiven Schuppenbau (Abb. 14, 3).

Von Rocabrana bis Surroca herrscht, von einzelnen aus der Karte ersichtlichen Abweichungen abgesehen, ein nordöstliches Streichen.

Westlich Bolos verklingt die intensive Faltung am Rande der Axialzone; südlich Camprodon ist im Osten des Rio Ter das Paläozoikum noch steil gegen die aufgerichtete Permotrias gepreßt, während westlich des Rio Ter die südwärts einfallende Permotrias dem Paläozoikum normal auflagert.

Östlich Surroca wird das der Axialzone auflagernde Mesozoikum an einem Querbruch abgeschnitten, und westlich dieser Störung beginnt, wie schon DALLONI in seinem Profil von Surroca nach San Juan de las Abadessas richtig erkannt hat, das Paläozoikum der Axialzone auf sein südliches Vorland vorzugreifen. So ist das Devon der Sierra de Caballeras und des Pic de Taga auf das in den Kohlengruben von Ogassa und Surroca ausgebeutete Oberkarbon überschoben, und unter dieses taucht die zwischen dem Coll de Jou und Ogassa außerordentlich stark tektonisch reduzierte Permotrias unter. Als Folge der starken Überschiebung im Norden ist die Schichtfolge bis in das Mittellutet hinein überkippt, d. h. sie fällt nach Norden ein.

Westlich des Coll de Jou komplizieren sich die tektonischen Verhältnisse am Rande der Axialzone, indem Überfaltungen von Garumnium und Permotrias auf das Eozän hinzukommen. Da die Sachlage am besten an der Eremita von Montgrony zu erkennen ist, möchte ich dort die Beschreibung dieser Faltungsart beginnen.

DALLONI hat in seinem von Montgrony nach Campellas gelegten Profil das nördlich der Eremita befindliche Mesozoikum als autochthonen, nach Süden überkippten Sattel aufgefaßt, dessen Nordflügel von dem Paläozoikum der Sierra de Montgrony überfahren ist. Dieser Ansicht kann ich mich nicht anschließen.

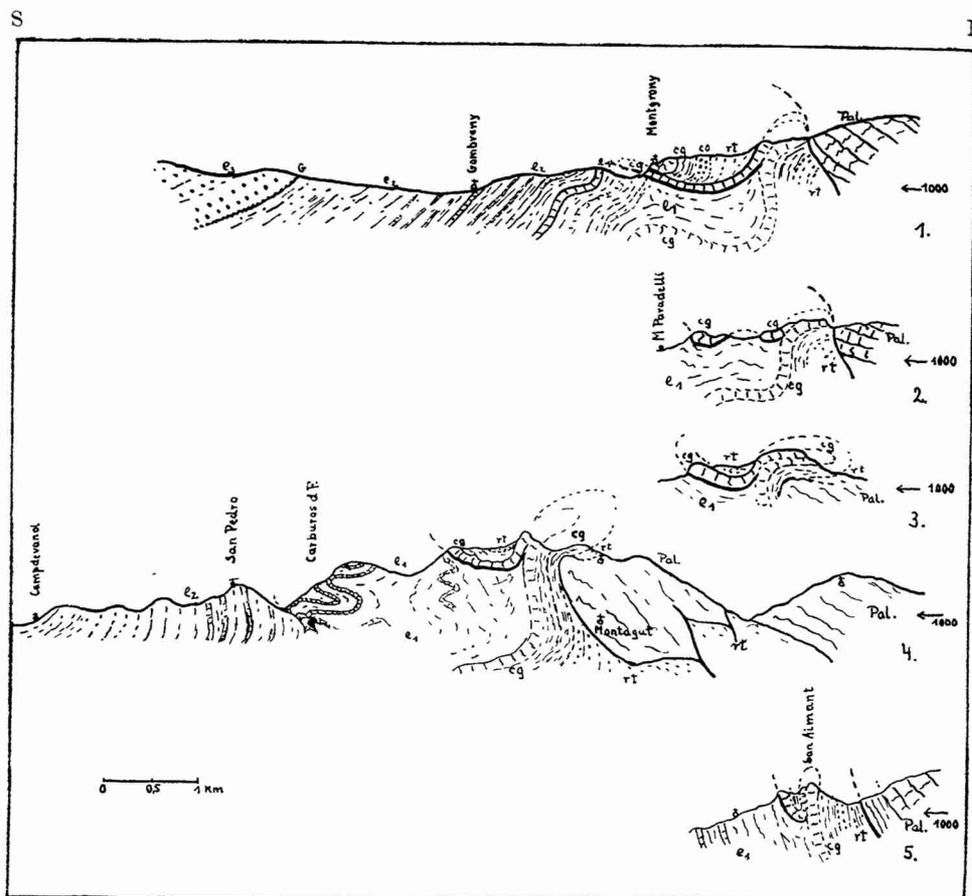


Abb. 15. Die Überfaltung von Montgrony.

Pal. = Paläozoikum; *rt* = Permotrias; *co* = Oberkreide; *cg* = Garumnium;  
*e*<sub>1</sub> = Ypern + Unterlutet; *e*<sub>2</sub> = Mittellutet — Barton; *e*<sub>3</sub> = Lud + Oligozän;  
*G* = ludischer Gips.

Verfolgt man nämlich (vgl. Abb. 15, Profil 1) den Maultierpfad von Gombreny nach Montgrony, so gelangt man aus dem steil nach Süd einfallenden Mittellutet am Coll de Jou in das tiefere Eozän, das bereits steil überkippt nach Norden einfällt. Es zeigt eine ausgeprägte, ebenfalls nach Norden einfallende Schieferung. Auf dem Eozän liegt unterhalb der Eremita flach der Hangendkalk des Garumniums, der am Barranco westlich der Eremita noch etwas tieferes Garumnium trägt (Abb. 15, 1). Darauf legt sich an einer flachen Abscherung abermals der Hangendkalk des Garumniums. Dieser bildet eine Mulde mit steilem bis überkipptem Nordflügel, in deren Kern in der Umgebung der Kirche von Montgrony (1358)

die hangendsten dolomitischen Lagen des Garumniums auftreten. Im Norden der Mulde stellen sich in normaler Folge, steilstehend bis leicht überkippt, die älteren Horizonte ein, nämlich die liegenden Garumniummergel, die Quarzkonglomerate des Maastricht und schließlich die Permotrias, die bereits steil nach Süden einfällt. Im Liegenden der Permotrias taucht, ebenfalls steil Süd fallend, der Hangendkalk des Garumniums wieder auf. Dieser legt sich hangaufwärts flach und wird von dem Devon der Sierra de Montgrony überfahren.

Dieser komplizierte tektonische Bau ist aus einer flachen Überfaltung des Mesozoikums auf das Untere Eozän entstanden. Im Zusammenhang mit der Überschiebung durch das Paläozoikum im Norden wurde der überfaltete Sattel steil gestellt und der liegende Sattelflügel ausgequetscht, sodaß die Permotrias des Sattelnukerns direkt auf den hangenden Garumniumkalk gelangt ist. Der hangende Sattelflügel enthält steil eingemuldet die normale von der Permotrias bis zu den hangendsten garumnischen Horizonten reichende Schichtfolge. Der liegende Sattelflügel schwimmt abgeschert auf dem Unteren Eozän. Das Mesozoikum nördlich Montgrony bildet also eine auf das Eozän überfaltete Serie und keinen autochthonen Sattel.

Daß diese überfaltete Serie von Montgrony auf dem Eozän schwimmt, erkennt man sehr schön etwas östlich Montgrony, wo am Barranco von Mas Paradelli (Abb. 15, 2) unter dem Hangendkalk des Garumniums die Eozänmergel auftauchen. Das Eozän, das außerordentlich stark durchbewegt ist, springt am Bach weit nach Norden vor und bildet so ein Halbfenster.

Die Verhältnisse im Innern der kleinen schwimmenden Scholle sind noch einmal sehr gut in der Sierra de Golumbrant zu beobachten (Abb. 15, 3). Die guten Aufschlüsse zeigen hier das flache muldenförmige Auflager des Garumniums auf den Eozänmergeln. Am Coll westlich der Sierra ist im Kern dieser schwimmenden Mulde noch etwas Permotrias erhalten geblieben. Am Nordrand legt sich diese direkt auf den hangenden Garumniumkalk. Die tieferen Horizonte des Garumniums sind also, wie schon nördlich Montgrony ersichtlich war, am Nordrand der schwimmenden Scholle ausgequetscht.

Im Norden liegt die Scholle von Montgrony, an ihrer Basis den hangenden Garumniumkalk führend, stets auf autochthonem Garumniumkalk, welcher südwärts normal unter das Eozän taucht. Das gestattet den Schluß, daß die Scholle im Norden verwurzelt ist, was sich auch an den Profilen durch den San Aimant (Abb. 15, 5)

nördlich Saltor zeigt, wo der nach Süden überfaltete Sattel in seinem Kern aus tieferem Garumnium gebildet wird, das, steil nach Norden einfallend, in den hangenden Garumniumkalk eingemuldet ist. Diese überfaltete Mulde hängt nordwärts mit dem steil gestellten autochthonen Garumnium zusammen.

Der überfaltete Sattel hebt sich östlich des San Aimant allmählich heraus und geht so zu Ende. Im Westen wird die überfaltete Serie von Montgrony am Coll de Hera durch eine NNO streichende Querverwerfung abgeschnitten. Die westliche Scholle ist hier gehoben, so daß das Mesozoikum der östlichen Scholle an das Paläozoikum der westlichen grenzt. Westlich des Bruches liegt am Rande der Axialzone die Permotrias wieder normal auf dem Paläozoikum.

Der bei dieser Überfaltung entstandene, auf jüngeren Schichten schwimmende Sattel in Muldenstellung des Montgrony erinnert an Profile, wie sie ARN. HEIM aus dem Säntis-Gebirge von der Maarwies beschrieben hat.

