

Das Ostprofil

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **20 (1926-1927)**

Heft 4

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

drigeres Hügelland über, das durch eine ziemliche Spärlichkeit erhaltener Deckenreste gekennzeichnet ist. Wir verlassen deshalb schon hier dieses Profil und wenden uns zum Ostprofil, das die maximale Aufwölbung sämtlicher Einheiten und die eindrucksvollste Häufung nördlich vorgelagerten Deckenlandes aufweist.

Der Bauplan, den das Mittelprofil offenbart und für welchen Ost- und Westprofil ergänzende Bestätigung liefern werden, sei charakterisiert wie folgt: **Ein mächtiger kristallin-paläozoischer, in sich herzynisch gefalteter Komplex, das malagensische Betikum, drängt gegen, an seiner Nordfront sich hinziehende Faltenzonen; diese, in ihrer Bauform stark durch die nördlich gerichtete Bewegung des Betikums beeinflusst, weisen teils unter dasselbe, teils sitzen sie demselben als Klippen oben auf; sind diese die sedimentäre, mesozoische Hülle des paläozoisch-kristallinen Kerns, dann hat ihre Abschiebung von demselben schon präezän stattgefunden.**

III. Das Ostprofil.

Im Ostprofil wenden wir uns wieder erst der Durchmusterung des Südabschnittes und des ihn umgebenden Geländes zu. Hier vermitteln die neuesten Arbeiten der Delfter Geologenschule, jene von Prof. BROUWER selbst (29, 30), dann aber ganz besonders die neueste hervorragende Bearbeitung der Gebirge zwischen Granada und Motril durch R. W. VAN BEMMELEN (38) eine eingehende Kenntnis über ein noch wenig bekanntes Gebirgsland, das seit den grundlegenden Forschungen der MISSION D'ANDALOUSIE (2, 3) wenig Aufklärung mehr erhalten hatte.

Das Ostprofil setzt bei dem kleinen Seebade Almuñecar an der Mittelmeerküste ein und gewinnt von dort, die tektonischen Einheiten schief durchschneidend, das Hochgebirge der Sierra Nevada, woselbst nur eine ganz schematische tektonische Linienführung eingehalten wurde; von dort erreicht es über die Berge des nördlichen Granada das instruktive Deckenland von Jaén, das durch R. DOUVILLÉ zur Wiege der Erkenntnis des cordillerischen Deckenbaues geworden ist.

Die tektonischen Einheiten, die in den Küstenketten zwischen Mittelmeer und Südsaum der Sierra Nevada, den sog. Alpujarras, den Südsaum des Festlandes formen, gehören wahrscheinlich in ihrer Gesamtheit, sicherlich aber in ihren tieferen Gliedern, infrabetischen Bauelementen, also

unter dem malagensischen Betikum gelegenen, an. R. W. VAN BEMMELEN nennt sie die **Alpujarriden**. Sie entsprächen in ihrer Gesamtheit der „Decke von Granada“ von R. STAUB. Diese Alpujarriden bauen sich auf aus *Trias*, nunmehr in alpinen Fazies und bestehend aus Kalken und Dolomiten, die ausnahmsweise Mächtigkeiten von bis zu 1000 m erreichen können; ihre Alterszuordnung kann sich auf Fossilfunde stützen; die kalkige Trias ist mit ihrer schiefrigen Basis, die gleichfalls noch als Trias angesehen wird, innig verknüpft; diese baut sich auf aus Phylliten, phyllitischen Quarziten, seltener Kalkphylliten und Rauhwacken und kann zufolge der zunehmenden Kristallinität gegenüber tieferen kristallinen Schiefern nicht scharf von denselben abgetrennt werden. Regionalmetamorphe Umprägungen sind hier wie im malagensischen Betikum von Einfluss und erschweren stratigraphische Determinationen. In ähnlicher Weise wie Überarbeitung im Paläozoikum von Málaga zu einer „Verjüngung“ der Formationen geführt hat, so wurde auch hier durch BROUWER (29, p. 126) und VAN BEMMELEN (38, p. 33) die früher durch BARROIS und OFFRET (2) dem Kambrium zugeteilte Schichtfolge zu einem wesentlichen Teil in die Trias versetzt.

Die tieferen Lagen der Alpujarriden enthalten Serien von kristallinen Schiefern, die in einer langen Reihe von Sericitphylliten, Biotit und vornehmlich Muscovit führenden Glimmerschiefern, bald mehr, bald weniger granat- oder staurolithaltig, zu Gneisen, Amphiboliten etc. überleiten. Jüngere Formationen als die alpin ausgebildete Trias beteiligen sich nicht am Deckenbau der Alpujarriden; Tertiär, das wirklich diesen tieferen Bauelementen des Betikums s. l. angehört, konnte nicht nachgewiesen werden.

Nach ihrer Bauformel gesichtet, erweisen sich diese, im wesentlichen in dreifacher Wiederholung folgenden Dolomit-Schiefererien als einer Dreizahl von Decken zugehörig, die flach übereinander liegen und in eine gemeinsame, weitgespannte Antiklinale und Synklinale (Lanjaron-Synklinale und Lujar-Antiklinale) gelegt sind. Nach Lokalitäten typischer Verbreitung bezeichnet VAN BEMMELEN diese 3 Deckenplatten der Alpujarriden von unten nach oben als die Lujar-Decke, die Lanjaron-Decke und die Guajar-Decke. Während die höheren Decken den Westrand der kräftig westwärts absinkenden Sierra Nevada-Kuppel flankieren — der altbekannten Dolomitzone der Nevadatrias entsprechend —, bleibt die tiefste Lujar-Decke auf die mediterrane Gebirgsseite beschränkt und

gewinnt anscheinend erst weiter ostwärts, in der Provinz Almeria, vermehrte Bedeutung; die durch HETZEL beschriebene Antiklinale der Sierra Alhamilla (24) dürfte diese tiefste Decke der Alpujarriden enthalten.

