

Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusien

Autor(en): **Blumenthal, Moritz M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

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

Heft 4

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-158618>

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.

Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusien.¹⁾

VON MORITZ M. BLUMENTHAL (Chur).

Mit 1 Tafel (XVIII) und einer Textfigur.

I. Einleitung.

Als westliches Endstück der tertiär-alpiden Grossfaltzone kommt den betischen Cordilleren ganz besondere Bedeutung im Strukturbild Europas zu. Die zahlreichen Studien jüngster Zeit, dieses Gebirge betreffend, zeugen von dem Interesse, das demselben zugewendet wird. Die geologische Kenntnis der Cordilleren ist deshalb in den letzten Jahren mächtig gefördert worden; da anderwärts schon deren Orographie, Inhalt und Baustil in allgemeinen Zügen dargelegt ist (31, 35), kann hier von einer orientierenden Übersicht abgesehen werden. Ganz besonders sei allein auf die grundlegende Synthese, die RUDOLF STAUB vor Jahresfrist in seinen „Gedanken zur Tektonik Spaniens“ (35) für dieses Deckenland gegeben hat, hingewiesen; sie findet in grossen Zügen überall ihre Bestätigung und muss hier als bekannt vorausgesetzt werden. Ohne auf eine Rückschau über die Anschauungen über die Art des Zusammenhanges der betischen Cordilleren mit den Alpen hier einzugehen, Hypothesen, die mit den Namen VON SUESS, TERMIER, FALLOT, ARGAND, KOBER und STAUB angedeutet sind, sei hier betont, dass die TERMIER-STAUB'sche Auffassung von dem atlantikwärts gerichteten Abtauchen, dem Untersinken der Carapace des alpinen Gebäudes, ergänzt durch STAUB's geknüpfte Zusammenhänge über die Balearen, Sizilien und den Apennin der Grossartigkeit und Einheitlichkeit des ganzen Alpenwerdens am meisten gerecht werden dürfte und auch für jede Forschung auf der iberischen Halbinsel eine brauchbare Unterlage formt.

Von dem zirka 1000 km langen iberischen Abschnitt des Alpenzuges bildet hier allein dessen südwestlichster Abschnitt

¹⁾ Nach einem Vortrag, gehalten an der 44. Hauptversammlung der Schweiz. geol. Ges. am 2. Sept. 1927 in Basel.

(s. Kartenbeilage) Gegenstand der Ausführungen, immerhin ein Bergland von der Oberfläche der Schweizeralpen. Nach Abschluss des Internationalen Geologen-Kongresses in Madrid (1926) wandte ich mich geologischer Aufnahme in diesem Abschnitt der Cordilleren zu; erst auf ein engeres Gebiet in der nördlichen Provinz Málaga mich beschränkend (37), wurde, daran anschliessend, immer weiter ausgeholt. Trotz unvollkommenem Abschluss von Feldarbeiten, trotz dem Zustand der Gärung und Umprägung, in welchen die Erkenntnis des Baues der betischen Cordilleren heute erst eingetreten ist, möchte ich es mir nicht versagen, schon jetzt darnach zu trachten, eine Skizze der Hauptbaulinien des ganzen Gebirgsabschnittes zu entwerfen. Dass dabei eine äusserst rohe Skizze entstehen muss, die späterhin einer gründlichen Retouche bedarf, bin ich mir wohl bewusst; ihr Zweck ist eben nur die Durchführung des Versuchs, die bei der Feldarbeit gewonnenen Anschauungen und Ergebnisse auf einen grösseren Gebietsabschnitt anzuwenden und denselben dementsprechend in grossen Zügen zu gliedern; desgleichen ist die begleitende Karte auch nur als eine orientierende Zusammenstellung aufzufassen.

Bei Entwurf dieser vorläufigen Skizze vermag ich mich zu stützen auf annähernd ein halbes Jahr von Feldaufnahmen in der Provinz Málaga, sowie auf Begehungen mehr kursorischer Natur in den übrigen Gebietsteilen. In gleicher Weise sind es aber auch die Arbeiten jüngerer und älterer Cordillerenforscher, die, teils durch ihre Forschungsergebnisse, teils durch ihre Synthesen und deduktiven Schlussfolgerungen mir eine wertvolle Unterlage schufen. Ich nenne für den Osten A. H. BROUWER, R. W. VAN BEMMEL und R. DOUVILLÉ, für den Westen J. MACPHERSON, DOMINGO DE ORUETA, J. GAVALA und DUPUY DE LÔME, für das Gesamtgebiet die Mitglieder der französischen MISSION D'ANDALOUSIE und RUD. STAUB.

Die Erkenntnis des Deckenbaues der betischen Cordilleren ist noch jung; für dessen Allgemeingültigkeit sind die vielen Grundlagen eigentlich erst in den letzten zwei bis drei Jahren zusammengetragen worden. Trotz der Eindringlichkeit, mit welcher an vielen Orten alpiner Bauplan zum Beobachter spricht, begegnet die Anwendung desselben für die Cordilleren noch mancherorts einer gewissen Zurückhaltung, wenn nicht gar Abweisung. (Vergl. Exkursionsführer des Internationalen Geologen-Kongresses 1926!) Es sei deshalb hier vorerst eine Zusammenstellung der Gesichtspunkte, welche den Deckenbau der Cordilleren Andalusiens dartun, vorangestellt.

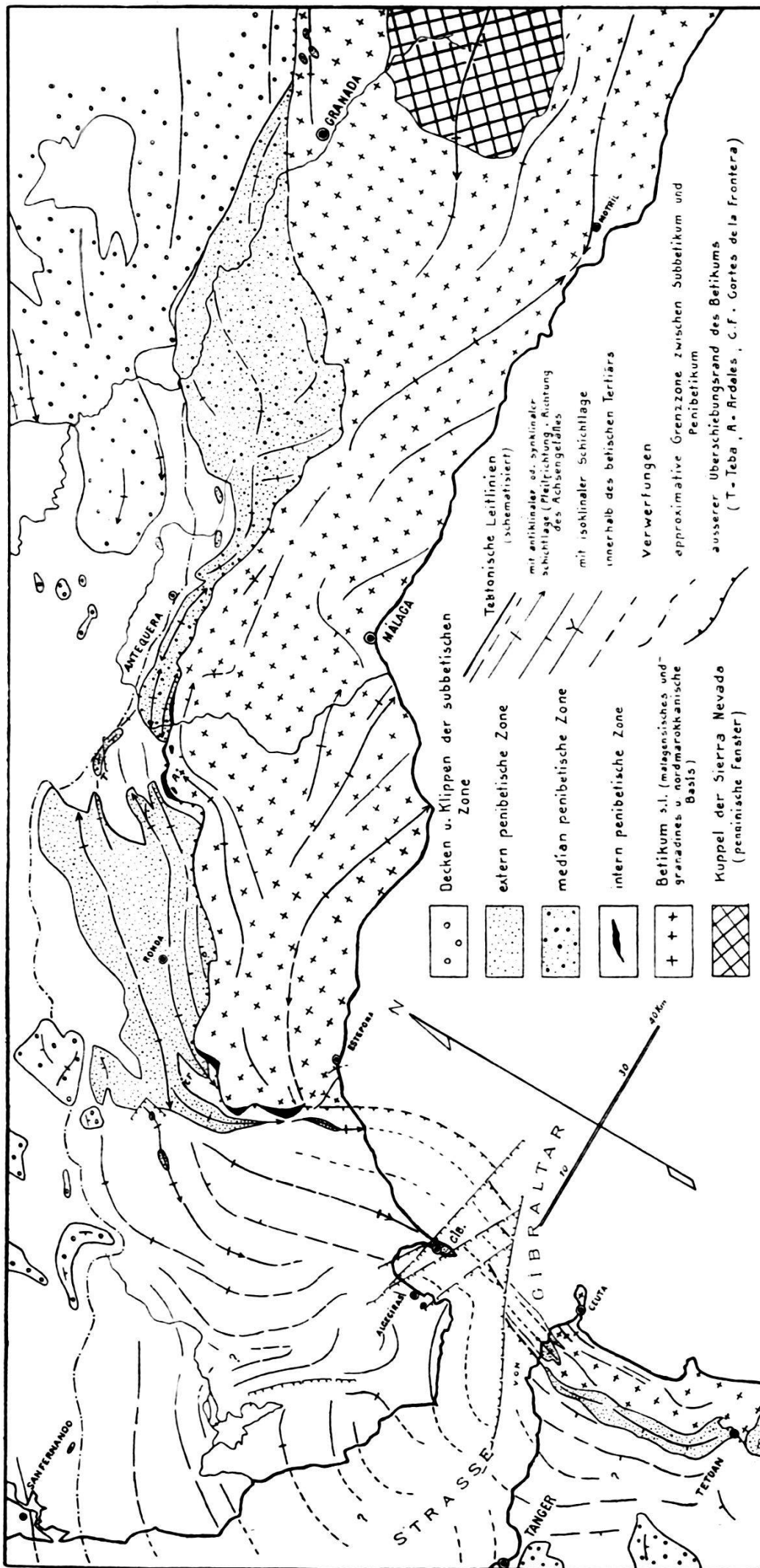


Fig. 1. Kartenskizze zur Veranschaulichung der tektonischen Diskordanzen zwischen Betikum und Penibetikum.

Die dafür vorzubringenden Argumente sind:

1. morphologisch-landschaftlicher Natur,
2. tektonisch-stratigraphischer Natur,
3. regionalgeologisch-vergleichender Natur.

