

## Werk

**Titel:** Dritter Teil (Haupt-Teil): Die tektonische Entwicklung der einzelnen Gross-Einhei...

**Jahr:** 1939

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223\\_1939\\_0019|log16](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_1939_0019|log16)

## Kontakt/Contact

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

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

DRITTER TEIL (HAUPT-TEIL):

Die tektonische Entwicklung  
der einzelnen Gross-Einheiten zum heutigen Bilde.

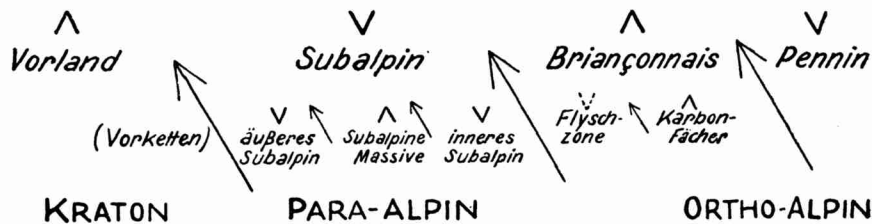
Das heutige Bild der Falten und Brüche, Verlauf und Zusammenhang der einzelnen Struktur-Elemente wurde im ersten Teil der Arbeit dargestellt. Dieser *orogene Bau* des Grenzgebietes Alpen-Pyrenäen führt uns zwar bereits tektonische Gegensätze der beiden Gebirge sowie das Hinzutreten fremder Elemente vor Augen.

Wieweit jedoch Alpen und Pyrenäen innerlich einander verwandt oder gegensätzlich entwickelt sind, erweist erst die *epirogene Geschichte* während langer postvariszischer Zeiträume, wie sie im vorstehenden zweiten Teil aufgezeigt wurde.

Die langfristigen Bewegungen führen mit einer oft geradezu erstaunlichen Konsequenz zu den heutigen Strukturen, indem sie die orogene Umformung vorbereiten und einleiten. Erst die *vergleichende Betrachtung* dieser säkulären Vorgänge mit dem orogenen Bilde schält die eigentliche tektonische Tendenz klar heraus, befreit das Bild vom Untypischen und führt uns zur Erkenntnis des tektonischen Charakters der einzelnen großen Einheiten:

1. Alpen.

Die Westalpen sind im Raume unserer Betrachtung gegliedert in drei tektonische Haupt-Einheiten; sie teilen sich im einzelnen wieder auf:



Für den karpathidischen Nord-Stamm der Alpen ist — entsprechend der Bogen-Form des Gebirgsverlaufes zwischen Schweiz und Mittelmeer — „außen“: NW—W—SW—S, „innen“: SE—E—NE—N. Die Vergenz geht generell nach außen; die randlichen Einheiten werden mehr oder weniger kräftig von den inneren überfahren (entsprechend den Pfeilen). Die verschiedenen Zonen

sind nicht nur strukturelle, sondern auch entwicklungsgeschichtliche Einheiten. Dabei zeigt sich eine weitspannige Undation (es bedeutet  $\wedge$  senkungsfeindliche,  $\vee$  senkungsfreudige Gebiete.)

#### a) Ortho-Alpin.

##### Pennin.

Im Piémont-Bereich herrscht, wenigstens vom Oberkarbon an, kontinuierliche Sedimentation. Die Gesteine der Trias bezeugen ihrer Fazies nach (z. T. Dolomite) zwar noch kein tiefes Wasser, ihrer Mächtigkeit nach (örtlich über 1000 m; TERMIER u. a.) jedoch eine schnelle Einsenkung. Schon an der Wende zum Rät (FRANCHI) beginnt die Entwicklung der Schistes Lustrés in einer ausgeprägten Trog-Fazies. Die Grünen Gesteine bedeuten typischen Geosynklinal-Vulkanismus. Die enorme Mächtigkeit der Schiefer-Serie läßt vermuten, daß die Sedimentation bis zur höheren Kreide fortging (vgl. Abb. 47).

Diese Ortho-Geosynklinale findet ihre West-Grenze am Innen-Rande des Briançonnais. An diesem Saum ändert sich die Fazies; Brachiopoden-Korallen-Kalke im Rät, Lias usw. leiten zur Geantiklinale über, deren Eindeckung wohl nicht einmal  $\frac{1}{10}$  des Trog-Gebietes beträgt.

Zur Zeit der höheren Oberkreide scheint sich dieses Bild zu wandeln. Zwar fehlen sichere Argumente im Pennin selbst. Aber die Briançonnais-Schwelle beginnt einzusinken. Gleichzeitig oder ganz unmittelbar anschließend kommt es zur Auffaltung der penninischen Schiefer-Serie. Das geschieht prä-eozän (laramische Phase), wie Serpentin-Gerölle im Flysch (KILLIAN) erkennen lassen.

Zusammenschub und Metamorphose sind am stärksten im Norden (Tessin usw.) und nehmen im Streichen südwärts ab. So ist auch das Übergleiten über die Vorschwelle der Briançonnais-Einheit dort am stärksten. Bis in die Gegend von Briançon bestehen noch tektonische Klippen, die in das Subalpin westwärts vorbewegt wurden; freilich ist mit späteren Verschuppungen zu rechnen, da sie z. T. auch dem Eozän aufliegen. Die Überwältigung des Briançonnais-Rückens verschwächt sich in südlicher Richtung immer mehr. Hier besteht nur noch eine Anpressung der Schistes lustrés an die Vorschwelle, teilweise unter Rückschlagen der Falten nach innen (vgl. GIGNOUX & MORET). Örtlich, wie im Guil-Tal, fehlt jeder tektonische Hiatus. Die enge primäre Nachbarschaft Briançonnais-Pennin ist damit erwiesen.

Die orogene Umformung hat prä-eozän sicher noch nicht ihr Ende erreicht. Tertiäre Sedimentation fand jedoch nicht mehr

statt. Die späteren Bewegungen sind daher ihrem Alter nach nicht fixierbar; sie dürften gleichzeitig mit denen der Außenzonen erfolgt sein. —

Das Pennin hat somit eine sehr einfache tektonische Geschichte. Eine schon im Jung-Paläozoikum angelegte tiefe Ortho-Geosynklinale wird seit der Kreide-Tertiär-Wende ausgefaltet. Der Faltenwulst staut sich an der epirogen vorgezeichneten Innen-Kontur der Briançonnais-Antiklinale, die als starre Vorschwelle wirkt.

#### Briançonnais.

Die Briançonnais-Zone erweist sich spätpaläozoisch als kontinuierlich, wenn auch mäßig stark sinkender Raum. Schon in Mächtigkeit und Fazies der Trias erscheint dieses Gebiet als Rand-Schelf zwischen der Piemont-Geosynklinale im Osten und der Schwelle der Subalpinen Kristallin-Massive bzw. dem Vorland im Westen. Sie wird zu einem Rücken erst mit Beginn des Jura. Brekzienhafte Konglomerate, Korallenkalke usw. in Lias und Portland, Mytilus-Schichten des Dogger stehen in scharfem Kontrast zu den Schistes Lustrés einerseits, der mächtigen hochmarinen Schiefer-Serie des Subalpin andererseits. Dabei führten die vor-portlandischen Unruhen im Schwellengebiet bereits zu leichten Struktur-Veränderungen — ausgedrückt im Übergreifen des Ober-Jura auf verschiedene ältere Formationen. Die Entwicklung während der Unter-Kreide ist zweifelhaft. Eine deutliche Diskordanz unter dem Senon, den z. T. roten und konglomeratischen „calcaires en plaquettes“ (= „couches rouges“!) bezeugt gewisse Umgestaltungen subherzynen Alters; sie betrafen wieder nur den eigentlichen Antiklinal-Bereich im Gegensatz zu den ruhigen Nachbargebieten.

Ein völliger Umschlag der tektonischen Tendenz macht sich bereits während des Senon bemerkbar. Das mesozoische Hochgebiet senkt sich ein, möglicherweise als Ausgleich zu einem vor-orogenen Aufstieg des Pennin-Bereiches. Von dessen laramischer Auffaltung bleibt auch das Briançonnais nicht ganz verschont, denn Eozän liegt diskordant. Der bisherige Rücken sinkt nun im Alt-Tertiär ganz energisch ab, und zwar gilt das besonders für den West-Hang der Schwelle. Flysch-Mächtigkeiten von weit über 1000 m lassen uns im Briançonnais die Subpenninische Vortiefe erkennen. Da ihr miozäne Sedimente fehlen, wurde sie vielleicht schon vor dem Jung-Tertiär der Pennin-Einheit durch Faltung außen angegliedert; möglicherweise beschränkte sich jedoch diese Bewegung auf epirogenen Aufstieg,

und die Hauptfaltung erfolgte erst später, gleichzeitig mit der orogenen Umgestaltung der Außen-Zonen. —

Die Art der Verformung ist charakteristisch. Die alte Schwelle, deren Sediment-Bedeckung trotz der großen Flysch-Mächtigkeiten gering war im Vergleich zu den beiderseitigen Trögen, fährt hauptsächlich en bloc auf die milden Schiefermassen des Subalpin gegen Westen. Durch das Nachrücken — das „Einbohren“ (STAUB) — des Pennin entsteht die divergente Struktur des Karbon-Fächers. Das Briançonnais bleibt dabei aber im wesentlichen autochthon, wie wir das von einer so langfristigen und daher starren Geantiklinale kaum anders erwarten dürfen. Allein die relativ geringe Bedeckung — besonders der Flysch — wird abgesichert und fährt als par-autochthoner Deckenlappen gegen Westen. Das geschieht vornehmlich dort, wo sich kein Hindernis in den Weg stellt, wie an der Unterbrechung des Subalpinen Massivzuges zwischen Pelvoux und Mercantour; an anderen Stellen, im Embrunais wie auf der Rückseite der Massive Mercantour, Pelvoux, Belledonne, MontBlanc usw., staut sich die Schermasse zu verwickeltem Schuppenbau. Der Charakter einer einheitlichen Flysch-Zone bleibt trotz der verschiedenen Struktur bestehen. Wie das Pennin, so zeigt auch das Briançonnais eine Abnahme der Verformungs-Intensität von Norden nach Süden.

Es ist SCHARDT und HAUG (bes. 1929) unbedingt Recht zu geben, wenn sie die Préalpes, die Romanischen Decken, gleich Briançonnais setzen. Bei Chablais und Hornfluh handelt es sich um Deckschollen, die etwa im Grand St. Bernard ihre Heimat haben. Die Trias, die Brekzien von Lias und Ober-Jura, die Mytilus-Schichten des Dogger, die Couches rouges, der Flysch zeigen sich in der typischen Entwicklung der Briançonnais-Schwelle. Hier in der Schweiz wurde das „Embrunais“ eben weit über den Subalpinen Bereich, über das Helvet, westwärts verfrachtet (vgl. hierzu Abb. 3).

Anders am Mittelmeer. Dort sind südöstlich des Mercantour Flysch-Zone und Subalpin garnicht mehr durch große Überschiebungsbahnen voneinander getrennt. Das Eozän bildet auch in den nördlichen Alpes Maritimes die Muldenfüllungen. Beide tektonischen Einheiten, Subalpin und Briançonnais, verschmelzen strukturell wie faziell-entwicklungsgeschichtlich; ein Grund mehr, im Karbon-Fächer ein autochthones Gebilde zu sehen. —

Die tektonische Geschichte der Briançonnais-Einheit steht in auffälligstem Gegensatze zum Pennin (vgl. Abb. 47). Sie ist im Meso-

zoikum als langfristige Schwelle dessen Vorland, fängt als solches die laramische Pennin-Faltung ab. Eine scharfe Umkehr in der Bewegungs-Tendenz macht sie im Eozän zur sub-penninischen Vortiefe, deren Ausfaltung nähere Verbundenheit mit dem Subalpin zeigt. Das Briançonnais ist trotz der örtlich beträchtlichen Flysch-Abwanderung ein wesentlich autochthones Gebilde. Wenn auch nicht für das Gesamt-Orogen der Alpen, so ist diese Einheit doch für dessen Nord-Stamm (Karthiden) durchaus die „zone axiale“ der alten Geologen, die Scheide zwischen Ortho-Alpin im Osten und Para-Alpin im Westen.

#### b) Para-Alpin (Subalpin = Helvet).

Das Subalpin ist als Geosynklinale etwas jünger als das Pennin. Soweit wir Perm kennen, greift es diskordant über, ebenso die Trias. Zu dieser Zeit ist die Zone gegliedert durch einen zentralen Rücken im Zuge der heutigen Kristallin-Massive Mercantour–Pelvoux–Belledonne–Mont Blanc usw.; sie überragten wenigstens zeitweilig den Sedimentations-Bereich. Über 3000 m mesozoischer Sedimente im Subalpin bezeugen den Geosynklinal-Charakter der Gesamt-Zone zur Genüge. Die Trog-Tiefe läuft in der gleichen Bogen-Form wie das heutige Gebirge.

#### *Innen-Grenze*

Die östliche, also innere Grenze ist markiert durch Mächtigkeits-Abnahme und Aufsetzen von Seichtwasser-Fazies am Rande des Briançonnais-Schwelengebietes. Es entsteht dort der sog. „type mixte“ (KILLIAN & RÉVIL). Diese Sediment-Entwicklung findet sich in einer „zone subbriançonnaise“ (vgl. z. B. GIGNOUX), der tektonischen Übergangs-Einheit mit vorherrschendem Schuppenbau, zwischen echtem Briançonnais und reinem Subalpin. Daß die betreffende Fazies in den basalen Deckschuppen des Embrunais erscheint, bezeugt deren Par-Autochthonie („pas de loin“ HAUG). Die völlig analoge Sediment-Folge enthält das „Ultra-Helvet“ der schweizer Decken. Auch dessen tektonische Position entspricht dem Subbriançonnais.

#### *Gliederung*

Strukturell schon bringen die perlschnurartig aufgereihten Kristallin-Massive eine deutliche Dreigliederung in den Subalpinen Geosynklinal-Bereich. Sie bilden dessen Mittel-Schwelle.

Inneres Subalpin. — Auf der Intern-Seite von Aar-Gotthard, Mont Blanc, Belledonne, Pelvoux, Mercantour wurde ein

innerer Teil-Trog recht kräftig verformt. Besonders intensive Tektonik zeigt sich in der Schweiz im Überquellen der helvetischen Decken nach Westen. Im Bereich der französischen Alpen entstehen nur noch verwickelte Falten-Strukturen (vgl. RITTER'S Darstellung des Mont Blanc-Gebietes). Auf der Rückseite des Mercantour verringert sich die Umgestaltung noch mehr.

Diese Abnahme des Faltungs-Grades von Norden nach Süden ist bereits in der epirogenen Geschichte vorbereitet. Die mächtigen Schiefermassen des Jura, wie sie das nördliche Gebiet (etwa Moûtiers, St. Jean de Maurienne usw.) auszeichnen, vermissen wir hinter dem Mercantour. Vielmehr hebt sich dieser innere Teil-Trog der Subalpinen Geosynklinale südwärts allmählich heraus und läßt den Subalpinen Rücken im Bereich des Mercantour mit der Briançonnais-Schwelle verschmelzen. Diese Verbindung bahnt sich im Lias an und wird während des Ober-Jura vollkommen.

Nicht entsprechend erklärbar ist dagegen die besondere Verformungs-Intensität im Norden, wie sie in der helvetischen Decken-Bildung der Schweiz zum Ausdruck kommt. Hier war der innere Trog-Teil auch nicht anders vorbereitet als etwa das Gebiet hinter der Belledonne-Kette. Trotzdem wurde dieser Streifen intensiver zusammengeschoben. —

Das Auftreten von penninischen Gesteinen in dieser Zone, wie z. B. am Petit St. Bernard (vgl. SCHOELLER 1927), ist häufig falsch gedeutet worden. Man betrachtete es als primär, nahm eine Sedimentation von Schistes lustrés innerhalb des Subalpinen = Helvetischen Troges an. Wir kennen aber — und das kann nicht genug betont werden — keine unmittelbare Verzahnung zwischen subalpiner und penninischer Fazies; stets ist Briançonnais (Schwellen-Entwicklung) zwischengeschaltet. So haben wir jegliches Vorkommen von *Schistes lustrés* „im“ Subalpin unbedingt als *Decken-Rest* zu deuten. SCHOELLER vermutet das für den Petit St. Bernard bereits, wagt aber noch nicht so recht, die Konsequenz zu ziehen, daß hier Decken-Verschuppungen vorliegen müssen (vgl. Abb. 3, S. 56).

Der innere Teil der Subalpinen Geosynklinale war in der Schweiz also tatsächlich nicht grundlegend anders entwickelt als hinter der Belledonne im Maurienne. Die größere Faltungs-Intensität im Norden muß also Ursachen haben, die in der Epirogenese noch nicht zum Ausdruck kamen. —

**Subalpine Massive.** — Die Autochthonen Kristallin-Massive<sup>82)</sup> trennten zwar als deutlicher Rücken während der Trias-Lias-Zeit die Subalpine Tiefe in zwei Teil-Tröge. Die Schwelle wird aber Stufe um Stufe eingedeckt und bereits im höheren Lias in die Senke völlig einbezogen. Eine Ausnahme macht allein im Süden das Mercantour-Massiv, welches erst während des Ober-Jura bzw. der Ober-Kreide in das Sedimentations-Niveau taucht. Im Eozän bzw. schon spät-kretazisch hebt sich jedoch der Subalpine Schwellen-Zug schon wieder intensiv heraus.

Die Massiv-Kette erweist sich damit über lange Zeiträume als senkungs-feindlich gegenüber innerem und äußerem Teil-Trog. So erscheint der alte Rücken auch bei der orogenen Verformung inmitten des im übrigen recht mobilen Subalpinen Bereiches als relativ starre Zone. Seine allgemeine „surélévation“ bringt das Grundgebirge zutage. Gegenüber der flüssigen Faltung seiner Umgebung reagiert er mit Zerbrechen und steilen Verschuppungen. Auch in dieser Zone wurden die nördlichen Massive, wie z. B. Aar-Gotthard und Mont Blanc tektonisch viel stärker beansprucht als etwa Pelvoux und Mercantour weiter im Süden.