Unter dem Deckensystem der Alpujarriden erscheint fensterförmig als tektonisch tieferer Körper die auch morphologisch als gewaltige Kuppel sich ausnehmende Sierra Nevada (Veleta-Zone STAUBS). Ihre Einheitlichkeit oder Gliederbarkeit bleibt vorläufig noch ein ungelöstes Problem (vergl. 30 und 27). Zwischen die kristallinen Schiefer der Sierra Nevada und die Trias der Alpujarridenbasis schaltet sich die durch BROUWER erkannte *Mischungszone* (*Komplexe Zone* von VAN BEMMELEN), die ein schmales Paket aufbruchszonenartig ineinander gemengter Gesteine darstellt und nach derem intermediären Charakter zwischen alpujarridem und nevadinem Typus ihrer Gesteine vielleicht als eine Quetschzone zwischenliegender Schuppen betrachtet werden darf. Dass durch STAUB und BROUWER die Kuppel der Sierra Nevada nebst Mischungszone mit dem Penninikum der Alpen und die Art ihres Zutage-tretens sehr zutreffend mit einem penninischen Fenster der Alpen verglichen wurde, sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Bevor wir uns in analoger Weise wie im Mittelprofil den Beziehungen der südwardigen Decken zu dem nördlich angrenzenden Faltenvorland zuwenden, erübrigt eine Ausschau nach den möglichen Zusammenhängen zwischen Alpujarriden und dem malagensischen Betikum. Mit einem flexurartig starken Gefälle (bis zu 40 Grad) taucht westwärts die Kuppel der Sierra Nevada zur Tiefe, für eine kurze Strecke die Alpujarriden in das gleiche Gefälle einbeziehend. Es liegt also auf der Hand, dass rasch höhere Einheiten gegen Westen zu das Gebirge aufbauen; ein auf kurze Strecke entgegengesetzt gerichtetes Achsengefälle vermag den nevadinen Westwärtsabfall nicht als Ganzes aufzuheben.

Hier liegt auf der Südwestseite des mit mächtigen autochthonen Tertiärsedimenten angefüllten Beckens von Granada das bis über 2000 m aufragende Gebirge der Sierra Tejeda und Sierra Almijara. Die gewaltig mächtigen Dolomite und Kalke (Al der Karte), die an ihrer Basis und in ihrem Dache mit Sericitschiefern und Phylliten wechsellagern und in imposanter antiklinaler Aufwölbung (Fortsetzung der Lujar-Antiklinale) die Sierra Almijara aufbauen, müssen nach VAN BEMMELEN's Aufteilung der Trias der Lanjaron-Decke entsprechen.

Und über den teils stark kristallinen Dolomiten der Almijara-Kette, über deren Zuteilung in die „archaische“ Schichtfolge sich ältere Forscher (BARROIS und OFFRET, ORUETA) auch hier (wie in der Serrania de Ronda) einig waren, lagern Gneise und Schiefer des malagensischen Betikums. Es ergäbe sich daraus also ohne weiteres die tektonische Äquivalenz des angrenzenden malagensischen Betikums mit der oberen Decke der Alpujarriden, also der Guajar-Decke, die dann in diesem Sinne gegen Westen zu der massalen Stärke des Betikums der Umgebung von Málaga anwachsen würde; die Dolomit- und Kalkberge der Sierras von Mijas, Cártama, Alcaparain und Prieta wären dann mit der mächtigen Trias der Sierra Almijara (Lanjaron-Decke) in Beziehung zu bringen.

Solche Verbindung kann aber nicht gut zu Recht bestehen, denn, wie schon angeführt, ist das Betikum von Málaga durch eine stark an die germanische Fazies sich anlehrende klastische Permotrias charakterisiert, während die Alpujarriden durch ihre typische und mächtige alpine Trias mit nicht nachweisbarem klastischem Perm gekennzeichnet sind. Ein Übergang von der einen Fazies in die andere ist im Grenzgebiet der Provinzen Málaga und Granada innerhalb der 15—20 Kilometer, welche die benachbarten Ausläufer beider Faziestypen trennen, nicht sehr plausibel. Ganz von theoretischen Erwägungen ausgehend, mag hier, im Bestreben einen Zusammenhang zwischen den Provinzen Granada und Málaga zu wahren, eine Möglichkeit der tektonischen Beziehungen angedeutet sein; sie ist auch in höchst schematischer Weise in der Übersichtskarte (Taf. XVIII) angedeutet. Dieser Auffassung ist die Annahme zugrunde gelegt, dass die beiden oberen Alpujarriden (Guajar- und Lanjaron-Decke) sich nach Westen zu vereinigen und mit dem Betikum von Málaga zu einer Einheit werden, die mächtige alpine Trias der Lanjaron-Decke (A der Karte) also auskeilt und gleichfalls der triasische Anteil der Guajar-Decke nur mehr in den kristallinen Kalken am Nordgehänge der Sierra Tejeda vorhanden ist; über diese alpujarriden Bauelemente wäre dann der Hangendteil des malagensischen Betikums zu ergänzen, das zufolge des ostwärts gerichteten Achsenanstieges und allmählicher Reduktion nirgends mehr erhalten geblieben ist; die folgende Nebeneinanderstellung möge diese Auffassung verdeutlichen:

Montes de Malaga:

Sierra Tejeda-Almijara:

Malagensisches Betikum	{	Malag. Betikum mit klastischer Permotrias (tektonisch ausgehend? abgewittert).
		Guajar Decke, kristalline Schiefer der Sra. Tejeda, Trias(?) kalklinen zwischen Alhama und Alcaucin; Hauptmasse der krist. Schiefer der Mediterranküste, in jene des Malag. Betikum überleitend.
		Lanjaron-Decke, sehr grosse Mächtigkeit alpiner Trias [Almijara-Kalke] unvermittelt ausgehend, westwärts auskeilend? untertauchend?

Ob nun in den Bergen von Vélez-Málaga mechanische Trennungsflächen, längs welchen die Triassedimente der betreffenden Alpujarriden ausgewalzt wären, vorhanden sind, oder aber, ob die kristallinen Teile dieser Decken lückenlos in den Hauptkörper des Betikums von Málaga überleiten, entzieht sich mangels jeder neuen Aufnahme in diesem unübersichtlich paläozoisch-kristallinem Gebiete der Beurteilung; R. W. VAN BEMMELEN, dessen verdienstvolle Aufteilung des „terrain primitif“ in die Decken der Alpujarriden diesen ganzen Fragenkomplex aufgeworfen hat, vermutet das erstere, also das Vorhandensein von trennenden Deckensäumen im Gebiete von Vélez-Málaga (38, p. 120).