Die morphologisch-landschaftlichen Argumente, die sich schon bei flüchtiger Durchwanderung aufdrängen, liegen in der auffälligen Verteilung voneinander nach Form und Zusammensetzung stark abweichender Berge, im Auftreten sogenannter Klippen. Die schroffen Jurakalkberge in der welligmilden Tertiär- oder Triaslandschaft Andalusiens gehören hierher; aber nicht nur das Vorhandensein dieser Berge, sondern auch die Art der Verteilung und die Art ihres mutmasslichen Zusammenhanges gibt wertvolle Argumente, die im Sinne ihres ehemaligen deckenförmigen Zusammenhanges sprechen. Das andalusische Vorland, man könnte von den andalusischen Voralpen sprechen, bietet eine Unmenge von Beispielen für diese morphologischen Hinweise.

Die tektonisch-stratigraphischen Argumente sind besonders beweisend. Ich zähle hierher:

1. Vorkommen bedeutender Überschiebungsflächen, die entweder Formationen abnormaler Schichtenfolge, oder aber auch solche normaler Aufeinanderfolge, auf grössere Erstreckung mit mechanischem Kontakt voneinander scheiden.

Beispiele dafür liefern die mechanische Auflagerung von Jura auf Trias, von Jura-Kreide auf Eozän oder Oligo-Miozän oder Trias, von Jura auf Kreide, von Trias auf Jura, von kristallinen Schiefern auf Mesozoikum und umgekehrt.

2. Vorkommen von Fenstern und Halbfenstern, die eine tiefere Einheit — sie braucht nicht stets eine stratigraphisch jüngere Formation zu sein — zum Vorschein bringen. Das kristalline wie das sedimentäre Gebirge liefert dafür eine ganze Anzahl sprechender Beispiele.
3. Auftreten einzelner Schuppen und Lamellen, die in ihrer Lostrennung vom Stammkörper nur durch grosszügige mechanische Bewegungen erklärt werden können. Beispiele für solche „*écailles*“ und „*lames de charriage*“ knüpfen sich an jede grössere Klippe.
4. Auftreten von Aufbruchzonen, wirren Schuppenzonen, absteigend von grössten Dimensionen bis zum Vorhandensein von Myloniten. Die Beispiele dafür liegen weniger im sedimentären, westandalusischen Deckenland, sondern im kristallinen Gebirge (Sierra Nevada etc.).
5. Unmittelbares Aneinandergrenzen von zueinander differenten Faziesgebieten; plötzlich, nicht tektonisch erklärbarer Mächtigkeitswechsel; Anordnung von Faziestypen zu Zonen, die sich mit strukturellen Einheiten in Beziehung bringen lassen.

Hierher gehören die für Deckenbau meist charakteristischen Erscheinungen: Gegensatz in der Triasausbildung (germanische Fazies und alpine Fazies in unmittelbarer Nachbarschaft); plötzliches Ein-

setzen der mächtigen Jura-Kreidesedimente am Nordrand; Anordnung der Kreide etc. zu Zonen usw.

6. Umkehr des Metamorphisierungstypus kristalliner Schiefer. Gesteine, die in der Aufeinanderfolge nach ihrer Bildungstiefe der Meso- oder Katazone angehören, kommen auf regionale Erstreckung über solche der Epi- resp. Mesozone zu liegen. Die Beispiele dafür liegen in den Gebieten vorwiegend kristalliner Gesteine (Alpujarras).

Die regionalgeologisch-vergleichenden Argumente sind folgende:

1. Die Einordnung in das System der Alpiden mit ihrem regionalen Deckenbau.
2. Regionale Horizontal- und Vertikaldiskordanz einzelner tektonischer Zonen zueinander; sie äussert sich in der Konvergenz tektonischer Zonen zueinander, sowie in Überlagerung und Einwicklung derselben über- resp. ineinander; im Verlaufe der folgenden Ausführungen ergeben sich die Belege dafür. (Vergl. Fig. 1.)

Die Anzahl der Argumente, welche, von den betischen Cordilleren Andalusiens ausgehend, für deren Deckenbau vorgebracht werden können, ist also nicht klein, so dass jedwede Forschung in diesem Gebirge von ihren Prämissen ausgehen kann; sie bilden somit auch für die folgenden Ausführungen die Grundlage.

Wenden wir uns nunmehr dem geologischen Bau der Cordilleren zu, soweit dieselben innerhalb des Kartengebietes liegen, und, von solchen Gesichtspunkten ausgehend, nach dem heutigen Stande der Kenntnis diskutiert werden können. Zur Erläuterung des Baues und der soweit damit verbundenen stratigraphisch-lithologischen Verhältnisse gebe ich drei Querprofile, ein mittleres, ein westliches und ein östliches. Sie bringen meine Auffassung vom Bauplan der in der Karte ausgeschiedenen Einheiten zur Darstellung; durch Ausblicke nach den zwischenliegenden Gebieten, wird dann das ganze Faltengebirge auf eine Längserstreckung von zirka 300 km in den Rahmen der Betrachtung einbezogen.

Das Mittelprofil verbindet die Bai von Málaga mit dem Tiefland des Guadalquivirbeckens bei Córdoba, eine Strecke, die sich eher auszeichnet durch eine gewisse Spärlichkeit der in ihr liegenden tektonischen Einheiten; das Ostprofil durchmisst von der granadinen Mittelmeerküste aus das Hochgebirge der Sierra Nevada, um von dort aus dann den Mesetarand in der Richtung über die „Préalpes subbétiques“ bei Jaén zu gewinnen; das Westprofil durchsetzt die Serrania de Ronda und reicht bis zum Guadalquivir oberhalb seiner Mündung.

II. Das Mittelprofil.

Das Mittelprofil bildet in seinem mediterranen Teil den Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, da es zu einem guten Teil von mir selbst aufgenommenes Gebiet schneidet oder an dasselbe angrenzt; es bietet Gelegenheit, vorerst den Inhalt des **malagensischen Betikums**, unter welcher Bezeichnung ich das paläozoisch-kristalline Gebirge der Provinz Málaga zusammenfassen möchte, kennen zu lernen.

Vorwiegend sind hier (Hoya und Montes de Málaga) grauschwarze, mehr oder weniger phyllitische Schiefer, quarzitisches oder grauackartige Sandsteine, untergeordnet Konglomerate, alles Gesteine, welche in der Verwitterung einen olivenbraunen Farbton annehmen; in höheren Teilen stellen sich schwarze linsenförmige Kalke ein, meist wirr kleinwellig gefaltet, worauf ihre Bezeichnung als „calizas alabeadas“ (verbogene Kalke) durch ORUETA (13) sehr gut passt; diese „calizas alabeadas“ sind begleitet, vornehmlich aber unterlagert von schwarzen, oft violett-schwarzen bis rauchgrauen sericitischen Schiefer-tonen und Phylliten. Für diese Gesamtschieferfolge ist eine genaue stratigraphische Einordnung, basiert auf Fossilinhalt, nicht durchführbar. Das durch bisherige Autoren ihnen gegebene kambrische (gelegentlich auch silurische) Alter stützt sich auf einen ziemlich problematischen Fossilfund (*Nereites cambriensis*) und ihre normale Auflagerung auf tiefere kristalline Schiefer. Meiner Ansicht nach ist jedoch der Grossteil dieses „Kambriums“ höher zu stellen. Dessen höchste Teile, die „calizas alabeadas“ und begleitende Schiefer und konglomeratischen Sandsteine möchte ich auf einige 100 m Mächtigkeit in die Culmformation verlegen, was sich, abgesehen von ihrem allgemeinen Habitus, durch den Fund eines allerdings nicht sehr gut erhaltenen *Calamites* (wahrscheinlich *Asterocalamites*) begründen lässt.

Wie sich die tieferen Schichtlagen auf das ältere Paläozoikum verteilen, bleibt eine offene Frage. Wahrscheinlich ist die Schichtfolge kontinuierlich und befinden wir uns noch bis in tiefere Lagen der „Estratos cristallinos“ in paläozoischen Formationen. Die tiefste Serie des Betikums ist repräsentiert durch Gneise (teils Augengneise) Amphibolite, Cordieritgneise, Biotitquarzite, biotitreiche Glimmerschiefer verschiedenster Nuance usw.

Ältere und jüngere Formationen werden durchbrochen von Dioritgängen, welche aber kaum eine genetische Beziehung zu den Perioditintrusionen, die den westlichen Abschnitt des

malagensischen Betikums in gewaltigen Stöcken durchsetzen, besitzen.

Der Hauptteil der wohl in die Tausende von Metern gehenden Mächtigkeit des malagensischen Paläozoikums s. l. weist, besonders in den höheren Schiefern und Kalken eine unübersichtliche Kleinfaltung auf; in den tieferen kristallinen Gesteinen ist die alte herzynische Tektonik in ruhigeren Baulinien vorhanden, so dass sich einzelne Zonen mit auf längere Erstreckung gleichgerichtetem Schichtstreichen erkennen lassen; deutliche antiklinale Faltung bezieht sich hauptsächlich auf Schichtgruppen (Dolomite und Kalke), deren Stellung im Betikum noch nicht aufgeklärt ist. Die Streichrichtung harmonisiert nur in grossen Zügen und streckenweise mit derjenigen der Falten des mesozoischen, nördlichen Vorlandes (vergl. Fig. 1); sie ist im Süden in den best ausgeprägten Zonen (Sierra de Mijas) WNW—ESE bis W—E gerichtet, weiter im Norden wiegen NE, ENE und gelegentlich auch N—S-Streichen vor; in den nördlich davor liegenden Faltenzügen dagegen bleiben in gleicher Querstrecke SW—NE, mehr im Osten W—E streichende Linien geltend.