Auffällig ist die tiefe Unterbrechung der Schwelle zwischen Mercantour und Pelvoux. Schon während der Trias bestand hier eine „aire d'ennoyage“ (HAUG) quer zum Haupt-Verlauf, angedeutet im westlichen Vorgreifen alpiner Fazies; noch während des Eozäns markiert sie sich als marine Bucht, die aus dem Alpen-Bereich nach außen vordringt. Wir kennen hier keine Unterbrechung der Sedimentation. Genau wie die Meereswogen im Alt-Mesozoikum und Eozän diese Pforte durchfluteten, so stoßen die Wellen der Embrunais-Decken an dieser Öffnung des Widerstandes westwärts vor. HAUG nennt die Decken-Bewegung also treffend „poussé au vide“. In besonders klarer Weise zeigt sich hier die Abhängigkeit der orogenen Struktur von der epirogenen Anlage. —

**Äußeres Subalpin.** — Der Geosynklinal-Charakter besteht für den äußeren Teil-Trog des Subalpins wenigstens von der Trias bis zur höheren Oberkreide. Im Süden (Alpes Maritimes) ist die Senke zwischen Tanneron (außen) und Mercantour (innen) nachweislich im Perm schon vorhanden und im Eozän, z. T. sogar im Unter-Oligozän, noch marin überflutet. Im Norden, wo die Sedi-

82) Der übliche Name „Zentral-Massive“ ist sehr unglücklich. Sie sind „zentral“ nur für das Helvet = Subalpin, aber doch keineswegs für die Alpen als Orogen, ja nicht einmal für ihren Nordstamm!



ment-Bildung weder so früh beginnt noch so lange andauert wie im Süden, war trotzdem die Eintiefung intensiver. Denn es besteht ein deutlicher Gegensatz: Im Dauphiné kam eine mächtige und einheitlich hochmarine Schieferfolge in Jura und Kreide zum Absatz — in den Alpes Maritimes aber zeigen sich, je weiter wir den Trog gegen SE—ESE—E verfolgen, desto klarer in der Sediment- und Faunen-Fazies die Anzeichen flachen Wassers, wenn nicht sogar Abrasionen und Transgressionen. Ja, in der Erscheinung des dolomitisch-kalkigen Lias, des dolomitischen Dogger, des koralligen Ober-Jura, des geringmächtigen Neokom, des fehlenden Apt, des übergreifenden grünsandigen Alb usw. sehen wir *am unteren Var* in der axialen Fortsetzung des äußeren Teil-Troges ein ausgesprochenes Schelf-Gebiet. Dort, bei Nizza-Monaco, geht *das Subalpin als Geosynklinale überhaupt zu Ende*.

Andererseits haben wir das äußere Subalpin des Dauphiné — etwa von Digne Ost über Gap und das Drac-Tal — zu vergleichen mit dem autochthonen Helvet der Schweiz (vgl. HEIM). Und da stellen wir fest, daß auch die markanteste Geosynkinal-Entwicklung der Schweiz keinen Vergleich aushält mit der als „type dauphinois“ beschriebenen Fazies, sondern weit mehr Flach- oder Randwasser-Einschläge aufweist; die größte Eintiefung des Subalpin lag tatsächlich im Dauphiné. Von dort hebt sich die Geosynklinale nach Norden wie nach Süden axial langsam heraus.

Auffälligerweise entspricht der Verformungs-Charakter nicht diesen Verhältnissen. Die intensivste Umgestaltung findet sich — wie beim inneren, so auch beim äußeren Subalpin — in der Schweiz, wo in dieser Zone (etwa im Berner Oberland; BALTZER) ein weit verwickelterer Bau entstand als in den Dauphinéer Alpen. Ja, zwischen Digne und dem Mercantour liegen sogar ausgedehnte Gebiete, deren orogene Strukturen kaum noch als „alpinotyp“ zu bezeichnen sind, obwohl hier mächtige und relativ mobile Sediment-Mengen durchaus als faltungs-reif zu gelten haben.

Im äußersten SE, in den italienischen Seealpen, zeigt sich eine gewisse Verwandtschaft zum Briançonnais: südöstlich des Mercantour ist nicht nur das ältere Mesozoikum in Schelf- wenn nicht sogar Schwellen-Fazies entwickelt, sondern in der Ober-Kreide wird gerade dort eine stärkere Absenkung erkennbar, die dann im Eozän zu großer Flysch-Mächtigkeit führt. Trotzdem hält sich die orogene Verformung in mäßigen Grenzen. So können wir hier — im Gegensatz zum Embrunais-Gebiet im Norden — die primäre Stellung der alpinen Einheiten zueinander gut ablesen: Zwischen Subalpin und Briançonnais besteht nicht nur in der säkulären epi-

rogenen Entwicklung sondern auch im orogenen Strukturbilde ein allmähliches Überleiten. Die Decken-Natur der Briançonnais-Zone ist hier eine Unmöglichkeit. —

Die Auffaltung des Subalpins fand hauptsächlich in der rhodanischen Phase statt, also post-pontisch. Ältere Vorbewegungen mögen sich auf generellen Aufstieg beschränkt haben; sie erweisen sich in dem Fehlen jeglicher tertiären Sedimente nach dem Eozän. Diese sind vielmehr auf das westliche Vorland beschränkt.

#### *Faltenbild*

Das Strukturbild des äußeren Subalpin birgt noch bemerkenswerte Besonderheiten.

In der Schweiz besteht westwärts absteigende Faltung (vgl. z. B. BALTZER 1906 und bes. ARN. HEIM). Dieser Baustil mit horizontal bzw. sogar vorlandwärts geneigt liegenden Falten-Achsen reicht südlich bis etwa Grenoble. Von hier ab herrscht eine mäßig bewegte Trog-Ausfaltung. Wohl geht die Haupt-Vergenz gegen Westen mit Überquellen und Aufschiebungen gegen das Vorland, also nach außen. Aber auf der West-Flanke von Pelvoux und Mercantour bestehen doch auch Rück-Vergenzen, Falten und Überschiebungen, welche nach innen gegen die alte Schwelle der Massive umschlagen. Sie wenden sich also der generellen W- bzw. SW-Bewegung des Alpenbogens entgegen\*). So entsteht aus dem äußeren Subalpin-Trog gewissermaßen ein „zweiseitiges Orogen“, wenn auch die Bedeutung der re-vergenten Elemente wesentlich geringer ist als die der normal nach außen gerichteten. Bedenken wir, daß zwischen diesen rückschlagenden Falten z. B. am SW-Rande des Marcantour und den Subalpinen Randketten ein fast ungefaltetes Zwischenstück — man könnte fast sagen „Zwischengebirge“ — liegt, das gerade der ehemaligen Trog-Achse entspricht; so erklärt sich die ganze Erscheinung mit einem Nachlassen der Faltungs-Intensität im Verlauf der Alpen zwischen Schweiz und Mittelmeer. Im Süden war dabei das Überquellen auf das echte Vorland, wie es den Bau der Schweiz auszeichnet, längst nicht mehr so beherrschend. Sondern auch relativ unbedeutende Schwellen — wie etwa der Subalpine Rücken — konnten ihre Sonder-Stauwirkung geltend machen und Falten auf sich ziehen (vgl. GERHARD RICHTER 1937). —

Von besonderer Bedeutung für den Bautyp des äußeren Subalpin ist die Entwicklung des Alpen-Saumes.

\*) Vgl. Abb. 4, S. 65; Abb. 13, S. 81.

## c) Außensaum der Alpen und Vorketten (Vorland-Falten).

## Außenrand der Alpen.

Im *Norden* ist für das Gebiet von Annecy—Chambéry—Échaillon NW Grenoble eine äußerst scharfe Fazies-Grenze festzulegen (vgl. KILIAN & RÉVIL, HOLLANDE, DOUXAMI, PAQUIER u. a.): Spätestens im Dogger bedeutet diese Linie die Scheide zwischen mächtiger Mergel-Sedimentation im Osten und geringer Oolitkalkformation im Westen. Besonders markant ist der Gegensatz in Oberjura-Unterkreide zwischen den Cephalopoden-Gesteinen einerseits und den Nerineen- und Korallen-Kalken oder gar zeitweiligen Brackwasser-Sedimenten andererseits. Ununterbrochene Schichtfolge Mesozoikum-Eozän im Subalpin, dagegen: über Urgon transgredierendes Alb, erneute Wiederaufarbeitung oder gänzliche Regression in Cenoman-Turon-Senon, flache Überflutung im Campan, festländisches Alt-Tertiär auf dem Vorland. Das bedeutet also: bis zur Linie Grenoble—Chambéry reicht die flach überflutete Schelfplatte des Zentral-Massivs, die wir als „Allobrogische Schwelle“ bezeichneten.

Eine Umkehr der epirogenen Tendenzen bringt dann kräftige Jungtertiär-Sedimentation im Westen und gleichzeitig Abtragungsvorgänge im Osten, welche vor-orogenen Aufstieg erweisen.

So kommt es naturgemäß bei der orogenen Ausgestaltung zu einer scharfen strukturellen Extern-Grenze der Subalpinen Randfalten, die sich an der vorgezeichneten Schwellen-Kontur stauen und zu dem Schuppen-Bündel von Grenoble—Annecy zusammenschieben.

Bemerkenswert ist die Überwältigung der Jura-Wurzel durch die Alpenrand-Überschiebung bei Chambéry (vgl. HOLLANDE). Dabei ist zu bedenken, daß die Allobrogische Schwelle sich ja auch unter dem Schweizer Molasseland nordöstlich fortsetzt — vielleicht in den „Vindelizischen Rücken“ hinein. Das peri-alpine Autochthon ist hier in ausgesprochener Schwellenfazies entwickelt (vgl. z. B. Arn. HEIM, Bd. II, 1). Gegen NW zeigt sich dagegen wieder eine gewisse Eintiefung zum Jura. So gehört der Ketten-Jura weder strukturell noch faziell wirklich zu den Alpen. Er ist also tatsächlich, wie SUESS meint, nur ein Stück „gefaltetes Vorland“. —

Im *Vercors* ist das äußere Ufer des Subalpinen Troges nicht so langfristig an einer eindeutigen Linie festgelegt. Ausgesprochener Schelf-Charakter besteht zwar auch für dieses Gebiet. Aber die E-Grenze der Platte verschob sich im Laufe der Zeiten einmal meerwärts (wie in der Spanne Hauterive bis Turon und wieder im Eozän), einmal landwärts (wie in Trias, Lias oder Campan). Kurz, die epirogen etwas schwankende Kontur ließ auch im oro-

genen Strukturteile den alpinen Außenrand zwischen Grenoble und Die weniger scharf erscheinen wie weiter nördlich. Die Alpen-Falten laufen sich daher am Saum des Vercors-Schelfes allmählich tot, wenn auch in nur schmaler „Vorketten“-Zone. —

In dem südlich anschließenden *Vocontischen Bereich* ist die Abgrenzung der Alpen etwas labil; dieser Spezialfall ist gesondert zu betrachten; s. unten. —

Sehr scharf ist die Alpen-Grenze dann wieder zwischen Digne und dem Mittelmeer, in den *Alpes Maritimes*. Der fazielle Außen-saum der Geosynklinale liegt in der Linie: Digne—Moustiers Ste. Marie—La Palud—Rougou süd. Castellane—Escragnolles—St. Vallier—Estéron/Var-Mündung—Nizza—Monaco usw. Fast schlagartig ändert sich hier die Entwicklung:

	Vorland ( <i>Vaucluse-Estérel-Schwelle</i> ) im Süden	Saumzone ( <i>Linie Digne-Monaco</i> ) ← 10 km breit →	Geosynklinale ( <i>Subalpiner Trog</i> ) im Norden
Eozän	festländ. bunte Sande	Konglom. u. Süßwasser-Kalke	sandige Schiefer-tone, Nummulitenkalke
Senon	—	Sande u. Kalksandsteine (Austern, Actaeonellen)	Kalke und
Turon	—	Austern-Kalke u. Kalksandsteine	
Cenoman	—	Exogyren-Kalke u. glaukonit. Orbitolinen-Kalke	Mergelkalke mit Cephalopoden
Alb	—	Glaukonitsandige Mergel m. Phosphorit-Geröllen	graue bis schwarze Mergel (Ammoniten)
Apt	—	+	Kalkmergel und Mergelkalke
Barrême	}	glaukonitische Mergelkalke	
Hauterive			
Valendis	}	Kalke	Tithon“-Kalke (Ammoniten)
Berrias			
Portland	Kalke z. T. dolomitisch	„Portland“-Kalke (Korallen, Nerineen, Dicerias) (+)	

	Vorland ( <i>Vaucluse-Estérel-Schwelle</i> ) im Süden	Saumzone ( <i>Linie Digne-Monaco</i> ) ← 10 km breit →	Geosynklinale ( <i>Subalpiner Trog</i> ) im Norden
Kimmerid- Sequan [ge]	— +	helle Kalke mit Perisphincten	Dunkle Mergel- kalke (Phyllo- ceraten)
Aargau	— +	Glaukonit-Kalke	Mergelkalke
Oxford	— +	+ Kalke	schwarze Schiefertone
Kellaway			
Bath	Dolomite, Oolite,	helle Brachiopo- den-Kalke	dunkle Mergel- kalke u. schwar- ze Mergel (Cephalopoden)
Bayeux	Korallen-Kalke	Brachiopoden- Kalke, Mergel- kalke	
Oberer	helle Brachiopo- den-Kalke		
Mittlerer. <sup>Lias</sup>	—		
Unterer	Dolomite	Dolomite, Kalke	Gryphaeen- und Arieten-Kalke
Gesamt- Mächtigkeit von Jura + Kreide + Eozän	weniger als 500 m	schnelle Zunahme	über 3000 m
	(- bedeutet: primär nicht sedimentiert, + „ : sekundär denudiert.)		

Hier liegt also die Grenze zwischen dem ständig sinkenden Geosynkinal-Bereich und dem Schelf bzw. Festland der Vorland-Schwelle *Vaucluse-Estérel* während der langen Zeiträume vom Beginn des Jura bis in das Alt-Tertiär hinein mit geradezu erstaunlicher Konsequenz an einundderselben Linie. Der steile Trogrand fungierte bei der orogenen Umformung im Pliozän als so wirksames Widerlager, daß sich an der Stelle des größten Mächtigkeits-Gefälles ein verwickelter Faltenwulst bildete. Während dabei auf der Innenseite selbst die mächtige Trog-Serie nur wenig gestört wurde, legt sich das Faltenbündel in einer scharfen Alpenrand-Überschiebung auf das starre und daher ebenfalls nur schwach umgeformte Vorland (vgl. Abb. 48 a und b).

Bei der Eindeutigkeit der epirogenen Alpen-Kontur ist irgend ein Absplitteln einzelner Falten-Elemente aus diesem Rahmen heraus weder zu erwarten noch vorhanden. Tatsächlich stellt also hier die **Vaucluse-Estérel-Schwelle** und ihre östliche Verlängerung über *Nizza-Monaco* hinaus das **Vorland** dar, die unbestreitbare scharfe Außen-Grenze des Alpen-Orogens — ohne daß es

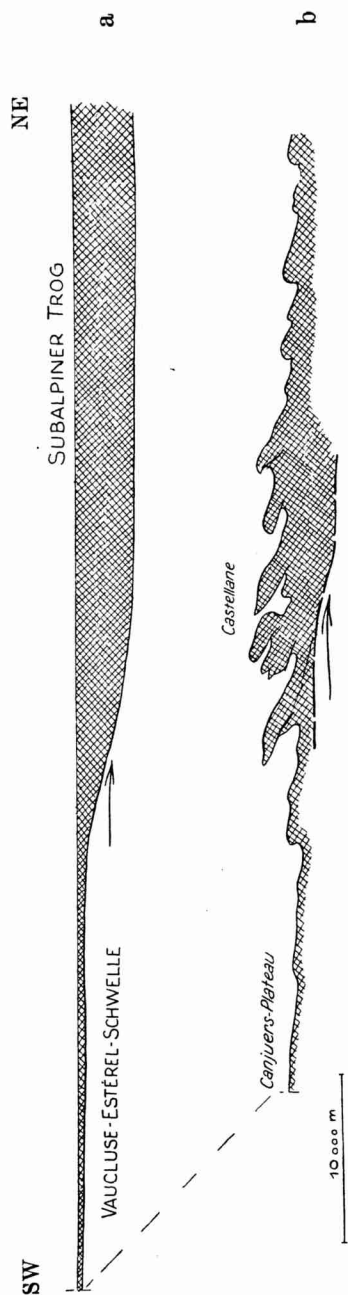


Abb. 48. Außenrand der Alpen vor und nach der Faltung.  
 (Beide Profile nicht überhöht!) Querschnitt bei Castellane.

a) Epirogene Anlage. Die Mächtigkeit von Jura-Kreide-Eozän auf der Vacluse-Estérel-Schwelle wächst plötzlich auf das 6—8fache im Subalpinen Trog.

b) Orogene Verformung. Durch die steile Vorland-Kante wird ein randlicher Faltenwulst aufgestaut; daher die scharfe Grenze des Orogens gegen das südliche Vorland.  
 (Vgl. auch Abb. 11!)

zur Berührung bzw. Scharung mit provençalischen Strukturen käme, wie das behauptet worden ist (Suess u. a.); vgl. auch S. 328.

#### Vocontisches Sonder-Orogen.

Die scharfe äußere Kontur der Westalpen ist nur auf eine gewisse Strecke unterbrochen und zwar zwischen der SE-Ecke des Vercors östlich Die und der NE-Ecke des Vaucluse-Plateaus bei Sisteron-Digne. Die Vorland-Ränder biegen hier in etwa rechtem Winkel in die E–W-Richtung ab und schließen einen quer zu den Alpen verlaufenden Vocontischen Bereich ein. Nach seiner epirogenen Entwicklung ist dieses Gebiet eng verwandt mit dem Subalpin. Das ganze Mesozoikum hindurch entspricht die Sedimentbildung dort genau der der Subalpinen Geosynklinale, mit welcher dieser Quer-Trog in  $\bowtie$ -förmiger Verbindung steht:

Schon in der Triaszeit hier die Alpen-Senke eine westliche Ausbuchtung. Im Jura kamen ebenfalls reine Tiefen-Sedimente zum Absatz, die auch mit ihrer Mächtigkeit nicht hinter der Dauphiné-Entwicklung zurückstehen. Besonders in der Unterkreide erweist sich die Quersenke als ausgesprochener Trog („fosse vocontienne“ PAQUIER). Auf dem nördlichen Hochgebiet (Vercors) wie auf der südlichen Schwelle (Vaucluse) entstehen gewaltige Riffkalk-Massen („Urgon“), in der zentralen Senke jedoch Cephalopoden-Mergel. Vor der Alb-Sedimentation findet eine austrische Heraushebung der Randschwellen statt, sodaß dort das Apt denudiert wird, während im Zwischengebiet Apt und Alb einen gemeinsamen Komplex schwarzer Mergel von rund 300 m Mächtigkeit darstellen. Vercors wie Vaucluse sind in der unteren Oberkreide schließlich größtenteils landfest, während in der Senke noch Cephalopoden-Gesteine entstehen. Erst im Senon, vor allem im Campan, zieht sich das Meer aus dem Quer-Trog ostwärts in den Alpen-Bereich zurück und begründet damit dessen Außengrenze.

Der **Vocontische Bereich** stellt also eine Quer-Senke im Alpen-Vorlande dar<sup>83)</sup>. Die W–E gestreckte Tiefe zwischen den beiden Randschwellen — Vercors im Norden, Vaucluse im Süden — zeigt das Bild einer **Geosynklinale kleinen Ausmaßes**. Die orogene Verformung führte infolgedessen auch zu Strukturen,

83) Bemerkenswert ist ihre Fortsetzung bis weit in die eigentlichen Alpen hinein. Hier prägte HAUG den Begriff „aire d'ennoyage“. Liegt doch die Unterbrechung des Subalpinen Kristallinzuges zwischen Pelvoux und Mercantour wie auch der tektonische Vorstoß des Embrunais-Flysches genau in der östlichen Verlängerung des Vocontischen Troges (vgl. S. 307).