Nicht unerwähnt darf an dieser Stelle die Anschauung der älteren Forscher, die erstmals aus den hohen Grenzketten von Málaga und Granada geologische Daten vermittelten, bleiben. BARROIS und OFFRET (2) fügten die Dolomite und Kalke der Sierra Almijara in die kristallin-archaische Schichtfolge ein, nicht jedoch ohne auf die lithologische Ähnlichkeit dieser Bildungen mit benachbarten Dolomiten hinzuweisen, deren Alter durch *Megalodon*-Funde als triasisch erkannt worden war. Da nun nach VAN BEMMELEN jene *Megalodon*-Trias mit den so mächtigen Kalken und kristallinen Dolomiten der Sierra Almijara identisch ist — Fossilfunde fehlen dort zwar vollständig —, so muss die Art der Deckenaufteilung der Alpujarras auch auf die Gebirge weiter westwärts angewandt werden können. Umarbeitung des „Kristallins“ durch eingehende Feldarbeit wird aber erst Klarheit bringen. Die französischen Forscher schieden die sichere Trias und das „Kristallin“ durch eine regionale Verwerfungslinie, die, wenn vorhanden, die Verhältnisse ganz bedeutend vereinfachen würde, indem sie als die Aufschiebungsfläche des Betikums auf die Alpujarriden zu deuten wäre und somit die Wechsellagerung

der kristallinen Schiefer und Almiaralkalke im Paläozoikum des malagensischen Betikums beliesse.

Wie auch eine zukünftige Aufklärung der Beziehungen zwischen Betikum s. str. und Alpujarriden sich gestalten mag, so erkennen wir doch schon heute, dass in dieser Strecke der Mittelmeerküste noch nicht das Wurzelgebiet des nördlichen Deckenlandes vorhanden sein kann (vergl. R. STAUB, 35, p. 218 und Lit. 38, p. 121). VAN BEMMELEN'S Aufnahmen zeigen, dass höchstens für die tieferen Alpujarriden von einer wurzelnahen Zone gesprochen werden kann, für nächst höhere Einheiten, also insbesondere für die malagensisch-betische, bleibt das Wurzelgebiet der Beobachtung entzogen; sämtliche Strukturen, in welchen sich keine mesozoisch-citrabetischen Formationen vorfinden, werden durch die Mittelmeerküste abgeschnitten.

Der Umstand, dass an der Mittelmeerküste eine Wurzelzone mesozoischer Decken nicht nachweisbar ist, könnte somit gar die Ansicht aufkommen lassen, dass deren Heimat auf der Nordseite der betischen Komplexe, in einer infrabetischen Narbe, zu suchen ist, eine Möglichkeit, die — obwohl ihr in den vorliegenden Ausführungen nicht gefolgt wird — nach dem heutigen Stande der Kenntnis der andalusischen Cordilleren noch nicht durch einen endgültigen Gegenbeweis ausgeschaltet wird.

Nachdem im Vorangehenden die für die tektonische Entzifferung so wichtige „Umformung“ früher „archaischer“ Kalke in triasische Sedimente angeführt und besprochen ist, drängt sich nun unbedingt die Frage nach der Vergleichbarkeit der gleichartigen „suprabetischen“ Kalke der Serrania de Ronda auf. Eine Lösung ihrer Alters- und Lagerungsfrage in gleichem Sinne läge nahe. Da aber der Herausnahme der Alcaparain- und Mijaggesteine — insbesondere der letzteren — aus der paläozoisch-betischen Schichtenfolge nach dem derzeitigen Stande der Kenntnis doch noch zu triftige Gründe entgegenstehen — Wechsellagerung von Gneis und Dolomiten, wo doch Reste der Permotriasbildungen sich dazwischen finden sollten, Vorkommen von gleichartigen Kalkkomponenten in betischen Breccien, kontaktmetamorphe Beeinflussung durch nach ORUETA prätriasische Intrusiva etc. — sehe ich mich gezwungen, dieselben, entgegen meinem früheren Vorgange (37), in der betischen Schichtreihe zu belassen¹⁾. Freilich bekenne

¹⁾ In Erwägung sowohl der besonderen Wichtigkeit in theoretisch-tektonischer Hinsicht, als auch der orographisch-morphologischen Bedeutung dieser Kalkmassive, sind dieselben in der begleitenden Karte,

ich mich auch nicht zu ihrer stratigraphischen Stellung unter die Gneise und Glimmerschiefer, unter welche sie einfallen, sondern neige zur Auffassung, dass sie in diese Position durch Faltung und Überschiebungen gelangt sind; ihre Einordnung in das Devon würde an mehreren Stellen mit ihren Lagebeziehungen zu den Culmsedimenten in Einklang stehen und auch mit der sehr oft vollkommen fehlenden Kristallinität der Kalke und dem „jungen Habitus“ begleitender Mergel- und Tonschieferzwischenlagen besser harmonieren. Eine Neu-aufnahme der zentralen Serrania de Ronda wird wohl erst den Schlüssel zur Aufklärung abgeben können.

Die betisch-kristallinen Glieder der Cordilleren mit ihren wenigen gelösten und vielen ungelösten Problemen frugen recht ausgiebig unsere Aufmerksamkeit; wenden wir uns deshalb nunmehr dem nördlichen Deckenland zu.

Im Mittelprofil war zu erkennen, dass die beiden inneren penibetischen Zonen unter das Betikum hinabweisen, also der Beginn einer Einwicklung vorliegt. Das Ostprofil zeigt, dass dort, entsprechend der Steigerung aller stattgehabten Bewegungen in jener Kulminationszone, die gleichen Erscheinungen in potenziierter Auflage sich erkennen lassen. Da, wo am Nordostrand des Beckens von Granada zufolge des ostwärts gerichteten Achsenanstieges die Alpujarriden mit ihren Stirnteilen auftauchen, hat VAN BEMMELEN eine ganze Anzahl hochinteressanter Jura(Lias)kalkfenster kartiert und beschrieben. Sie kommen in den Dolomiten der hier zweigeteilten Lanjaron-Decke zum Vorschein (Puerto Blanco des Ostprofiles). Zugleich bleibt festzustellen, — stets die Profile, Karten und Text des genannten Autors vor Augen —, dass von den sich hier ausbreitenden Alpujarriden die tiefere Lanjaron-Decke allein nur mit mächtigem Dolomit und grauen und rotvioletten Phylliten und Quarziten anwesend ist, während ihr tieferes Kristallin weiter südlich zurückgeblieben ist; umgekehrt dagegen tritt uns die höhere Guajar-Decke in einer Menge von kristallinen Klippen, auf der „Nevadatrias“ verteilt, entgegen. Doch kehren wir eben noch zu den Fensterbildungen zurück. Ihre Grösse und regionale Verbreitung zeigt an, dass es sich nicht nur um einzelne versprengte Splitter handelt. Sie bilden eine vollständige, unter den bedeckenden Dolomiten der tieferen Decken einge-

soweit in grösseren Komplexen vorhanden, speziell ausgeschieden worden; die weiter östlichen, den Almijara-Dolomiten äquivalenten triasischen Dolomite bleiben dagegen in der Deckensignatur der respektiven Alpujarriden eingeschlossen.

wickelte Zone und dürften in diesem Sinne wahrscheinlich als die Fortsetzung der hier durch die Alpujarriden überfahrenen, median penibetischen Zone angesehen werden.