Über die postcarbonische Erosionsoberfläche lagerten sich in flacher Diskordanz die roten quarzreichen Konglomerate und groben Sandsteine der Permformation ab. Sie sind nur mehr in zerstreuten, gelegentlich aber doch noch über 100 m mächtigen Relikten vorhanden. Da sie aufs innigste verknüpft sind mit Dolomiten, Dolomitbreccien, roten Sandsteinen und gelegentlich auch mit Gyps, alles typischen Gesteinen der Trias, möchte ich eher von einer permotriasischen Überdeckung der malagensischen Basalformation sprechen. Mit den carbonischen Schiefern sind die permotriasischen Sedimente wieder leicht verfaltet, eine Faltung, auf welche aus den Lagebeziehungen zum Eozän und den älteren Schiefern geschlossen werden kann; eine der alpinen Faltung vorausgehende, wenn auch schwache orogenetische Bewegung bleibt hier nicht zu verkennen.¹⁾

Der Faziestypus der Permtrias des malagensischen Betikums ist durch seine grobe detritische Ausbildung von der mehr lagunären Mergel-Sand-, Dolomit- und Gyps-Trias des nördlichen Vorlandes verschieden; dies auch an Stellen, wo eine grössere Mächtigkeit erhalten geblieben ist, was an-

¹⁾ Eine ähnliche Beobachtung konnte ich auch auf der marokkanischen Meseta machen, woselbst am Rbia bei Mra. ben Abbou (südlich Settat) über geneigte Schichten von ähnlicher roter und conglomeratischer Permtrias Kreidesedimente flach hinwegtransgredieren.

zeigt, dass diese Ausbildung nicht allein der basalen Trias, dem Buntsandstein, zuzuschreiben ist; auch fehlen die vielen Ophitdurchbrüche des Nordens vollständig; ich möchte deshalb hier von einer Variation des germanischen Faziestypus des Nordens, zu dem natürlich die grösste Verwandtschaft vorhanden ist, sprechen, und soll, wo auf diese Ausbildung noch zurückzukommen sein wird, vom malagensischen Faziestypus der Permotrias die Rede sein.

Die zweite belangreiche Transgression über die malagensische Basis setzt mit den Tertiärbildungen ein, die höchst wahrscheinlich in ihren ältesten Lagen ins mittlere Eozän zu verlegen sind. Das durch eine sandsteinreiche Flyschfazies (örtlich auch mit Alveolinenkalken einsetzend) charakterisierte Eozän greift in eigenartig buchtförmig eindringenden Zungen in das Betikum ein; ein ausgesprochenes Erosionsrelief trennt Tertiär und betisches Paläozoikum voneinander.

Jura- und Kreidesedimente, die man einwandfrei als zur betischen Schichtfolge gehörig annehmen darf, sind mir nicht bekannt geworden¹⁾. Die Jura- und Kreidevorkommnisse, die den Nordrand des Betikums begleiten und von welchen eben noch die Rede sein wird, halte ich für tektonisch den alten Schiefern aufliegend.

Die Charakterisierung des betischen Komplexes der Provinz Málaga wäre jedoch sehr unvollständig, wenn ich nicht der bedeutenden Massive von Kalken und Dolomiten Erwähnung tun würde, die westlich des Rio Guadalhorce, also ausserhalb unserer Profilrichtung, einen ganz wesentlichen Anteil im Aufbau der Berge der Serrania de Ronda nehmen. (Sierra Alcaparain-Prieta im Norden, Sierra de Mijas-Blanca im Süden.) Ich bezeichnete früher (37) im Norden der Provinz diese oft hochkristallinen dolomitischen Bildungen nach ihrem typischen Auftreten in der Sierra Alcaparain als Alcaparainkalke resp. -dolomite und liess ihr Alter ausser Frage. (Siehe Fussnote S. 505.) Diese Alcaparainschichten sind stets mit Gneisen und Amphibolitschiefern des Betikums vergesellschaftet, liegen aber gelegentlich in mechanischem Kontakt auf höheren Schichtlagen, weshalb ich sie dort als eine „suprabetische“ Überschiebungsmasse aus dem betischen Verbande loslöste. Beinahe sämtliche frühere Forscher, die die Schichtserie der Serrania de Ronda besprachen (MICHEL LÉVY, BERGERON,

¹⁾ Die durch BERTRAND und KILIAN erwähnten Jura-Kreideschichten östlich von El Palo an der Küste von Málaga (3, Fig. 10) gehören ins Eozän; es sind Alveolinenkalke; desgleichen fasse ich die weissen Kalke, die ANSTED (1) als jurassisch anführt, als Eozän auf.

ORUETA, DUPUY DE LÔME), fügten diese Kalke und Dolomite in die Schichtserie des „Estrato cristallino“. Und nach den weitergeführten Aufnahmen in der südwestlichen Verlängerung der Sierra Alcaparain kann auch ich des Eindrucks mich nicht erwehren, dass die gelegentlich ins Kleine gehende Wechsellagerung der kristallinen Kalke mit Sericitphylliten, Amphiboliten und Gneisen sie schwierig vom Paläozoikum loslösen lässt. Die später noch folgende Kenntnissnahme mit dem Ostprofil, das die Decken der Alpujarras schneidet, wird uns zeigen, dass dort, ihrem lithologischen Habitus nach vollkommen analoge Kalke und Dolomite nach VAN BEMMELEN und BROUWER den mehr oder weniger kristallinen Triasschiefern und -phylliten aufliegen und sich mit sicherer Trias verbinden lassen, somit sich dort als der alpin ausgebildeten Trias zugehörig erweisen (38, p. 120).

Schreiten wir weiter nordwärts im Rücken des malagensischen Betikums fort, so fesselt in der Nähe des Nordsaumes, westlich der Profilrichtung (in der Gegend von Ardales), das Auftreten von Kalkklippen, die wohl zum grössten Teil zum obersten Jura (Tithon) gehören. Entweder liegen sie auf den Culmschiefern oder nächst den schwarzen Phylliten oder sie folgen der hier breiten und mächtigen Permzone. Diese ist mit den paläozoischen Schiefern so innig verknüpft (Konkordanz!), dass ich sie früher in denselben belies (obere Stufe des betischen Komplexes, s. Karte Lit. 37). Den Nordrand der paläozoischen Schiefer und Sandsteine begleitet längs dem Rio Turon ein etwas mehr zusammenhängendes, immerhin aber noch recht defektives Gesteinsband von grünlich-weissen Kreidekalken und riffartigen Jurakalken.

Diese Klippenzone von Ardales—Rio Turon leitet nach Norden über in die nördlich des betischen Komplexes sich hinziehenden Falten, welche zunächst die erste Kalkkette formen, jene zwischen dem Chorro (West) und der Stadt Loja (Ost). Zwischen diese Kalkkette und Betikum schaltet sich eine stark gefaltete Tertiärzone (Zone von Colmenar). Das Tertiär dieser, verschiedene unregelmässig verlaufende Falten enthaltenden „Mulde“ ist in gleicher Ausbildung wie jenes des Betikums vorhanden und transgrediert von den alten Schiefern des letzteren auf die Kreide und wohl auch Jurasedimente der Kette Chorro-Loja hinüber, da und dort mächtige Breccien von Jurakalken enthaltend. Dies macht die tektonischen Beziehungen von Nord und Süd recht kompliziert,

da der Saum zwischen Betikum und nördlichem Mesozoikum als eine regionale Überschiebungslinie aufzufassen ist.

Vorerst liegt es nahe, die Klippen von Ardales usw. als unmittelbare sedimentäre Bedeckung des Betikums anzusehen, eine Sedimenthülle, die auf diese spärlichen Reste durch die präeozyäne Abtragung reduziert wäre. Obwohl diese Auffassung den Vorzug der einfachsten Rekonstruktion hat, wird sie weiteren Beobachtungen kaum gerecht; solche sind es, die mich veranlassen, in den genannten Kalkklippen und demzufolge auch in der mit ihnen unter der Eozänmulde sicherlich zusammenhängenden ersten Kalkkette dem Betikum mit mechanischem Kontakt aufruhende bzw. vorgelagerte Bauelemente zu sehen. Für eine solche tektonische Trennung von Betikum und mesozoischen Sedimenten sprechen die folgenden Gründe:

1. der stets mechanische Kontakt der auflagernden Kalkklippen, wobei starke mechanische Beanspruchung (Rutschharnische) unverkennbar ist;
2. die Verschiedenheit der auflagernden Formation (bald Jura, bald Kreide);
3. das Fehlen transgressiver Fazies in den betreffenden mesozoischen Sedimenten;
4. das Aussetzen der Trias der Kalkfalten bei Auflagerung auf das Betikum;
5. das plötzliche Absetzen mächtiger Kalkformation der nördlichen Ketten, wo sie auf das Betikum auflagern (z. B. Sierra Marchamonas), wobei das transgressive Eozän von einer Einheit auf die andere — also über den mechanischen Kontakt hinweg — hinüberleitet.

Alle diese Beobachtungen, die in einzelnen Punkten zwar weiterer Prüfung bedürfen, weisen darauf hin, dass Kalkklippen und Kalkfalten durch eine tektonische Diskordanz, durch eine Überschiebung, vom Betikum geschieden sind; deren Entstehung muss zufolge des über beide Einheiten gemeinsam hinwegtransgredierenden Eozän in eine ganz frühe Phase, also prämittelenozäne, der alpinen Gebirgsbildung verlegt werden.¹⁾

Mit Überschreiten des tektonisch so hochwichtigen Saumes zwischen Betikum und den ersten Kalkketten sind wir in das Gebiet des aus Mesozoikum aufgebauten nördlichen Deckenlandes übergetreten. Das Profiltracé des Mittelprofiles trifft die südlichste Kalkkette in dem durch seine pittoresken Karst-

¹⁾ Andererseits gibt es triftige Gründe, welche obige Schlussfolgerungen auf frühe orogenetische Bewegungen in Frage stellen (Konkordanz der Kreide mit den Nummulitenbildungen der nördlichen Kalkketten), weshalb der hier gegebenen Auffassung nur vorläufiger Charakter beigegeben werden kann.

phänomene allgemein bekannten Bergmassiv des Torcal, südlich Antequera. Dessen horizontale Kalkplatten entsprechen keinem zwischen Trias- und Tertiärgräben eingekeilten Horste¹⁾, sondern eine erste nordwärts gedrängte Jura-Kreidefalte legt sich mit ihrem aus Nummulitikum bestehenden Nordschenkel über die nördlich davon, auf ca. 100 km Länge, hinziehende Triaszone von Antequera.