Das in der Sierra de Montgrony gewonnene Bild vom geologischen Bau dieses Gebietes wird ergänzt durch die prächtigen Aufschlüsse am Rio Fresser und Ter (Abb. 15, 4). Das Paläozoikum der Axialzone ist hier flach auf die Permotrias überschoben. Die überfahrene Permotrias taucht am Bach, der von Campellas herabfließt, flach nach Norden einfallend unter dem Paläozoikum hervor und bildet hier ein kleines Fenster, das unter zweimaliger Schuppung etwas aufgepreßt ist. An der südlichen Störung taucht der Buntsandstein ab, um erst ca. 2 km weiter südlich unterhalb von Montagut wieder zum Vorschein zu kommen, wo er in überkippter Lagerung mit  $60^\circ$  unter das Paläozoikum einfällt. Die flache Überschiebung des Paläozoikums mit 2—3 km Schubweite hat also ein ähnliches Ausmaß wie jene im Raum zwischen dem Coll de Malrems und dem Coll de Verneuil.

Die Störung zwischen Paläozoikum und Permotrias zieht, mit  $70^\circ$  nordwärts einfallend, unterhalb Montagut den Hang hinauf und schneidet die Permotrias ab, so daß dort das Paläozoikum direkt auf das Garumnium überschoben ist. In der Höhe des Dorfes springt oberhalb Montagut das Paläozoikum etwa horizontal nach Norden zurück, und Permotrias und Garumnium liegen flach auf ihm. Man gewinnt hier den Eindruck, daß das auf Mesozoikum überschobene Paläozoikum im Kern eines flexurartigen Abbiegens der Axialzone südwärts gepreßt worden ist, wobei die Permotrias ausgequetscht wurde. In den hangenden Schichten, der Permotrias und dem Garumnium, wird eine entsprechende Ein-

engung durch die bereits beschriebene Überfaltung auf das Untere Eozän erreicht, das außerordentlich stark durchbewegt ist und eine sehr ausgeprägte nordwärts fallende Schieferung besitzt, die an die Schieferung eines alpinen Flysches erinnert. Das Untere Eozän bildet am Rio Fresser zwei prächtig aufgeschlossene liegende Falten und taucht schließlich bei Carbuos de Fresser an einer überkippten Knieflexur, etwas auf das Mittellutet geschuppt, ab.

Die tieferen Horizonte des Mittellutets sind bei San Pedro noch steil überkippt, das hangende Eozän taucht bereits südwärts unter den ludischen Gips und die Molasse. Diese fällt bei Catyars wieder nach Norden ein und bildet so eine Mulde, an deren Südflügel sich südlich Ripoll ein steil nach Süden übergelegter Sattel mit marinem Mitteleozän heraushebt. Dieser „Sattel von Ripoll“ läßt sich nach Osten über Vallfogona, wo er steil nach Süden auf die Molasse des Coll de Espinau überschoben ist, bis nördlich Olot verfolgen. Westlich Ripoll biegt er in westnordwestliches Streichen ein, und bei Vilada ist er steil nach Süden geschuppt.

Bei Santa Maria folgt am Rio Ter auf diesen Sattel eine neue Molassemulde mit überkipptem Nordflügel. An der neuen Schleuse zwischen Santa Maria und La Farga taucht flach darunter das marine Eozän wieder auf. Bei La Farga findet sich hierin noch einmal eine kleine Spezialaufsattelung mit steilem Südflügel. Südlich San Quirico wölbt sich in dem Mitteleozän ein normal gebauter flacher Sattel auf, der westlich des Rio Ter bei San Augustin de Llusanes abtaucht. Nach Osten läßt er sich bis Joannetes verfolgen, wo er an einer Störung abbricht. Dort zeigt er noch eine deutliche Südvergenz, indem der Südflügel nahezu senkrecht steht, während sich der Nordflügel flach unter die „Mulde des Espinau“ senkt. Mit diesem am Rio Ter bereits normal gebauten „Sattel von San Quirico“ verklingt die Faltung; denn weiter südlich liegt in der Ebene von Vich das Eozän flach, eine prächtige Tafellandschaft bildend.

##### 5. Das Gebiet zwischen Llobregat und Segre.

Nur das zunächst westlich des Llobregat liegende Gebiet ist noch auf Tafel 1 einbegriffen. Am oberen Segre liegende Teilstücke sind in Abb. 18 dargestellt.

Zwischen Castellar de Nuch und dem Coll de Pandis lagert die mit der Permotrias beginnende, nach Süden einfallende jüngere Schichtfolge dem Paläozoikum auf. Im Süden dieser normalen Bedeckung der Axialzone verläuft zwischen Llobregat und

Segre, südlich von Pobla de Lillet über Guardiola, nördlich von Josa und Fornols bis zum Massiv des Monsech de Tost eine Überschiebungslinie, an der von Süden her Mesozoikum, meist mit Keuper an der Basis, auf das nördlich gelegene Eozän überschoben ist. Diese Störung trennt nach ASTRE (1924, 1925) zwei Serien, einmal im Norden die normale Pyrenäenbedeckung — Serie der Sierra del Cadi — und südlich davon, auf ersterer schwimmend, die Serie von Pedra Forca. Aus stratigraphischen und tektonischen Überlegungen hält ASTRE die letztere für eine Decke.

Stratigraphisch ist die Serie von Pedra Forca insofern vollständiger, als sie Lias, Dogger und Unterkreide enthält, die der normalen Pyrenäenbedeckung im Gebiet der Sierra del Cadi fehlen, und tektonisch soll sie nach ASTRE allseitig auf dem Eozän schwimmen. Die hier von ASTRE gewonnenen Anschauungen hat dann JACOB für den gesamten Bau der Südpynäen verallgemeinert. So nennt er die Serie der Cadi „série pyrénéenne“, und diese tritt nach ihm als normale Bedeckung der Axialzone einmal in der Sierra del Cadi und dann in der Zone des Mont Perdu auf. Sie soll überfahren sein von einer aus dem Süden gekommenen großen Decke, die das übrige Mesozoikum der Südpynäen umfaßt, der Serie von Pedra Forca (= „série sudpyrénéenne“).

Es wurde oben gesagt, daß ASTRE die Unterscheidung zwischen den beiden Serien darauf gründet, daß in der Sierra del Cadi die Schichtfolge vom Lias bis zum Alb fehlt. Dieses ist aber, wie ich bereits ausgeführt habe, auf Abtragung nach der austrischen Faltung zurückzuführen. Die Serie von Pedra Forca stellt sich also nicht als fremdartiges Element im Bau der Südpynäen dar, sondern ihre etwas vollständigere Schichtfolge ist bedingt durch die tektonische Geschichte des Gebietes während der Kreidezeit.

Wir kommen zu den tektonischen Verhältnissen, die zur Annahme einer allseitig auf dem Eozän schwimmenden Serie von Pedra Forca geführt haben, und untersuchen die diese Serie begrenzenden Störungen. Das im Süden zwischen Berga und Vilada auftauchende Eozän ist für ASTRE ein Fenster im Rücken seiner Decke, und betrachtet man das Llobregat-Profil (Abb. 16, s), so erkennt man auch, daß nördlich der Station Baëlls der Keuper mit einem nördlichen Einfallen von 30° flach dem Eozän auflagert. Auf den Keuper folgen dann eingequetscht eine Schuppe von Oberkreidekalk und etwas Garumnium, und auf dieses ist abermals Keuper überschoben; dieser trägt außerordentlich brekziöse, tektonisch durchbewegte Carñiolas, auf denen dann normal die

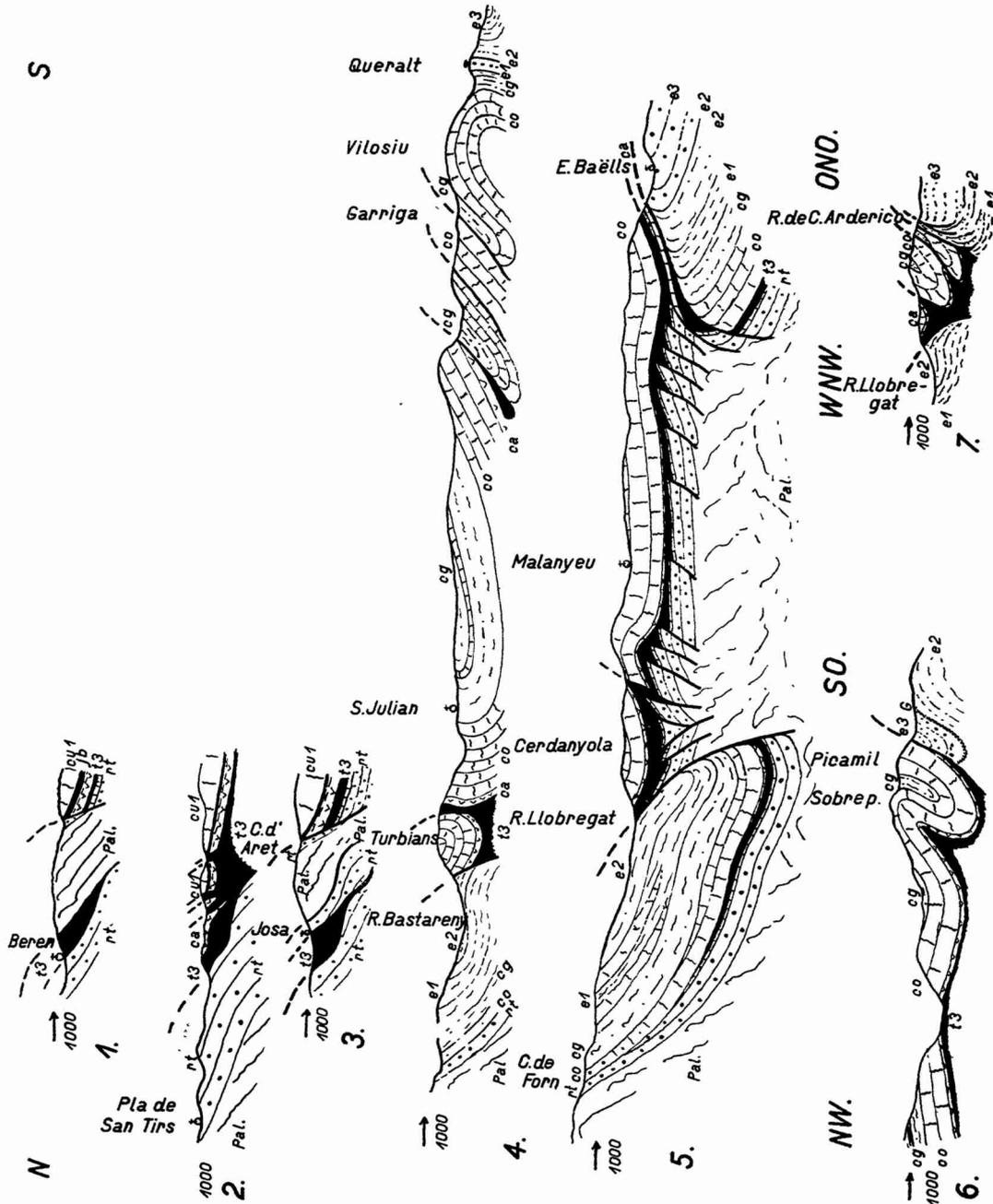


Abb. 16. Der geologische Bau zwischen Llobregat und Segre.  
*pal* = Paläozoikum; *rt* = Permtrias; *t<sup>3</sup>* = Keuper; *ca* = Carniolas; *jl* = Lias;  
*jb* = Dogger; *cu<sub>1</sub>* = Urgo-Apt; *cu<sub>2</sub>* = Apt + Albmergel; *co* = Oberkreide; *cg* =  
 Garumnium; *e<sub>1</sub>* = Untereozän; *e<sub>2</sub>* = Mitteleozän; *G* = Gips; *e<sub>3</sub>* = Lud + Oligozän.  
 Abhandlungen d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Math.-Phys. Kl. III. Folge, Heft 10. 6 (1363)