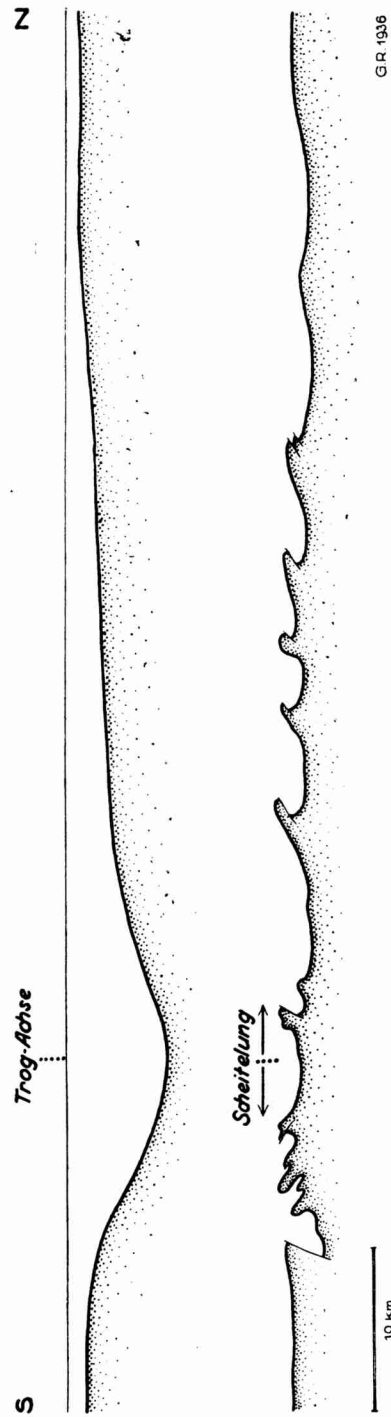


Abb. 49. Die Vocontischen Ketten als zweiseitiges Orogen.

- a) Trog-Profil für das Neokom in 5-facher Überhöhung. Die randlichen Schwellen von Vercors im Norden und Vacluse im Süden.
- b) Struktur-Profil, nicht überhöht (vgl. Taf. 9).

Mit der Trog-Achse zusammenfallend die Linie der Falten-Divergenz (Scheitelung). Auf dem flachen Trog-Hang allmähliches Auflaufen der Faltenwellen, am steileren Südhang intensives Branden.

(Entnommen aus: GERHARD RICHTER 1937. — Geolog. Rundschau 28.)



die modellartig schön ein „zweiseitiges Orogen“ (im Sinne von KOBER und STILLE) darstellen; vgl. Abb. 49:

Die — nach geringen pyrenäischen Vorbewegungen besonders in der savischen Phase entstandenen — Falten wenden sich von der Mittellinie der Vocontischen Ketten aus gegen Norden und Süden. Die deutliche Divergenz (Scheitelung) liegt, genau in der alten Trog-Achse, etwas unsymmetrisch. Die Falten des Süd-Stammes sind entsprechend dem etwas steileren südlichen Trog-Rand enger gerafft als die auf dem nördlichen Trog-Ufer auflaufenden Wellen des Nord-Stammes (Abb. 49). In der epirogenen Geschichte sind also die Grundlagen für die orogenen Strukturen weitestgehend vorgezeichnet.

Das W-E streichende Vocontische Klein-Orogen hat einerseits Vercors, andererseits Vaucluse zu Vorländern. Auch für die Alpen haben diese beiden Hochgebiete ja Vorland-Charakter (s. oben). Trotzdem können wir Alpen und Vocontische Ketten nicht zusammenfassen. Denn das Streichen im Vocontischen Bereich steht mit seiner Quer-Richtung völlig fremd vor den Alpen. Es ist auffällig, daß die Alpen-Falten nicht etwa ein Umbiegen in das vocontische Streichen zeigen bzw. umgekehrt. Es fehlt durchaus eine solche Umgürtung der Eckpfeiler des Vorlandes (SE-Vercors, NE-Vaucluse). Bedingt ist das durch verschiedenes Alter der orogenen Richtungen. Denn die W-E-Elemente sind wesentlich älter als die des Haupt-Gebirges, nämlich z. T. schon subherzynisch, großenteils pyrenäisch und savisch, also insgesamt prä-miozän; die N-S-streichenden Alpen-Strukturen dagegen entstanden erst nach dem Pont.

Eine Besonderheit in der orogenen Geschichte des Vocontischen Gebietes ist folgende Erscheinung: Abgesehen von den Innen-Alpen kennen wir prä-senone Faltung nur im Dévoluy. Die kräftigen W-E-streichenden Falten entstanden an der südöstlichen Ecke der Vercors-Schwelle. Auch nennenswerte Umgestaltungen pyrenäischen Alters fehlen sowohl in den eigentlichen Alpen wie im größten Teile der Vocontischen Ketten. Intensive pyrenäische Faltung mit W-E-Verlauf findet sich vielmehr nur dort, wo sich beide Bereiche zusammenschließen, diesmal an der NE-Ecke der Vaucluse-Schwelle bei Sisteron, Digne usw.

Die beiden — gegen den Vocontisch-Subalpinen Geosynklinal-Bereich am weitesten vorspringenden Eckpfeiler des Vorlandes bewirkten also zuerst eine orogene Verformung ihrer Umgebung. Doch griffen weder die prä-senonen noch die prä-oligozänen Faltungen auf das eigentliche Alpen-Gebiet über. Der alpine Raum war also mit seinen anders orientierten epirogenen Einheiten für eine Faltenbildung mit W-E-Verlauf nicht zu erfassen.

Dabei werden tatsächlich die älteren Quer-Falten von den jüngeren Alpen-Strukturen abgeschnitten bzw. überwältigt,

sodaß sich selbst quer über die alte Vocontische Senke hinweg ein Außenrand der Alpenfalten markiert. —

So ergibt sich als Verhältnis zwischen Subalpin und Vocontischen Ketten: Trotz völlig gleicher epirogener Vorgeschichte wirkt das Vocontische Sonder-Orogen als Vorland für die Alpen infolge anders gerichteter Beanspruchung sowie früherer orogener Fertigstellung und damit gewisser „Konsolidierung“. Die Alpen sind den Vocontischen Ketten übergeordnet.

Gesamtbild des peri-alpinen Raumes (vgl. auch S. 326 ff.).

Außerhalb, also westlich des scharfen Alpen-Randes liegt demnach ein Bereich komplexen Charakters: Jura, Vercors, Vocontische Ketten, Vaucluse-Canjuers-Estérel. Die tektonische Entwicklung, epirogene Geschichte und orogener Bau, lassen diese Gebiete gegenüber den Alpen als Vorland erscheinen, selbst wenn Teile davon nicht ungefaltete blieben.

Trotzdem besteht eine gewisse Verwandtschaft zu den Alpen. Die am stärksten umgestalteten Bereiche dieses Vorlandes, Jura und Vocontische Ketten, haben ihre Strukturen ja erhalten, bevor die Faltung der äußeren Alpen-Zone stattfand, nämlich insgesamt vor dem Pliozän. Nun umgürten sie sich aber post-pontisch (also gleichzeitig mit der Entstehung des Alpenrandes) ebenfalls mit einer gemeinsamen Zone rhodanischer, z. T. sogar noch jüngerer Bewegung: der Ketten-Jura erhält eine scharfe NW-Kontur, im Vercors entstehen Falten, sogar an der Süd-Seite des Vaucluse-Plateaus zeigen sich schwache Verformungen, die ostwärts wieder mit dem Alpenrande zusammenlaufen. Alle diese — freilich wenig intensiven — jungen Elemente bilden einen Kranz mit eindeutiger Vergenz nach außen. Sie umschließen dabei den Bereich der älteren Vorketten. Da in den Alpen die Faltung vom Pennin (prä-eozän) zum post-pontischen Subalpin in westlicher Richtung wandert, könnte man geneigt sein, in dem Kranz jüngster Bewegungen eine Angliederung an die Alpen zu sehen.

Aber erstens sind diese Umgestaltungen so schwach, daß sie sich überhaupt kaum zu einem „Falten-Bogen“ zusammenfügen lassen, während der Außenrand des Subalpins eine tektonische Linie einzigartiger Schärfe darstellt. Zweitens zeigt der umrissene Bereich auch seiner epirogenen Vorgeschichte nach einen allmählichen Übergang und damit innere Verwandtschaft zum Vorland, jedoch einen deutlichen Sprung, also tektonische Fremdheit gegenüber dem Orogen. Jura, Vercors, Vocontisches Gebirge, Vaucluse

usw. können wir daher nur als Vorketten bezeichnen, nämlich als schwach gefaltetes Vorland der Alpen.

## 2. Pyrenäen.

Die Ketten der östlichen Nordpyrenäen — vom Südpynäisch-Balearischen Faltenstamm getrennt durch die kristalline Zentralzone — finden südlich und östlich um das Massiv von Mouthoumet herum ihre Verlängerung über St. Chinian—Montpellier. Dann sind sie eine Strecke lang durch das Rhône-Delta verhüllt, tauchen aber bei Martigues wieder auf und setzen sich nördlich Marseille fort. Schließlich verklingen sie in östlicher Richtung allmählich in der Gegend von Draguignan.

Wie in den östlichen Pyrenäen, so wird auch in der Provence dieser Faltenstrang im Süden von einer Grundgebirgs-Masse begrenzt, dem Maurischen Massiv (Maures-Estérel-Tanneron). Die harmonische W—E-Verbindung dieser Kristallkerne durch den Golfe du Lion hindurch wurde schon von DE MARGERIE als Sicherheit angenommen.

Die tektonische Geschichte des Nordpyrenäischen Faltenstammes kann die so umrissene Verbindung Pyrenäen-Provence nur bestätigen.

Die epirogene Vorgeschichte des Nordpyrenäisch-Provençalischen Raumes (vgl. Abb. 47).

Noch in den letzten variszischen Bewegungen erweist sich die Verwandtschaft der alten Rümpfe Zentral-Massiv, mittlere Ostpyrenäen, Maures-Tanneron: Das Autun liegt in dieser Masse deutlich diskordant zu post-stephanischen Störungen, welche posthum zu den paläozoischen Strukturen verlaufen.

### *Erste Ära: Perm-Trias*

Erst nach dieser „estérelischen Phase“, also intra-permisch beginnt die junge Geschichte mit einer völlig neuen Orientierung der Sedimentationsräume.

Dabei besteht im *Perm* offenbar schon ein etwa W—E verlaufendes Provençalisches Ablagerungs-Becken. Es erweitert sich in der *Trias* zu einem ziemlich gleichförmigen Sedimentationsraum, der die gesamte Provence umfaßte.

Westwärts greift das Perm-Trias-Becken mit einer Quer-Senke auf den Zentralmassiv-Block vor: dieser Causses-Trog trennt ein nördliches Zentral-Plateau von einer südlichen Schwelle von

Carcassonne-Narbonne (etwa Mtge. Noire). Erst auf deren Süd-Seite liegt im Westen der echte Pyrenäen-Trog. Die Schwelle von Carcassonne-Narbonne ist jedoch nur als Sporn aufzufassen, der nach Osten keine Fortsetzung findet<sup>84</sup>). Denn auf seiner Ost-Seite steht das Pyrenäische Becken ohne Zweifel mit dem Provençalischen in unmittelbarer Verbindung. Weder im Perm noch in der Trias erscheint nämlich das Massif des Maures als Hochgebiet, ebensowenig wie etwa die Zentralen Pyrenäen. Im Gegenteil, der ceratiten-führende Muschelkalk und mächtiger, z. T. salinärer Keuper sind gerade hier in typischer Becken-Fazies entwickelt. Eine unmittelbare Verbindung nach SW zu Balearen, Katalonien und Pyrenäen ist daher erforderlich.

In einer Tatsache gibt sich jedoch der Provençalische Bereich als Ausgehendes des echten Pyrenäen-Troges zu erkennen: Die Ophite, welche im Westen die tiefen Keuper-Senken überall auszeichnen, fehlen in der gesamten Provence bis auf eine Ausnahme nördlich Marseille (St. Maximin). —

Eine unmittelbare östliche Verbindung dieses Pyrenäisch-Provençalischen Beckenraumes mit der Alpen-Geosynklinale ist dagegen nicht vorhanden. Sie ist schon im Perm verbaut durch das Abtragungs-Gebiet im Tanneron-Kristallin; und auch im Muschelkalk deutet sich in dessen nordwestlicher Verlängerung (Nord-Provence) eine gewisse Becken-Verflachung an.

Eine durchgehende Senke bestand hingegen im Norden, in dem Rhodanischen Bereich. Hier liegt dann für die Folgezeit auch das Schwergewicht der Sedimentation.

#### *Zweite Ära: Rät bis Barrême*

Schon vor dem tiefen Jura bahnen sich diese gänzlich anderen Formen und Zusammenhänge der Beckenräume an: Die Provence zeigt im *Rät* eine sehr flache Abdachung nach Norden, die sich im unteren und besonders im mittleren und oberen *Lias* differenziert. Zu dieser Zeit ist zum ersten Male ein wirklicher Provençalischer Trog nachweisbar. Er liegt mit etwa W—E-Streichen in der Gegend von Aix. Im Süden, Osten und Nordosten durch Kalk- und Dolomit-Entwicklung umgürtet bilden sich hier Cephalopoden-Mergel. Sie setzen sich in die Nord-

---

84) Die von ASHAUER (1934, Tafel 3 a) zunächst vermutete Verbindung gegen Süden mit einer Katalanischen Masse ist wohl selbst für den Buntsandstein abzulehnen; vielmehr dürfte die spätere Darstellung (ASHAUER & TEICHMÜLLER 1935, Tafel 4) zutreffen.

pyrenäen hinein fort. Hier schließt sich die echte Trog-Fazies westwärts (ohne die West-Pyrenäen zu erreichen) ebenso wie in der östlichen Provence. Die Südgrenze bilden im Westen die Zentral-Pyrenäen wie im Osten das Maurische Kristallin. Die durchgehende südliche Abriegelung durch diese gemeinsame Schwelle ist zwar nicht erweisbar, aber sehr wahrscheinlich sowohl nach dem Fehlen der Cephalopoden-Mergel auf den Balearen (vgl. HOLLISTER 1934, FALLOT u. a.), als auch nach der Entwicklung jüngerer Formationen.

Die Verbindung dieses Pyrenäisch-Provençalischen Beckens zu den Alpen besteht nur auf dem Umwege über die Rhodanisch-Vocontische Senke. Ja der gesamte Nordpyrenäen-Trog ist im Lias überhaupt nur eine W—E streichende Erweiterung am Süd-Ende der Rhône-Straße.

Diese Verhältnisse bestätigen sich nicht nur im *Dogger*, wo sich der Beckenraum allseits etwas verengt. Im *Ober-Jura* und *Neokom* setzt sich im Pyrenäisch-Provençalischen Bereich die Sedimentation zwar fort, doch fehlt jegliche Geosynklinal-Fazies. Die aus dem Vocontisch-Rhodanischen Gebiet von Norden hereinreichende Senke wird von Süden her Stufe um Stufe immer mehr eingeengt (vgl. Taf. 11 a, Bild 4). Sie wächst zu. Was übrigbleibt, ist ein ausgedehnter Schelf. Seit dem Ober-Jura kommen hier bis zum Barrême nur noch koralligene Kalke oder „Urgon“-Gesteine zur Sedimentation.

Der Rückzug des tiefen Meeres aus den nördlichen Pyrenäen führt zu einer gewissen Verschmelzung der Schwelle von Carcassonne-Narbonne mit dem Zentralpyrenäen-Land. Und dieses stand unzweifelhaft in direktem Verband mit der Maurischen Masse im Osten. Die restlose Abschnürung gegen Süden wird übrigens auch bezeugt durch das Auftreten von „Wealden“-Fazies in den oberjurassisch-unterkretazischen Formationen jenseits der Schwelle, in Katalonien (vgl. ASHAUER & TEICHMÜLLER 1935<sup>85</sup>).

Der ganze Nordpyrenäen-„Trog“ besteht also während der *Dogger*- bis *Neokom*-Zeit allein aus der flachen nördlichen Abdachung einer Zentralpyrenäisch-Maurischen Schwelle. Dieser Schelf zeigt auch nicht die geringste Andeutung einer W—E streichenden geosynklinal-artigen Eintiefung.

85) Deren Annahme einer unmittelbaren Verbindung nach Norden (vgl. Tafel 4, Bild 3) ist daher zu revidieren.

*Dritte Ära: Apt bis Eozän*

Einen grundlegenden Wechsel in der epirogenen Tendenz bringt erst wieder das *Apt*. Die Pyrenäen selbst sind durch eine Mittelschwelle in zwei Teil-Tröge gegliedert; *Apt* transgrediert hier allgemein, z. T. über langfristig trockenliegende Bereiche (Bauxit!). Der Nordpyrenäische Teiltrog erstreckt sich mit seinem östlichsten Ausläufer bis in die Gegend von Marseille, wo wir nur auf kleinem Raume geringmächtige Cephalopoden-Mergel kennen. Durch die Rhône-Straße hat wohl die Provence, etwa über den Vocontischen Trog, mit den Alpen schon keine tiefe Verbindung mehr gehabt, wie die Verteilung der Fauna zeigt. Aber ganz offensichtlich besteht eine besonders vertiefte W-E-Senke Nordpyrenäen-Marseille.

Diese Konstellation wird durch die syn-orogene austrische Undation vor dem *Alb* besonders klargestellt. Vocontisch-Rhodanischer Bereich und Süd-Provence trennen sich voneinander durch die Herauswölbung einer bedeutenden Schwelle Cevennen-Vaucluse-Estérel. Dieses Land bildet die nördliche Kontur eines nunmehr deutlich umrissenen Nordpyrenäisch-Provençalischen Troges, in welchem Cephalopoden-Mergel den Geosynklinal-Charakter betonen. Die Becken-Tiefe war wie während des *Apt* so auch während des *Alb* im Westen, in den eigentlichen Pyrenäen, am größten; hier entstehen mehr als 1000 m Sediment (ASHAUER), in der Provence höchstens 200 m.

In den Zeiten *Cenoman*, *Turon*, *Coniac*, *Santon* bleibt es im wesentlichen dabei. Die Entwicklung geht dahin, daß in progressiver Transgression der nördliche Trog-Rand Stufe um Stufe weiter eingedeckt wird: im Westen der südliche Saum der Mtge. Noire, im Osten der Süd-Hang der Vaucluse-Schwelle. Gleichzeitig verflacht sich aber auch die Geosynklinale immer mehr (Rudisten-Kalke). Dann beginnt die allmähliche Aussüßung, zuerst ganz im Osten (Brignoles). *Campan* besteht in mariner Fazies nur noch in den eigentlichen Pyrenäen und z. T. in den Corbières. Es ist in der Provence bereits brackisch entwickelt.

Über *Maestricht-Dan-Paleozän-Eozän* geht nicht nur die restlose Eindeckung der nördlichen Randgebiete sondern auch die Aussüßung bis zu kontinentaler Fazies vonstatten. Pyrenäen und Provence entsprechen sich da mit jeder kleinsten Strandverschiebung. Im Lutet hat sich das Meer schließlich bis in die mittleren Pyrenäen westwärts zurückgezogen.

Der Nordpyrenäisch-Provençalische Trog zeigt also deutliches Axial-Gefälle gegen Westen.