Hier machen wir zum erstenmal die Bekanntschaft mit der Trias in echt germanischer Ausbildung. Diese Trias in lagunärer Fazies nimmt das ganze nördliche Vorland der betischen Cordilleren ein und formt das Substrat sämtlicher Überfaltungen und deckenförmigen Überlagerungen und ist in den Strecken derselben, mit einigen Ausnahmen, überall tektonisch geschieden von den jüngeren mesozoischen Sedimenten; die Ausnahmen beziehen sich auf die dem Betikum genäherten Zonen (Penibetikum), woselbst von dolomitischem Infralias der ursprüngliche stratigraphische Verband nach der Trias zu erhalten geblieben ist; ob einzelne der weiter nördlichen Faltenzüge (z. B. Ketten von Priego) auch hierher gehören, vermag ich noch nicht zu beurteilen. Die Trias ist charakterisiert durch ihre wirre Innenstruktur, die keine tektonische Detailentzifferung auf einigen Abstand gestattet.

Während die Faltenzone des Torcal gegen Süden unter das Betikum weist — was freilich erst weiter westlich mehr augenfällig wird —, überragt sie die Triaszone von Antequera; es ist wahrscheinlich eine in sich wieder gefaltete Aufschiebungsfläche, welche die südlichsten Kalkfalten von der nördlichen Trias trennt; sie ist auf grössere Erstreckung in Nordfall umgekehrt, so dass Flyschmergel (mit Gyps) unter die gypsreiche Trias einfallen.

Die Faltenzone, die wir im Meridian des Torcal gequert haben, hat westwärts nur mehr eine recht beschränkte Fortsetzung; ihrem Westende gab ich längs dem Durchbruch des Guadalhorce eine kurze Beschreibung (37). Dort wird sie abgelöst durch eine komplexe Faltenschar, die die Nordhälfte der Serrania de Ronda aufbaut.

Alle diese bis anhin erwähnten Zonen mesozoischer Falten und Klippen, jene dem Betikum aufsitzenden Kalkklötze, die dasselbe nordwärts besäumende Faltengruppe des Torcal und das eben erwähnte Faltenland von

¹⁾ Man vergl. z. B. Lam VI im Exkursionsführer A 5 des Internat. Geol. Congr. 1926, woselbst JUAN CARANDELL dieses Kalkmassiv behandelt (31, „El Torcal de Antequera“, p. 87).

Ronda formen eine unter sich gemeinsame Einheit, die stets südlich der Zone von Antequera liegt und auch faziell wohl charakterisiert ist; ich nenne diese Zone als Ganzes das **Penibetikum**, dies nach ihrer dem Betikum, meist benachbarten Lage (paene-betisch oder penibetisch = fastbetisch).¹⁾ Der kristallin-paläozoische Komplex von Málaga, der in seiner tektonischen Individualität noch näher zum umgrenzen bleibt, wurde und wird kurzweg als das **Betikum** bezeichnet, wobei ich mich in der Benennung in Übereinstimmung mit R. STAUB befinde, der das Kristallin von Málaga mit seiner „Betischen Decke“ identifiziert (35, p. 220); zum Unterschied gegenüber den teils auch reichlich kristallin umfassenden Decken der Provinz Granada, die A. H. BROUWER auch als „betische Decken“ bezeichnet — die Alpujarriden von VAN BEMMELEN —, mit dem Malagakristallin aber kaum identisch sind, sei hier vom **malagensischen Betikum**, im Gegensatz zum **granadinen Betikum** die Rede. Innerhalb des Penibetikums lassen sich auseinanderhalten:

die interne Zone,
die mediane Zone und
die externe Zone,

welche den 3 oben erwähnten, unter sich natürlich enge zusammenhängenden Einheiten des Aufbaues entsprechen²⁾.

Sämtliche penibetischen Glieder sind durch ihre einförmigen, vom Lias bis ins Tithon gleichartig anhaltenden, z. T. wohl riffartig aufgebauten Jura-Kalkbildungen gekennzeichnet; diese sind, wie in den ganzen Cordilleren, im Tithon fossilreich. Bedeutend typischer und für die Umschreibung der Zonen-resp. Deckeneinheit hauptsächlich leitend, wie dies später noch

¹⁾ Die Bezeichnung „penibetico“ wird sonst nur in rein geographischem Sinne gebraucht; viele spanische Schulwandkarten belegen die nördlichen Kalk-Cordilleren („zone subbétique“ der Mission d'Andalousie) mit diesem zusammenfassendem Term; andererseits dagegen wird auch gerade das betische Hochland als „penibetisch“ bezeichnet (MACPHERSON, PACHECO, 34, ZEIJLMANS VAN EMMICHHOVEN, 27), dann wahrscheinlich im Sinne von Sierra „poenibetica“ = phönizisch-betisch. Eine Klärung, in der geologischen Literatur zum mindesten, wäre wünschenswert; die in vorliegender Skizze durchgeführte Terminologie sucht deshalb unter Gebrauch möglichst einfacher Ausdrücke sowohl den durch Gebrauch schon präjudicierten Termen („subbétique“), als auch der geographisch-tektonischen Position gerecht zu werden.

²⁾ Der Zone des Penibetikums ist eine viel weitere Fassung zu geben, als ich dies bei der ersten Prägung dieses Terms durchführte (37); daselbst wurden nur die interne und mediane Zone unter diesen Begriff gebracht; die fazielle und tektonische Gleichartigkeit frägt nach der hier eingehaltenen Erweiterung.

auszuführen bleibt, sind die *Kreidesedimente*. Vorherrschend sind rote oder, längs dem Betikum, mehr grünlich-weiße, dichte Kalkschiefer und Mergelkalkschiefer, die nach oben zu mergeliger werden; sie gehen meistens aus den roten Knollenschichten des brecciösen Tithon allmählich hervor, oft aber greifen sie mit einem sehr unregelmässigen Relief über die oberen Tithonlagen hinweg (submarine Erosionsbildungen?); eine stratigraphische Gliederung der fossilereichen Schichten ist unmöglich. Die Mächtigkeit der Kreide ist sehr schwankend (teils tektonisch!), von wenigen Metern auf mehrere Hundert anschwellend. Das Tertiär, das wir schon vom malagensischen Betikum her kennen, bleibt im Penibetikum das gleiche; seine Lagerungsweise ist die gleiche transgressive, wobei jedoch öfters eine sehr starke fazielle Annäherung an die mergelige Kreide sich geltend macht.

Da oben von der Prägung einiger Terme die Rede war, sei hier ein kleiner Exkurs zur Erläuterung einiger anderer, die, „pour la commodité d'expression“, uns im Folgenden noch einige Dienste tun können, eingefügt.

Früher (37) nannte ich die dem Betikum teils diskordant aufliegenden Alcaparainkalke „suprabetisch“ und glaubte, sie als mehr oder weniger selbständige Decke, und nicht der betischen, paläozoischen Schichtfolge zugehörig, betrachten zu dürfen. Da dies trotz den Analogien zu den noch zu besprechenden Verhältnissen der Provinz Granada mir nach Erweiterung der Aufnahmen noch recht zweifelhaft erscheint, möchte ich, den Ausdruck „suprabetisch“ zwar beibehaltend, denselben gleich wie einige andere rein räumlich, also nicht etwa deckenstratigraphisch, gebrauchen. Von der Axialebene des malagensischen Betikums, dieses als isoklinale Grossfalte annehmend, als einer Normalebene ausgehend, sei alles was über den kristallinen Schiefen dieser „Falte“ liegt, als „suprabetisch“ bezeichnet, was unter die Normalebene zu liegen kommt, wäre dann „infrabetisch“, was im nördlichen Vorland liegt „citrabetisch“, was im südlichen Rückland zu Hause ist „ultrabetisch“. Die malagensische Permotrias nimmt also suprabetische Lage ein, die Klippen der intern penibetischen Zone leiten in die infrabetische Lage über, die Trias des nördlichen Vorlandes hat citrabetische Position, während wir das Wurzelland der nördlichen, heute in citrabetischer Lage befindlichen Decken in ultrabetischer Lage zu suchen haben.

Mit Erreichen der citrabetischen Triaszone von Antequera setzt unser Mittelprofil nördlich dieser Stadt in ein nie-

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 entsprechen 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-Schieferserien 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 verfault 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 Ostprofils 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: posteoazäne 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.

Zu dem Bergland von Grazalema übergehend, bleibt hervorzuheben, dass sich dasselbe aus NW und W gerichteten Falten und Schichtplatten aufbaut, die von einzelnen bedeutenden Brüchen durchsetzt werden; sie teilen die Nordhälfte des Berglandes in einzelne Segmente. Der ganze grosse Faltenkomplex erweist sich unbedingt als eine der citrabetischen Trias mit mechanischem Kontakt aufruhende Deckenplatte, die da und dort mit der Trias verfaltet ist, worauf das gelegentliche Einfallen des Jura unter die Trias hinweist; die klippenförmige Auflagerung wird durch das Vorhandensein eines Triasfensters (Benamahoma) in schöner Weise illustriert; denn wir stehen daselbst sehr wahrscheinlich nicht vor einem Aufbruch allein auf stratigraphisch tiefere Schichten, sondern vor einem solchen auf einen tektonisch tieferen Komplex; wie dies im Deckenland so häufig der Fall ist, so begleiten auch hier kleinere „*écailles de charriages*“ den Saum der grossen Hauptüberschiebungsklippe.