mächtige Oberkreide liegt. Die flache Störung zwischen Eozän und Mesozoikum, die streckenweise, so westlich Vilademat, von auflagerndem Miozän verhüllt ist, läßt sich im übrigen weiter westlich bis zum Picamil verfolgen (Abb. 16, Prof. 6), an dessen Südabhang Oberkreide auf Eozän überschoben ist. Sie fällt hier mit  $60^\circ$  nach Nordwesten ein, ist also bereits recht steil geworden. Das Umbiegen der Störung zusammen mit ihrem starken Zurückspringen im Llobregattale erweckt so tatsächlich den Eindruck einer flach auf dem Eozän schwimmenden Serie. Aber, wie der Bau des autochthonen Eozäns von Berga erkennen läßt, kann diese Serie nicht von Süden über dieses hinweggeglitten sein. Das Eozän fällt nämlich zwischen Berga und der Station Baëlls (Llobregat) normal nach Süden ein, stellt sich dann aber zwischen der Station und dem Dorf Baëlls steil, wobei es bereits kräftig durchbewegt ist, und seine mergeligen Zwischenlagen eine starke Schieferung aufweisen; schließlich ist es nördlich des Dorfes überkippt. Diese Aufrichtung und Überkipfung des autochthonen Eozäns mit zunehmender Annäherung an die Überschiebung kann wohl nur als Schleppung bei einer Südbewegung der überschobenen Serie gedeutet werden. Auch die in der Überschiebungszone zu beobachtende Spezialschuppung deutet auf Südbewegung hin, wie auch die Faltung im Süden der Serie von Pedra Forca eine reine Südvergenz zeigt. Alle Beobachtungen über die Art des Bewegungsvorganges sprechen also für eine Überschiebung nach Süden.

Die Überfahung des Ebrobecken-Tertiärs durch eine im Norden verwurzelte Serie wird noch deutlicher bei einer weiteren Verfolgung der Überschiebung nach Westen. Dort bildet die Oberkreide, wie das Profil am Vilosiu (Abb. 16,4) veranschaulicht, ein steiles Gewölbe, und dieses fällt nach Osten steil unter die ebenfalls von ihr wegfallende Molasse. So ist aus der flachen Überschiebung eine steile ausgequetschte Flexur mit NNO-Streichen geworden.

Nordwestlich Berga biegt die Störung wieder in ost-westliches Streichen ein. Hier nimmt die Sprunghöhe ab (Abb. 17,5), und es stellen sich zwischen der Oberkreide und der Molasse die Zwischenschichten in allerdings stark reduzierter Mächtigkeit ein. Das Oberkreidegewölbe des Vilosiu taucht steil nach Süden gegen den Bach von Espinalbet ab, und im Bachtal legt sich etwas Garumnium darauf. Es folgt eine kleine Schuppe mit Mergeln des Unteren Eozäns, und nach Süden schließen sich dann die Kalksandsteine und groben Konglomerate des Mittellatet an, die die

von dem Kloster Queralt gekrönten Höhen nördlich Berga bilden. Eingeschaltet finden sich ca. 50 m Sandsteinflysch des Oberlutet, auf das sich dann beckenwärts die Molasse legt. Diese ganze Serie taucht steil bis ganz leicht überkippt zum Ebrobecken hin ab. Nördlich Cofort hebt sich im Süden des südwärts übergelegten Oberkreidengewölbes des Vilosiu aus dem Garumnium ein Oberkreidesattel heraus (Abb. 17,4). Aus dem überkippten Gewölbe

S

N

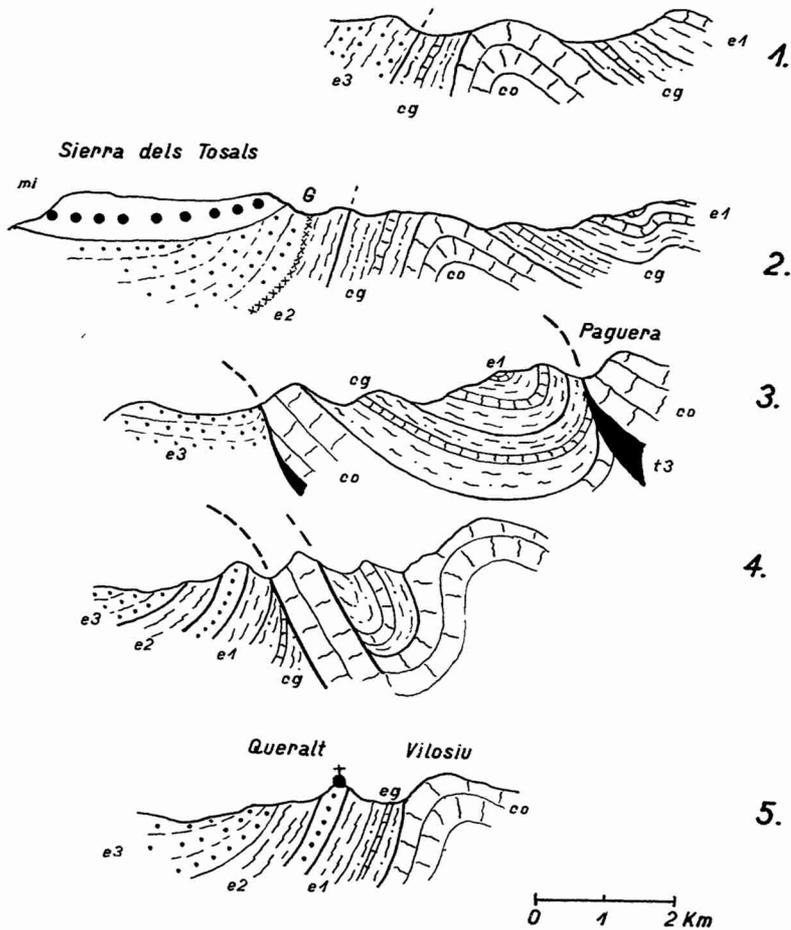


Abb. 17. Der Südrand der Pedra Forca-Zone nordwestlich Berga.  
 co = Oberkreide; cg = Garumnium; e<sub>1</sub> = Untereozän; e<sub>2</sub> = Mitteleozän; e<sub>3</sub> =  
 Lud + Oligozän; mi = Miozän.

des Vilosiu entwickelt sich am Fuße des Paguera eine Überschiebung der Oberkreide auf Garumnium und Untereozän (Abb. 17,<sub>3</sub>). Die Oberkreide des südlichen Sattels ist auf die Molasse überschoben. Weiter gen Westen bildet diese Oberkreide wieder einen normalen Sattel (Abb. 17,<sub>2</sub>), der am Bach von Castellar del Riu westwärts unter das Eozän abtaucht. Das allseitige axiale Abtauchen des die Oberkreide überlagernden Garumniums ist am Bache selbst prächtig aufgeschlossen (Abb. 17,<sub>1</sub>).

Die den Südrand der Serie von Pedra Forca bildende Überschiebung wird also in ihrem Verlauf nordwestlich Berga an verschiedenen Stellen durch ein flexurartiges Abtauchen der Schichten der Pedra-Forca-Serie unter das autochthone Eozän abgelöst, und dort ist also die Serie von Pedra Forca verwurzelt.

Im Osten wird die am Picamil bereits sehr steil gewordene Störung abermals von dem diskordant auflagernden Miozän verhüllt, und erst an dem Llena taucht sie wieder unter dem Konglomerat auf. Das Garumnium bildet hier eine Mulde und hat unter sich noch etwas Oberkreide, die an einer steilen Störung, der Fortsetzung der Überschiebung des Picamil, gegen die an der Störungszone steil gestellte Molasse grenzt (Abb. 16,<sub>7</sub>). Zwischen der Oberkreide und der Molasse ist eine kleine Staffel äußerst sandigen Oberlutets eingeklemmt. An der steilen Störung, die dem linken Ufer des Baches von Casa Arderico folgt, werden nordwärts die Lutetstaffel und die Oberkreide im Liegenden des Garumniums abgeschnitten. Oberhalb der Mündung des Nebenbaches, der der Garumnium-Mulde von Cattlaras folgt, springt an einer west-östlich verlaufenden Querstörung das Eozän etwas nach Osten zurück, und es stellt sich wieder Oberkreide im Liegenden der Mulde ein. Die Molasse steht senkrecht, und mit 40° nach Westen fallend ist die Oberkreide, die die hier ostwärts überkippte Garumnium-Mulde trägt, auf sie geschoben. Im hangenden Muldenflügel fällt die Oberkreide flach nach Westen ein. Weiter nördlich wird die Garumnium-Mulde abermals von einer Querstörung abgeschnitten. Es grenzt jetzt an die steil gestellte Molasse im Osten eine mit 70° nach Westen einfallende überkippte Garumnium- bis Oberkreidefolge.