*Süd-Grenze und Ost-Schluß des Pyrenäen-Troges*

Südrand und östlicher Schluß des Troges sind seit dem Jura nachweisbar:

Im provençalischen Anteil der Zentralpyrenäisch-Maurischen Schwelle zeigen sich Schichtlücken an der Basis von Aargau-Schichten und Portland. Gleichaltrige Transgressions-Erscheinungen im Süden, in der Gegend von Marseille, und zwischen Argens und Verdon erweisen die östliche und nordöstliche Umrandung des Nordpyrenäen-Troges durch ein Hochgebiet. Wieweit Apt und Alb auf die südliche Schwelle vorgriffen, wissen wir nur aus den Pyrenäen selbst; der Rücken wurde dort nicht überflutet (ASHAUER 1934). Ostwärts reichten diese Formationen auch im Becken nicht über die Mtge. de la Ste. Baume hinaus. Denn Maires-Estérel-Vaucluse standen über Draguignan als gemeinsames landfestes Gebiet in Verbindung miteinander (Bauxit-Schwelle). Die mächtigen, von Süden her erfolgten groben Konglomerat-Einschüttungen im Turon-Coniac zwischen Marseille und Toulon bezeugen die steile Süd-Kontur des Troges gegen die Zentralpyrenäisch-Maurische Schwelle. Das brackische Cenoman bei Le Revest/Toulon, der Beginn der Aussüßung im Senon bei Camps zeigen das axiale Heraussteigen der Geosynklinale zu der „Bucht von Brignoles“.

Eine Verbindung zum Alpen-Bereich bestand hier zwar sporadisch noch im Jura über einen flachen Schelf hinweg, war aber seit dem Portland völlig abgeriegelt und zwar auf eine Breite von wenigstens 50 km (vgl. unten). Zwischen Vaucluse und Maurischer Masse fand der Nordpyrenäen-Trog demnach sein Ost-Ende.

*Die wechselvolle Entwicklung des Nordpyrenäen-Troges*

Wir müssen also feststellen, daß den östlichen Nordpyrenäen eine wahre Geosynkinal-Geschichte fehlt. Der Haupt-Trog der Trias-Zeit liegt im Westen und mündet ostwärts nur eben in einen großen, aber flacheren Provençalischen Beckenraum ein. In Lias-Dogger waren umgekehrt Nordpyrenäen-Provence nur eine kümmerliche Quersenke der nördlich liegenden Rhodanischen Tiefe. Nach langer Zeit mit Land- oder Schelf-Charakter schlagen die in der Trias angedeuteten Tendenzen wieder durch: Vom Apt bis zum Eozän liegt die Heimat des Meeres wieder im Westen, in den Pyrenäen selbst. Der Trog reicht ostwärts noch bis in die Provence hinein, eingegabelt zwischen Mtge. Noire—

Vaucluse-Schwelle im Norden und Zentralpyrenäisch-Maurischer Schwelle im Süden.

#### Die Faltung des Nordpyrenäen-Stranges.

Dieser Vorgeschichte entspricht durchaus der Faltenbau.

Die neritischen kompakten Kalke des Jura mit der hochmobilen Unterlage salinärer Keuper-Gesteine ergeben eine für disharmonische Reaktion geradezu prädestinierte Schichtenfolge. Flache Übergleitungen lokaler Bedeutung und Abscherungen beherrschen das Strukturbild (vgl. Abb. 26 u. 27). Großzügiger Deckenbau besteht nicht, er ist auch gar nicht zu erwarten. Denn dazu zeigt doch die epirogene Anlage allzu wenig wirklichen Geosynklinal-Charakter.

Das Ausmaß der Umformung wird zudem gegen Osten immer geringer. Die Falten streichen auf das relativ ruhige Gebiet von Draguignan zu und verklingen hier ostwärts „in freien Enden“ überhaupt. Es fehlen die Sedimente; der Nordpyrenäen-Trog hatte hier ja, abgesehen von Perm und Trias, sein östliches Ende längst erreicht.

Die Vergenz ist nicht einheitlich. Im Westen — Pyrenäen und Corbières — wenden sich die Falten scharf nach Norden, entsprechend dem steilen paläogeographischen S- und SE-Rand des Vorlandes. In der Provence war dagegen der Süd-Hang der Vaucluse-Schwelle nur flach geneigt; so zeigt sich hier — begünstigt durch die Faltungs-Disharmonie — eine gewisse Unschlüssigkeit in der Vergenz, wenn auch die nördliche überwiegt.

Außerdem bestehen bedingte Südfaltungen. Aus den Nordpyrenäen beschrieb ASHAUER (1934) Bewegungen gegen die Pyrenäische Mittelschwelle, also gegen Süden<sup>86</sup>). Analoge Erscheinungen finden sich bei Marseille; dort schlagen die Falten gegen die Zentralpyrenäisch-Maurische Schwelle zu Süd-Vergenz um.

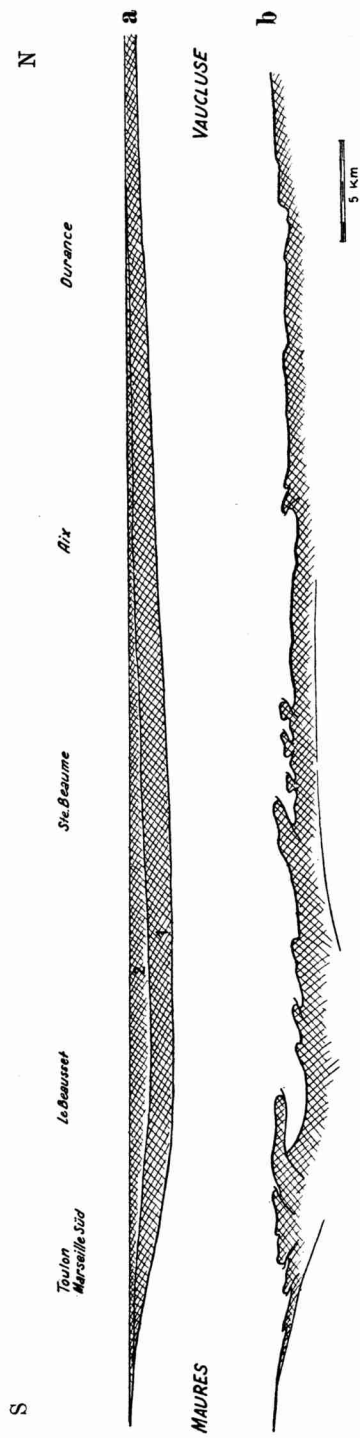
Bemerkenswert ist die Lage der intensivsten Umformung: Marseille—Le Beausset—Ste. Baume usw. Sie fällt fast genau zusammen mit der Nord-Grenze der Oberkreide-Tiefe, geht also auf deren Rand-Stau zurück (vgl. Abb. 50).

Bis in Einzelheiten ist somit auch hier die orogene Struktur epirogen vorgezeichnet.

Auch die Altersverhältnisse der tektonischen Umformung sind nicht ohne System. Die Haupt-Faltung trat vor dem Lud

86) Entsprechend ähnlichen Nord-Bewegungen im Südpayrenäen-Stamm.





G. RICHTER,

Abb. 50. Nordpyrenäen-Stamm vor und nach der Faltung.  
(Beide Profile nicht überhöht!)

- a) Epirogene Anlage (1 Trias bis Neokom, 2 Alb bis Eozän). Geringe Mächtigkeit, besonders von 2, im Bereiche der Vaucluse-Schwelle; Trog-Achse in der Süd-Provence; Maures (analog den Zentral-Pyrenäen) als südliches Hochgebiet.
- b) Orogene Ausgestaltung. Auf dem flachen Hang des nördlichen Vorlandes allmähliches Ausklingen der Faltung. Geringe Süd-Vergenz gegen die Maurische Masse. Ausgewählt ist das Profil mit der stärksten Verformung; Faltung im allgemeinen weniger intensiv.

ein; sie ist „pyrenäisch“. Dabei ist auffällig, daß das Provençalische Trog-Ende prä-oligozän fast restlos ausgefaltet wurde. Im Westen (Pyrenäen) wurden dagegen nur erst die internen Trog-Teile vom vor-oligozänen Zusammenschub erfaßt. Hier bildete sich dann auch eine oligozäne Vortiefe, welche in der Provence allenfalls im Durance-Becken gesehen werden kann. Entsprechend erhalten die Nordpyrenäen im Westen und noch in den Corbières eine bedeutende Zone späterer (prä-miozäner) Randfalten. Diese äußere Anfaltung wird nach Osten immer geringfügiger und fehlt im östlichen Anteil, in der Provence, fast ganz<sup>87)</sup>.

So sehen wir den epirogen kümmerlich entwickelten Ost-Teil des Troges (Provence) gewissermaßen auf einen Schlag, nämlich in der pyrenäischen Phase ausgefaltet, während zum orogenen Ausbau des bedeutenderen Weststückes (Pyrenäen) mehrere Phasen nötig waren.

#### Post-orogene Entwicklung.

Seit dem Miozän ist der östliche Faltenstrang der Nordpyrenäen tektonisch tot. Die jungtertiären Ingressionen stehen zu diesem Orogen in keinem inneren Zusammenhang mehr. Sie finden aus dem Mittelmeer heraus statt, — einem für die Pyrenäen bisher langfristigen Hochgebiet. Sie schneiden in der Rhône-Senke quer durch den Faltenstrang. Dessen posthumer Aufstieg versagt, wenigstens im Provençalischen Anteil, gänzlich. Das heutige Schwere-Bild würde dort kein Faltengebirge vermuten lassen (vgl. KOSSMAT 1921).

#### Zusammenfassung.

Der Nordpyrenäen-Stamm hat sein allmähliches Ost-Ende in der südlichen Provence. Nördliches Vorland ist das langfristige Hochgebiet: Mtge. Noire—Vaucluse—Estérel-Schwelle. Die Süd-Grenze bildet der paläogeographische Rücken des Zentralpyrenäisch-Maurischen Kristallins. Sowohl in der epirogenen Anlage wie in der orogenen Ausgestaltung fehlt jede Großzügigkeit. Trog, Faltenbau und post-orogene Bewegungen verkümmern von W nach E bis zum Ausklang des Orogens überhaupt. —

---

87) Die süd-bewegten Falten an der Durance haben zum Pyrenäen-Strang keine Verwandtschaft (vgl. S. 286/7).

### 3. Die Plateau-Zone zwischen Alpen und Pyrenäen.

In dem Raume zwischen Alpen und Pyrenäen ist es die Vielfalt der Erscheinungen, welche eine Abgrenzung beider Orogene voneinander bislang erschwerte. Aber bei richtiger Betrachtung — unter Ausschaltung des Uncharakteristischen — erscheint das Gebiet doch wesentlich einheitlicher als beim ersten Blick.

Wohl besitzt der gesamte zwischen Alpen und Pyrenäen eingeschaltete Bereich nicht den Habitus des alten Rumpfes wie etwa der etwas ferner liegende Zentralmassiv-Block. Denn dort herrschte seit der variszischen Ära nur Abtragung; wo in geringen Ausmaßen sedimentiert wurde, ist vielfach selbst die heutige Rumpf-Ebene noch immer etwa identisch mit der prä-triassischen Einbuungsfläche<sup>88</sup>).

Diesem Grundgebirgsblock vorgelagert, heute an langen Brüchen von ihm abgerissen, erscheint nun — als Vorland der Alpen einerseits, der Pyrenäen andererseits — eine Vorstufe, deren Charakter noch niemals klargestellt wurde. Sie liegt zwar stets etwas tiefer als der Zentralmassiv-Rumpf, ist lange Zeit flach überflutet. Aber sie grenzt mit steilem epirogenen Rande an die Alpen-Geosynklinale im Osten und mit deutlicher paläogeographischer Linie an den Nordpyrenäen-Trog im Süden. So hat diese Vorstufe insgesamt durchaus den Habitus einer ausgedehnten Schelf-Platte. Sie umfaßt: das Vercors, das Gebiet zwischen Cevennen und Rhône von Valence bis Montpellier, die östlich anschließenden Plateaus Vaucluse und Canjuers, die Umgebung von Draguignan und weiterhin das Randgebiet der Maurischen Masse bis über die Var-Mündung im Osten hinaus in Richtung Monaco-Süd.

Das ist ein Raum von rund 20 000 km<sup>2</sup>, der als „Plateau-Zone“ anzusehen ist, dem eine geringe orogene Umformung nicht fehlt, der aber auch nach seiner epirogenen Geschichte als außer-orogen zu gelten hat.

Un einheitlich wirkt der Bereich vor allem durch die Zwischenschaltung der Vocontischen Faltenketten und der Rhône-Senke, zweier Elemente, die überdies miteinander in räumliche Verbindung treten. Das Vocontische Gebiet betrachteten wir bereits als Vorland-Orogen von weitgehender Selbständigkeit, wenn auch geschichtliche Verwandtschaft mit den Alpen vorliegt (vgl. oben S. 314 ff.). Die Rhône-Senke ist ein gänzlich fremdes Element von eigentümlicher Sonderstellung (vgl. unten S. 331 ff.).

<sup>88</sup>) In den von FABRE (1893) gegebenen Bildern kommt das sehr anschaulich zum Ausdruck.

Erst wenn wir von diesen untypischen Zutaten absehen, tritt die Einheitlichkeit des großen Raumes und dessen Charakter als Vorland-Stufe in Erscheinung.

#### *Vercors*

Im Vercors deutet sich der Schelf-Charakter bereits frühzeitig an: im Dogger durch Oolite usw., im Ober-Jura und Valendis durch koralligene Massenkalken, welche die mächtige Cephalopoden-Fazies des Subalpinen Troges westwärts vertreten (Grenoble). Der Verlauf des östlichen Randes vom Flachgebiet zur Geosynklinale ist für die Jura-Zeit zwar mangels genügender Aufschlüsse noch nicht eindeutig zu fixieren, in der Kreide dafür aber umso augenfälliger. Das Neokom ist überwiegend kalkig, Urgon-Entwicklung herrscht vor. Apt fehlt, wenn auch größtenteils sekundär. Denn in der austrischen Phase stieg die Platte heraus, sodaß das Alb nach der vorübergehenden Trockenlegung weithin auf Urgon übergreift. Vorcenomane Bewegungen verhindern eine früh-oberkretazische Eindeckung. Erst Campan transgrediert auf dem Schelf, und schon das Eozän ist wieder kontinental entwickelt. Dabei halten sich die Grenzen zur alpinen Tiefen-Fazies fast stets an einunddieselbe Kontur, dicht westlich der Linie Grenoble-Lus la Croix Haute.

Östlich dieser Grenze stellt sich schlagartig die mächtige Trog-Folge ein. Die Vercors-Platte bricht also an diesem Rand zur Subalpinen Geosynklinale plötzlich ab, während sie in nur sehr flacher Neigung zum Zentral-Plateau westwärts ansteigt. Sie ist damit ein typischer Rand-Schelf des Zentral-Massivs. Entsprechend ist die tektonische Verformung des Vercors selbst relativ gering, während sich an seinem Ost-Rande der intensive Faltenwurf der Alpen staut.

Im Süden dieses Plateaus schlägt dann das Vocont eine Bresche in die große Platte, zunächst als epirogene Quer-Senke, heute als kleines Sonder-Orogen. Auf seiner West-Seite aber setzt sich das Vercors in das Gebiet von Montélimar—Uzès—Nîmes usw. unmittelbar fort.

#### *Cevennen-Rand, Schwelle von Montpellier*

Dieser Bereich zwischen Cevennen und Rhône gehörte in der Trias wohl zu einem einheitlichen Provençalischen Becken, im Lias und Dogger sogar mit seinem größten Teil unmittelbar zur Rhône-Tiefe, nur mit dem West-Streifen zum Becken-Saum. Stufe um Stufe schiebt sich aber der Flachwasser-Bereich von SW hervor: koralligener Ober-Jura bis nördlich Montpellier; die „calcaires miroitants“ im Valendis bis westlich Nîmes, kalkige Toxaster-

Fazies im Hauterive und schließlich „Urgon“ bis Nîmes und Vi-  
viers. Gänzliche Trockenlegung erfolgt vor dem Alb nur südwest-  
lich Uzès, wo auch während der gesamten Oberkreide nicht mehr  
sedimentiert wird. Das nördlichere Stück des Becken-Saumes da-  
gegen versandet erst im Alb und wird schließlich im Santon zu-  
gefüllt.

Der Schelf-Charakter tritt also im nördlichen Teil des Ge-  
bietes zwischen Cevennen und Rhône keineswegs so eindeutig  
in Erscheinung wie etwa im Vercors. Wir stehen da am Saum  
der Rhodanischen Senke, welche die Zusammenhänge stört.  
Südlich Uzès, in der Gegend von Avignon, erfährt aber die an die  
Cevennen sich anlehrende Flach-Zone eine wesentliche Verbreite-  
rung gegen Osten, und zwar soweit, daß sie über Avignon mit  
dem gleichwertigen Vaucluse-Plateau verschmilzt. Das Hochgebiet  
(Schwelle von Montpellier) bildet mit seinem Südhang die Begren-  
zung der Nord-Pyrenäen, sowohl des Faltenstranges als auch der  
von SW her erfolgenden Meeres-Invasion der Kreide-Zeit (vgl.  
S. 321 u. 324).

So quert hier eine breite Schelf-Brücke das Rhône-  
Tal und schafft die Verbindung zwischen Zentral-Pla-  
teau und Vaucluse-Estérel-Schwelle.

Das gesamte Saum-Gebiet des Zentral-Massives zwischen Ce-  
vennen und Rhône, von Valence bis Montpellier, ist eine Plateau-  
Zone. Es herrscht zwar die eigentümliche „rhenotype“ Bruch-  
Tektonik (vgl. unten S. 333). Ein Zusammenschub hat jedoch nicht  
stattgefunden. Gänzlich fehlen vor allem irgendwelche Fal-  
ten mit SW-NE-Streichen! Wohl bestehen bei Uzès ein  
paar schwache Sättel und Mulden mit W-E-Verlauf, welche ge-  
ringe Süd-Vergenz gegen die Schwelle von Montpellier zeigen und  
so eine entfernte Verwandtschaft mit dem Südstamm der Vocon-  
tischen Ketten andeuten. Im übrigen herrscht nur weitspannige,  
ganz sanfte Wellung.

Das west-rhodanische Gebiet ist also praktisch unge-  
faltet.

#### *Vaucluse-Estérel-Schwelle*

Wurzelt dieses bedeutende Element einerseits mit der Schwelle  
von Montpellier im Grundgebirge des Zentral-Massivs, so ist  
es andererseits im SE mit dem Maurischen Kristallin eng  
verwachsen.

Schon während des *Perm* trennt hier das Tanneron-Kristallin  
als Rücken einen Subalpinen Trog von einem Provençalischen

Becken. Diese Scheide wurde während der *Trias*- und *Rät*-Zeit wohl eingedeckt; aber das Vorherrschen dolomitischer Kalke zwischen Argens und Verdon gegenüber den Ceratiten-Schichten der Süd-Provence und den alpinen Anklängen auf der Nord-Seite macht eine wahrhaft offene Verbindung beider Räume in der mittleren Trias sehr unwahrscheinlich. Im unteren *Lias* sind die Cephalopoden-Gesteine von Aix im SW und Castellane im NE durch einen breiten Streifen dolomitischer Kalke getrennt. Am Argens, bei Rians, Brignoles usw. fehlt der mittlere *Lias* überhaupt, genau wie bei Nizza und Monaco im Osten. Der obere *Lias* ist geringmächtig und enthält Oolitkalke; auf beiden Seiten stellt sich dagegen wieder die Ammoniten-Fazies ein. Auch der *Dogger* ist nur in der Senke von Aix (Provençalisches Becken) und in den Alpen tonig ausgebildet und dabei recht mächtig; in dem Bereich zwischen der Mündung Verdon-Durance und dem unteren Var bzw. dem Maurischen Massiv herrschen nur helle Nerineen-, Brachiopoden-, Korallen-Kalke. Kellaway-Oxford fehlen da überhaupt. Randlich transgredieren Aargau-Schichten, auf der Schwelle selbst Kalke bzw. Dolomite des *Portland*. Sowohl im NE wie im SW dagegen ist die gleiche Schichtfolge vollständig und führt größtenteils Ammoniten.