Es sei dahingestellt, ob die bis zu 700 m anschwellenden Liassedimente, die den nördlichen Komplex der Berge von Grazalema (Sierra del Pinar s. l.) aufbauen, allein dieser Jurastufe angehören — eine recht ungewohnte Mächtigkeitsanschwellung — oder aber, ob sich daran noch andere Stufen beteiligen, Tatsache bleibt, dass jenseits einem nur 200—300 m breiten Tertiärkorridor südwärts an die liasische Sierra del Pinar ein im wesentlichen nur aus hellen Oberjurakalken aufgebautes Gebirge (Sierra del Endrinar s. l.) angrenzt. Dieser Komplex ist bei Ubrique auf penibetisches Tertiär überschoben. Wir sind hier aus der durch typische subbetische Kreide charakterisierten Schichtfolge einer *Pinar-Decke* in die Malmfalten oder besser -platten der Sierra del Endrinar, das ist in das Penibetikum übergetreten; dessen Lias kommt in dem Faltenkern einer weiter südlich liegenden Falte (Sierra de los Pinos) in ganz bedeutend schwächerer Entwicklung zutage. Der markanteste Gegensatz beider Zonen, des nördlichen Subbetikums der Sierra del Pinar und des südlichen, mit den penibetischen Falten der Serrania de Ronda in ununterbrochener Verbindung befindlichen Berglandes, wird aber durch die verschiedenartige Ausbildung der Kreide gegeben. Dort die mergelige, aptychenführenden graugrünen Sedimente, hier die roten Kalk- und Kalkmergelschiefer, die weiter südwärts zu grosser Mächtigkeit anschwellen.

Unser Querprofil schneidet die Trennungszone zwischen Sub- und Penibetikum weiter nordöstlich zwischen Grazalema und Ronda, auf welcher Strecke eine breite penibetische Flysch-

zone sich zwischenschaltet. Diese und das ausgedehnte autochthone, das Deckenland eindeckende Tertiärbecken von Ronda verunmöglichen hier die Erkennung der Triaszone von Antequera, die in dieser Strecke ohnehin, entsprechend dem allgemein geltenden Westgefälle, wohl allmählich ihren antiklinalen Charakter verlieren und im übrigen Triassubstrat ausgehen dürfte. Dahingegen entwickelt sich das südostwärts anschliessende Penibetikum zu einem ausgedehnten Faltenland; es ist dessen externe Zone, von der schon bei Verlassen des Mittelprofils gesagt wurde, dass sie die Medianzone als deren eigentliche Fortsetzung in der Richtung nach Südwesten ablöst. Den Kontaktverhältnissen dieses penibetischen Komplexes mit dem südlich anstossenden Betikum kommt zufolge der in der Serrania de Ronda gesammelten klaren Beobachtungstatsachen eine ganz besonders prinzipielle Bedeutung zu.

Der sedimentäre Anteil der Serrania de Ronda zwischen dem Rio Turon (Osten) und Rio Guadiaro (Westen) ist ein ausgedehntes Jura-Kreide-Faltenland, dessen Strukturelemente in einer südwärtigen Zone alle mehr oder weniger gegen Südosten zu einfallen. Während in einem mittleren Abschnitt der nördlichen Provinz Málaga, südlich der penibetischen Medianzone der Nordsaum des Betikums, sagen wir dessen Stirne, unter dem transgredierenden Eozän verborgen bleibt, erhebt sie sich im mittleren Teil der Serrania de Ronda zu einer das penibetische Vorland überragenden Nordfront; **das Betikum überschiebt hier das Penibetikum; das nördliche Faltenland wird auf mehrere Kilometer unter das betische Kristallin eingefaltet.** Einige kleine **Überschiebungsklippen** von betischen Phylliten auf teils stark dolomitischen Jura auf der Südseite der Sierra Almola-Ladera, und dies zirka 3 km vom Überschiebungsrand des Betikums entfernt, bekräftigen diesen aus den allgemeinen Lagerungsverhältnissen sich ergebenden Tatbestand. Es ist **keine** regionale Bruchlinie, die Genal-Turon-Verwerfung, wie sie bis anhin von sozusagen allen Autoren an- oder übergenommen wurde, es ist vielmehr die regionale, za. auf 60 km verfolgbare Überschiebung des Betikums auf das Penibetikum, die hier in aller Klarheit vorliegt.

Während im Zentralteil der Serrania de Ronda penibetischer Flysch und Kreide nur in einzelnen spärlichen synklinalen Keilen vorhanden sind, gelangen diese Formationen weiter südwestwärts zu grosser Entwicklung. Sämtliche penibetische Falten sinken hier zur Tiefe; und, was von prinzipieller Bedeutung ist, schwenken in rascher Biegung aus

ihrer SW-Richtung gegen S und SSE zu um; das Knie der Biegung, in den dortigen Falten des Penibetikums von Brüchen (Sierra de Ubrique, Sierra de los Pinos) begleitet, liegt bei Cortes de la Frontera. Die innerste Antiklinale des Penibetikums — die dem Betikum noch näherliegenden klippenförmigen Reste hier nicht berücksichtigend — sinkt so mit Nord-Südrichtung bei Manilva gegen das Mittelmeer zu ab. Penibetische Falten umranden also das brüsk unter die allgemeine Eozänbedeckung abtauchende Betikum, schwenken aber nirgends — auf dem Festland wenigstens — in dessen Rückenteile, in eine Wurzelzone, wie sie hier für das subbetische Deckenland RUD. STAUB vermutete, um. Das Penibetikum besäumt hier als etwas Selbständiges die plumpe Masse des ihm in der Serrania noch aufruhenden Betikums.

Ähnlich den Klippen der Gegend von Ardales (penibet. Internzone) sind hier im Westende dem Betikum nach Dimensionen noch bedeutend grössere *Kalk-* und *Dolomitklippen* aufgelagert; nach ihrer Ausbildung sind sie dem penibetischen Jura zuzuzählen, sie sind nicht etwa mit den suprabetischen Felsmassiven (Sra. Alcaparain), zu denen sie zwar auffällige Analoga in morphologischer Hinsicht formen, in Beziehung zu bringen. Ich betrachte diese Kalkklippen nach der derzeitigen Kenntnis jener Gegend als Reste einer penibetischen, nach ihrer Lage internen Faltenzone; sie sind in diese suprabetische Position durch Überschiebung resp. Unterschiebung durch das Betikum gelangt. Zu diesen Klippen gehören die das niedrigere tertiäre Sandstein- und Mergelland überragenden Berge und Felsklötze von Gaucín, Algatocín und Casares (Sierra Crestallina). Ihre Unterlage bilden Culmschiefer (Kalke, Quarzite, violette Schiefer) des Betikums, dessen nächst tiefere sedimentär-kristallinen Gesteine hier durch die enorm mächtige Entwicklung basischer Intrusionen (Serpentin des Reales de Genalguacil, Sierra Bermeja etc.) verdrängt sind. Die grossen Linien des Baues dieses Endgliedes des Betikums zeigen da und dort etwelche Parallelität mit jenen des Penibetikums, doch bleibt die Diskordanz beider an ebensoviel Stellen doch unverkennbar (Fig. 1).

In der Gegend des mediterranen Endes unseres Westprofils angelangt, seien nun noch mit einigen wenigen, dürftigen Strichen die Verhältnisse in dem wenig übersichtlichen **Gebiet der südlichsten Halbinsel Spaniens** skizziert, dies soweit mir vorliegende Literatur und einige kursorische Feldbeobachtungen zu einer vorläufigen Auffassung hinreichen. Die

Fragen, die sich an diesen Brückenkopf zwischen europäischem und afrikanischem Kontinente und sein afrikanisches Gegenstück knüpfen, sind so komplexer und auch noch problematischer Natur, dass sie unter den gewonnenen Gesichtspunkten nach einer selbständigen Besprechung fragen würden, wozu aber eingehenderes Terrainstudium voranzugehen hätte.

Das penibetische Tertiär, das zufolge des Absinkens der Jura-Kreidefalten, deren Kern noch in einigen „Aufbrüchen“ fensterartig zum Vorschein kommt (Peñon del Berrueco, Oberlauf Rio Hozgarganta), eine enorme Oberflächenverbreitung und Mächtigkeit gewinnt, nimmt sozusagen den ganzen Landesteil ein. Viel, das Gesamtbild der Hauptlinien verwirrende Kleintektonik scheint hier vorzukommen; immerhin weist aber die Anordnung der Hauptflussrichtungen (Rio Guadaro, Rio Hozgarganta) in der den penibetischen Kalkfalten benachbarten Zone auf das Geltendsein der meridionalen Streichrichtung. Das Tertiär dieser Gegend setzt sich zur Hauptsache aus einer viele 100 m mächtigen Folge von Quarzsandsteinen und Mergeln zusammen, die durch GAVALA als eine oligozäne Aljibe-Formation über die tieferen, eozänen Flysch-Nummulitensedimente gestellt wird. Die Fazieswechsel von Sandsteinvormacht zu Mergel-Tonvormacht sind in diesen Sedimenten so sprunghaft, dass eine stratigraphisch beabsichtigte Aufteilung allzuleicht einer faziellen Gliederung nachspürt. An diesem Missgriff scheint mir denn auch GAVALAS detaillierte Tertiärstratigraphie zu krankem und dürfte meines Erachtens die gesamte Sandsteinbildung noch als eozäne Flyschbildung aufgefasst werden, wogegen keine paläontologisch stratigraphischen Gründe anzuführen sind.