An dieser Störung soll das Mesozoikum auf dem Eozän schwimmen. Mir scheinen aber die steil aufgebogene Molasse, die Zwischenstaffel von Oberlutet, das Steilerwerden des Mesozoikums nach der Tiefe hin und die Querstörungen dafür zu sprechen, daß an dieser geradlinig mit N 15° O durchstreichenden Störung nur

eine Überschiebung der gehobenen westlichen Scholle auf die östliche stattgefunden hat. Diese Ostvergenz am Ostrande der Serie von Pedra Forca ist auch in der der Überschiebung parallel laufenden überkippten Garumnium-Mulde zu erkennen, die wohl jenseits des diskordant liegenden Miozäns ihre Fortsetzung in der ebenfalls überkippten Garumnium-Mulde zwischen Picamil und Sobrepuny (Abb. 16,6) findet. Endlich kommt die Ostvergenz in dem überkippten Sattel von Sobrepuny zum Ausdruck; sie verklingt in dem großen Quersattel des Llobregat, der Keuper in seinem Kern enthält.

Wie ASTRE mit Recht angegeben hat, ruht im Norden die Serie von Pedra Forca mit Keuper an der Basis auf dem Eozän der Serie der Cadi. Doch wird es durch das gänzliche Fehlen einer stärkeren Durcharbeitung und Durchschieferung der doch recht mobilen Lutetmergel unwahrscheinlich gemacht, daß wir es mit einer größeren Deckenüberschiebung — Deckenstirn — zu tun hätten. Daß diese Nordüberschiebung in der Tat eine recht steile Störung ist, die eine autochthone Serie begrenzt, geht aus den Verhältnissen südlich Pobra de Lillet hervor.

Folgt man nämlich von Pobra de Lillet dem Bach Rigatell, so befindet man sich zunächst im Sandsteinflysch des Oberlutet. Dieser gehört noch zu der normalen Bedeckung der Axialzone und fällt mit  $60-70^\circ$  nach Süden ein. Darauf folgt, zwischen Oberlutet und der überschobenen Serie von Pedra Forca eingepreßt, eine Staffel von Mergeln und Kalken mit Nummuliten des Mittellutets. In dieser Staffel fallen die Schichten zunächst mit  $70^\circ$  nach Norden, dann mit  $75^\circ$  nach Süden ein. Sie stehen nahe der Störung senkrecht und fallen schließlich mit  $80^\circ$  unter sie ein. Die steil stehenden Carñiolas grenzen an der hier  $N 80^\circ O$  streichenden Störung gegen das Eozän. Sie fallen westlich des Baches nach Süden ein, liegen also steil auf dem Eozän, biegen östlich des Baches im Streichen etwas um ( $N 70^\circ W$ ) und fallen sehr steil (mit  $70-75^\circ$ ) unter das Eozän, das dort ebenfalls mit  $70^\circ$  nach Westen einfällt. Die Carñiolas bilden also ein deutlich nach Osten unter das Eozän abtauchendes Gewölbe, dessen Kern aus dem oberhalb am Bach angeschnittenen Keuper besteht. Nach Westen bildet sich in den abtauchenden Carñiolas im Norden des Gewölbes eine Mulde aus, die nordwärts gegen das Eozän gelegt ist, wobei an der Störung der Keuper herausgepreßt wurde. Die Störung zwischen Keuper und Eozän wird westwärts flacher, sodaß bei Fatyars der Eindruck einer auf dem Eozän schwimmenden Schichtfolge erweckt wird. Auch nach Süden entsteht in den ab-

tauchenden Carñiolas eine Mulde, und der Keuper kommt im Süden derselben wieder sattelartig heraus und ist auf die Oberkreide überschoben. Weiter nach Westen taucht dann das zentrale Gewölbe ab, und die beiden Carñiolasmulden schließen sich zu einer einzigen zusammen (Abb. 16,7), in deren Kern dann auch Oberkreide auftritt. Doch bleibt diese Mulde von San Julian de Cerdanyola nach Norden auf das Eozän und nach Süden auf die Oberkreide überschoben, wobei der Keuper an der Überschiebungszone herausgequetscht ist.

Die Nordrandstörung der Serie von Pedra Forca liegt zwischen Guardiola und Baga flach, wird aber nach Westen, zum Coll de la Tancalaporta hin, recht steil. Oberkreide grenzt hier an einer mit  $60^\circ$  nach Süd fallenden Überschiebung an kalkiges Unterlutet, das mit  $40^\circ$  nach Süd einfällt. Diese Überschiebung begrenzt die Mulde von San Julian im Norden; im Süden schneidet der südwärts überschobene Muldenrand, nordöstlich streichend, die Garumnium-Mulde von Catllaras ab. Am Coll de Aballol taucht am Südrand der Mulde wieder der Keuper auf, und dieser zieht dann, WNW streichend, den Bach Triput herab und überquert nördlich von Cottlet, jetzt NNW streichend, den Llobregat; hier wird die Mulde nur noch von Carñiolas gebildet. Westlich Guardiola wird das Streichen dann wieder west-östlich, und nördlich von Cal Malsep entwickelt sich im Fortstreichen der Überschiebung im Süden der Mulde von San Julian der Sattel von Turbians. Er zeigt ein interessantes Beispiel von Vergenzwechsel. In dem hangenden Teil ist der Keuper des Sattels nördlich steil nach Norden gegen die Oberkreide des Nordflügels gepreßt; geht man aber den Hang hinunter, so sieht man, daß die Liaskalke des Südflügels, die oben mit  $65^\circ$  normal nach Süden einfallen, plötzlich umbiegen und mit  $35^\circ$  unter den Keuper fallen (Abb. 16,4). Ebenfalls überkippt fällt die Oberkreide des Südflügels nach Norden ein. Wir haben es also mit einem in seinem unteren Teil nach Süden übergelegten Sattel zu tun, und hieraus hat sich weiter östlich die bereits beschriebene Überschiebung am Südrand der Mulde von San Julian entwickelt; am Sattelfirst ist der Keuper schließlich steil nach Norden durchgespießt.

Im weiteren Verlauf der Nordstörung soll nach ASTRE das Garumnium, welches im Tal von Gosol ansteht, ein Fenster der autochthonen Serie bilden. Doch läßt sich das Garumnium von Gosol über Aspa und den Coll de la Trapa zu dem normal auf dem Senon liegenden Garumnium verfolgen, ist also als eine Fortsetzung der Mulde von Figols — Vallcebre anzusehen, die hier tiefer eintaucht.

Südlich Gosol wird das Garumnium steil von südbewegtem älterem Mesozoikum überfahren. Es handelt sich dabei um die Fortsetzung der Überschiebung am Südrand der Mulde von San Julian.

Weiter gen Westen nimmt die Nordbewegung im Norden der Serie von Pedra Forca an Stärke zu. Folgt man dem Lauf des Segre von Seo de Urgell abwärts (Abb. 16,<sub>2</sub>), so sieht man bei Pla de San Tirs (vgl. Abb. 18) die Permkonglomerate den Porphyr überdecken und auf sie mit deutlicher Diskordanz den Buntsandstein folgen. Etwa 50 Schritt unterhalb Palau des Goves liegt in sich stark gefalteter Keuper, der zwei kleine Durchspießungen von Muschelkalk enthält, flach abgeschert auf dem südwärts einfallenden Buntsandstein. Auf den Keuper legen sich die Carniolas. Diese Folge von Muschelkalk bis zum Unteren Lias ist infolge der Mobilität des Keupers außerordentlich stark in sich geschuppt, was deutlich zu erkennen ist, wenn man den Rio Tost von Hostalets etwas aufwärts verfolgt. An diese dislozierte Serie grenzen nach Süden Oberer Lias und die starren Massen der Doggerdolomite und Urgonkalke längs einer steilen Flexur, die sich in der Morphologie in einer von den jüngeren Horizonten der abgesunkenen Scholle gebildeten Steilkante gut heraushebt. Die Flexur ist von Barceloneta über Casa Valentin bis südlich des Coll d'Arnat bereits von ASTRE verfolgt worden, zieht dann weiter über Castellar und quert den Segre südlich Hostalets. Die Flußerosion hat hier die harten Kalke beseitigt, und der Keuper springt nach Süden vor bis La Reula, hier stark ophithaltig. Westlich des Segre verläuft die Flexur im Süden des Rio Goves vor der Kalkmasse der Sierra de Arés her und läßt sich weiter westlich über Bellpuy verfolgen, wo sie hart südlich des Flusses die Urgonkalke der Sierra de Cabo begrenzt. Die massiven Kalkmassen im Süden der Flexur zeigen einen schwach südwärts einfallenden Schuppenbau.

Das Segreprofil weist somit eine starke disharmonische Faltung auf. Auf dem Paläozoikum liegt zunächst als erste Zone die Permotrias, die, unter dem Basalschutz des Paläozoikums stehend, ungestört nach Süden einfällt. Darauf folgt, abgeschert und stark in sich geschuppt, eine zweite Zone (Muschelkalk—Unterialias), die als besonders mobiles Element den Keuper enthält. Sie wird nach Süden durch eine Flexur begrenzt, und längs dieser grenzt an sie die dritte kaum gestörte Zone starrer Kalkpakete (Oberer Lias bis Urgon).

Inmitten dieser im großen ziemlich einfach gebauten Schicht-

folgen erscheint nun Paläozoikum, und zwar finden sich in dem untersuchten Gebiet zwei solcher Vorkommen, nämlich östlich des Segre das Massiv des Montsech de Tost und westlich zwischen Guils und Bellpuy ein Ausläufer des großen Massives von Castellás. Diese paläozoischen Vorkommen faßt DALLONI als schwimmende Schollen auf, und zwar als östlichste Reste einer großen Decke, die er als Nogueras-Decke bezeichnet. Nun haben weiter westlich JACOB schon 1930 und später MISCH zeigen können, daß man dort von einer Decke nicht sprechen kann, und zu einem ähnlichen Ergebnis gelangte ich auch in dem Gebiet am Segre.