Die Grenzen zwischen dem Schelf und den beiderseitigen Tiefen liegen dabei während des gesamten Jura ziemlich an denselben Linien fest. NE-Kontur: Monaco—Nizza—Vence—Grasse—La Bastide—Rougon/südl. Castellane—La Palud—Chabrières in Richtung auf Digne; SW-Kontur: Toulon—Brignoles—Rians usw.

Damit ist hier der südöstliche Anteil der Vaucluse—Estérel-Schwelle ganz eindeutig umrissen. Im NW-Stück, dem eigentlichen Vaucluse-Plateau, fehlen für diese Zeit die Anhaltspunkte, da kein Jura zutage tritt. Doch dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß schon damals dieser Bereich ein Flachgebiet darstellte; denn der plötzliche Fazies-Wechsel im *Lias* und *Dogger* bei Digne, deren „provençalischer Typ“ (HAUG u. a.), macht das mehr als wahrscheinlich. Seit Beginn des Neokom hat das SE-Stück der Schwelle nachweislich überhaupt kein Sediment mehr erhalten; die Küstenfazies des Subalpins an der Linie Digne—Nizza sagt das zur Genüge. Im Vaucluse-Anteil kommt der Schelf-Charakter während der Unter-Kreide prächtig zum Ausdruck, besonders durch die frühzeitig beginnende „Urgon“-Entwicklung. Wohl ist die Mächtigkeit der massigen Kalke hier recht beträchtlich; so ist also auch die Schelfplatte selbst erheblich eingesunken. Aber ihre Fazies zeigt doch flaches Wasser an gegenüber den benach-

barten Trögen mit Cephalopoden-Mergeln. Bemerkenswert ist, daß der Unterschied zwischen Vacluse und Provence während des tieferen Neokom dadurch verwischt war, daß auch der Nordpyrenäen-Bereich zum Schelf geworden war (vgl. oben S. 320).

Besonders markant tritt dann die Vacluse-Schwelle vom *Alb* ab in Erscheinung. Die austrische Epirogenese mit Bewegungen, die vor das Ober-Alb zu datieren sind, brachte eine Herauswölbung des bisherigen Schelfes, der in seiner ganzen Länge zwischen Cevennen und Monaco als breiter Rücken aus dem Sedimentations-Bereich herausstieg. Festländische Verwitterung schuf auf den Urgon- und Jura-Kalken Karstformen, die z. T. heute wieder herausgearbeitet sind (vgl. Taf. 1, Bild 3). Als Rückstand lateritischer Zersetzung blieb die ehemals ununterbrochene Decke von Bauxit.

Nur der Nord-Rand der trockenliegenden Schwelle wurde vom Cenoman-Turon-Meer überflutet (Ventoux-Lure). Der besonders flache Südhang erlitt nur sehr geringe Einbuße durch die langsame progressive Transgression der höheren *Oberkreide* vom Nordpyrenäen-Trog her (vgl. oben S. 321). Erst kontinentales *Eozän* deckt das gesamte Hochgebiet ein. Allein in der Zeitspanne Oligo-Miozän empfängt ein Teil der Vacluse-Estérel-Schwelle, nämlich das Durance-Gebiet, eine größere Sedimentmenge als die Umgebung. —

Während des gesamten Mesozoikums besteht also zwischen den Cevennen über die Rhône hinweg in der **Vacluse-Estérel-Schwelle** eine breite **Schelf-Brücke als Verbindung zwischen Zentral-Massiv und Maurischer Masse**. Sie war — außer zeitweise im Rhône-Tal (vgl. unten) — durch eine Senke nirgends unterbrochen und schied stets die Geosynklinale der Alpen im NE vom Pyrenäen-Trog im SW.

Das Strukturbild dieser Schelf-Platte entspricht ganz ihrer Vorgeschichte. Das gesamte Gebiet ist praktisch ungefalted. Wohl tritt besonders an der unteren Durance ein Wellenwurf in Erscheinung. Er dürfte in ursächlichem Zusammenhang stehen mit dem tertiären Durance-Becken, dessen Ränder noch post-pon-tisch etwas überfaltet wurden. Im Ganzen erscheint das Vacluse-Plateau nach beiden Seiten etwas herausgedrückt. Einerseits ist der starre Block an der Linie Ventoux-Lure im Norden steil überschoben auf die Vocontischen Ketten, andererseits an der Luberon-Kette leicht südwärts überfaltet.

Sehr auffällig ist eine andere Reaktionsform, die sich — abgesehen vom Cevennen-Rand (vgl. unten) — nur an diese Schwelle hält. Lange meridional streichende Brüche mit Zer-

rungs-Charakter zerschneiden bei Apt, bei Banon und an der Durance das große Urgon-Plateau; bemerkenswert ist, daß dabei der größte Grabenzug (Apt-Montbrun) schon durch eine epirogene Einsenkung oligozänen Alters zwischen Ventoux und Lure vorgezeichnet war, während die Brüche erst post-miozän aufrissen. Analoge Spalten finden sich auch weiter im Osten, am Alpenrande südlich des Verdon (Point Sublime, Comps, La Bastide) usw. Es handelt sich auch hier um ältere Zerrungs-Gräben mit etwa N-S-Verlauf in der Plateau-Zone; nur wurden sie hier später durch die postpontische Alpen-Faltung z. T. mit überwältigt.

Alle diese meridionalen Zerr-Brüche sind als Formen eigenen Charakters anzusehen. Sie bedeuten nicht einfach eine gegenüber der Faltung „andersartige Reaktion“, wie das GOGUEL (1932) für die Sprünge in den massigen Urgonkalken bei Banon annehmen möchte. Sondern sie sind als „rhenotype“ Formen dem großen Rheinischen Element zuzuordnen (vgl. GERHARD RICHTER 1934), das sich besonders gern an die starren Vorländer hält, ja diese geradezu charakterisiert (STILLE).

Im übrigen fehlen der großen Schelf-Brücke tektonische Umformungen. Das von jeher senkungs-feindliche Gebiet blieb auch starr gegenüber orogener Beanspruchung. Auf seiner E-Seite branden mit scharfer Kontur die Randfalten des Subalpins an, von SW her laufen sich die Provençalischen Ketten auf der Schwelle allmählich tot. —

So ist der **Schelf Vaucluse-Estérel ein Vorland für die Alpen einerseits, für die Pyrenäen andererseits.** Ein Zusammentreffen, eine Scharung beider Orogene, wie das bisher immer angenommen wurde, wird durch die Vorland-Brücke verhindert. Darin liegt die große Bedeutung dieses Gebietes.

#### 4. Rhône-Senke.

Die Rhône-Senke ist ein Gebilde völlig eigenen Charakters. Ihre Vorgeschichte ist einmal mehr den Pyrenäen, einmal mehr dem Vocontischen Bereich und damit den Alpen verwandt. Trotzdem steht sie beiden Orogenen fremd gegenüber. Das kommt in der epirogenen Entwicklung weniger deutlich zum Ausdruck als in ihren Strukturen. Und doch sind letztere weitgehend paläogeographisch vorbestimmt.

*Epirogene Geschichte* (vgl. Abb. 47)

Der ESE-Rand des Zentralmassiv-Blockes war schon in der Trias der Saum des weiten Rhodanisch-Provençalischen Beckens.



Die sonst sehr geradlinig SSW–NNE-streichende Becken-Kontur wird an einer Stelle durchbrochen: Zwischen Mtge. Noire und dem Zentral-Plateau greift ein „Causses-Trog“ auf den Grundgebirgs-Block vor. Die Eckpfeiler bildeten das Süd-Ende der eigentlichen Cevennen bei Alzon und die NE-Spitze der Mtge. Noire bei Bédarieux-Lodève. Die NNW gestreckte Quersenke der Causses tritt sehr klar bereits im *Perm* als Sedimentationsgebiet in Erscheinung (vgl. Abb. 31, S. 126). Aber die eigentliche Anlage ist wesentlich älter. Denn die Einbiegung der Kruste ist schon in den variszischen Strukturen angedeutet. Zeigen doch bereits die alten NE-streichenden Falten der Mtge. Noire ein primäres Axialgefälle in Richtung auf den mesozoischen Causses-Trog (vgl. VON GAERTNER 1937). Noch im *Lias*, weniger deutlich im unteren *Dogger*, ist der Causses-Trog sehr klar als schmale Tiefe nachweisbar (vgl. Tafel 11 a, Bild 3); dann schließt sich die Senke.

Wir werden da an Verhältnisse erinnert, wie sie SCHOLTZ (1933) für eine Quersenke im linksrheinischen Schiefergebirge beschreibt. Auch dort liegt zwischen der Wittlicher Senke und der Bucht von Trier eine rheinisch streichende Zone konvergenter Axialgefälles der variszischen Falten; auch dort entstand daraus erst eine jungpaläozoisch-mesozoische Sedimentations-Tiefe (vgl. BRINKMANN 1925), schließlich eine meridionale Bruch-Senke. Im Causses-Troge ist allein der Gesamt-Verlauf nicht rheinisch sondern in Egge-Richtung orientiert, aber doch ebenfalls sub-meridional. Die Brüche treten zwar weniger als Absenkungs-Stufen, sondern als Basalt-Linien in Erscheinung, somit aber ebenfalls als Zerrungs-Elemente. Prinzipiell liegen also durchaus analoge Verhältnisse vor.

Die eigentliche Rhône-Straße ist in den Zeiten *Trias bis Dogger* eine sehr bedeutende N–S verlaufende Tiefe mit hochmariner Fazies. Sie vermittelt die Verbindung des Subalpin-Vocontischen Troges mit dem Provençalischen Becken. Auch im *Ober-Jura*, während sich das Meer in der Provence erheblich verflacht, dauert die pelagische Sedimentation in der Rhône-Senke noch an. Sie bildet noch im *Unteren Neokom* einen meridional gestreckten südlichen Anhang des Vocontischen Troges, eingeeignet zwischen Zentral-Plateau und Vaucluse-Schwelle. Die Senke wächst in *Barrême* und *Unter-Apt* von allen Rändern her weitgehend zu, im mittleren *Apt* bahnt sich wieder eine N–S-Verbindung an, ausgedrückt in einem schmalen Streifen von mergeliger Oberbedoule-Entwicklung (vgl. Abb. 34). Aber auch in der *Gargas*-Stufe wird ein wirklich tiefer Durchgang vom Vocontischen Becken im Norden zum Pyrenäen-Trog im Süden nicht erreicht. Denn schon *vor dem Alb* erhält die Rhodanische Straße durch die austrische Herauswölbung der Schwelle Cevennen-Vaucluse einen breiten Quer-

Riegel. Der übrigbleibende Nord-Teil der bisherigen Senke wird in der Zeit Alb bis Santon durch erhebliche Sandmengen zugeschüttet; da diese aus dem Zentral-Massiv stammen, ergibt sich dessen verstärktes Heraussteigen.

Die *Alb*-Zeit bedeutet für die Rhône-Senke einen geschichtlichen Wendepunkt (vgl. Abb. 40):

Bisher, von der Trias bis zum Apt, hatte die besondere Eintiefung im Norden gelegen. Das Rhodan stand — wenn auch durch den Vocontischen Quertrog — stets in Verbindung mit den Alpen, erst als Straße zu den Pyrenäen, dann als lange Bucht, schließlich als Schelf. Stets lag die Heimat des von Norden kommenden Meeres in den Alpen.

Jetzt, nach hoffnungsloser Zuschüttung des Nord-Teiles, beginnt in der Oberkreide der Vorstoß von Süden, aus dem Pyrenäen-Meer. *Cenoman-Turon-Santon* greifen in flachem Bogen aus dem W—E verlaufenden Trog nach Norden vor. Aber erst durch das limnische Dan (zwischen Uzès und Alais) bekundet sich eine wirkliche Bucht, die in das Rhône-Tal von Süden her eindringt. Im *Eozän* und *Oligozän* dehnen sich hier die am wenigsten klastischen Becken-Sedimente Stufe um Stufe aus, maximal bis zur Drôme nordwärts (vgl. Taf. 11 b). Schließlich schafft die vom Mediterran aus erfolgende Meeres-Invasion im *Miozän* wieder eine durchgehende schmale Rhône-Straße, die zeitweilig sogar über Valence—Lyon marine Verbindung mit dem Schweizer Molasse-Gebiet hatte (DEPÉRET). Zwar dauerte dieser Zustand nicht lange an. Aber auch im *Pont* herrschte prinzipiell noch die gleiche Konstellation: festländische Konglomerate außerhalb, limnische Mergel und Kalke innerhalb der heutigen Rhône-Senke. Eine allgemeine post-pontische Heraushebung führte denn auch bereits vor dem Mittel-Pliozän zur Anlage des Haupt-Systems der heutigen Flüsse mit dem N—S-fließenden Rhône-Stom. Das *Piacentin*-Meer drang bis fast nach Lyon nordwärts vor (DEPÉRET) und zwar als nur ganz schmaler Golf, entsprechend dem heutigen Rhône-Lauf, den Nebentälern nur geringe Strecken folgend. —

#### *Orogenes Bild*

So hat — im Ganzen betrachtet — die Rhodanische Senke nach ihrer epirogenen Geschichte doch weitgehend „Geosynklinal-Charakter“. Damit steht nun das Strukturbild durchaus nicht in Einklang. Theoretisch sollten wir Falten erwarten, welche — wie bei anderen ähnlichen Senken parallel dem Becken-Saum angeordnet — in SSW—NNE-Richtung

streichen und mit scharfer Vergenz gegen das Zentral-Massiv an dieser Alten Masse branden würden. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall.

Statt irgend eines Zusammenschubes beobachten wir geradlinig durchstreichende Sprünge mit NNE (rheinischem) und ENE (erzgebirgischem) Verlauf, die flach nach Osten einfallen. An diesen Zerrungs-Brüchen ist die Rhône-Senke am Cevennen-Rande von Zentral-Massiv abgeglitten. Dilatationen beträchtlichen Ausmaßes, z. T. 2 km betragend, sind das Charakteristikum dieser Bruch-Senke, der jede streichende Faltung fehlt<sup>89</sup>); vgl. Taf. 10.

Derartige Elemente beschränken sich nicht auf das Rhône-Tal unmittelbar. Sie durchsetzen als große Tertiär-Gräben den nördlichen Teil des Zentral-Plateaus (Limagne). Sie haben hier zwar die Richtung SSE–NNW (Egge-Richtung), aber gleichen Zerrungs-Charakter. Die jungen Basalt-Eruptionen des gesamten Zentral-Massivs sitzen auf solchen meridionalen Spalten. Die gewaltige Rhodanische Abbruch-Linie vom Mittelmeer bis Châlon/Saône ist davon nur weitaus die bedeutendste. —

*Die Stellung des Rhodanischen Elementes (vgl. Abb. 51)*

Die Rhône-Senke reiht sich in die Kette junger rheinisch streichender Einbrüche, in die „Mittelmeer-Mjösen-Zone“ STILLE'S (1925) ein. Außer der geraden rheinischen Richtung gehört sie besonders infolge ihrer Zerrungs-Struktur zu diesem Spaltenzug, der als große Zerfalls-Linie Westeuropas zu gelten hat (vgl. G. RICHTER 1934).

So steht die Rhône-Senke den Faltengebirgen Alpen und Pyrenäen als Gebilde gänzlich anderen Charakters gegenüber.

Das erscheint bei der in vielen Zügen unbestreitbaren Ähnlichkeit der Vorgeschichte zunächst merkwürdig.

Wohl sind die Brüche selbst recht jung. Das Alter der großen Sprünge mag in der Hauptsache vor-pontisch (attisch), die erste Anlage schon vor-miozän sein. Die weiter andauernde Absenkung des Rhône-Tales erweist sich durch schwache Einbiegung von marinem Pliozän und jüngeren Terrassen. Unausgeglichene Täler zeigen die anhaltende Erosion und damit den weiteren Aufstieg im Zentral-Massiv. Feinnivellements bestätigen die Fortdauer dieser Bewegungen sogar bis heute.

<sup>89</sup>) Zwar sind einige der Brüche, besonders im Süden, zu Überschiebungen umgelegt. Aber das sind spätere Zutaten und im Gesamt-Bilde Ausnahmen (vgl. S. 117).

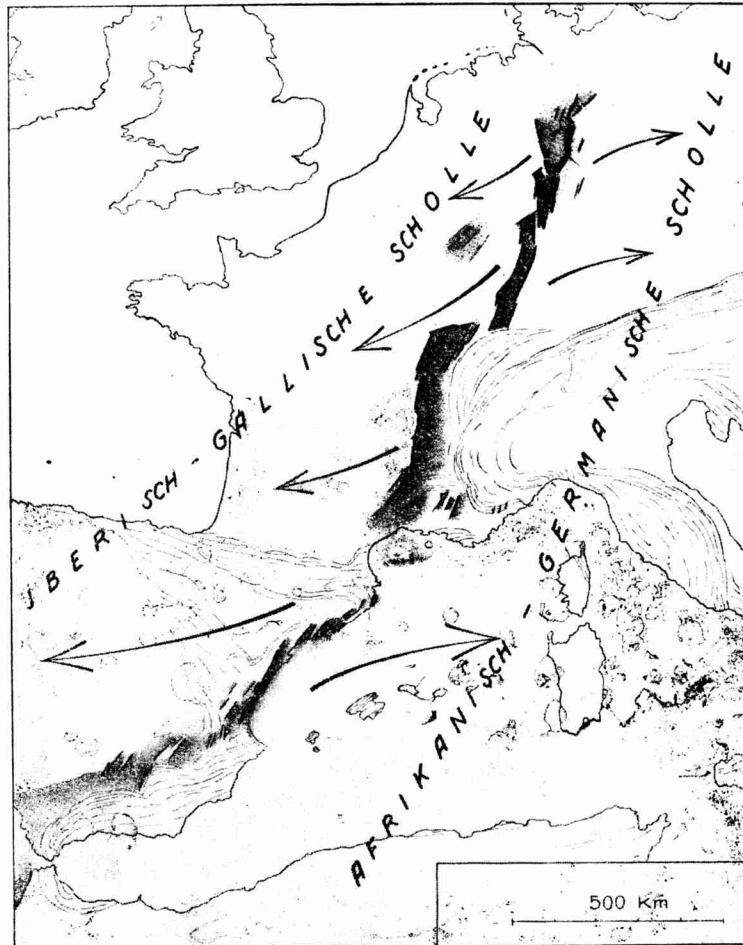


Abb. 51. Die Rhodanische Senke als Teil des Westeuropäischen Spaltenzuges, des Rheinischen Zerrungs-Elementes.

Pfeile in Richtung der relativen Großschollen-Bewegung.

(Entnommen aus GERHARD RICHTER 1934: Das Rheinische Element im Bilde Westeuropas. — Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen. N. F. 1.)