Innerhalb der penibetischen Flyschmasse erscheint, gleichfalls in Fenstern, die citrabetische Trias (Hoya de la Saucedá, Alcalá de los Gazules); ihr breites Hauptausstrichgebiet liegt aber in einer mehr äusseren, nordwestlichen Zone, wo ihr noch zahlreiche subbetische Klippen mit ihrer mergeligen Kreide aufliegen; weite, verschieden stark gefaltete Tertiärfelder, die noch die Deckenbewegung mitgemacht haben, besitzen hier bedeutende Verbreitung. Wenn J. GAVALA anführt (12, p. 42), dass Aljibe-Sandstein in ausgesprochener Diskordanz zu den schon zuvor gefalteten Nummulitenbildungen stehe, so liegt es nahe, diesen Beobachtungen eine Überfaltung oder Überschiebung von penibetischem Flyschsandstein auf subbetischer Tertiär zugrunde zu legen. Welche genaueren Zusammenhänge den penibetischen Flysch mit diesem subbetischen Tertiär verknüpfen, kann erst eine neue, auf Decken-

stratigraphie beruhende Sichtung der reichen Ergebnisse GAVALAS ergeben. Hinweise sind im gaditanschen Tertiärklippenland vorhanden, dass die Tertiärbildungen beider Zonen als Ganzes stratigraphisch miteinander zusammenhängen, was ein Beweis dafür wäre, dass Subbetikum und Penibetikum ein und derselben ursprünglichen Deckenplatte im grossen Stil angehören. Triassedimente über dem penibetischen Tertiär sind aus dem grossen, zusammenhängenden Tertiärkomplex der Südhalbinsel nicht bekannt geworden, was bei Zutreffen der schon bei Besprechung des Ostprofils erwähnten Möglichkeit einer tektonischen Höherstellung des Subbetikums gegenüber dem Penibetikum bei dem allgemeinen südwestlichen Achsengefälle doch zutreffen sollte.

Schon vor bald einem Dezennium hat L. GENTIL (16—21) auf das Vorhandensein ausgedehnter Überschiebungen, das gaditansche Trias-Tertiärland betreffend, hingewiesen, seine inhaltsreichen Angaben aber leider nicht durch Karten oder Profile stützend. Sehr wahrscheinlich ordnen sich dieselben in ihrem nördlichen Verbreitungsgebiet (Tal des Rio Guadalete), wie weit auch die Selbständigkeit der Deckenbildung gehen möge, der subbetischen Zone ein. Sind Teildecken des Subbetikums oder aber tiefere, ursprünglich citrabetische Strukturen hier die niedrigen Hügel des Cordillären-Nordwestrandes aufbauend? Die Frage ist noch nicht zu beantworten¹⁾. Immerhin möchte ich aber hier doch darauf hinweisen, dass aus der Überlagerung von Trias auf Nummulitikum nicht ohne weiteres der Rückschluss gegeben ist, dass eine höhere Triasdecke tiefere Einheiten (GENTILS „nappe nummulitique“ und „nappe jurassique“) auf regionale Erstreckung deckenförmig überlagere und unter sich einwicke (Cabezas de San Juan, Cerro Guijo bei Arcos de la Frontera); durch mehr lokale Verfaltungen von Trias und Tertiär lassen sich solche Lagerungsverhältnisse gleichfalls erklären. Auf solche spätere Zusammenstauchungen möchte ich auch die zwar nur ganz lokale Überlagerung von Trias auf Neocom, wie ich sie an der Klippe der Sierra Sta. Lucia (östl. Villamartin) beobachtete, zurückführen. Eine besondere, sicher in der gypsreichen Trias sehr belangreiche Art der „Zusammenfaltung“ dieser Formation mit tertiären Schichten

¹⁾ In diesem Zusammenhange sei auf Vergleiche von R. STAUB, die der gaditanschen Trias-Tertiärtektonik gelten dürften, hingewiesen (35, p. 227); er sagt: „An der Basis der betischen Kalkdecke stellen sich tiefere Einheiten in Form von Flyschdecken ein, die mit ihrer Kombination Trias-Eozän weitgehend an Gurnigel-Niesen oder an die ostalpine Flyschzone gemahnen“.

führt J. GAVALA in seiner Monographie der andalusischen Petrolregionen (12) an; dort weist er auf das Vorkommen diapirer Falten mit Triaskernen (los anticlinales de nucleo perforante de Espera y Villamrtin) hin, eine Lagerungsweise, die bei weitgehender Erosion, deckenförmige Überlagerungen vortäuschen kann.

Doch treten wir nun jenem weit über Land und Meer hinwegleuchtenden, weissen Felszacken näher: dem **Berge von Gibraltar**, der schon durch Jahrzehnte hindurch der Gegenstand geologischer Fragestellung war. Er ist nichts anderes als eine durch Brüche begrenzte, penibetische, und zwar extern penibetische Halfalte, die in ihrer Nord-Südstreichrichtung sich prächtig anpasst an das penibetische Flyschstreichen der Sandsteinfalte der eben nördlich davon gelegenen Sierra Carbonera bei San Roque. Das Vorkommen von roter penibetischer Kreide im Hafen von Gibraltar¹⁾, sowie ein weiteres kleines, aus dem eintönigen „Flyschmeer“ südwestlich Algeciras (Rio Picaro) herausguckendes Tithon-Neocom-Köpfchen stützen diese Zusammenhänge. Der Nord-Süd gerichtete Fingerzeig nach Afrika hinüber ist somit in der innersten Zone des Penibetikums ein unverkennbarer und ist deshalb die Aussage von RUDOLF STAUB: „Keine einzige Falte der Betischen Kette streicht quer über die Meerenge ins Rif hinein“ in dieser scharfen Fassung nicht haltbar; mag man die meridionale Richtung sub specie regionalis, d. h. auf das Gesamtstreichen der hier ausgehenden Alpiden bezogen, als eine unterzuordnende, quer gerichtete, also nur scheinbare Hauptfaltungsrichtung ansehen, so kommt ihr doch auf dem iberischen Teil der erhaltenen Landbrücke der bestimmende Leitcharakter im tektonischen Bilde zu. Die Richtung der Faltungsachsen ist sicherlich eine meridionale. Entweder müssen wir also hier bei einem flexurförmig raschen Abtauchen der Deckencarapace eine westwärts gerichtete Querfaltenbildung (Innenrand eines Bogens!) annehmen, oder aber mit ARGAND (25) die gesamte, postorogenetische Schwenkung des Rifbogens aus seiner ursprünglich alpin-algarvischen Richtung in seine heutige meridional-nord-marokkanische als die meist zutreffende Erklärungsmöglichkeit betrachten; zu betonen bleibt, dass diese letztere Auffassung, wie sehr auch ihre Gesamtmechanik schwierig verstehbar ist,

¹⁾ Das Vorhandensein penibetischer Kreide über dem Jurakalk des Gibraltarfelsens kann der Karte J. GAVALA's (33) entnommen werden. DUPUY DE LÔME verzeichnet dieselbe als „siliceas pizarrosas“ (18, prof. 3), was in gleichem Sinne spricht, da die rote penibetische Kreide sehr oft reich an Kieselknollen und -lagen ist.

manchen Erklärungsschwierigkeiten in vorzüglicher Weise entgegenkommt — z. B. einem mutmasslichen Weiterstreichen der Deckenstruktur im meridional gerichteten Rifbogen —, dass aber für Abklärung im einen oder anderen Sinne die Kenntnis der geologischen Vorgänge im westlichen Mittelmeer noch allzu unvollkommen ist.

Bleiben wir allein bei den für die Beobachtung verfolg-
baren Linien, so können wir feststellen, dass wir uns im Penibetikum von Gibraltar auf der inneren Seite, im Südende eines weitgespannten penibetischen Bogens (Teba-Cortes de la Frontera-Algeciras) befinden (Fig. 1). Das zu dieser Krümmung mehr peripherisch gelegene Subbetikum spannt dieselbe in weitem, kaum mehr wahrnehmbarem Schwung und hält deshalb in der Anordnung seiner Klippen und der Trias-Tertiärzüge der südwestlichen Provinz Cadix noch das alpine SW-Streichen ein. Diese alpine Streichrichtung beherrscht die ganze SW-Küste zwischen San Fernando und Algeciras, wo ihr neuerdings O. JESSEN bei Nachforschung der Zusammenhänge beiderseits der Meerenge nachgegangen ist (28). Die beiden gegen SE zu konvergierenden Streichrichtungen, die meridionale und die alpine, scheinen sich noch auf spanischem Festlande innerhalb des penibetischen Tertiärs zu treffen, dies also in einer Schichtmasse, die zufolge ihrer unregelmässigen Faltung für Aufklärung regional geltender Richtungen recht ungeeignet erscheint. Der Winkel, der von diesen beiden Streich-, resp. Faltungsrichtungen eingeschlossen wird, dürfte sich in der Breite von Algeciras befinden und die zahlreichen Brüche enthalten, die GAVALA längs der Laguna de Janda (33, p. 133) und JESSEN bei Algeciras (20, p. 149) erwähnen. Der solcherweise entstehende, gegen SE gerichtete „Knick“ findet einigermaßen seine Erklärung, nachdem wir versucht haben werden, das nördliche Marokko in die für Andalusien gegebene Aufteilung einzureihen.

Hier, auf der **nordmarokkanischen Halbinsel** ermöglichen die Aufnahmen von DUPUY DE LÔME und MILANS DEL BOSCH (22) eine bis auf den noch problematischen Flysch recht gute Korrelation mit den iberischen Verhältnissen. Der Djebel Musa und die Punta de Benzu, die stets mit den Kalken von Gibraltar in Beziehung gebracht wurden und hier ihr tithonisches Alter auf sichere Weise bestätigt erhielten (15), sind nach Faziesverhältnissen und tektonischer Position die direkte Fortsetzung der penibetischen, und zwar der externpenibetischen Zone.

Das Kristallin und die paläozoischen Schiefer, die von Ceuta bis Tetuan die mediterrane Küste flankieren, sind die unverkennbaren Analoga des malagensischen Betikums. Der petrographische Habitus ist unbedingt derselbe (Vorkommen kristalliner Kalke, von Serpentin, von ähnlichen Schiefen und Quarziten etc.). Die in Mulden darin eingefaltete Permo-Trias besitzt die Fazies der gleichartigen und -altrigen malagensischen Bildungen; gleicherweise transgredieren darüber die Eozän-sedimente hinweg. Wir haben die zusammengehörigen Randglieder der „Alboran-Masse“ im Sinne von O. JESSEN (28, p. 154) vor uns.