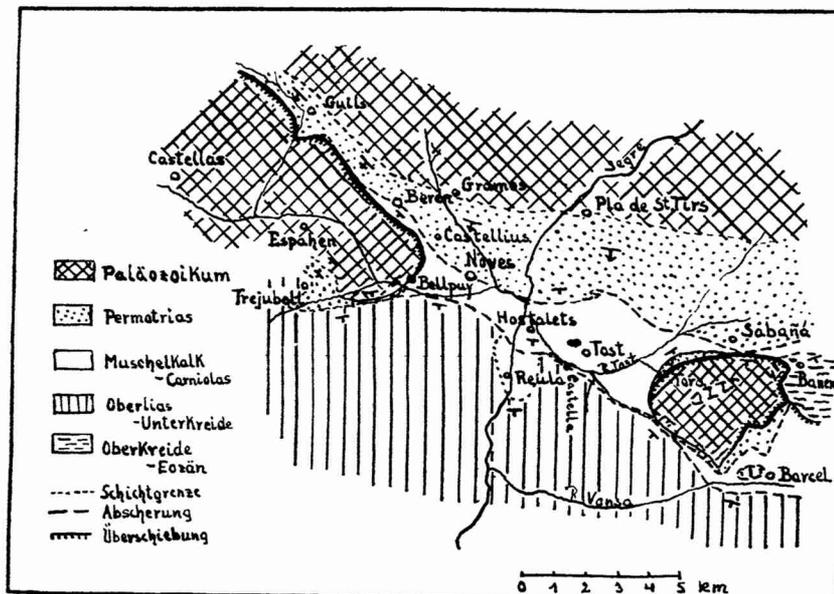


Abb. 18. Zur Stellung der paläozoischen Massive von Castellás und des Montsech de Tost.

Verfolgt man nämlich die Umrahmung des östlichen Teiles des Massivs von Castellás, so sieht man, daß es nach Süden unter das Mesozoikum untertaucht. So fällt am Barranco de la Guardia, westlich von Bellpuy (Abb. 16,1), das Paläozoikum an einer sehr steilen Störung unter die schwach nach Süden geneigte Kalktafel, und eingeschuppt finden sich etwas steilstehende Permotrias und abgescherter Keuper der Zone II. Zwischen Bellpuy und Trejubell, wo das Paläozoikum auf die Südseite des Baches überspringt, taucht es ebenfalls südwärts unter die mesozoische Bedeckung unter. Seine Grenze bildet ein steil nach Süden einfallender Bruch, an dem es gegen die Urgonkalke, Doggerdolomite und etwas Lias (1370)

der Sierra del Cabo grenzt. Die Trias ist hier ausgequetscht, stellt sich aber östlich Trejubell wieder ein, wo das Paläozoikum in ein nordwestliches Streichen übergeht. Hier liegt jetzt in normaler Folge die Permotrias auf dem Paläozoikum, doch bleibt der Keuper ausgequetscht.

Oberhalb Castellus nimmt das von Bellpuy etwa nord-südlich heranreichende Paläozoikum ein nordwestliches Streichen an, und gleichzeitig entwickelt sich aus der bisherigen steilen Störung eine nach Südwesten einfallende flache Überschiebung. Zwischen Paläozoikum und Permotrias ist eine Staffel von Keuper und Carniolas eingeklemmt. Das Paläozoikum liegt also an seinem Nordrande auf der Schichtfolge der Staffel II, während es im Süden unter diese untertaucht. Der im Liegenden des Paläozoikums eingepreßte Keuper läßt sich von Castellus über Beren bis zum Coll zwischen Beren und Guils verfolgen, wo er vom Paläozoikum überfahren wird, das weiter westlich dann direkt auf der Permotrias schwimmt. Das im Süden verankerte Massiv von Castellus kann somit nicht als schwimmende Scholle — Reste einer Decke — angesprochen werden.

Von der tektonischen Stellung des Massivs des Montsech de Tost hat bereits ASTRE eine genaue Beschreibung gegeben, der man in Bezug auf den Geländebefund nur zustimmen kann. Im Osten liegt das Paläozoikum zwischen San Julian und Bañeras flach auf dem Alveolinenkalk, weiter nördlich auf den Schichten der Staffel II, und bei Sabañá schließlich, wo auch diese überfahren sind, auf Permotrias. Weiter westlich taucht zwischen Casa Felipe und Tora die Staffel II wieder auf, und dort stellt sich zwischen dem Paläozoikum und der Staffel II noch eine schmale Schuppe von aus der Tiefe mitgerissener Permotrias ein (Abb. 16,s).

Das Untertauchen des Paläozoikums unter die mesozoische Bedeckung am Coll d'Arnat hat ASTRE bereits erkannt. Hier legt sich auf das Paläozoikum, steil nach Südwesten fallend, die Permotrias, worauf die stark ausgequetschte Staffel II folgt, die an der Flexur an die Staffel III grenzt. ASTRE macht hier nun einen Unterschied zwischen der im Nordosten unter das Paläozoikum tauchenden mesozoischen Serie und der sie im Coll d'Arnat bedeckenden. Letztere rechnet er zur Deckeneinheit von Pedra Forca, und damit ist für ihn das Massiv des Montsech ein paläozoischer Fetzen, der zwischen die autochthone Bedeckung der Axialzone und die Pedra Forca-Decke eingeklemmt ist. Auch diese Auffassung ist von JACOB für die übrigen Massive, die DALLONI, wie bereits erwähnt, zur Nogueras-Decke zusammenge-

zogen hatte (Nogueras-Zone von MISCHE), verallgemeinert worden. Es ist jedoch die von dem Paläozoikum überfahrene und die im Südwesten auf ihm liegende mesozoische Serie, ähnlich wie am Ostrande des Massivs von Castellas, auch am Montsech de Tost nicht zu trennen. Denn geht man vom Coll d'Arnat nach Südosten, so sieht man, wie die Permotrias, die am Coll noch normal auf dem Paläozoikum liegt und steil nach Südwesten einfällt, sich schon unterhalb des Dorfes steil stellt und noch weiter östlich, unterhalb Can Soldat, schließlich überkippt unter das Paläozoikum eintaucht. Überfahrene und auflagernde mesozoische Serie gehen somit am Südostrande des Montsech de Tost ineinander über.

Die paläozoischen Massive sind also aus der Tiefe aufgedrungen, wofür auch die an ihrem Rande meist eingeklemmte und, wie auch ASTRE beschreibt, oft damit verfaltete Permotrias spricht. Sie sind durchgebrochen in einer Schwächezone, nämlich an der die Zone II im Süden begrenzenden Flexur, und sind dann ganz flach nach Nordosten auf diese Zone überschoben, sie bei Sabañá und besonders bei Guils ganz überfahrend. Daß diese Überschiebung recht flach ist, ergibt sich auch aus einer kleinen, von mir nordwestlich Tost aufgefundenen paläozoischen Klippe.

Der Montsech de Tost trägt eine mesozoische Bedeckung, die nach ASTRE Lias bis Oberkreide umfaßt. Die im Liegenden dieser Schichten befindliche Abscherung hat ASTRE bereits erkannt. Ich möchte die Serie als ein mitgerissenes Stück der Zone III auffassen.

Wie das Segre-Profil zeigt (Abb. 16,2), findet sich in der schwach südwärts fallenden Staffel III am Bach, der nach Castellas führt, eine Aufsattelung, in deren Kern am linken Bachufer etwas nordwärts durchgespießter Keuper zu beobachten ist. Im Süden folgen auf die Unterapt-Kalke die mächtigen Kreideschichten der Mulde von Orgaña. In ihrem Kern sind die starren Oberkreidekalke von Santa Fé nicht so stark eingemuldet wie die mehr mergelige Folge der Unterkreide, und im Zusammenhang damit ist es zu schwachen Abscherungen gekommen.

Die Kreidemulde von Orgaña ist vorwiegend normal gebaut. Eine schwache Nordbewegung äußert sich an ihrem Südflügel, indem der dort auftauchende Urgon-Sattel, der an der Segrebrücke im Kern noch etwas Dogger enthält, steil nach Norden gegen die Albmergel gepreßt ist, die bis zu einem Südfallen von 60° überkippt sind. Dieser nordwärts überkippte Sattel verklingt nach Westen, und in der Höhe von Vallbaisca taucht der Urgonkalk, bereits steil nach Norden fallend, unter die Albmergel.

Nach Süden fällt der Urgonkalk ebenfalls steil unter Alb-

mergel ein, die bei Coll de Nargo, stark durchgeschiefert und nordwärts überkippt, auf Konglomerate von wahrscheinlich oligozänem Alter (s. I, 8) überschoben sind. An der Störung findet sich noch etwas Oberkreidekalk eingepreßt. Das überfahrene Oligozän steht zunächst senkrecht, legt sich dann südlich Nargo, auf der Oberkreide des Coscollet ruhend, flach und bildet somit den Kern einer am Nordflügel überfahrenen Mulde. Die Schichtfolge des Coscollet ist südwärts auf das Alttertiär des Ebrobeckens überschoben, und in der am Segre mittelsteilen Überschiebung ist Keuper eingepreßt. Das Alttertiär bildet einen südvergenten Sattel, in dessen Kern bei Oliana marines Barton herauskommt.

Die tektonischen Untersuchungen haben also am Ostende der Serie von Pedra Forca ergeben, daß diese Serie antochthon ist. Der Bau innerhalb der Serie zeigt neben der auf den östlichen Teil beschränkten Ostvergenz eine deutliche Divergenz, indem im Norden eine Nord-, im Süden eine Süd-Vergenz vorherrscht. Die Scheitelung zwischen diesen beiden Vergenzen fällt etwa mit der Muldenachse der durch die austrische Faltung geschaffenen östlichen Südpynäen-Großmulde zusammen.

#### 6. Das Umbiegen des Südpynäenstamms nördlich Figueras (vergleiche Tafel 2\*).

Wie gezeigt, weisen die Südpynäen längs des durch Darnius gelegten Profils einen rein südvergenten Bau auf, der sich besonders schön in der Muldenzone von Darnius äußert. Diese biegt weiter östlich am Arroyo Ricardell aus ihrem westnordwestlichen Streichen in ein nordnordwestliches ein, und gleichzeitig tritt in der Überschiebung des Granits auf Garumnium bei Mas Rafols eine deutliche Westvergenz in Erscheinung. Bei C'en Borris schließen sich die Muldenschichten mit den an der Randflexur der Axialzone abtauchenden älteren mesozoischen Schichten zusammen. Die Randflexur behält auch ostwärts bis zum Llobregat ihr ostwestliches Streichen bei. Nordwestlich Viura stellt sich in dem südwärts abtauchenden Garumnium noch einmal eine ebenfalls ostwestlich streichende Permotrias-Aufsattelung ein, in deren steiler stehendem Südflügel sich gleichfalls eine deutliche Südvergenz zu erkennen gibt. Auf das abtauchende Garumnium legt sich dann normal das Untere Eozän.