Trotzdem ist der Cevennen-Rand wohl das älteste tektonische Element in der „jüngeren“ Geschichte unseres Gebietes überhaupt. Wohl sehen wir in der Rhône-Senke ein geosynklinal-ähnliches Gebilde. Aber betrachten wir den größeren Raum: Östlich der Rhône-Linie liegt als weite Plateau-Zone die ehemalige Schelf-Platte (Vercors-Vaucluse usw.). Diese wirkt als Vorland für Alpen und Pyrenäen. Aber sie ist

von dem großen Kraton-Block Zentralmassiv abgesunken an der Cevennen-Furche. Unmittelbar post-variszisch bzw. jung-variszisch, nämlich jüngstens in der Trias, ist also die scheinbar so junge Rhodanische Bruch-Stufe epirogen bereits angelegt.

Allein die größere Mobilität der tieferen Kruste verursachte an dieser Zone geringen Zusammenhaltes eine zeitweilige Einbiegung der Oberschicht, einen Sediment-Sammeltrog, der mit einer wirklichen Geosynklinale nach dem äußeren Bilde große Ähnlichkeit zeigt.

Wie fremd — selbst in der Anlage — das Rhodanische Element den Faltenzonen trotz deren enger räumlicher Nachbarschaft gegenübersteht, gibt sich in folgender Erscheinung zu erkennen: Prä-oligozän waren die W—E streichenden Ketten von Nordpyrenäen-Provence aufgefaltet. Unbeschadet dessen greift die S—N gestreckte Oligozän-Senke im Rhodanischen Bereich quer darüber hinweg, während beiderseits die Falten kaum eingedeckt wurden. Der gleiche Vorgang wiederholt sich nach der savischen Orogenese mit der marinen Miozän-Straße. Ob also Falten-Land oder Plateau, die zunächst bruchlose Senke legt sich quer darüber und bereitet den späteren Abriß vor.

So ist denn auch vor allem das Rhodan nicht zu vergleichen mit einer Vortiefe, etwa dem Schweizer Molasseland. Liegen doch zwischen Rhône und Alpen weite Vorland-Gebiete.

Die Nachbarschaft von Rhône-Senke einerseits, Alpen und Pyrenäen andererseits führt zu einem schwer entwirrbaren Bilde, aber nicht zu einer irgendwie gearteten tektonischen Verwandtschaft.

#### ERGEBNIS.

Das geologische Bild des Grenzgebietes Alpen-Pyrenäen im südostfranzösischen Raume wirkt undurchsichtig durch das Zusammentreten von vier großen tektonischen Begriffen: *Alpen, Pyrenäen, Vorland, Rhône-Senke*. Allein die Klarstellung der gesamten tektonischen Entwicklung — des orogenen Baues und der epirogenen Vorgeschichte — führt uns zur Ausscheidung des Untypischen und damit zu einer Abgrenzung der Groß-Elemente voneinander sowie zur Erkenntnis ihres inneren Verhältnisses zueinander:

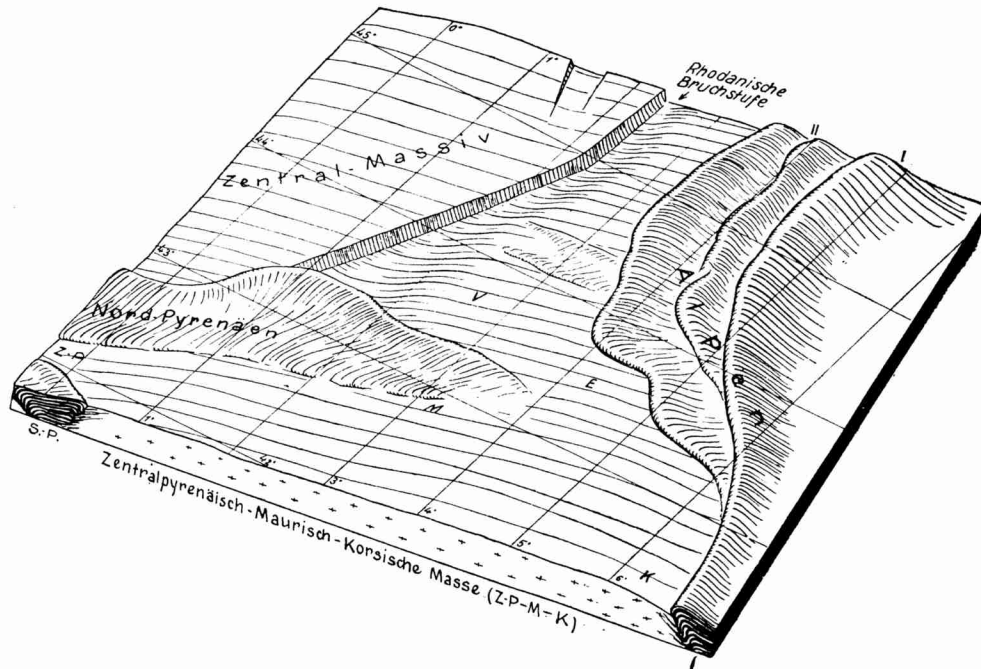


Abb. 52. Das tektonische Bild des Grenzgebietes Alpen-Pyrenäen. V Vaucluse, E Estérel, K Korsika, S.P. Süd-Pyrenäen, Z.P. Zentral-Pyrenäen, M Maures. I Pennin, II Subalpin in zwei Ästen. Geographisches Gradnetz.

### *Alpen-Pyrenäen*

1. — Alpen und Pyrenäen stehen in keinerlei Zusammenhang. Es existiert weder entlang dem Zentral-Massiv eine unmittelbare Falten-Verbindung Narbonne—Grenoble, noch eine direkte „Scharung“ (etwa „am Var“).

2. — Alpen und Pyrenäen unterscheiden sich voneinander grundlegend. Die *Alpen* besitzen die konsequente Geschichte einer Geosynklinale und entsprechend zügigen Faltenbau noch sehr jungen Datums. Die *Pyrenäen* zeigen mangelhafte und mehrfach rückläufige epirogene Einsenkung sowie eine schon frühzeitig abgeschlossene kümmerliche orogene Umformung.

3. — Alpen und Pyrenäen haben eine voneinander gänzlich unabhängige epirogene Vorgeschichte. Sie zeigen selbst im Gebiet ihrer engsten räumlichen Nachbarschaft (östliche Provence) keinerlei Verwandtschaft. Die Geosynklinal-Heimat der Nord-

Pyrenäen liegt im Westen; hochmarine Verbindung zum Alpen-Raum bestand in der postvariszischen Ära niemals auf direktem Wege.

#### *Vorland*

1. — Alpen und Pyrenäen sind vielmehr voneinander getrennt durch eine große Schelf-Platte, die sich durch neritisches und lückenhaftes Mesozoikum, heute durch ihren Plateau-Charakter auszeichnet: *Vercors, Vaucluse-Estérel*. Diese Vorland-Brücke stellt die unmittelbare Verbindung her zwischen Zentral-Massiv und Maurisch-Korsischer Masse sowie die Trennung zwischen Alpen-Geosynklinale und Nordpyrenäen-Trog.

2. — Gegenüber diesem Vorland besitzen einerseits (E-NE) die Alpen, andererseits (S-SW) die Pyrenäen eine sehr scharfe, epirogen angelegte und orogen herausgearbeitete Kontur. Diese Außengrenzen beider Gebirge sind voneinander völlig unabhängig. Die Alpen sind von NE, die Nordpyrenäen von SW gegen die trennende Schwelle gefaltet.

Die einzige Stelle, wo der Alpen-Westrand unterbrochen erscheint — epirogen durch Anlage einer Quer-Senke —, ist das *Vocontische Gebiet*; hier entsteht ein selbständiges Klein-Orogen auf dem Vorland-Bereich; es wird vom Alpen-Rand überwältigt. Die einzige Stelle, wo die Nord-Kontur der Pyrenäen verschwommen wirkt, ist das Rhône-Tal; dort sind Teile der fertigen Faltenketten schon frühzeitig (Miozän) in die Rhodanische Senke eingebrochen.

#### *Rhône-Senke*

Die Rhône-Senke ist ein Teilstück des großen Rheinischen Elements. Es handelt sich um einen NNE-streichenden gewaltigen Abbruch am E-Rande des Zentral-Massivs. Die Linie ist epirogen schon sehr frühzeitig angelegt. Das Absetzen der großen Schelf-Platte Vercors-Vaucluse usw. zu einer Vorland-Stufe des Zentral-Massivs dürfte darin ihre Ursache haben. Die eigentlichen Brüche sind jung und bezeugen eine erhebliche Zerrung. Die tertiäre Anlage ähnelt dem Oberrhein-Graben. Ebenso wie dieser steht die Rhodanische Senke den Faltensträngen von Alpen und Pyrenäen völlig fremd gegenüber; sie besitzt also nicht etwa den Charakter einer Vortiefe, sondern ist eine Bruch-Stufe im Vorland.

---

## Angeführte Schriften.

Der in vorstehender Arbeit behandelte Raum hat mit seinen großartigen Aufschlüssen, dem Vorkommen aller nachvariszischen Formationsglieder in verschiedensten Ausbildungen und mit außerordentlichem Fossilreichtum schon frühzeitig und immer wieder zur Bearbeitung von Einzelfragen angeregt. Deren Beantwortung bedeutet einen guten Teil unserer heutigen geologischen Allgemeinkenntnisse und hat damit Südostfrankreich zu einem der klassischsten Gebiete der Geologie erhoben. Ein vollständiges Schriftenverzeichnis würde Bände füllen. Das Anziehen älterer Arbeiten wurde deshalb möglichst ganz vermieden. In der folgenden Übersicht findet sich nur die zitierte Literatur. —

### Abkürzungen:

- B. Serv. = Bulletin des Services de la Carte géologique de la France, Paris.  
B. Soc. = Bulletin de la Société géologique de France, Paris.  
Travaux Grenoble = Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.  
Abh. Göttingen = Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathem.-physik. Klasse. (Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterranengebiete, herausgegeben von H. STILLE.)

- AMBEYRAC, 1902 a Coupes dans la région de Gaude et de St. Jeanne (Alpes Marit). — B. Soc., 4. Ser., 2. — 1902.  
— 1902 b Sur les environs d'Èze (A. M.). — B. Soc., 4. Ser., 2. — 1902.  
ARGAND, 1916 Sur le Parc des Alpes Occidentales. — Ecl. Geol. Helvet., 14. — Lausanne 1916.  
ASHAUER, 1934 Die östliche Endigung der Pyrenäen. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 10. — Berlin 1934.  
— & TEICHMÜLLER, 1935 Die variszische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 16. — Berlin 1935.  
AUTHELIN, 1900 Feuille de St. Afrique. — B. Serv., 11. — 1900.  
— 1901 Révision de la feuille de St. Afrique. — B. Serv., 11. — 1901.  
BALTZER, 1906 Das Berner Oberland und Nachbargebiete. — Sammlung geolog. Führer, 11. — Berlin 1906.  
BARRABÉ, 1922 Sur la présence de nappes de charriage dans les Corbières orientales. — C. R. Ac., 175. — Paris 1922.  
— & SCHNEEGANS, 1935 Rapport d'ensemble sur le gisement pétrolifère de Gabian/Hérault. — Ann. de l'off. nat. des Combust. Liquides, 10. — Paris 1935.  
BERGERON, 1889 Étude géologique du Massif ancien situé au Sud du Plateau Central. — Paris 1889.  
BERTRAND, LÉON, 1898 Étude géologique du Nord des Alpes Maritimes. — B. Serv., 9, 1897/98. — 1898.  
— 1902 Sur les grandes lignes de la géologie de la partie alpine des Alpes Maritimes. — B. Soc., 4. Ser., 2, 1901/02. — 1902.



- BERTRAND, LÉON, 1907 Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales. — B. Serv., **17**, 1906/07. — 1907.
- 1908 Contribution à l'histoire . . . des Pyrénées orientales et centrales. — B. Serv., **18**. — 1908.
- 1912 Révision de la feuille de Draguignan. — B. Serv., **21**, 1910/11.
- 1922 Sur la superposition de la tectonique alpine à une tectonique pyrénéo-provençale dans les Alpes Maritimes. — C. R. 13. Congr. Intern. Bruxelles, **2**. — Bruxelles 1922.
- und and., 1920 Révision de la feuille de Nice 1 : 320 000. — B. Serv., **23**. — 1920.
- BERTRAND, MARCEL, 1887 a La chaîne des Alpes et la formation du continent européen. — B. Soc., 3. Ser., **15**. 1886/87. — 1887.
- 1887 b Ilôt triassique du Beausset. — B. Soc., 3. Ser., **15**. 1886/87.
- 1900 Réponse à MUNIER CHALMAS. — B. Soc., 3. Ser., **28**. — 1900.
- 1908 Mémoires sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre . . . — Mém. Ac. Sc. Paris, 2. Ser., **50**. — Paris 1908.
- 1912 Sur les répercussions des plissements alpins sur la nappe provençale des Bessillons. — C. R. Ac. Sc. Paris, **165**. — Paris 1912.
- BLANCHET 1924 Sur la structure des chaînes subalpines aux environs de Grenoble. — Travaux Grenoble, **13**.
- 1930 Sur quelques faits nouveaux . . de la géologie du Briançonnais méridional. — C. R. Ac. Sc. Paris, **190**. — Paris 1930.
- BOUSSAC, 1910 a Révision du Nummulitique alpin . . .  
Teil 1: B. Serv., **19**, 1908/09.  
Teil 2: B. Serv., **20**, 1909/10. — 1910.
- 1910 b Le Nummulitique de la zone du Flysch à l'est . . du Mercantour. — C. R. Ac. Sc. Paris, **163**. — Paris 1910.
- 1912 Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. — Mém. . . de la Carte géol. France. — Paris 1912.
- BREISTORFFER, 1931 Sur l'étage Albien en Chartreuse. — C. R. Ac. Sc. Paris, **193**. — Paris 1931.
- BRINKMANN, 1925 Die rheinische Richtung im vorkimmerischen Süddeutschland. — Abh. Preuß. Geol. L. A., N. F., H. **95**. — Berlin 1925.
- 1934 Zur Schichtfolge und Lagerung der Gosau in den nördlichen Ostalpen. — Sitz.-Ber. Preuß. Ak. Wiss., Phys.-math. Kl., **27**. — Berlin 1934.
- BRUN 1919 Sur un nouveau gisement de Valanginien dans les Alpilles. — B. Soc., 4. Ser., **19**. — 1919.
- 1923 Révision de la feuille d'Avignon. — B. Serv., **26**, 1921/22. — 1923.
- 1925 Révision de la feuille d'Avignon. — B. Serv., **28**. — 1925.
- 1927 Révision de la feuille d'Orange. — B. Serv., **30**. — 1927.
- & CHATELET, 1923 Sur la découverte du Bartonien . . . — B. Soc., 4. Ser., **23**. — 1923.
- — 1927 Le Cénomaniens de Montfaucon/Gard. — B. Soc., 4. Ser., **27**. — 1927.
- BUXTORF, 1900 Über vor- und altmiozäne Verwerfungen im Basler Tafeljura. — Ecl. Geol. Helvet., **6**. — Bern 1900.
- CAREZ, 1892 Composition et structure des Corbières. — B. Soc., 3. Ser., **20**. — 1892.
- CAYEUX, 1897 Feuille d'Alais. — B. Serv., **8**, 1896/97. — 1897.

- DE CHARDIN & DE LAPPARENT, 1933 Sur la découverte d'un Rongeur du genre *Paramys* dans l'Eocène inférieur de Provence. — B. Soc., 5. Ser., **33**. — 1933.
- COLLOT, 1887 Âge des Bauxites du Sudest de la France. — B. Soc., 3. Ser., **15**. — 1887.
- 1891 Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse Provence. — B. Soc., 3. Ser., **18**, 1890 und **19**, 1891. — 1891.
- 1904 Pliocène et Quaternaire de la région du bas Rhône. — B. Soc., 4. Ser., **4**. — 1904.
- 1912 Le Miocène des Bouches du Rhône. — B. Soc., 4. Ser., **12**. — 1912.
- COMBALUZIER, 1930 Limites des dépôts burdigaliens dans la Basse Provence. — C. R. Ac. Sc. Paris, **190**. — Paris 1930.
- 1933 Le Miocène de la Basse Provence. — B. Serv., **35**. — 1933.
- CORROY, 1923 In: Réunion extraordinaire . . . dans le Gard, le Vaucluse et la Drôme. — B. Soc., 4. Ser., **23**. — 1923.
- DALLONI, 1930 Études géologiques des Pyrénées catalanes. — Alger 1930.
- DEMAY, 1927 Sur la zone mylonitique de Grimaud . . Massif des Maures. — C. R. Ac. Sc. Paris, **184**. — Paris 1927.
- DENIZOT, 1922 Les derniers mouvements du niveau marin sur les côtes de la Basse Provence. — C. R. Ac. Sc. Paris, **190**. — Paris 1922.
- 1931 Le rôle du diapirisme dans la tectonique des environs de Marseille. — B. Soc., 5. Ser., **31**. — 1931.
- 1932 Révision des feuilles de Marseille et d'Aix. — B. Serv., **34**, 1931/32. — 1932.
- 1933 La glaciation quaternaire de la région Lyonnaise. — B. Soc., 5. Ser., **33**. — 1933.
- DEPÉRET, 1894 Note sur les groupes Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône. — B. Soc., 3. Ser., **22**. — 1894.
- 1895 a Feuille de Valence. — B. Serv., **6**, 1894/95. — 1895.
- 1895 b Sur les couches tertiaires de Château Redon (Basses Alpes). — B. Soc., 3. Ser., **23**. — 1895.
- DIEULAFAIT, 1870 Étude sur la zone à *Avicula contorta* et l'Infralias dans le Sud et le Sudest de la France. — Ann. Sc. géol. **1**. — 1870.
- DOLLFUS, 1918 Limites de l'Oligocène en Provence et dans les Alpes. — B. Soc., 4. Ser., **18**. — 1918.
- 1928 Un forage à Montpellier. — B. Soc., 4. Ser., **28**. — 1928.
- DONCIEUX, 1899 Feuille de Narbonne. — B. Serv., **10**. — 1899.
- 1906 L'Eocène inférieur et moyen des Corbières septentrionales. — B. Soc., 4. Ser., **6**. — 1906.
- DOUVILLÉ, 1896 Sur la présence de l'Hippurites au col de l'Argentière. — B. Soc., 3. Ser., **24**. — 1896.
- DOUXAMI, 1899 Feuille de Chambéry. — B. Serv., **10**. — 1899.
- 1901 Étude sur la vallée du Rhône aux environs de Bellegarde. — B. Serv., **12**, 1900/01. — 1901.
- 1906 Révision de la feuille d'Annecy. — B. Serv., **16**, 1904/05. — 1906.
- DURAND, 1924 Origine des ocres albiennes de la région d'Apt. — B. Soc., 4. Ser., **24**. — 1924.
- FABRE, 1893 Stratigraphie des Petits Causses entre Gévaudan et Vivarais. — B. Soc., 3. Ser., **21**. — 1893.
- 1897 Feuille de Sévérac. — B. Serv., **8**. — 1897.