Es sind äusserst komplizierte Bewegungen und Vorgänge, welche dergleichen Einwicklungen bewirkt haben müssen; sie dürfen füglich mit ähnlichen Lagerungsverhältnissen der Alpen (Einwicklung der Bernhard-Decke, der Klippen-Decke) verglichen werden. Hier, wie im Meridian von Málaga, woselbst das Ausmass der Einwicklung nicht so sinnfällig wird, sehe ich in einem spätphasigen Vorstoss von Süden her andringender tieferer Einheiten die Ursache dieses Ineinandergreifens einzelner Einheiten; die Mitbeteiligung des Eozäns gibt einen Anhaltspunkt zur Altersbestimmung der Vorgänge. Während im Norden der Provinz Málaga das malagensische Betikum als das vorstossende Agens erkannt werden kann, sind es hier die tieferen Alpujarriden, die aber sicherlich unter dem Einfluss eines Mächtigeren standen. Die Aufrichtung und der Nordwärtsstoss der plumpen Masse der Sierra Nevada, sei es als aktiv oder passiv sich bewegendes Deckenpaket, oder sei es als uniformer mächtiger Dom, ist dabei ohne Zweifel ein Hauptbeteiligter.

Noch bleibt hier anzuführen, dass die Überschiebungsbreite der einwickelnden Alpujarriden entsprechend der bis ans Mittelmeer zurückgreifenden Überlagerung der einzelnen Stockwerke eine ganz bedeutende ist; VAN BEMMELEN veranschlagt sie auf zirka 70 km. Indirekt kann daraus auch ein Schluss auf die Bewegungsbreite des malagensischen Betikums getan werden, bei welchem, in Übereinstimmung mit der solche Beobachtung verunmöglichenden, axial tieferen Lage kein dergleichen tektonisch tiefgreifender Taleinschnitt, wie die Linie Granada-Motril, eine Feststellung und Schätzung zulässt.

Schreiten wir nun weiter nordwärts fort. Gleich wie im Mittelprofil reiht sich nördlich an die penibetischen Zonen — eine externe Zone scheint bei Granada nicht mehr vorhanden zu sein — eine citrabetische Triaszone an, hier zwar mit dem Unterschied, dass dieselbe zufolge der Einwicklung des Penibetikums direkt an die Alpujarriden stösst. Dieser Triaszone kommt hier, da sie das Überschiebungsphänomen, wie darauf schon vor Jahresfrist R. STAUB hinwies, in besonders eindrucksvoller Weise vor Augen führt, ganz besondere Bedeutung zu. Trias in germanischer Fazies überlagert solche in alpiner Ausbildung, d. h. wird von den Dolomiten der oberen Verzweigung der Lanjaron-Decke unterfahren. Ob diese, längs dem Südfusse der Sierra Harana sich hinziehende

Trias wirklich auch die unmittelbare Fortsetzung des Triaszuges von Antequera ist, bleibt noch ungewiss; VAN BEMMELEN betont ihre von dem eigentlichen lagunär-germanischen Faziestyp eher abweichende Gesamtausbildung und nennt sie Permotrias.

In dem begleitenden Querprofilschema ist die eben genannte Triaszone von Cogollos Vega in die gleiche tektonische Position wie jene von Antequera gesetzt; sie scheidet das Penibetikum von dem nördlich angrenzenden Deckenland. Unter Berücksichtigung der Entwicklung des Penibetikums und unter Voraussetzung, dass Penibetikum und nördlich anschließendes Deckenland (Subbetikum) innerhalb recht engen Grenzen miteinander zusammenhängen — dafür finden sich längs der ganzen Cordilleren mannigfache Hinweise —, käme man also für diese Triaszone zur Annahme einer ausgeprägten Rückfalte, was bei der Art der zu den Entwicklungen führenden Bewegungen gar nichts auffälliges ist. Anders, und einigermaßen einfacher, würden die Verhältnisse bei der Annahme, dass Penibetikum und Subbetikum gar nicht miteinander direkt zusammenhängen, sondern letzteres als unabhängige grosse Decke über Tieferes, über ein gar autochthones Penibetikum hinweggeglitten wäre; die Trias von Cogollos Vega wäre dann als über das Penibetikum hinweggewanderte Schubmasse zu betrachten.

Treten wir nun über auf das dieser Trias aufliegende und in seiner Einheit noch näher zu begründende **Subbetikum**. Nördlich der Triaszone von Antequera und Cogollos Vega dehnt sich ein viele hundert km² Oberfläche umfassendes Faltenland von Jura-Kreide und Tertiär, in dem die weitgeschwungenen Linien des Baues vorherrschen und als dessen Substrat wir die germanische, wirr gefaltete Trias kennen.

Die meist interessanten und prinzipiell belangreichsten Lagerungsverhältnisse zeigt diese „mesozoische Platte“ an ihrem Nordrand, woselbst wir uns in den schon im Jahre 1904 durch ROBERT DOUVILLÉ bearbeiteten „préalpes subbétiques“ befinden (7). Recht ausgedehnte Begehungen in den Bergen von Jaén an Hand der dazu in hervorragend klarer Weise einführenden, prächtigen monographischen Bearbeitung des genannten Autors, führten mich zu einer abweichenden tektonischen Aufteilung, deren Schema unser Ostprofil enthält.