Auf dieser lückenhaften mesozoisch-eozänen Schichtfolge

\*) Die zwischen M. Illa, B. d. Aval bis nördlich Molins durchziehenden und auf Tafel II ins Garumnium gestellten kontinentalen Sedimente möchte ich aus Analogie mit den Verhältnissen am Segre dem Oligozän zuordnen.

schwimmen nun im Raume östlich und nördlich Viura Keuper und Carniolas. Das westlichste derartige Keupervorkommen ist südlich C'en Poe, auf dem Eozän schwimmend, an der neuen Landstraße nach Darnius gut aufgeschlossen. Es ist 100 m breit. Wir sehen, wie an seinem Nordrande die Tone und Gipse des Keupers flach auf dem südwärts einfallenden untereozänen Kalkflysch liegen; in dem nördlichen Teil der Klippe tauchen, an der Landstraßenböschung angeschnitten, unter dem Keuper außerordentlich stark durchbewegte und geschieferte Mergel des Eozäns wieder auf, ein mehrere Meter breites Fenster bildend. Im Süden der Klippe heben sich die Eozänmergel mit einer außerordentlich stark nordwärts, unter die Klippe, einfallenden Schieferung und Fältelung wieder heraus.

Östlich der Brücke, über die die Landstraße von Boadella nach Viura führt, legt sich der Keuper mit größerer Verbreitung flach auf die eozänen Mergel (Taf. 2, Prof. A—B). An der Chausseebiegung oberhalb Viura quert der Keuper den Ricardell, und hier liegt er auf der linken Seite des Baches dem Garumnium auf, das an der Landstraße mit  $65^{\circ}$  nach Süden unter den Keuper einfällt. Dieser springt am Pasa Milas, auf dem Garumnium liegend, stark nach Norden vor und läßt sich dann ostwärts bis Hostal Nou verfolgen. Südlich Viura ist er steil südwärts auf das Eozän überschoben, das stark durchbewegt ist und eine nach Norden einfallende Schieferung zeigt. An der Basis des Keupers ist eine mit  $55^{\circ}$  nach Norden geneigte Schuppe von Garumniumkalken und Mergeln eingeklemmt, die ebenfalls stark durchgeschiefert und zerquetscht sind. Hierauf legen sich einige Meter vollkommen durchbewegte Carniolas und schließlich der Keuper. Diese Überschiebungszone biegt gen Osten in ein nordöstliches Streichen ein und bildet den ausgequetschten Südflügel eines nordöstlich streichenden Keuper-Sattels, dessen Nordflügel aus geringmächtigen Carniolas und Oberkreide besteht (Taf. 2, Prof. E—F). Die Oberkreide taucht nordwärts an der Landstraße östlich Viura abermals unter den Keuper unter, der die breite und flache Carniolasplatte im östlichen Fortstreichen des Pasa Milas trägt. Im Norden taucht der Keuper wieder unter Carniolas auf und liegt dort flach auf dem Garumnium.

Der im Raume westlich Viura flach auf dem Eozän und Garumnium schwimmende Keuper taucht somit südöstlich Viura steil bis steil überkippt unter das Eozän unter.

Auf den Keuper von Viura ist der südlich Hostal Nou anstehende Granit, der hier den Rand der Zentralzone bildet, westwärts überschoben. Die Überschiebung streicht nordnordöstlich und springt dann in der Höhe von Hostal Nou nach Osten zurück.

Sie ist in dem alten Gipsbruch am linken Ufer des Rio Ricardell aufgeschlossen. Dort liegt der Granit an einer mit  $70^\circ$  nach Westen geneigten Fläche auf den Keupermergeln und Gipsen, in die an der Störungszone einzelne Granitblöcke eingewalzt sind. Die Carñiolas bilden östlich hiervon eine überkippte Mulde und fallen mit  $50^\circ$  unter den Keuper (Taf. 2, Prof. G—H).

Westvergenz äußert sich auch südlich der Landstraße von Viura nach Molins, wo allerdings die Überschiebung des Granits auf Keuper von jüngeren Schottern verhüllt ist. Dort streicht die überkippte Carñiolasmulde im Westen der Granitüberschiebung nordnordöstlich und bildet den Hügel, auf dem die Mas Aloy steht (Taf. 2, Prof. I—K). Im Westen dieser Mulde liegt ein ebenfalls nordnordöstlich streichender Keupersattel, und dieser ist westwärts auf eine stark durchbewegte und überkippte Muldenzone überschoben, deren Ostflügel vollkommen ausgequetscht ist. Im Steinbruch oberhalb des Kalkofens von Mas Aloy bilden etwa 4 m Quarzite der Oberkreide, die den Carñiolas auflagern, den Muldenkern. Hierauf legt sich, mit  $45^\circ$  nach Osten einfallend, der Keuper, während die Carñiolas des Westflügels mit  $40^\circ$  darunter einfallen.

In dem kleinen verlassenen Steinbruch 30 Schritte weiter südlich sieht man, daß der Keuper, nachdem er die Quarzite der Oberkreide ganz überfahren hat, auf den durchbewegten Carñiolas des Westflügels ruht. Im Osten dieser Muldenzone taucht ein neuer Keupersattel auf, der westwärts auf die Oberkreide des Westflügels des Keupersattels südöstlich Viura überschoben ist.

Während somit westlich und nördlich Viura ein pyrenäisches Streichen mit reiner Südvergenz vorliegt, herrscht im Raume östlich Viura mit dem Auftreten einer vollständigeren mesozoischen Schichtfolge am Rande des ostampurdanischen Beckens plötzlich ein nordöstliches bis nordnordöstliches Streichen mit starker Westvergenz vor. Doch findet kein allmähliches Umbiegen, sondern ein plötzliches Umknicken der einen in die andere Streichrichtung statt. Dies hängt wohl besonders mit dem weiten westwärtigen Vorschub des Granites südlich Hostal Nou zusammen. Dabei sind an der Umknickungsstelle, an der ja die stärkste Einengung stattfand, die Carñiolas mit den Keupermergeln und Gipsen herausgepreßt worden und auf diesen mobilen Schichten ostwärts auf das Garumnium und Eozän geglitten, wo sie jetzt die geschilderte flache „Decke von Viura“ bilden.

Das bei Viura beginnende südwestliche Streichen beherrscht den Bau zwischen Viura und Figueras, und die mit ihm verbundene Westvergenz drückt sich z. B. aus in der nördlich des Rio Muga

bis östlich Llers durchziehenden Überschiebungszone, an der östlich Llers Keuper auf Eozän gepreßt ist. Auch die Kleinfaltung in den Carñiolas ist am Rio Muga westwärts gerichtet (Taf. 2, Prof. I—K). Westvergenz zeigt sich ferner in den in die Carñiolas eingeschuppten Vorkommen von Oberem Lias nordöstlich des Castillo de Figueras und in den nordöstlich streichenden Oberkreidemulden nördlich und südlich der Landstraße von Figueras nach Llers, deren Ostflügel von Urgonkalken überfahren sind.

In der Höhe von Figueras verschwinden die mesozoischen Schichten unter den quartären und pliozänen Ablagerungen der Ebene des Ampurdan.

An der Umbiegung in das südöstliche Streichen nehmen auch die im Grundgebirge eingemuldeten mesozoischen Vorkommen nördlich Peralada teil (siehe Übersichtskarte Tafel 1). So streicht die westlich San Clemente gelegene Mulde südöstlich, die von Masarach—Vilanardal sogar nördöstlich und die des Mont Pedros endlich wieder südöstlich. Eine besonders ausgeprägte Vergenz lassen diese flachgebauten Mulden nicht erkennen.

### 7. Der Überschiebungsbau der Sierra von Montgry\*)

(bei Torroella).

Die bei Figueras, wie gezeigt, unter den jüngeren Schotterablagerungen verschwindenden mesozoischen Schichten tauchen an der Meeresküste in der Sierra Montgry wieder auf (vgl. Übersichtskarte Tafel 1). Wir sind also im südöstlichen Fortstreichen des bei Viura in eine nordnordwestliche Richtung eingebogenen Südpirenäen-Stammes, und hier herrscht, wie bei Viura, eine ausgeprägte Westvergenz, die sich in flachen, deckenartigen Überschiebungen der mesozoischen Kalke auf die ludisch-oligozäne Molasse zu erkennen gibt.

Man sieht z. B. an dem Wege von Torroella nach Santa Catalina, wie auf der durchbewegten, in sich geschuppten und gefalteten Molasse von Torroella die mit 20° nach Norden einfallenden mesozoischen Kalke ruhen (Abb. 19,1). Die Flachheit dieser Überschiebung erkennt man an ihrem Zurückspringen in die Täler, so besonders am Bach nordöstlich Torroella. Bei der Burg oberhalb

---

\*) Während der Drucklegung dieser Arbeit erhielt ich eine Veröffentlichung von M. San Miguel de la Cámara y L. Solé Sabaris: Nota geológica sobre el macizo cretácico de Montgri. Auch diese Verfasser vertreten die Auffassung einer bei Torroella auf dem Eozän schwimmenden mesozoischen Serie (capa del Ampurdán).

Torroella liegen die Kalke bereits horizontal, und weiter nördlich fallen sie mit  $20^\circ$  nach Süden ein; sie bilden also eine Mulde. Bei der Eremita von Santa Catalina beginnt der Nordflügel der Mulde, und unter diesem taucht dann die Molasse wieder auf. So bilden die mesozoischen Kalke eine allseitig flach auf der Molasse schwimmende und im Westen noch jüngere Ablagerungen tragende Deckenmulde („Decke von Santa Catalina“).