- FALLOT, 1885 Études géologiques sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le SE de la France. — Thèse. — Paris 1885.
- FALLOT, CORROY & GARDET, 1933 Données stratigraphiques et tectoniques nouvelles sur la feuille de Montbéliard. — B. Serv., **34**, 1930/32. — 1933.
- FOURNIER, 1895 Études stratigraphiques sur le massif d'Allauch. — B. Serv., **23**. — 1895.
- 1897 Nouvelles observations sur la tectonique de la Basse Provence. — B. Soc., 3. Ser., **25**. — 1897.
  - 1900 Étude synthétique sur les zones plissées de la Basse Provence. — B. Soc., 3. Ser., **28**. — 1900.
  - 1901 Révision de la feuille de Sévérac. — B. Serv., **12**, 1900/01. — 1901.
  - 1905 Révision de la feuille de Sévérac. — B. Serv., **15**, 1903/04. — 1905.
  - 1906 À propos de la galerie . . . près Gardanne. — Sur les terrains rencontrés dans la galerie. — B. Soc., 4. Ser., **6**. — 1906.
- FRANCHI, 1894 Contribuzione allo studio del Tortonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane. — Bol. R. Comit. Geol. d'Italia, **25**. — Roma 1894.
- 1904 Ancora sull' età mesozoica delle pietre verdi. — Bol. R. Com. Geol. d'Italia, **35**. — Roma 1904.
  - 1910 Il Retico quale zona di transizione, . . . Alta Valle di Susa. — Bol. R. Com. Geol. d'Italia, **41**. — Roma 1910.
  - 1929 a Un primo lavoro riconoscente l'età eocenica dei „grès d'Annot“ etc. — Bol. Soc. Geol. Ital., **48**. — 1929.
  - 1929 b La inesistenza . . . delle „nappes du Mont Rose et du Grand St. Bernard“ di M. LUGEON e di E. ARGAND. — Bol. Soc. Geol. Ital., **48**. — 1929.
- FRIEDEL, 1923 In: Réunion extraordinaire dans le Gard . . . — B. Soc., 4. Ser., **23**. — 1923.
- V. GAERTNER, 1937 Mtge. Noire und Massiv von Mouthoumet. — Abh. Göttingen, 3. F., H. **18**. — Berlin 1937.
- GARNIER, 1873 Trias, Lias et Oolithe. — B. Soc., 2. Ser., **29**. — 1872/73.
- GIGNOUX, 1928 Sur un gisement de végétaux triassiques près de St. Jean de Maurienne. — C. R. Ac. Sc. Paris, **186**. — Paris 1928.
- 1930 La tectonique des terrains salifères; son rôle dans les Alpes françaises. — Livre jubilaire de la Soc. Géol. France 1830—1930. — Paris 1930.
  - 1933 Sur la possibilité de l'existence du Néocomien dans le Briançonnais à l'Argentière. — B. Soc., 5. Ser., **33**. — 1933.
- GIGNOUX & FALLOT, 1927 Contribution à la connaissance des terrains néogènes . . sur les côtes méditerranéennes d'Espagne. — C. R. 14. Congr. géol. intern. 1926. — Madrid 1927.
- GIGNOUX & MORET, 1929 Observations à propos deux notes récentes de géologie alpine. — B. Soc., 4. Ser., **29**. — 1929.
- — 1930 a Un itinéraire géologique à travers les Alpes occidentales. — Annales Univ. Grenoble, 1929. — Grenoble 1930.
  - — 1930 b Structure de l'anticlinal de Volx . . . — Travaux Grenoble, **15**. — 1930.
  - — 1931 Sur la géologie de la région de Dormillouse. . . — B. Soc., 5. Ser., **31**. — 1931.
  - — 1934 Les grandes subdivisions géologiques des Alpes françaises. — Ann. de Géogr., **43**. — Paris 1934.

- GIRAUD, 1903 Études géologiques sur la Limagne (Auvergne). B. Serv., **13**, 1902/03. — 1903.
- GLANGEAUD, 1908 Sur la continuité des phénomènes orogéniques dans une partie du Massif Central. — B. Soc., 4. Ser., **8**. — 1908.
- 1910 Les régions volcaniques du Puy de Dôme. — B. Serv., **19**. — 1910.
- GOLFIER, 1897 Essai de l'explication de la tectonique du Massif d'Allauch. — B. Soc., 3. Ser., **25**. — 1897.
- GOGUEL, 1932 a Sur l'interprétation du champ de fracture de Banon. — B. Soc., 5. Ser., **32**. — 1932.
- 1932 b Sur l'extention des faciès urgoniens dans les Monts de Vaucluse. — B. Soc., 5. Ser., **32**. — 1932.
- 1933 a Description géologique du Lubéron. — B. Serv., **36**, 1932/33.
- 1933 b Révision de la feuille de Forcalquier. — B. Serv., **36**, 1932/33.
- DE GROSSOUVRE, 1914 Sur quelques épisodes de l'histoire des temps sénoniens. — B. Soc., 4. Ser., **14**. — 1914.
- GUBLER-WAHL, 1929 Schéma structural de la nappe de l'Ubaye. — B. Serv., **32**, 1928/29. — 1929.
- GUÉBHARD, 1904 Présence de Polypiers . . . — B. Soc., 4. Ser., **4**. — 1904.
- HAUG, 1892 Les Chaînes Subalpines entre Gap et Digne. — B. Serv., **3**, 1891/92. — 1892.
- 1895 De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis . . . — C. R. Ac. Sc. Paris, **120**. — Paris 1895.
- 1903 Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye. — C. R. Congr. Géol. Intern., Wien. — 1903.
- 1906 Sur les dislocations de la bordure du Plateau Central . . . — C. R. Ac. Sc., Paris 1906.
- 1909 Sur les racines des nappes supérieures des Alpes occidentales. — C. R. Ac. Sc., Paris 1909.
- 1911 Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult. — C. R. Ac. Sc. Paris 1911.
- 1912 Les nappes de charriage de l'Embrunais et de l'Ubaye . . . — B. Soc., 4. Ser., **12**. — 1912.
- 1925 a Note explicative: Feuille de Toulon; feuille du Ciotat. Carte. géol. France 1 : 50 000. — Paris 1925.
- 1925 b bzw. 1930 Les nappes de charriage de la Basse Provence: 1. Région Toulonnaise (1925). 2. Le massif d'Allauch (1930). Mém. Carte Géol. France.
- HAUG & M. BERTRAND, 1912 Sur l'existence d'une grande nappe de charriage . . . — C. R. Ac. Sc., Paris 1912.
- HAUG & BOUSSAC, 1910 Révision du Nummulitique du Haut Verdon. — B. Serv., **19**, 1908/09. — 1910.
- HAUG & KILIAN, 1903 Révision des feuilles de Gap et Larche. — B. Serv., **13**, 1902/03. — 1903.
- — 1905 Révision de la feuille de Gap. — B. Serv., **15**. — 1905.
- HEIM, ALB., 1922 Geologie der Schweiz. — Leipzig 1921/22.
- HOLLANDE, 1894 Contact du Jura méridional et de la zone Subalpine. — B. Serv., **4**, 1892/93. — 1894.
- 1920 Présence en Corse du Crétacé supérieur. — B. Serv., **23**, 1918/19. — 1920.

- HOLLISTER, 1934 Die Stellung der Balearen im variszischen und alpinen Orogen. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 10. — Berlin 1934.
- JACOB, 1904 Sur la signification du gisement céno-manien . . . près Vachères (Basses Alpes). — C. R. Ac. Sc., Paris 1904.
- 1905 Étude sur le gisement de Clansayes. — B. Soc., 4. Ser., 5. — 1905.
  - 1906 Nouveau gisement albien . . . à Gourdon (A. M.). — B. Soc., 4. Ser., 6. — 1906.
  - 1909 Révision de la feuille de Vizille. — B. Serv., 18, 1907/08. — 1909.
  - 1923 In: Réunion extraordinaire dans le Gard . . . — B. Soc., 4. Ser., 23. — 1923.
- JODOT, 1926 Sur la présence d'une faune à *Myophoria goldfussi* dans. . . le Sud du Pelvoux. — B. Soc., 4. Ser., 26. — 1926.
- JOLEAUD, 1907 Découverte de l'Aquitaniens dans la partie moyenne de la vallée du Rhône. — C. R. Ac. Sc., Paris 1907.
- 1908 L'Aquitaniens dans le Vaucluse. — B. Soc., 4. Ser., 8. — 1908.
- JUNG, JEAN, 1930 Rapport des plis alpins et des plis pyrénéens dans les chaînes Subalpines méridionales. — Travaux Grenoble, 15. — 1930.
- KAISIN, 1936 Le problème tectonique de l'Ardenne. — Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain, 11. — Louvain 1936.
- KILIAN, 1889 Description géologique de la Mtge. de Lure. — Paris 1889.
- 1893 Notes de Géologie alpine. — Travaux Grenoble, 1. — 1893.
  - 1894 Études dans la Savoie, le Dauphiné . . . — Travaux Grenoble, 2. — 1894.
  - 1895 Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron. — B. Soc., 3. Ser., 23. — 1895.
  - 1897 Le brachyantoclinal de Montfort (Basses Alpes). — B. Soc., 3. Ser., 25. — 1897.
  - 1900 a Nouvelles observations géologiques des Alpes delphino-provençales. — B. Serv., 11. — 1900.
  - 1900 b Grenoble, notice sur la géologie des environs. — 8. Congr. Géol. Intern., Paris, Livre guide 13 a. — Paris 1900.
  - 1901 a Révision de la feuille de Vizille. — B. Serv., 12. — 1901.
  - 1901 b Révision de la feuille de Lyon 1:320 000. — B. Serv., 12. — 1901.
  - 1905 a Révision de la feuille de Gap. — B. Serv., 15, 1903/04. — 1905
  - 1905 b Notice explicative de la feuille de Larche. — Ann. Univ. Grenoble 17. — 1905.
  - 1906 a Remarque sur la tectonique de la Basse Provence. — B. Serv., 16, 1904/05. — 1906.
  - 1906 b Essai d'une monographie hydrologique des environs de Garéoult. — B. Serv., 16, 1904/05. — 1906.
  - 1906 c Révision la feuille de Privas. — B. Serv., 16, 1904/05. — 1906.
  - 1908 Feuille de Privas. — B. Serv., 17. — 1908.
  - 1909 Sur les faciès néritiques du Bathonien dans les Alpes. — B. Soc., 4. Ser., 9. — 1909.
  - 1910 a Révision des feuilles de Lyon et Marseille 1:320 000. — B. Serv., 19, 1908/09. — 1910.
  - 1910 b Basse Provence. — B. Serv., 20, 1909.10. — 1910.
  - 1910 c Révision de la feuille de Lyon 1:320 000. B. Serv., 20, 1909/10. — 1910.

- KILIAN, 1912 a Sur les couches à *Mytilus* du Briançonnais. — B. Soc., 4. Ser., 12. — 1912.
- 1912 b Découverte . . . au Muret/Grenoble. — B. Soc., 4. Ser., 12. — 1912.
- 1913 a Sur un nouveau gisement dans le Paléocrétacé de Provence. — B. Soc., 4. Ser., 13. — 1913.
- 1913 b Les marbres en plaquettes. — B. Soc., 4. Ser., 13. — 1913.
- 1914 Présence du Dogger dans le Jurassique de la Roya et la Bevera. — B. Soc., 4. Ser., 14. — 1914.
- 1915 a Sur les brèches polygéniques de l'Eocène du Briançonnais. — B. Soc., 4. Ser., 15. — 1915.
- 1915 b Présence de galets de variolithe . . . — B. Soc., 4. Ser., 15. — 1915.
- 1916 Sur l'âge des calcaires urgoniens d'Orgon. — B. Soc., 4. Ser., 16. — 1916.
- 1921 a Sur le date de formation des nappes alpines franco-italiennes. — B. Soc., 4. Ser., 21. — 1921.
- 1921 b Sur les faciès et les lacunes sédimentaires de la bordure du Massif Central. — B. Soc., 4. Ser., 21. — 1921.
- 1924 Sur la structure des chaînes subalpines dauphinoises. — C. R. Ac. Sc. Paris, 178. — Paris 1924.
- KILIAN & DINITCH, 1920 Sur des fossiles remaniés dans le crétacé supérieur de Sassenage (Isère). — B. Soc., 4. Ser., 20. — 1920.
- & GUÉBHARD, 1902 Étude paléontologique et stratigraphique du système jurassique des Préalpes Maritimes. — B. Soc., 4. Ser., 2. — 1902.
- & LANQUINE, 1924 Les Chainons les plus externes des Alpes entre Digne et Moustiers Ste. Marie. — B. Serv., 27. — 1924.
- & LEENHARD, 1891 Note sur les sables de la vallée d'Apt. — B. Serv., 2, 1890/91. — 1891.
- & LORY, P., 1894 Les Alpes françaises à travers les périodes géologiques. — Travaux Grenoble, 2. — 1894.
- — 1901 Notice sur la feuille de Die . . . — Travaux Grenoble, 6. — 1901.
- — 1905 Explorations géologiques dans le Sudest de France. — Ann. Univ. Grenoble, 17, 1904. — Grenoble 1905.
- & PUSSENOT, 1913 La série sédimentaire du Briançonnais oriental. — B. Soc., 4. Ser., 13. — 1913.
- & REBOUL, 1909 Carte au 1:320000 des Alpes Maritimes. — B. Serv., 18, 1907/08. — 1909.
- & RÉVIL, 1908 Études géologiques des Alpes occidentales. — Mém. Carte Géol. France, 2, Teil 1. — Paris 1908.
- — 1919 Les schistes lustrés des Alpes françaises. — Travaux Grenoble, 12. — 1919/20.
- & SAYN, 1924 Sur un accident tectonique de la bordure méridionale du Vercors. — C. R. Ac. Sc. Paris, 178. — Paris 1924.
- — 1925 Sur le bord externe des chaînes Subalpines à l'Est de Valence. — C. R. Ac. Sc. Paris, 180. — Paris 1925.
- KOBER, 1921 Der Bau der Erde. — Berlin 1921.
- KRAUS, E., 1936 Der Abbau der Gebirge: 1. Der alpine Bauplan. — Berlin 1936.

- LAMBERT, 1930 Étude géologique de la Mtge. du Néron. — Ann. Univ. Grenoble, N. S., 7. — Grenoble 1930.
- LANQUINE, 1925 a Le Trias supérieur dans la vallée de l'Asse. — B. Soc., 4. Ser., 25. — 1925.
- 1925 b Observations tectoniques au Sud de Cuers. — B. Soc., 4. Ser., 25. — 1925.
- 1929 Les Lias et le Jurassique dans les chaînes provençales. — B. Serv., 32. — 1929.
- 1932 Sur l'extention, les faciès et les faunes de l'Argovien . . . — C. R. Ac. Sc. Paris, 194. — Paris 1932.
- 1933 a Les étirements de bordure du massif jurassique de Thèmes . . . — C. R. Ac. Sc., Paris, 197. — Paris 1933.
- 1933 b Sur l'allure d'ensemble Lias-Jurassique . . . — C. R. Ac. Sc., Paris, 197. — Paris 1933.
- DE LAPPARENT, 1927 La texture des bauxites et leur origine. — C. R. Ac. Sc., Paris. 185. — Paris 1927.
- 1932 Sur les environs de Bauduen. — C. R. Ac. Sc. Paris, 195. — Paris.
- 1933 a Sur l'existence de plissements d'âge crétacé en Provence. — B. Soc., 5. Ser., 33. — 1933.
- 1933 b Sur la bordure orientale et méridionale du bassin de Digne. — B. Soc., 5. Ser., 33. — 1933.
- LAUR, 1904 Sur les bauxites du Var et du bassin de Brignoles. — B. Soc., 4. Ser., 4. — 1904.
- LEENHARD, 1882 Étude géologique de la région du Mont Ventoux. — Montpellier 1882.
- 1895 Feuille du Buis. — B. Serv., 6. — 1895.
- 1899 Révision de la feuille d'Avignon. — B. Serv., 10. — 1899.
- LORY, PIERRE, 1895 Études géologiques dans la Chaîne de Belledonne. — Ann. Univ. Grenoble, 5 und 7. — Grenoble 1893 bzw. 1895.
- 1898 Sur le Crétacé inférieur du Dévoluy. — B. Soc., 3. Ser., 26. — 1898.
- 1896 Feuille de Die. — B. Serv., 7, 1895/96. — 1896.
- 1900 Les mouvements du sol et la sédimentation en Dévoluy . . . — B. Soc., 3. Ser., 28. — 1900.
- 1901 a Quelques observations dans la partie méridionale de la Chaîne de Belledonne. — B. Soc., 4. Ser., 1. — 1901.
- 1901 b Observations stratigraphiques dans le Nord du massif du Vercors. — B. Soc., 4. Ser., 1. — 1901.
- 1903 Les zones du Jurassique inférieur et moyen au bord des chaînes alpines. — B. Soc., 4. Ser., 3. — 1903.
- 1905 Sur une brèche du Toarcien. — B. Soc., 4. Ser., 5. — 1905.
- 1910 Révision de la feuille de Vizille. — B. Serv., 20, 1909/10. — 1910.
- 1912 Révision de la feuille de Vizille. — Travaux Grenoble, 10. — Grenoble 1912.
- 1914 Feuille de Vizille. — B. Serv., 22, 1912/13. — 1914.
- 1919 Sur certains caractères du Sénonien supérieur en Dévoluy. — B. Soc., 4. Ser., 19. — 1919.
- 1931 Quatre journées d'excursions géologiques au Sud de Grenoble. — Travaux Grenoble, 15. — Grenoble 1931.
- LUGEON, 1899 Feuille de Briançon. — B. Serv., 10. — 1899.