ROBERT DOUVILLÉ unterschied am Cordilleren-Nordrand zwei, ursprünglich wohl miteinander zusammenhängende, voneinander aber abgeschobene und auf Trias und aquitane Mergel überschobene Decken; er vermutete, dass die Wurzeln dieser

„nappe inférieure“ und „nappe supérieure“ noch diesseits der Sierra Nevada zu suchen seien. Dem „jurassique à faciès sombre“, das dem Deckenland Douvillé's zugehörte, stellt genannter Forscher einen Jura „à faciès clair“ gegenüber, welch letzterer ein autochthones Gebirge charakterisieren sollte. Meine Exkursionen in den Gebirgsgruppen der Pandera und Solana („autochthoner“ Jura DOUVILLÉ's) führten mich aber zu der Überzeugung der deckenförmigen Auflagerung der Kalke und Dolomite der Pandera auf die citrabetische Trias; zahlreiche Neocomreste zwischen beiden unterstützen diese Auffassung. Die Masse der Pandera setzt nordwärts über den Salto de la Yegua fort, bis sie in malerischen Klippenbergen (den Zumbelbergen) direkt vor den Toren der Stadt Jaén endigt. Verwechslung von Tithon der Pandera-Masse mit senoner Kreide der „nappe inférieure“ daneben auch von Malm mit Lias, in der älteren Kartierung führten mich zu einer abweichenden Umgrenzung und Aufteilung des „Autochthonen“, das ich somit als eine überschobene Deckenplatte betrachte¹⁾. Diese, sie sei als die *Pandera-Decke* bezeichnet, liegt in bruchartig steiler, ostwärts geneigter Überschiebung („la faille de Jaén“) der tieferen Jura-Kreide-Decke des Jabalcuz („nappe inférieure“) auf; die durch ROBERT DOUVILLÉ in tektonisch höhere Position gestellte Einheit muss also ins Liegende des „Autochthonen“ dieses Autors gestellt werden; das „Autochthone“ überschiebt das „Überschobene“.

In der weiteren Aufteilung des Deckenlandes verteilen sich die einzelnen Klippenberge am Nordsaum der Cordilleren zwischen Jaén und Jodar sicherlich so, dass jene mit „faciès clair“ der Pandera-Decke zugehören, jene mit „jurassique à faciès sombre“ sich zu den darunter liegenden *Decken von Jaén* vereinigen lassen.

Der für sich wahrscheinlich isolierte Jurakomplex der Pandera hängt tektonisch über den Puerto Cobertero mit dem ganzen rückwärtigen, südlichen, jurassisch-cretazischen Faltenland zusammen, das das Grenzgebiet zwischen den Provinzen Jaén und Granada einnimmt, in seinen südwestlichsten Flächen einen Teil der Provinz Málaga einschliesst und weiterhin auch die Berge der Provinz Córdoba (Cabra-Priego-Luque) in sich begreift. Dieses ausgedehnte Überschiebungsland —, für dessen deckenförmige Auflagerung auf citrabetischer Trias mit all

¹⁾ Nach einer freundl. Mitteilung von Prof. M. LUGEON kommt P. FALLOT, der bekannte Erforscher des Deckenbaues der Balearen, zu ähnlichen Schlussfolgerungen.

den grossen, dem Überschiebungsrand entströmenden Quellen sich bei Luque (Ob. Jura auf Trias) ein klares Profil darbietet, — ist sicherlich wieder in sich deckentektonisch gliederbar; als Ganzes erweist es sich aber als eine Einheit für sich, die gegen Süden zu stets durch die Triaszone von Antequera begrenzt erscheint. Ich nenne dieses Deckenland mit der schon seit der Mission d'Andalousie (3) gebräuchlichen Bezeichnung das **Subbetikum**.

Dieses Subbetikum lässt sich aber nicht nur nach räumlichen Gesichtspunkten recht gut abgrenzen, sondern ist auch faziell-stratigraphisch in nicht zu verkennender Weise gegenüber dem Penibetikum charakterisiert.

Innerhalb der Juraformation bleibt zwischen beiden Einheiten wenig differentielle Entwicklungsart zu erkennen; höchstens, dass gesagt werden kann, dass der Lias des Penibetikums, in verschiedenen Gebietsteilen wenigstens, schwächtiger entwickelt zu sein scheint, dies besonders, wenn man die später noch zu erwähnende mächtige und teils recht fossilführende Liasausbildung des Subbetikums der Provinz Cadiz in Berücksichtigung zieht. Die faziell meist typische Trennung zwischen Penibetikum und Subbetikum liefert die Kreide. Statt der oft stark reduzierten roten Kalkschiefer des Penibetikums findet sich im Subbetikum eine mächtige Folge graugrüner, seltener etwas rötlicher Mergel und Mergelkalke; der Übergang von Jura zur Kreide ist gleichartig; bald findet sich, als das Gewöhnlichere, ein allmähliches Hinüberleiten von den meist roten Knollenkalken des Tithons zu den grüngrauen und grauweissen Mergeln, bald aber zeigt der oberste Jura tiefgreifende „Taschenbildungen“ und grosse Mächtigkeitsabnahme. Von der bekannten reichen Tithonfauna von Fuente de los Frailes bei Cabra wissen wir durch die hervorragende Bearbeitung derselben durch W. KILIAN (4), dass über den Kalken mit einer typischen Tithonfauna in den höheren Mergeln sich Berriastypen einstellen. Wenn auch anderwärts wohl selten dergleichen paläontologisch gut dokumentierte Übergänge und dergleicher Fossilreichtum sich vorfinden, so ist im Subbetikum doch überall festzustellen, dass in den tieferen Kreidemergeln sich Aptychen (*Apt. Didayi* u. a.) und einzelne Ammoniten (*Holcostephanus* sp. und *Hoplites* sp.) sich einstellen. Mit der vorwiegenden Mergelentwicklung, ihrer grossen Mächtigkeit und der Fossilführung stellt sich die subbetische Kreide in einen unverkennbaren Gegensatz zur roten fossilieren Kreide des Penibetikums.