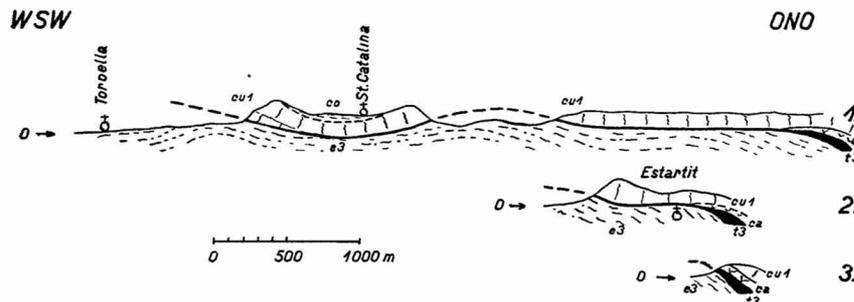


Abb. 19. Die Decke von Santa Catalina.

$t_3$  = Keuper;  $ca$  = Carñiolas;  $cu_1$  = Unterkreide;  $co$  = Oberkreide;  
 $e_3$  = Lud + Oligozän.

Auf die im Norden der Decke auftauchende Molasse legt sich weiter nordöstlich, wie westlich Estartit aufgeschlossen ist (Abb. 19, 2), abermals die mesozoische Kalkserie, mit  $18^\circ$  nach Nordosten einfallend. Die Molasse taucht somit im Norden und Süden unter die mesozoischen Kalke und bildet ein 1—2 km breites Fenster („Fenster von Sobrestany“).

Das flache Auflager der mesozoischen Kalke im Norden des Fensters drückt sich sehr schön in ihrem Zurückspringen am Bach von Estartit aus. Südlich Estartit ist eine kleine Staffel mit Mergeln, die bartonische Nummuliten führen, zwischen die Molasse und die überschobene Serie eingeklemmt. Die Überschiebung ist ferner am Cap gegenüber den Islas Medas gut aufgeschlossen, wo sie  $N 45^\circ W$  streicht und mit  $40^\circ$  nach Nordwesten geneigt ist (Abb. 19, 3). Hier liegen an der Basis der überschobenen Serie ca. 20 m mitgeschleifter Gipskeuper, auf den die Rät dolomite folgen. Der fast nur aus Gips bestehende Keuper ist stark gefaltet und hat bei der Bewegung als Gleitmittel gewirkt. So läßt sich zwischen dem Keuper und der mesozoischen Kalkserie eine starke Durchbewegungszone erkennen, in der bis 1,5 m lange Kalklinsen im Keuper eingepreßt sind. Das Rät ist vollkommen brekziös und verspatet und zeigt gelegentlich beginnende Verzerrung. Die Überschiebung streicht dort, wo sie ins Meer hinaus-

tritt, N 30° W, und in ihrer Verlängerung läßt sich auf den Islas Medas die Grenze Keuper-Rät weiter verfolgen. Die stark durchbewegten brekziösen Rät-dolomite fallen auf der Hauptinsel mit 35° nach Osten ein. Im Süden der Insel biegt die Störungszone kurze Zeit in N 60° W-Streichen ein, um schließlich mit 10° einfallend das Meer zu erreichen. Auf der südlicher gelegenen, kleineren Insel tritt wieder ein N 30° W-Streichen auf. Das hier mit 30° nach Osten geneigte Rät ist stark durchbewegt, zerquetscht und westwärts geschuppt.

Die außerordentlich starke Durchbewegung an der Störungszone zwischen dem Cap von Estartit und den Islas Medas und deren relativ große Steilheit lassen darauf schließen, daß in dieser Störung die Wurzelzone der Santa Catalina-Decke vorliegt.

Die Überschiebung von Torroella mit ihrem N 30° W-Streichen hat als Fortsetzung des nördlich Figueras in ein Nordnordwest-Streichen mit ausgeprägter Westvergenz einbiegenden Außenrandes der Südpirenenäen zu gelten. Andererseits liegt sie in der Fortsetzung des von HOLLISTER auf Nordwestmallorca und Menorca beschriebenen Deckschuppenbaues, und diesem kommt auch die Faltung bei Estartit an Intensität gleich.

### 8. Die Vorkommen von Mesozoikum in der Axialzone.

Wie bereits auf der französischen geologischen Karte dargestellt ist, treten mesozoische Schichten im Bereiche der kristallinen Axialzone bei Céret und Amélie-les-Bains auf. Bei Céret bilden die triadischen Schichten eine ca. 2 km lange, ost-westlich streichende Mulde, die im großen ganzen normal gebaut ist. Im Westen besteht sie hauptsächlich aus Keuper, während der Muschelkalk lediglich an den Randstörungen eingepreßt ist. Nach Osten hebt sie sich stärker heraus, der Muschelkalk wird vollständiger, und an dem leicht überkippten Nordflügel findet sich noch etwas Permotrias erhalten.

Bei Amélie-les-Bains ist eine geschlossenere mesozoische Schichtfolge eingemuldet worden. Das N 40° W gehende Streichen dieser Mulde ist südlich des Tech zu erkennen. Nordwärts hebt sie sich, hier nur noch von der Permotrias gebildet, gen Sabé heraus, und im Süden legt sich an einer steilen N 80° O streichenden Störung das Grundgebirge gegen die mesozoischen Schichten.

Östlich Reynes besteht die im Norden vom Paläozoikum überfahrene Mulde nur noch aus Garumnium und Keuper, in welchem sich bei Reynes eine steile Muschelkalk-Aufsattelung einstellt. Die stark südwärts, d. h. gegen das Grundgebirge bewegten mesozoi-

schen Schichten überkippen sich nordwärts vor dem Paläozoikum am Südflügel der Mulde. Diese scheinbare Nordbewegung zeigt sich sehr schön in den Garumniumkalken südlich Reynes, die den Muldenkern bilden.

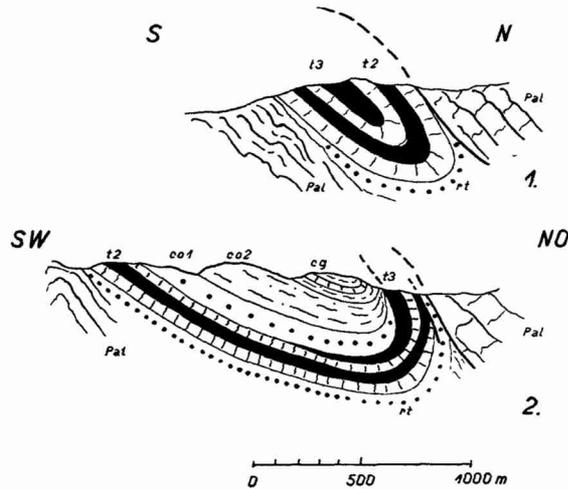


Abb. 20. Die Mulde von Amélie-les-Bains.

Pal. = Paläozoikum; *rt* = Permtrias; *t<sub>2</sub>* = Muschelkalk; *t<sub>3</sub>* = Keuper;  
*co<sub>1</sub>* = Santon-Campan; *co<sub>2</sub>* = Maastricht; *cg* = Garumnium.

Weiter ostwärts stellt sich nach Amélie-les-Bains hin auf dem südlichen Muldenflügel die normale Schichtfolge von der Permtrias bis zum Garumnium ein (Abb. 20<sub>2</sub>). Der Nordflügel, auf den das Paläozoikum überschoben ist, bleibt stark reduziert. Die außerordentlich starke Durchbewegung der Schichten äußert sich z. B. in der Permtrias, die in nur noch 10 m Mächtigkeit unter dem Paläozoikum eingepreßt ist. Wie die Aufschlüsse am Bahndamm östlich Amélie zeigen, sind diese Schichten außerordentlich stark zerquetscht, geschiefert und gefältelt.

In Zusammenhang mit der Überschiebung hat sich das Streichen geändert; so sind nördlich des Tech die Muldenschichten bei Palalda in ein ost-westliches Streichen abgebogen. Die isoklinal gebaute Mulde mit Keuper im Kern ist hier nördlich Amélie stark nach Süden überkippt (Abb. 20, 1). Nördlich Montbolo, wo sie sich stärker heraushebt und nur noch aus Permtrias besteht, stellt sich wieder nordwestliches Streichen ein; der Nordflügel bleibt vom Paläozoikum überfahren.

Diese mesozoischen Vorkommen in der Axialzone, die paläogeographisch zum Südteil des östlichen Nordpyrenäen-Beckens gehören, lassen also noch eine sehr starke Südvergenz erkennen.

### 9. Zur Struktur der östlichen Nordpyrenäen und Corbières.

Wie die Strukturkarte (Taf. 3a, Fig. 12) veranschaulicht, beherrscht zwischen dem Massiv von Mouthoumet und der Axialzone ein west-östliches Streichen den Bau der Nordpyrenäen.

Daß der auch für dieses Gebiet von BERTRAND (1911) angegebene Deckenbau großen Stils nicht vorliegt, hat bereits CASTERAS (1929) dargestellt. Nach ihm trennt die Muldenzone von Boucheville — nach der BERTRANDSchen Auffassung ein Fenster — das Paläozoikum der Axialzone von dem des autochthonen Massivs des Agly. Weiter östlich verschmelzen diese beiden paläozoischen Gebiete, indem die Mulde auskeilt. Eine schwache nordwärtige Überschiebung des Paläozoikums der Axialzone auf diese Mulde hat CASTERAS (1930) beschrieben.

Im Norden des Massivs des Agly erstreckt sich die Muldenzone von St. Paul de Fenouillet, und an ihrem Rand äußert sich, wie bereits CASTERAS betont hat, eine starke Nordbewegung des kristallinen Massivs (Abb. 21, 4). Auch im Innern des Massivs zeigt sich eine ausgeprägte Nordvergenz in dem mit 50—60° südwärts geneigten, isoklinalen Schuppenbau zwischen Paläozoikum und Urgon südlich St. Paul. In der Höhe von Fenouillet taucht das Paläozoikum unter die mesozoische Bedeckung ab, wodurch sich die Mulde von Boucheville mit der von St. Paul vereinigt. Das Paläozoikum taucht dann wieder in dem Sattel von Salvesines aus der Unterkeide auf (Abb. 21, 2), und nördlich des Ortes stellt sich in der großen Albmulde von St. Paul die kleine Spezialaufsattelung von Puylaurens ein, die sich nach CASTERAS westwärts bis südlich Axat verfolgen läßt, während sie bei Lesquerdes zeitweise mit dem Nordrand des Massivs von Agly zusammenläuft und ostwärts im Süden von Maury unter die Albmergel der Mulde von St. Paul untertaucht.