Und zur Korrelation der Sedimentärformationen des Penibetikums in Südandalusien und Nord-Marokko übergehend, ist zu betonen, dass neben den völlig gleichartig ausgebildeten Jurabildungen insbesondere auch die Reduktion der Kreide, die im Rifnordende bis zur völligen Elimination derselben (präeoäne Erosion) geführt hat, überzeugend für den direkten zonalen Zusammenhang beider Gebiete spricht. Auch bleibt anzuführen, dass in beiden Gebieten das Vorkommen metasomatischer Manganerze in Taschen des Tithons (Djebel Musa in Nord-Marokko, Sierra Marchamonas und Chorro der Medianzone des andalusischen Penibetikums) mit dem ganzen oder teilweisen Abtrag der roten Kreide und daheriger Anreicherung von Fe und Mn in Zusammenhang gebracht werden kann.

Während wir nun in den betischen Cordilleren bei Ronda und noch am mittleren Guadiaro, das Penibetikum unter das Betikum einfallen sehen, sitzt dasselbe dahingegen in Nord-Marokko der kristallin-paläozoischen Basis oben auf, den orographischen Rückgrat der ganzen Halbinsel formend. Die Frage, ob in Nord-Marokko zwischen Jura und alter Unterlage ein mechanischer Kontakt vorliegt oder aber, wie die spanischen Bearbeiter dieses Gebietes annehmen, eine reine transgressive Auflagerung stattfand, wage ich noch nicht weiter zu beurteilen; das letztere spräche dafür, dass die penibetische Zone hier autochthon geworden ist; kaum in diesem Sinne wären aber Profile zu deuten, die eine den Verhältnissen der Serrania de Ronda ganz analoge Lagerungsweise zeigen (z. B. bei El Biutz (22, Textprofil 3 und Djebel El Hhauz, Tafelprofil 2)).

Und wenden wir die Blicke noch weiter westwärts, so sehen wir dort aus den Tertiärgesteinen des Fahzz von Tanger und in der Berggruppe der Cudia Dahari möglicherweise nicht mehr als Klippe, sondern als autochthone oder parautochthone, stark gestörte Falten die subbetische Kreide (fossilfüh-

rende Senonmergel) auftauchen. Die zwischen penibetischem Jura und dieser subbetischen Kreide liegenden mächtigen Tertiärsedimente scheinen die schon zuvor angerührte Frage in gleichem Sinn zu beantworten, nämlich, dass die Nummulitenbildungen von der einen Zone in die andere überleiten, sie also das benötigte *trait d'union* zur Zusammenfügung des Peni- und Subbetikums, ausmachen. Die andere Möglichkeit, dass die subbetische Kreide in Überschiebung dem Flysch der westlichen Rifvorberge aufliegt, verdient aber auch ihre Prüfung.

Die Art der Festlegung eines zonalen Verbandes zwischen andalusischen Cordillern und dem Rifgebiet gestattet uns nun nochmals die Verhältnisse im „Knick“ von Algeciras zu beurteilen.

Die relativ westwärts vorgeschobene Lage der nordmarokkanischen Basis gegenüber ihrem europäischen Gegenstück, dem bei Casares untertauchenden Betikum, springt in die Augen; auch in diesem weiterspannenden Zusammenhange zeichnet sich somit bei Verbindung beider eine flach ostwärts eingreifende Buchtung. (Schematisch in Fig. 1 angedeutet.) Der Wechsel der Streichrichtungen, der „Knick“ von Algeciras, liegt mehr oder weniger im innersten Winkel dieser weiter ausholenden „betischen Bucht“. Da dieselbe auch mit dem pliozänen Bruchgebiet der Strasse von Gibraltar zusammenfällt, liegt es auf der Hand, sie bis zu einem gewissen Grade auch mit dessen Bildung in Zusammenhang zu bringen, Vermutungen, denen aber eben nicht weiter nachgegangen werden kann. Der Form der Einbuchtung entspricht das meridionale Streichen des Penibetikums von Manilva-Gibraltar und nach derselben zielt auch die Streichrichtung der nördlichsten Bauelemente der nordmarokkanischen Halbinsel; hier ist es die Orientierung der jurassischen Kalkzonen des Djebel Musa, des Djebel Bel liunes, jene der Eozänvorkommnisse westlich Ceuta und eventuell auch jene der dortigen Permotriastreifen — die zwar bei der zu verfolgenden Anordnung weniger ins Gewicht fallen, da sie wohl durch ältere als alpine Bewegungen orientiert wurden —, die mit dem penibetischen Streichen von Gibraltar einen ganz flachen, stumpfen Winkel einschliesst, resp. hinter dasselbe ostwärts hineinzielt, die Buchtform also deutlich macht. Die äussere Zone des Subbetikums gibt keine Anweisung mehr auf das bis dorthin sich geltendmachende Einbuchten von Algeciras, es sei denn, dass eine schwache Konvergenz der innersten Zone gegen das marokkanische Penibetikum zu erkennen sein dürfte. Wie unvollständig die gemachten Kombinationen in dieser zerbrochenen Kontinent-

brücke auch sind, so scheint mir doch aus den vorangehenden Ausführungen das Vorhandensein einer südwestwärts gerichteten, von unregelmässigen Streichrichtungen und Brüchen erfüllten Einbuchtung dargetan zu sein; *mutatis mutandis* lässt diese sich mit der „*aire d'ennoyage*“, die GENTIL in der Strasse von Gibraltar voraussetzte (11, p. 93), oder mit der „Muldenzone der Meerenge von Gibraltar“, deren Vorhandensein zur Hervorhebung alpin gerichteter Streichrichtung R. STAUB (36) über das Mass des wirklich Vorhandenen betont, in Parallele setzen. Die Einbuchtung bewirkt, dass der altbekannte Bogen von Gibraltar in zwei Teilbogen gegliedert erscheint, einen nördlichen andalusischen und einen südlichen nordmarokkanischen; ob die Einbuchtung von Algeciras auch einem tektonischen Scharnier entspricht, das einstmals den nordmarokkanischen kristallinen Komplex tektonisch höher erscheinen liess als seinen malagensischen Widerpart, fällt schwer zu beurteilen.

Die Verfolgung der betischen Cordilleren hat uns bis hinab zu den Säulen des Herkules und über dieselben hinausgeführt. Betrachten wir nochmals von dieser kulturhistorischen Warte aus die grossen Zusammenhänge; sie führen uns eigentlich erst näher zur Erfassung der aus den noch so losen und lückenhaften Einzelbeobachtungen sich ergebenden tektonischen Hauptzüge und des Werdeganges derselben. (Vergl. Fig. 1.)

Die **zonale Anordnung der tektonischen Einheiten des mesozoischen Anteils der betischen Cordilleren ist ausgesprochen**; sie hebt sich am klarsten im Deckenland hervor und äussert sich dort durch eine innerhalb der Einzelglieder geltenden Parallelität ihrer Hauptstreichrichtung. Dieser Parallelität fügen sich in ihren Details die Lagebeziehungen der Deckenzonen zu dem ihnen teils auflagernden Betikum nicht. Der betischen Aussenfront vom Becken von Granada bis ins Rifgebiet folgend, sehen wir das **Nachbarschaftsverhältnis von Aussenzone und Betikum von Strecke zu Strecke wechselnd**, wobei in der Richtung des allgemeinen Achsengefälles im wesentlichen jeweilen eine äussere Zone in Kontakt mit dem Betikum gelangt, jene bald unter dasselbe eintauchend, bald demselben aufsitzend. Einer kurzen Strecke der Berandung durch die Klippen der intern penibetischen Zone (bei Ardales) folgt ostwärts bis ins Becken von Granada die viel bedeutendere median penibetische Zone, die dann ihrerseits westwärts wieder von der bedeutendsten, der extern penibetischen Zone, abgelöst wird; diese gelangt ihrerseits, in Nachfolge des Vorbildes der unbedeutenderen internen Zone, aus der Position der Unter-

lagerung in jene der Auflagerung auf das Betikum resp. die marokkanische Basis. Aus dieser gegen die Richtung des Faltensinkens gerichteten Konvergenz von Betikum und Penibetikum, aus diesem Oben und Unten der gegenseitigen Lagebeziehungen, ergibt sich das Bild der tektonischen Diskordanz. Aus der regionalen Übersicht leitet sich also die gleiche Schlussfolgerung ab, wie sie die Einzelbeobachtung lieferte: **die betische Einheit überlagert die penibetischen Falten, die wir als Decken betrachten, sie hat dieselben auf unbekannte Schubweite überfahren, teils unterfahren**, der afrikanische Koloss ist über die durch ihn aufgesprengte und zusammengestaute Faltenmasse hinweggeglitten oder, um ein recht drastisches Bild zu wählen, er hat seinen Untergrund bald unter die Füße getreten (Einwicklung), bald ihn auf seine Hörner genommen (interne Klippen).

Dass bei solchen Lagerungsbeziehungen ein Wurzelgebiet für die citrabetisch gelegenen Decken nicht aufgefunden werden kann, erhellt aus sich selbst; wo die Wurzeln, wenn in ultrabetischer Position vorhanden, zu suchen wären, treffen wir die gewaltigen Einbrüche des Mittelmeeres und jenseits derselben lagern dem betisch-marokkanischen, resp. dinaridischen Grundstock die autochthonen Sedimente der inneren, mediterranen Rifgebiete auf. Zwischen wurzellosem Vorland und autochthonem Rückland muss natürlich ein Bindeglied vorhanden sein. Ich neige der Ansicht zu, dass in der tektonischen Bucht von Algeciras diese Übergangszone sich anbahnt; der schon stark an den regelmässigen Bau einer autochthonen Falte gemahnende Typus der Falte von Manilva könnte gar schon in diesem Sinne gedeutet werden, ja gerade dazu verleiten, das ganze vorgelagerte Penibetikum als autochthone, oder sagen wir vorsichtiger als ursprünglich citrabetische Zone, in die Narbe unter das Betikum zu versetzen.