Der fazielle Unterschied der Tertiärbildungen, die wahrscheinlich auch im Subbetikum, mit dem mittleren Eozän transgredieren, ist zwischen den beiden Zonen nicht so markant, zeigt aber doch die eine oder andere Strecke charakterisierende Schichtfolgen. Für deren Feststellung und Verfolgung eignet sich am besten die weiter westlich gelegene Provinz Cadiz, wo J. GAVALA der Beschreibung des Tertiärs schon eingehende Darstellungen zukommen liess (14, 33). Zu solchen, teils auf eine äussere, teils auf eine innere Zone — also Sub- und Penibetikum — beschränkten Sedimenttypen wären nach genanntem Autor die diatomeenreichen Kalkmergel, der sogenannte Moronit (6), zu zählen; er findet sich nur am äusseren Rande der Cordilleren und soll, was mir aber sehr fraglich vorkommt, im Gebirgssinnern durch eine mächtige Sandsteinformation (Aljibe-Sandstein) ersetzt sein; er dürfte dem Aquitanmergel der Umgebung von Jaén entsprechen; der Grad seiner Mitbeteiligung am Überschiebungsbau ist noch ganz ungewiss. Allein der subbetischen Zone eigen ist das Vorkommen einer Stufe weisser und ziegelroter Mergel an der Basis des Tertiärs. Im Ganzen ist die äussere Zone mergelreicher, die innere sandsteinreicher ausgebildet. Übrigens sind es aber anderenteils gerade die Ablagerungen des Tertiärs, welche der Aufteilung in Zonen anscheinend die grösste Schwierigkeit verursachen, was seinen Grund in noch unzureichender Kenntnis ihres tektonischen Verhaltens hat; demzufolge ist in einer tektonischen Kartenübersicht, wie sie diese Skizze begleitet, eine Trennung von autochthonen Sedimenten des Guadalquivirbeckens und solchen der Überschiebungsdecken noch nicht durchführbar. Den Hauptunterschied zwischen Peni- und Subbetikum sehen wir aber eben in der verschiedenen Kreideentwicklung, ein Unterschied, den schon die stratigraphisch so genau arbeitende Mission d'Andalousie (KILIAN und BERTRAND) hervorgehoben hat, und den auch J. GAVALA auf seinen übersichtlichen Karten zum Ausdruck bringt.

Schon rein lithologisch besehen, ist es aber gegeben, dass zwischen den beiden Kreidetypen Übergänge vermitteln. Das Vorkommen der an den subbetischen Typus erinnernden Kreidemergel über den Tithonkalken, wie solche bei der bekannten Fossilfundstelle von „El Manzanil“ bei Loja (also in der penibetischen Medianzone) angetroffen werden, ist ein Beispiel dafür. Und auch tektonisch ist nicht überall eine scharfe Grenzlinienführung der Zugehörigkeit möglich. So z. B. lässt sich die typische Ausbildung des Penibetikums — also die rote Kreide —, soweit mir bekannt, allein für Falten

und Klippen, die südlich der Zone von Antequera gelegen sind, feststellen. Die allen Reisenden Südspaniens bekannte Kalkklippe der Peña de los Enamorados zwischen Archidona und Antequera macht davon aber eine Ausnahme. In kümmerlichen Resten fand ich längs ihrer bruchähnlichen NW.-Überschiebung die rote, ungliederbare Kreide, während doch ihre Lage auf der Nordwestseite der Triaszone von Antequera diese Klippe in die subbetische Zone verweisen würde; die gegenüber der Triaszone in ganz analoger Lage befindliche, 7 km nordöstlich davon gelegene Faltenklippe von Archidona zeigt dagegen die typische subbetische mergelige Kreide, mit den gelegentlich ihr eingestreuten Aptychen. Gleicherweise vermittelnd zwischen Penibetikum und Subbetikum scheint auch der Lias in den Randketten des Beckens von Granada (Loja, Sierra Elvira) aufzutreten; daselbst ist er viel reicher und auch fossilführend entwickelt, was in den mehr westlichen penibetischen Ketten weniger der Fall ist. Aus diesen stratigraphischen und tektonischen Zwischengliedern zwischen Peni- und Subbetikum, dieser verbindenden Kette, darf somit auf das Nachbarschaftsverhältnis beider Zonen geschlossen werden; wenn die eine Zone als Decke weit her aus ultrabetischer Lage auf citrabetischen Trias überschoben ist, so lässt sich die andere nicht davon abbrechen und in autochthone Lage versetzen.

Eine weitere Frage, über die ein Urteil zu geben mir schwer fällt, ist die einer Faltungsdiskordanz zwischen prä- und post-eozänen überschobenen Sedimenten. Sowohl im Sub- als auch im Penibetikum bleibt noch abzuklären, wie eine anscheinend stets vorhandene Konkordanz zwischen Kreide und Nummulitenbildungen mit der längs dem Betikum gefolgerten prä-eozänen Abschiebung der Sedimente vereinbar ist. Bestätigt sich diese letztere, so muss diese Konkordanz wohl nur als eine vorgetäuschte, eine Art Pänakkordanz, angesehen werden, die entstand durch Wiederabsatz gleicher Sedimente (Kreidemergel und Flyschmergel) und nachherige neuerliche Faltung.

Bevor wir nunmehr das Subbetikum an Hand des Westprofiles weiter nach Südwesten verfolgen, haben wir uns jedoch nochmals am Nordende des Ostprofiles in der Umgebung von Jaén umzusehen. Dort haben wir erkannt, dass das Subbetikum (Pandera-Decke) in scharfer Überschiebung (mit Zwischenschaltung kümmerlicher Trias) einem tieferen Gebirge (Jabalruz), das seinerseits auf Aquitanmergeln liegt, überschoben ist. Dieses letztere, die eigentlichen Decken DOUVILLÉ's bildend, ist durch eine den ganzen Westcordilleren

unbekannt reiche Entwicklung der Kreide charakterisiert; in den prächtige Profile liefernden Klippenbergen von Jaén über Mancha Real nach Jodar, vermochte DOUVILLÉ sämtliche Stufen der unteren, mittleren und teils oberen Kreide in teils enormen (Neocom-Aptien) Mächtigkeiten, stets paläontologisch belegt, erkennen. Es sind dies von den inneren, südwestandalusischen Kreidegebieten so sehr verschiedene Verhältnisse, dass man wähnt, kaum im gleichen Gebirge sich zu befinden. Wir sind übergetreten, und dies eigentlich schon im Subbetikum, in die Westausläufer jener Zonen, welche weiter östlich, in den Provinzen Murcia und Alicante, sich durch ihre enorme Kreidemächtigkeit und reiche Gliederbarkeit auszeichnen. In den anscheinend tektonisch unter dem Subbetikum liegenden Klippen von Jaén und Jodar ist nicht allein die Kreide gegenüber den südlichen Zonen verschiedenartig entwickelt — die mittlere und obere Kreide des Subbetikums ist zwar meist nicht mehr erhalten und findet sich erst viel weiter südwestlich unter dem transgredierenden Lutétien von Montefrio als Cenomanmergel —, sondern auch der Jura besitzt innerhalb dem Subbetikum und dem Tieferliegenden abweichende Ausbildungsweise: „*faciès clair*“ des Subbetikums und „*faciès sombre*“ der Klippen von Jaén-Mancha Real. In Anbetracht der vorgeschobenen Lage am Nordsaum der Cordilleren passt für diese faziell und tektonisch individualisierte Zone die Benennung als **Präbetikum**.