Die auf dem Südflügel der Mulde von St. Paul steilstehenden bis überkippten Unterkreideschichten heben sich nordwärts flach heraus. So taucht auf dem Nordflügel der Mulde im Liegenden der Unterkeide das ältere Mesozoikum auf und ist nordwärts mit Keuper an der Basis auf die Oberkreideschichten der Mulde von St. Louis geglitten (Abb. 21, 2). Die Flachheit dieser Überschiebung ist sehr schön in den lange bekannten Profilen vom Pic de Bugarach zu erkennen (Abb. 21, 3), wo die ältere mesozoische Folge auf der Oberkreide von Bugarach schwimmt. Westwärts, wo an dem Aude nur noch das mächtige Alb im Muldenkern auftritt, verklingt die Überschiebung, und es liegt lediglich ein mit 50—65° südwärts geneigter Schuppenbau zwischen Urgonkalken und Apt-

(1380)

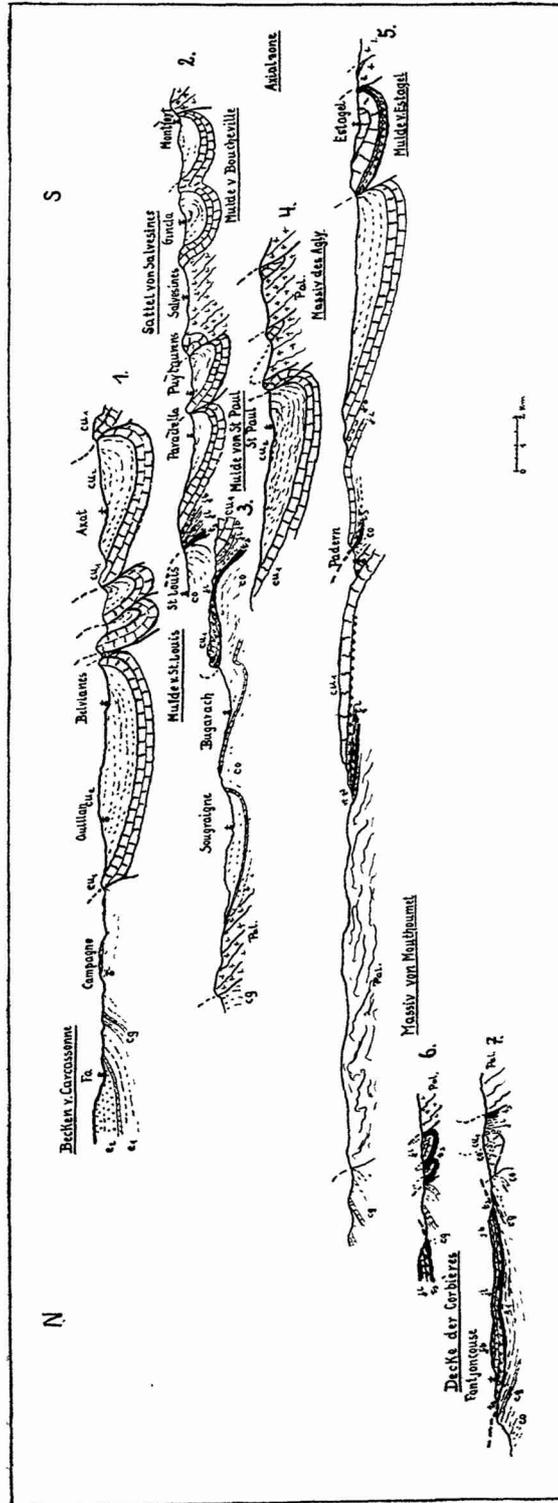


Abb. 21. Der Bau der östlichen Nordpyrenäen.

Pal. = Paläozoikum; *rt* = Permtrias; *t<sub>3</sub>* = Carniolas; *jb* = Lias; *jb* = Dogger; *cu<sub>1</sub>* = Urgo Apt; *cu<sub>2</sub>* = ob. Apt + Alb; *co* = Oberkreide; *cy* = Garumnium; *e<sub>1</sub>* = Untereozän; *e<sub>2</sub>* = Mitteleozän.

Alb-Mergeln vor, der an dem Aude zwischen Axat und Belvezines prächtig aufgeschlossen ist (Abb. 21, 1). Die Unterkreidemulde von Quillan ist oberhalb Campagne auf das Garumnium überschoben, das südlich Campagne unter das Eozän des Beckens von Carcassonne abtaucht. Hiermit ist in diesem Profil die rein nordvergente Faltung des Nordpyrenäenstammes ausgeklungen. Eine ganz flache Aufsattelung der Molasse ohne besondere Vergenz läßt sich noch bei Limoux beobachten.

Die Oberkreide der Mulde von St. Louis bildet südlich Sougraigne einen steil nordwärts überkippten Sattel (Abb. 21, 3) und liegt dann nördlich Sougraigne unmittelbar dem Paläozoikum des Massivs von Mouthoumet auf. Dieses ist an seinem Nordrand, wie bereits von JACOB (1930) beobachtet, steil auf das Garumnium und Eozän des Beckens von Carcassonne überschoben. Weiter ostwärts wird in den Bergen von Tauch (Abb. 21, 5) die Schichtfolge im Liegenden der Oberkreide wieder vollständiger.

Am Nordrand des Massivs von Mouthoumet stellt sich zwischen dem Paläozoikum und dem Garumnium östlich Albas eine Staffel mit mesozoischen Schichten ein, die stark in sich nordwärts geschuppt und auf das Garumnium des Beckens überschoben (Abb. 21, 6 u. 7) sind.

Im Süden der Mulde von St. Paul bildet sich zwischen dieser Mulde und dem Massiv des Agly bei Estagel eine Mulde aus. Sie enthält dort in ihrem Kern nur Urgonkalke, die nordwärts steil auf die Albmergel der Mulde von St. Paul überschoben sind. Ostwärts stellen sich im Kern der „Mulde von Estagel“ an dem Agly die mächtigen Albmergel ein. In der Steilstellung bis Überkipfung des west-östlich streichenden Südfügels äußert sich eine starke Nordvergenz. Der ungefähr mit  $30^{\circ}$  einfallende Nordflügel folgt im Westen zunächst ebenfalls dem pyrenäischen Streichen und biegt dann ganz allmählich in das nordöstliche Streichen ein, das überhaupt den Bau der Corbières beherrscht.

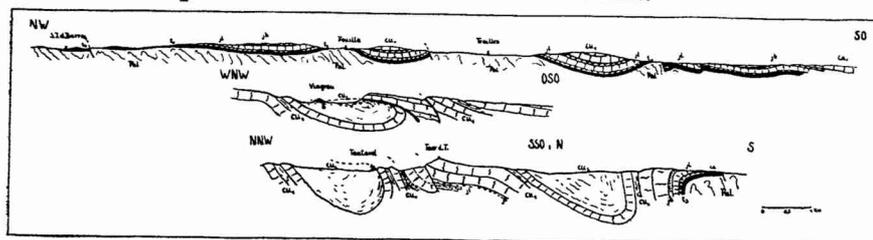


Abb. 22. Der Bau der südlichen Corbières.

Pal. = Paläozoikum;  $t_3$  = Keuper; ca = Carniolas; jl = Lias; jb = Dogger;  
cu<sub>1</sub> = Urgo-Apt; cu<sub>2</sub> = Apt + Alb.

(1382)

Auch die Mulde von St. Paul biegt in das neue Streichen ein und läßt sich bis nördlich Vingrau verfolgen. Sie wird von der Mulde von Estagel am Verdoube durch einen Sattel mit steilgestelltem Nordflügel getrennt, in dessen Kern der Keuper durchgespießt ist (Abb. 22, 1). Weiter nordöstlich ist der Westflügel des Sattels bei Tautavel überkippt, und am Südflügel ist am Fuße des Tour de Tautavel eine nordwärts gerichtete Schuppung im Urgonkalk zu beobachten (Abb. 22, 1). Aus dem überkippten Sattel von Tautavel entwickelt sich die bereits einem nordnordöstlichen Streichen folgende flache ostwärtige Überschiebung des Urgonkalkes auf Albmergel. Sie ist bei Vingrau prächtig aufgeschlossen (Abb. 22, 2), und ebenso wie die Schuppung von Tour de Tautavel bereits von DEPÉRET erkannt worden. Nordwärts nimmt das Ausmaß der Überschiebung rasch ab, indem sich die Mulde von Vingrau heraushebt und dann Urgon auf Urgonkalk steil überschoben ist. Ostwärts verschwächt sich die Intensität der Tektonik, und so findet sich gegen das Massiv von Mouthoumet hin in den unter dem Basalschutz des Grundgebirges stehenden tieferen mesozoischen Schichten nur noch eine schwache Faltung.

Auch nordwärts nimmt in den Corbières die Intensität der Tektonik ab. Schwache Bewegungen haben lediglich zur Herausbildung von Unterkreidemulden und Jurasätteln geführt. Vom Mouthoumet-Massiv geht eine nordwestlich gerichtete Achse aus, und wo diese die Corbières-Sättel trifft, tritt als Ergebnis der verstärkten Hebung Paläozoikum auf, so an der Vergitterung der Achsen bei Bourrou, Treilles, Feuilla und Fitou (Abb. 22, 3). Bei Leucate legt sich das kaum noch gestörte Untere Aquitan dem Faltenbau diskordant auf.

In dem Ausklingen der Faltung gegen die von Mouthoumet sich nach Osten erstreckende Schwelle macht sich der alte vom Französischen Zentralplateau vorspringende Sporn bemerkbar, der dort während der epirogenen Entwicklung des älteren Mesozoikums ein flachgründiges Gebiet entstehen ließ. In dem nördlich hiervon gelegenen, wieder tiefgründigeren Becken der Corbières setzt dann erneut eine stärkere Faltung ein.

Hier liegen flache deckenartige Überschiebungen vor, die sich in Gestalt von kleinen, auf Eozän und Oberkreide schwimmenden Schuppen von Jurakalken und Dolomiten, an deren Basis der Keuper eingequetscht ist, zu erkennen geben. Sie sind erstmalig von BARRABÉ (1923) erkannt und als Decke der Corbières beschrieben worden. Diese hat sich ostwärts bis Jonquières vorgeschoben, wo sie mit dem Keuper an der Basis flach auf Lutet