- LUGEON, 1900 Les dislocations des Bauges (Savoie). — B. Serv., **11**. — 1900.  
 — 1911 Sur l'existence de deux phases de plissement paléozoïque dans les Alpes occidentales. — C. R. Ac. Sc. Paris, **153**. — Paris 1911.
- LUTEAUD, 1924 Étude tectonique et morphologique de la Provence cristalline. — Revue de Géographie, Ann. 12. — 1924.  
 — 1925 Le plateau crétacé de Mazauges. — B. Soc., 4. Ser., **25**. — 1925.
- DE MARGERIE, 1891 Note sur la structure des Corbières. — B. Serv., **2**. — 1890/91.
- MARTINI, H. J., 1937 Großschollen und Gräben zwischen Habichtswald und Rheinischem Schiefergebirge. — Geotektonische Forschungen, H. 1. — Berlin 1937.
- MAURICE, 1924 Sur la présence de l'Eocène inférieur . . . dans le SW des Alpes Maritimes. — C. R. Ac. Sc. Paris, **178**. — Paris 1927.
- MAURY, 1907 Note . . . sur le Crétacé supérieur de la vallée du Paillon (A. M.). — B. Soc., 4. Ser., **7**. — 1907.  
 — 1914 Révision de la feuille de Marseille. — B. Serv., **22**. — 1914.  
 — 1916 Observations nouvelles sur le Pliocène et le Quaternaire des Alpes Maritimes. — B. Soc., 4. Ser., **16**. — 1916.  
 — 1923 Sur le Pliocène et le Quaternaire des Alpes Maritimes. — B. Soc., 4. Ser., **23**. — 1923.  
 — 1933 Révision de la feuille de Sévérac. — B. Serv., **36**, 1932/33. — 1933.
- MAURY & CAZIOT, 1905 Étude géologique sur la presqu'île St. Jean (A. M.). — B. Soc., 4. Ser., **5**. — 1905.
- MENGEL, 1904 Observations géologiques sur la partie SE des Corbières. — B. Soc., 4. Ser., **4**. — 1904.
- MICHEL-LÉVY, 1909 Les terrains primaires du Morvan. — B. Serv., **18**, 1907/08. — 1909.  
 — 1912 L'Estérel; étude stratigraphique, petrographique et tectonique. — B. Serv., **21**, 1910/11. — 1912.  
 — 1914 Révision de la feuille de Toulon. — B. Serv., **22**, 1912/13. — 1914.  
 — 1926 Broyages et mylonites postérieurs au Stéfanien. — C. R. Ac. Sc. Paris, **182**. — Paris 1926.
- MISCH, 1934 Der Bau der mittleren Südpfennäen. — Abh. Göttingen, 3. F., H. **12**. — Berlin 1934.
- MORET, 1924 Présence du Crétacé supérieur à faciès „couches rouges“ . . . — Travaux Grenoble, **13**. — Grenoble 1924.  
 — 1925 a Sur la classification du Nummulitique autochtone . . . — B. Soc., 4. Ser., **25**. — 1925.  
 — 1925 b Sur la présence de Rudistes dans le Vraconnien de la Fauge près Grenoble. — B. Soc., 4. Ser., **25**. — 1925.  
 — 1930 Sur la constitution de la nappe inférieure de Sulens. — B. Soc., 4. Ser., **30**. — 1930.  
 — & BLANCHET, 1924 a Le problème du Crétacé dans les zones intra-alpines . . . — C. R. Ac. Sc. Paris, **178**. — Paris 1924.  
 — 1924 b Contribution . . .; le problème des „Marbres en plaquettes“. — B. Soc., 4. Ser., **24**. — 1924.  
 — 1925 a Sur les marbres en plaquettes du Briançonnais. — B. Soc., 4. Ser., **25**. — 1925.  
 — 1925 b Contribution à l'étude du Crétacé intra-alpin . . . — Travaux Grenoble, **14**. — Grenoble 1925.



- MORET, RAGUIN & SCHEEGANS, 1930 Note préliminaire sur la constitution géologique du Massif de Pierre Eyrantz. — B. Soc., 4. Ser., 30. — 1930.
- MUNIER-CHALMAS, 1895 Études sur les terrains jurassiques des environs de Valence et de la Voulte. — B. Serv., 6. — 1895.
- — 1900 Sur les accidents stratigraphiques des environs de Valence. — B. Soc., 3. Ser., 28. — 1900.
- NICKLÈS, 1899 a Sur la tectonique des terrains secondaires de la région de Clermont-l'Hérault. — B. Soc., 3. Ser., 27. — 1899.
- 1899 b Feuille de St. Affrique. — B. Serv., 10. — 1898/99.
- 1906 Sur les plis couchés de St. Jean de Brièges (Hérault). — C. R. Ac. Sc. Paris 1906.
- 1907 a La série liasique dans la région de Tournemire. — B. Soc., 4. Ser., 7. — 1907.
- 1907 b Excursions . . . dans la Séranne. — B. Soc., 4. Ser., 7. — 1907.
- OLDHAM, 1934 The age and origin of the lower Rhône. — Quat. Journal Geol. Soc., 90. — London 1934.
- PAQUIER, 1895 Âge de quelques affleurements crétacés dans . . . la Drôme. — B. Soc., 3. Ser., 23. — 1895.
- 1896 Feuilles de Valence, Vizille . . . — B. Serv., 7. — 1896.
- 1899 Feuilles de Die, Privas, Vizille. — B. Serv., 10. — 1899.
- 1900 Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. — Thèse, Grenoble 1900.
- 1901 a Révision de la feuille de Privas. — B. Serv., 12. — 1901.
- 1901 b Observations sur le Barrémien. — B. Soc., 4. Ser., 1. — 1901.
- 1906 a Révision de la feuille de Grenoble. — B. Serv., 16, 1904/05. — 1906.
- 1906 b Observations sur le Vercors. — B. Soc., 4. Ser., 6. — 1906.
- 1906 c Sur l'Aptien et l'Albien . . (Vercors). — B. Soc., 4. Ser., 6. — 1906.
- 1908 a Sur la présence de grès à Hippurites à Vence. — C. R. Ac. Sc., Paris 1908.
- 1908 b Analogie de certains termes de Vence avec ceux de l'Argentièrre. — B. Soc., 4. Ser., 8. — 1908.
- PARENT, 1928 Sur un accident pyrenéen en bordure des Maurettes. — C. R. Ac. Sc. Paris, 184. — Paris 1928.
- 1933 Le Lias des monts des Oiseaux. — B. Soc., 5. Ser., 33. — 1933.
- PELLAT, 1901 L'Aptien des environs d'Uzès. — B. Soc., 4. Ser., 1. — 1901.
- 1903 Le Néocomien et le Barrémien . . . — B. Soc., 4. Ser., 3. — 1903.
- 1905 La partie supérieur de l'Aptien. — B. Soc., 4. Ser., 5. — 1905.
- PELLEGRIN, 1902 Géologie du Mont d'Angel (Monaco). — B. Soc., 4. Ser., 2. — 1902.
- PÉRON, 1901 Les étages crétaciques supérieurs des Alpes Maritimes. — B. Soc., 4. Ser., 1. — 1901.
- PILGER, 1936 Zur Tektonik des Provençalischen Grundgebirges. — STILLE-Festschrift. — Stuttgart 1936.
- 1938 Der alpine Deckenbau Korsikas und seine Granitintrusionen. — Dieses Heft, S. 1—44.
- PUSSENOT, 1910 Révision de la feuille de Briançon. — B. Serv., 20. — 1910.
- 1914 Sur les brèches polygéniques . . . de la Tarentaise. — B. Soc., 5. Ser., 14. — 1914.

- PUSSENOT, 1922 Relations entre les conglomérats de Prorel et l'assise bréchi-forme de Serre Chevalier . . . — B. Soc., 4. Ser., **22**. — 1922.
- RAGUIN, 1933 Révision de la feuille de Briançon. — B. Serv., **34**, 1930/32. — 1933.
- REPELIN, 1900 Nouvelles observations sur la tectonique de la chaîne de la Nerthe. — B. Soc., 3. Ser., **28**. — 1900.
- 1909 Quelques observations au sujet des faunes saumâtres . . . — B. Soc., 4. Ser., **9**. — 1909.
- 1911 Les limites de l'étage Aquitainien. — B. Soc., 4. Ser., **11**. — 1911.
- REUTER, 1908 Die Ausbildung des oberen Braunen Jura im nördlichen Teil der Fränkischen Alb. — Geognost. Jahresh., **20**. — 1908.
- RÉVIL, 1912 Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. — Travaux Grenoble, **10**, 1910/11. — Grenoble 1912.
- RICHTER, GERHARD, 1930 Über die Bauxite der Provence. — Ztschr. f. prakt. Geologie, **38**. — Halle 1930.
- 1934 a Hauptanhydrit und Salzfaltung. — Ztschr. Kali, 1934. — Berlin 1934.
- 1934 b Das Rheinische Element im Bilde Westeuropas. — Nachr. d. Ges. d. Wiss., Göttingen, Math.-phys. Kl., N. F., **1**. — Berlin 1934.
- 1934 c Aufrecht und liegend gewachsene Hippuriten. — Centrbl. f. Min., Geol., Pal., Abt. B., 1934.
- 1937 Die Rolle der epirogenen Schwelle im Faltengebirge. — Geol. Rundschau, **28**. — Stuttgart 1937.
- RICHTER, G. & TEICHMÜLLER, R., 1933 Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. — Abh. Göttingen, 3. F., H. **7**. — Berlin 1933.
- RIEDEL, LEONHARD, 1934 Bemerkungen zum Vergleich der Stratigraphie der Oberkreide . . . — Jb. Preuß. Geol. L. A., Berlin, **54**, 1933. — Berlin 1934.
- 1937 Über Transgressionserscheinungen im hohen Senon Hannovers . . . — Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges., **89**. — Berlin 1937.
- RITTER, 1998 La bordure Sudouest du Mont Blanc. — B. Serv., **9**, 1897/98. — 1898.
- RIVIÈRE, 1928 a Sur la prolongation en Italie des accidents . . . à l'Est des Alpes Maritimes. — C. R. Ac. Paris, **187**. — Paris 1928.
- 1928 b Recherches sur la tectonique des régions de la Roya et de la Bevera (A. M.). — B. Serv., **31**. — 1928.
- ROCH, 1926 a Sur quelques ammonites du Revest/Toulon. — B. Soc., 4. Ser., **26**. — 1926.
- 1926 b Étude stratigraphique et tectonique des environs de Moutiers. — B. Serv., **29**. — 1926.
- 1927 Révision de la feuille d'Aix. — B. Serv., **30**, 1926/27. — 1927.
- ROMAN, 1896 a Note sur le Miocène de Sommières/Gard. —
- 1896 b Le Miocène de la région de Montpellier. — B. Soc., 3. Ser., **24**. — 1896.
- 1897 Observations sur l'Eocène et l'Oligocène de la région de Montpellier. — B. Soc., 3. Ser., **25**. — 1897.
- 1900 Feuille du Vigan. — B. Serv., **11**. — 1900.
- 1901 Révision de la feuille du Vigan. — B. Serv., **12**. — 1901.
- 1903 a Dasselbe in B. Serv., **13**. — 1903.
- 1903 b Contribution à l'étude des bassins lacustres . . . du Languedoc. — B. Soc., 4. Ser., **3**. — 1903.

- ROMAN, 1907 Sur le Lias et le Bathonien du Pic St. Loup Montpellier. — B. Soc., 4. Ser., 7. — 1907.
- 1910 Excursion aux environs de Nîmes. — B. Soc., 4. Ser., 10. — 1910.
- 1921 Observations sur le Jurassique inférieur de la bordure du Plateau Central dans la vallée du Rhône. — B. Soc., 4. Ser., 21. — 1921.
- 1923 Révision de la feuille d'Avignon. — B. Serv., 26. — 1923.
- ROUVILLE, 1900 L'Infracrétacé de la feuille de Montpellier. — B. Soc., 3. Ser., 28. — 1900.
- RÜGER, 1934 Zur Altersfrage der Bewegungen und Metamorphosen im Penninikum der Tessiner Alpen. — Geol. Rundschau, 25. — Stuttgart 1934.
- SACCO, 1886 Studio geo-palaeontologico sul Lias dell'alta valle della Stura di Cuneo. — Bol. R. Comit. Geol. d'Italia, 17. — Roma 1886.
- SAVORNIN, 1900 Environs de Marseille. — B. Serv., 11. — 1900.
- SAYN 1899 Feuille de Gap . . . — B. Serv., 10. — 1899.
- 1910 Excursions de la Soc. Géol. à:
- a la Mtgne. de Crussol,
  - b Pontaix etc.,
  - c Cobonne et Livron,
  - d Donzère, St. Thomé et la Farge,
  - e Vogüé et au gorges d'Ardèche. — B. Soc., 4. Ser., 10. — 1910.
- SAYN & ROMAN, 1904, L'Hauterivien et le Barrémien de la rive droite du Rhône . . . — B. Soc., 4. Ser., 4. — 1904.
- SCHARDT, 1898 Die exotischen Gebiete . . . am Nordrande der Schweizer Alpen. — Ecl. Geol. Helvet., 5. — Lausanne 1897/98.
- SCHMIDT, HERMANN, 1931 Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 5. — Berlin 1931.
- SCHNEEGANS, 1930 La stratigraphie des brèches du Pic de Mélézein au Sudest de Briançon. — B. Soc., 4. Ser., 30. — 1930.
- 1931 Observations sur la série stratigraphique du massif du Grand Galibier. — B. Soc., 5. Ser., 31. — 1931.
- SCHNEIDER, J., 1935 Das Grenzgebiet von Alpen und Apennin. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 14. — Berlin 1935.
- SCHOELLER, 1927 La nappe de l'Embrunais en Tarentaine . . . — B. Soc., 4. Ser., 27. — 1927.
- 1928 La zone du Petit St. Bernard en France. — B. Soc., 4. Ser., 28. — 1928.
- 1929 La nappe de l'Embrunais au nord d'Isère. — B. Serv., 33. — 1929.
- 1930 À propos de la région frontale de la nappe Sicié. — B. Soc., 4. Ser., 30. — 1930.
- SCHOLTZ, 1933 Die Tektonik des Steinkohlenbeckens im Saar-Nahe-Gebiet . . . — Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 85. — Berlin 1933.
- SCHOTT, WOLFG., 1930 Paläogeographische Untersuchungen über den . . . Jura Nordwestdeutschlands. — Abh. Preuß. Geol. L. A., N. F. 133. — Berlin 1930.
- SCHRIEL, 1929 Der geologische Bau des katalanischen Küstengebirges . . . — Abh. Göttingen, N. F., 14. — Berlin 1929.
- SCHROEDER, HENRY, 1913 Erläuterungen zu Blatt Goslar. — Geol. Spezialkarte von Preußen usw. 1 : 25 000. — Geol. L. A. — Berlin 1913.
- STAUB, 1924 Der Bau der Alpen. — Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 52. — Bern 1924.
- STILLE, 1924 Grundfragen der vergleichenden Tektonik. — Berlin 1924.

- STILLE, 1925 Rheinische Gebirgsbildung im Christiana-Gebiet und in Westdeutschland. — Abh. Preuß. G. L. A., N. F., H. 95. — Berlin 1925.
- 1927 a Über westmediterrane Gebirgszusammenhänge. — Abh. Göttingen, N. F., H. 12. — Berlin 1927.
- 1927 b Die sog. Rückfaltung des Apennin. — Nachr. d. Ges. d. Wiss., Göttingen, math.-phys. Kl., 1. — Berlin 1927.
- 1928 Die Oberkarbonisch-altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas . . . — Congrès d. Strat. Carbon. Heerlen 1927. — Liège 1928.
- 1930 Über Einseitigkeiten in der germanotypen Tektonik . . . — Nachr. Ges. Wiss., Göttingen, math.-phys. Kl. — Berlin 1930.
- 1932 Zum Pyrenäenproblem. — Ass. p. l'étude géol. Médit. Occident., 1—3 (Pays Catalans). — Barcelona 1932.
- 1934 Bemerkungen zur perimesetischen Faltung in ihrem südpyrenäisch-balearenischen Anteile. — Abh. Göttingen, 3. F., H. 10. — Berlin 1934.
- SUESS, EDUARD, 1909 Das Antlitz der Erde. Bd. 3, 2. — Berlin 1909.
- SUESS, E. & MOJSSISOVICS, 1868 Studien über die Gliederung der Trias. — Jb. d. K. u. K. Geol. Reichsanstalt. — Wien 1868.
- TERMIER, 1895 a Le massif des Grandes Rousses. — B. Serv., 6. — 1895.
- 1895 b Sur les terrains cristallins près du bord est du Pelvoux. — B. Soc., 3. Ser., 23. — 1895.
- 1896 a Feuille de Briançon et de Bonneval. — B. Serv., 7. — 1896.
- 1896 b Sur la tectonique du massif du Pelvoux. — B. Soc., 3. Ser., 24. — 1896.
- 1907 Rapports tectoniques de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides. — B. Soc., 4. Ser., 7. — 1907.
- 1922 Encore quelques mots sur la nappe de Suzette. — B. Soc., 4. Ser., 22. — 1922.
- 1923 a Au sujet des conglomérats chattiens (Alais). In: Réunion extraordinaire dans le Gard . . . — B. Soc., 4. Ser., 23. — 1923.
- 1923 b Excursion . . . Vaucluse. — B. Soc., 4. Ser., 27. — 1927.
- 1927 Le problème de Suzette. — B. Soc., 4. Ser., 27. — 1927.
- TERMIER, FRANCHI u. a., 1925 Compte rendu d'une excursion géologique . . . — B. Soc., 4. Ser., 25. — 1925.
- THÉVENIN, 1903 Étude géologique de la bordure Sudouest du Massif Central. — B. Serv., 14. — 1903.
- THIÉRY, 1921 Révision de la feuille d'Alais. — B. Serv., 24. — 1921.
- TORCAPEL, 1895 Le plateau infracrétacé des environs de Nîmes. — B. Serv., 6, 1894/95. — 1895.
- 1897 Feuille du Vigan. — B. Serv., 8. — 1897.
- TOUCAS, 1896 Note sur le Turonien et Sénonien de Comps. — B. Soc., 3. Ser., 24. — 1896.
- 1905 Sur l'âge des dernières couches marines de la Provence et des Corbières. — B. Soc., 4. Ser., 5. — 1905.
- VASSEUR, 1894 C. R. d'excursions géologiques au Martigues . . . — B. Soc., 3. Ser., 22. — 1894.
- VINCIENNE, 1932 La structure en écailles . . . et l'âge des derniers mouvements jurassiens. — C. R. Ac. Sc. Paris, 195. — Paris 1932.
- WAHL, YVONNE, 1927 Sur l'existence du Bathonien dans la nappe inférieure de l'Ubaye. — B. Soc., 4. Ser., 27. — 1927.

- WAHL, GUBLER & SCHOELLER, 1925 Note préliminaire sur la tectonique du Lans . . . au Sud de Barcelonnette. — B. Soc., 4. Ser., 25. — 1925.
- WILSER, 1924 Neuzeitliche Erdkrustenbewegungen in Frankreich. — Centrbl. f. Min., Geol., Pal., Berlin 1924.
- WILSON, 1933 On the tertiary tectonics of the eastern Maures. — Revue de Géogr. phys., 6. — 1933.
- ZURCHER, 1891 a Note sur une disposition particulière des failles de la région voisine de Comps. — b Note sur les zones de plissement de Salernes et d'Aups. — B. Soc., 3. Ser., 19. — 1891.
- 1891 c Note sur la continuation de la chaîne de la Ste. Baume. — B. Serv., 2. — 1891.
- 1892 Recouvrements auprès de Toulon. — B. Soc., 3. Ser., 20. — 1892.
- 1896 Note sur la structure de la région de Castellane. — B. Serv., 7, 1895/96. — 1896.
- 1900 Feuille de Nice. — B. Serv., 11. — 1900.
- 1906 Révision de la feuille de Nice. — B. Serv., 16. — 1906.

---

Carte géologique détaillée de la France 1 : 80 000,

Blätter:

		168	169		
		Lyon	Chambéry		
		177	178	179	
		St. Étienne	Grenoble	St. Jean de Mur	
	186	187	188	189	
	Le Puy	Valence	Vizille	Briançon	
196	197	198	199	200	201
Mende	Largentière	Privas	Die	Gap	Larche
208	209	210	211	212	213
Sévérac	Alais	Orange	Le Buis	Digne	Ste. Marie Vésubie
220	221	222	223	224	225
St. Affrique	Le Vigan	Aignon	Forcalquier	Castellane	Nice
232	233	234	235	236	237
Bédarieux	Montpellier	Arles	Aix	Draguignan	Antibes
244			247	248	
Narbonne			Marseille	Toulon	

(mit den betr. Notes explicatives)

Carte géologique de la France 1 : 50 000, Blätter: Toulon, La Ciotat  
(mit Note explicative)

Carta geologica d'Italia 1 : 100 000, Blätter: Dronero-Argentera (Nr. 78/79),  
Boves (Nr. 91), San Remo (Nr. 102).

---