Die Kreidesedimente des Präbetikums dürften durch ihre Vollständigkeit und reiche Entwicklung, wobei auf mächtige bathyale Sedimente (mergelige unterste Kreide) solche neritischen Charakters (Aptien-Sandsteine, kalkig-sandiges Neocom von Jodar) und oolithische Oberkreide (Senon) sich folgen, als Ganzes genommen, eine mehr innere Lage ihres Ablagerungsraumes in der Geosynklinale der Cordilleren anzeigen. Die fazielle Verwandtschaft des Präbetikums ist am grössten zum Subbetikum, am geringsten zum Penibetikum. Da die Lagerungsweise der Klippen bei Jaén dort das Präbetikum in eine Position unter das Subbetikum verweisen, was wohl einer mehr randlichen Lage im Ablagerungsraum oder, tektonisch gesprochen, einer autochthon-näheren Einordnung gleichkäme, liegt der Schluss sehr nahe, diese Lage nur als rein tektonisch zu betrachten, verursacht durch späteres Überfahren durch die Pandera-Decke. Die fazielle Angliederung des Präbetikums an das Subbetikum verweist ersteres sicherlich in die Frontpartie oder den Rücken des Subbetikums. Dessen Lage bei Jaén in Betracht ziehend, ergäbe sich hier also wiederum eine kompli-

zierte Bewegung, die dazu geführt hat, dass die verschiedenen Einheiten miteinander verfaltet wurden, Höheres unter Tieferes zu liegen kam. Berücksichtigen wir, dass die „*préalpes subbétiques*“ gerade nördlich der Hauptaufwürmung betischer Einheiten liegen, deren Nordstoss gewiss über lange Zeiten sich geltend machte, so werden diese Lagerungsverhältnisse nach Ursache und Wirkung leichter erklärlich.

Wie sehr das Ineinandergreifen der einzelnen Einheiten zwischen Jaén und Jodar geradezu zu einer treppenförmigen Wechsellagerung derselben sich steigert, mag ein tektonisches Profil im Meridian der hochaufragenden Sierra Magina veranschaulichen; es ist entsprechend der gegebenen Umdeutung nach den Aufnahmen von R. DOUVILLÉ zusammengestellt. Bei generell gleichbleibendem Südfall steigt man von Norden nach Süden an über:

1. Nördliches, autochthones Triasvorland, 500 m;
(germanische Trias, transgredierendes Paläogen).
2. Kreidereste (Neocommergel);
(nach DOUVILLÉ's Auffassung transgredierende autochthone Kreide).
3. Hauptmasse der Aquitanmergel;
(wahrsch. teils autochthon, teils in die letzten Bewegungsphasen miteinbezogen; Substrat der prä- und subbetischen Klippen, ihrerseits in ihrem Nordrand der Trias aufliegend).
4. Subbetikum des Aznatin (1780 m);
(mächtiger Jurakalkberg, südfallend, den Tertiärmergeln aufgeschoben).
5. Subbetische Überschiebungsschuppe der „Vieja“;
(gleich [4] innerhalb der Tertiärmergel [3] gelegen und an der Basis von [6]).
6. Präbetikum; Kette des Almaden (2032 m);
(Bergketten formende, isoklinal südwärtsfallende Falten resp. Deckenstirn von Jura [vorw.] und Kreide).
7. Citrabetische Trias; (in Überschiebung auf [6] und Eozänklippen tragend).
8. Subbetikum; Kalkmassiv der Sierra Magina (2167 m).
9. Citrabetische Trias mit Kreideklippen (Neocom) (entspricht dem Substrat der Panderadecke).

Am Ende der Durchmessung des Ostprofiles angelangt, wäre dies nun die geeignete Warte zur Rückschau auf die Aufeinanderfolge und das Alter der orogenetischen Bewegungen, die das komplizierte Gebäude der Cordilleren aufgetürmt haben. Wenn ich aber von einer eingehenderen Behandlung davon in dieser Skizze absehe, so ist es einerseits die Absicht, mich hauptsächlich nur auf die Gegenstände, die einer hier entworfenen tektonischen Gliederung dienlich sind, zu beschränken, andererseits steht die Tertiärstratigraphie, die dafür den Schlüssel zu liefern hat, längs des Cordillerenrandes

auf recht unsicherer Unterlage, so dass dieses Vorhaben doch nur mit einer gewissen Kompromiss-Stratigraphie durchführbar ist.

Da aber gerade die Gegenden des Ostprofils über die paläontologisch-stratigraphisch bestdokumentierte Tertiärstratigraphie und tektonische Aufteilung verfügen (MISSION D'ANDALOUSIE, VAN BEMMELEN im Becken von Granada, DOUVILLÉ am Nordrand), so sei dennoch versucht, unter Mitverwendung der längs des Betikums gewonnenen Anschauungen, für die alpine Orogenese der andalusischen Cordilleren ein vorläufiges Schema zusammenzustellen:

1. Phase: präeozäne orogenetische Bewegungen:
Heraushebung mesozoischer Geantiklinalen, Lostrennung mesozoischer Sedimente vom herzynischen Untergrund; evtl. Bildung einer in sich wenig bewegten Gleitdecke;
teilweiser Abtrag, Senkung und Transgression des Eozänmeeres mit mächtiger Sedimentation von Nummuliten- und Flyschbildungen.
2. Phase: posteoizäne Hauptphase der Orogenese:
 - a. früholigozäne Teilphase:
Hauptdeckenbildung, insbesondere Zusammenstauen der Decken durch Vorstoss des Betikums;
Beginn der Einwicklungen;
Erosion; Senkung; Transgression des Ober Oligozäns (Aquitainen) am Nordrand;
 - b. spätoligozäne bis frühmiozäne Teilphase:
Weiteres Andrängen des Betikums; Aufstau der „Kuppel“ der Sierra Nevada; Fortgang der Entwicklungen;
Nordwärtiges Abgleiten der Decken; Überschiebungen und Einwicklungen am Nordrand;
Faltung intracordillerischer, autochthoner Formationen (Helvetien-Molasse);
Erosionsperiode und Transgression des Obermiozäns (Tortonien).
3. Spätphasen (jüngstes Miozän bis Pliozän):
Aufstauungen im Vorland bei relativer Ruhe im Hinterland;
Epirogenetische Hebung, fortdauernd durch das ganze Diluvium bis in die Jetztzeit.

Mit einer jeden Übersicht über den Aufbau der Cordilleren verknüpft sich die Frage nach Autochthonie oder Nicht-autochthonie der citrabetischen Trias; sie sei gleichfalls hier gestreift ohne sie beantworten zu können.

Entgegengesetzte Anschauungen stehen sich gegenüber. DOUVILLÉ erachtete die Gesamtrias als autochthon; dass die spanischen Autoren an eine entgegengesetzte Möglichkeit bei Nichtberücksichtigung der Deckenbildung überhaupt nie dachten, versteht sich von selbst. L. GENTIL vertritt, im Anschluss an marokkanische Verhältnisse, die entgegengesetzte Meinung: „le Trias n'est jamais enraciné“ (16).

Wenn nun auch ein Mittelweg nicht stets einer Lösung entspricht, so scheint er mir hier doch sehr vieles für sich zu haben. Für deckenförmige Lagerung der Trias spricht die Feststellung solcher im südlichen Rif und in den Balearen. Des weiteren bleibt darauf hinzuweisen, dass die Miteinbeziehung der Trias in die grossen Überschiebungen und Einwicklungen bei Jaén doch für ein weitgehendes Mitmachen dieser Formation mit dem Überschiebungsbau spricht; dabei ist stets im Auge zu behalten, dass in einer äusseren nördlichen Zone die Scheidung von Trias und Jura stets eine mechanische ist, dass also diese Formationen bei Überschiebung sich getrennt haben, die Kalkplatte sich regional über das wirr-komplexe Substrat hinweggeschoben hat. Wenn in einer südlichen Randzone des Subbetikums — und dazu zwingt auch die sonst in ihrer Feststellung einzigartige Intrusion der ophitischen Intrusiva der Trias in hangende Liaskalke und -mergel nordwestlich Iznalloz durch BERTRAND und KILIAN (3) — und im gesamten Penibetikum Trias und Lias sich in einem stratigraphischen Normalprofil folgen, so führt dies selbstredend zur Annahme der dortigen Mit-Überschiebung der sonst ihre „eigenen Wege gehenden“ Trias. Die chaotische Innenstruktur der Trias steht im Einklang mit ihrer tektonischen Durchbewegung.

Andererseits ist einer allzu deckenmässigen, strikt nicht-autochthonen Auffassung der Trias entgegenzuhalten, dass dem Raum zwischen Meseta und Betikum sicherlich in permotriasischer Zeit eine starke Sedimentauffüllung zukam, wie solche eben heute in der Trias dieser Region vorliegt; Permotrias des malagensischen Betikums und jene des Mesetarandes sind sich faziell vollkommen identisch; zwischen beiden Massiven blieb die ganze Trias hindurch die lagunäre Sedimentation andauern; der stets sich gleichbleibende Gesamtcharakter der in diesem Sedimentationsraum zur Ablagerung gekommenen Trias spricht auch dafür, dass nicht nur ein regional sich weit ausstreckender Sedimentationstyp vorliegt, sondern dass diesem gewiss auch eine recht bedeutende Mächtigkeit zukommen dürfte; das Vorhandensein einer sehr mächtigen Trias da, wo sie sich in Wirklichkeit auch findet, entspricht somit ganz den regionalfaziellen Erwägungen. Es ist aber vorläufig vollkommen unaufklärbar — und bleibt wohl auch so für lange Zeit — wie und wo solche autochthone Trias mit allochthoner, bei der Deckenbewegung mitgewanderter Trias, zu einer scheinbaren Einheit verwächst. In den begleitenden Profil-Schemas ist in ganz willkürlicher Weise einer Hauptmasse von Trias der Guadalquivirsenke solche der Über-

schiebungsmassen „eingelagert“ worden; die ganze heterogene Masse mag dann durch den nachwirkenden Vorstoss des Betikums in ein wirres Faltenchaos zusammengedrängt worden sein.

IV. Das Westprofil.

Die Cordillerenquerung längs einem mittleren und östlichen Querprofil hat uns nunmehr mit allen tektonischen Einheiten bekannt gemacht. Die gleichen Zonen, mit Ausnahme des Präbetikums, lassen sich auch weiter westwärts wieder erkennen. Mit einem Westprofil bleibt noch der Bau jenes westwärtigen Landesteiles zu erläutern, der an Oberfläche dem bisher besprochenen gleichkommt; wir durchsetzen die Cordilleren da, wo deren Abbiegung gegen Südwesten sich beginnt kräftiger herauszuheben: Marbella, Ronda, Villamartin, Lebrija sind die Fixpunkte des Profiles. An Stelle der Nordwärtswanderung und Rückkehr ans Mittelmeer bleiben wir erst in der subbetischen Zone und suchen dasselbe von dort aus zu erreichen.

Einer spärlicheren Erhaltung von Juraklippen in der Querrichtung, welche Lücke auch der Genil zum Austritt aus dem Cordillerenland benützt, mag eine ursprüngliche Reduktion in der Stärke des Subbetikums entsprechen; es ist diese Strecke als ein Scharnier zwischen zwei Bogensegmenten zu betrachten, welcher Einbuchtung mehr südwärts ein etwas weiteres Vorrücken des Betikums (bei Ardales) gegenübersteht. Obwohl subbetische Glieder beiderseits davon, soweit mir bekannt, nicht durch fazielle oder tektonische Differenzierung charakterisiert sind, könnte diese Querrichtung des Genil als Scheidezone zweier grösserer Deckeneinheiten angesehen werden.

Über diese Einbuchtung hinweg, in welcher die Juraklippen von Estepa und La Roda liegen, verfolgen wir die subbetische Zone, stets am Aussenrand der Cordilleren weiter gegen Südwesten. Aus der grossen Anzahl der stets durch ihre mergelige Kreide charakterisierten Klippen, die bald auf Trias, bald auf mergeligem Tertiär liegen, sei allein das über 100 km² Oberfläche bedeckende voralpenartige Bergland von Grazalema in die Betrachtung gezogen. Die schönen Karten und inhaltsreichen Monographien von JUAN GAVALA Y LABORDE, dem gründlichsten Kenner des Südwesten Andalusiens, vermitteln hier den besten Einblick in die Geologie der Provinz Cadiz; zu bedauern bleibt allein, dass GAVALA sich noch in seinen letzten Erscheinungen (z. B. Exkursionsführer A 1 des Geologen-Kongresses 1926, Lit. 33), zu einer komplizierten Bruchtektonik und Fjordstratigraphie bekennt.