Wir sind am Ende unserer weiten Wanderung; wo wir hinsehen, bleiben noch offene Fragen. Die grossen Linien des Baues jedoch zeichnen sich deutlich; das imposante Geschehen, der alpidenzeugende Nord- bis Nordwestwärtsstoss der afrikanischen Sal-Scholle zeigt im andalusisch-nordmarokkanischen Abschnitt seine besondere Prägung: das Vorland erscheint überwältigt, das Rückland in Stücke zerlegt und im Mittelmeer versenkt, allein in seinem Nordsaum, im Betikum, bleibt gewissermassen ein Stück afrikanisches Paläozoikum dem heutigen europäischen Kontinente anhaften; und westwärts nun sinkt diese kristallin-paläozoische Unterlage mit starkem Gefälle in

den Atlantik hinab, ihre mesozoische Umrandung bilden die meridionalen Ketten, die heute von einem Kontinente zum andern hinüberleiten.

V. Zusammenfassung.

Der Deckenbau der betischen Cordilleren Andalusiens, wie er durch R. DOUVILLÉ, BROUWER, R. STAUB und andere festgelegt wurde, findet durch jede weitere Untersuchung seine Bestätigung.

Als tektonische Einheiten höherer Ordnung, die mit Deckengruppen gleichwertig zu setzen sind, können in Südwest-Andalusien auseinandergehalten werden:

1. der vorwiegend kristallin-paläozoische Komplex der Südküste, das Betikum s. l.;
2. das Deckenland der mesozoischen Falten der nördlichen Gebirgsseite, die peni-, sub- und präbetischen Zonen.

Das Betikum im weitesten Sinne gliedert sich in die tieferen Einheiten der Alpujarriden (granadines Betikum) und das wahrscheinlich darüberliegende, möglicherweise aber auch aus denselben hervorgehende malagensische Betikum (Betikum s. str.).

Das malagensische Betikum baut sich auf aus kristallinen Schiefern und Paläozoikum, das bis in die Kulmformation hinaufreicht; darüber liegt die z. T. grobklastische Permotrias in flacher Diskordanz. Für den Aufbau ist leitend eine unübersichtliche Kleinfaltung in den oberen Partien und eine Anordnung zu Zonen von vorwiegend isoklinalem Schichtstreichen, seltener mit Antiklinalbildung, in tieferen Partien.

Die Alpujarriden entsprechen einer Aufeinanderfolge von drei weitausholenden Decken, an denen sich kristalline Schiefer und Trias beteiligen; die Triasausbildung ist im Gegensatz zum malagensischen Betikum die alpin-dolomitische. Dem allgemeinen, ostwärts gerichteten Achsenanstieg entsprechend, kommt unter den Alpujarriden fensterförmig die kristalline „Kuppel“ der Sierra Nevada zum Vorschein.

Das nördliche mesozoische Gebiet fügt sich, in drei Zonen aufteilbar, unmittelbar an den Nordrand der betischen Einheiten; an seinem Falten- und Klippenbau beteiligen sich im wesentlichen Jura-Kreide- und Tertiärsedimente; die Trias, die hier in germanischer Fazies ausgebildet ist, findet sich teils als Antiklinalkernformation (vorwiegend südliche Zone), teils aber liegt sie als Substrat unter den ihr überschobenen Klippen. Als Ganzes ist das jurassisch-kretazisch-tertiäre Faltenland

als eine innerhalb engen Grenzen zusammengehörige, in sich gefaltete und gliederbare Deckenplatte aufzufassen, deren paläozoischer Kern in der Richtung des Betikums zu suchen ist; die Wurzelzone ist jedoch nicht mehr näher feststellbar.

Die Dreigliederung in Peni-, Sub- und Präbetikum ist begründet in einer gewissen tektonischen Individualität der Einzelzonen, insbesondere aber durch eine verschiedene Ausbildung ihrer Sedimente; die Leitformation zur Gliederung liefert die Kreide: vorwiegend rote, fossilere Kalkschiefer im Penibetikum, grüngraue, fossilführende Mergel im Subbetikum, reichgegliederte, bis in höhere Stufen hinaufreichende Sedimente im Präbetikum.

Das Tertiär, das allein aus den Alpujarriden nicht bekannt geworden ist, ist in seinen tiefsten Lagen (Mitteleozän) den südlichen und nördlichen Einheiten gemeinsam; es transgrediert über paläozoische Schiefer und Permotrias des Betikums hinweg auf die Kreide des Penibetikums. Die Scheidung von allochthonem und autochthonem Tertiär des Guadalquivirbeckens ist schwierig ausführbar; das gleiche gilt für die Trias.

Der Saum zwischen Betikum und Penibetikum entspricht einer regionalen Überschiebung; das transgredierende Eozän verdeckt jedoch dieselbe auf weite Strecken; aus diesen Verhältnissen ergibt sich das Alter der ersten alpinen Überschiebungen als präeozän (prämitteleozän).

Die penibetischen Falten fallen teils unter betische Einheiten ein, teils kommen sie in Fenstern derselben (der Alpujarriden) zum Vorschein, oder aber Reste derselben finden sich als Klippen auf den Schiefen des malagensischen Betikums (Nordsaum). Diese Lagerungsweise tut dar, dass die peni- und subbetischen Bauelemente durch den späteren Vorstoss der betischen Einheit überfahren und eingewickelt wurden; die Miteinbeziehung des Eozäns versetzt diese zweite Phase der Gebirgsbildung, der wohl auch die Hauptdeckenbildung und ihre strukturelle Gliederung zukommt, in posteoazäne Zeit; die zeitlich obere Grenze ist gegeben durch die autochthonen, jedoch auch wiederum gefalteten mittelmiozänen Sedimente der intracordillerischen Becken; die letzten alpinen Faltungen klingen zwischen Miozän und Pliozän allmählich aus.

Die Deckenzonen der Provinzen Granada, Jaén und Málaga lassen sich westwärts in die Provinz Cadix und über das unvermittelt rasch abtauchende Westende des Betikums hinweg verfolgen. Während die tektonischen Linien der äusseren Einheit mit alpinem Streichen atlantikwärts weisen, biegen die inneren, dem Betikum meist benachbarten, in meridionale

Errata in der Beschriftung der Karte „Entwurf zu einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren etc.“

Von M. BLUMENTHAL.¹⁾

A) Geographische Namen der Karte:

1) Östliche Hälfte:

Lies: Algarinejo	statt Algamejo
Almuñecar	„ Almunecar
Cogollos Vega	„ Cogolles Vega
Montefrio	„ Montilla (nordöstlich Loja)
Montilla	„ Moreda (südöstlich Cordoba)
Santopitar	„ Santopidar
Sierra Tejada	„ Sierra Tejada
Valdepeñas	„ Valdepenas
Yunquera	„ Alcaucin (westl. Málaga)

Fehlend:

Ahillo

Berggruppe östlich Alcaudete

2) Westliche Hälfte:

Lies: Algotocin	„ Alcatocin
Algodonales	„ Algotonales
Cabezas de S. Juan	„ Capezas de San Juan
Estepona	„ Estepons
Guadiaro (Rio)	„ Gadiaro
Hozgarganta (Rio)	„ Hozgaranta
Montejaque	„ Monte Jaque
Serrania de Ronda	„ Sra Serrania de Rondaz

Fehlend:

Jerez de la Frontera

nordöstlich Cadiz

Manilva

westsüdwestlich Estepona

Reales de Genalguacil

Berg nordwestlich Estepona

B.) *Legende:*

Unvollständig sind erklärt:

P. Bl. = Puerto Blanco (Ostprofil)

T = Kristalline Schiefer von Tocón (Ostprofil)

R = Robledal (Westprofil).

Fehlend sind die Buchstaben:

$\left. \begin{matrix} A \\ T \\ Al \\ M \end{matrix} \right\}$	$\left. \begin{matrix} \text{(Alpujarriden)} \\ \text{(Malag. Betikum)} \end{matrix} \right\}$	in den Flächen der Signatur (schräge Doppellinien) der „suprabetischen“ Kalke und Dolomite und vorkommend in der Sra. Almijara (A), Sierra Tejeda (T), Serrania de Ronda (Al) und Sra. de Mijas (M).; diese Kalke haben sich nun wohl insgesamt als Trias erwiesen (Fossilfunde) so dass Al und M als unter dem malagensischen Betikum neu auftauchende Deckeneinheiten aufzufassen sind.
---	--	---

C.) *Colorierung:*

Die rote Farbe des Betikums s.l. fehlt für:

1. die kleine Enclave der Guajar-Decke bei La Malà (Becken von Granada),
2. die kleinen Ueberschiebungsklippen des malagensischen Betikums auf das Penibetikum in der Sierra Almola-Ladera südlich Ronda,
3. gleiche Vorkommnisse im Westprofil bei La. (Sra. Ladera).
4. der Zone von Cogollos Vega (nordöstl. Granada) ist die Signatur des malagensischen Betikums zu geben; dies letztere ist eine wichtige Ergänzung, die sich aus der Fortsetzung der Feldarbeiten ergab.
5. das Fach der Legende: Autochthones Paläozoikum.

¹⁾ Landesabwesenheit verhinderte den Autor, die letzte Kontrolle der Karte zu besorgen; da eine grössere Anzahl störender Fehler (Ortsverwechslungen) darin vorkommen, wird hier eine Zusammenstellung derselben nachgetragen.

ENTWURF zu einer TEKTONISCHEN GLIEDERUNG der BETISCHEN CORDILLEREN des CENTRALEN und SÜDWESTLICHEN ANDALUSIEN

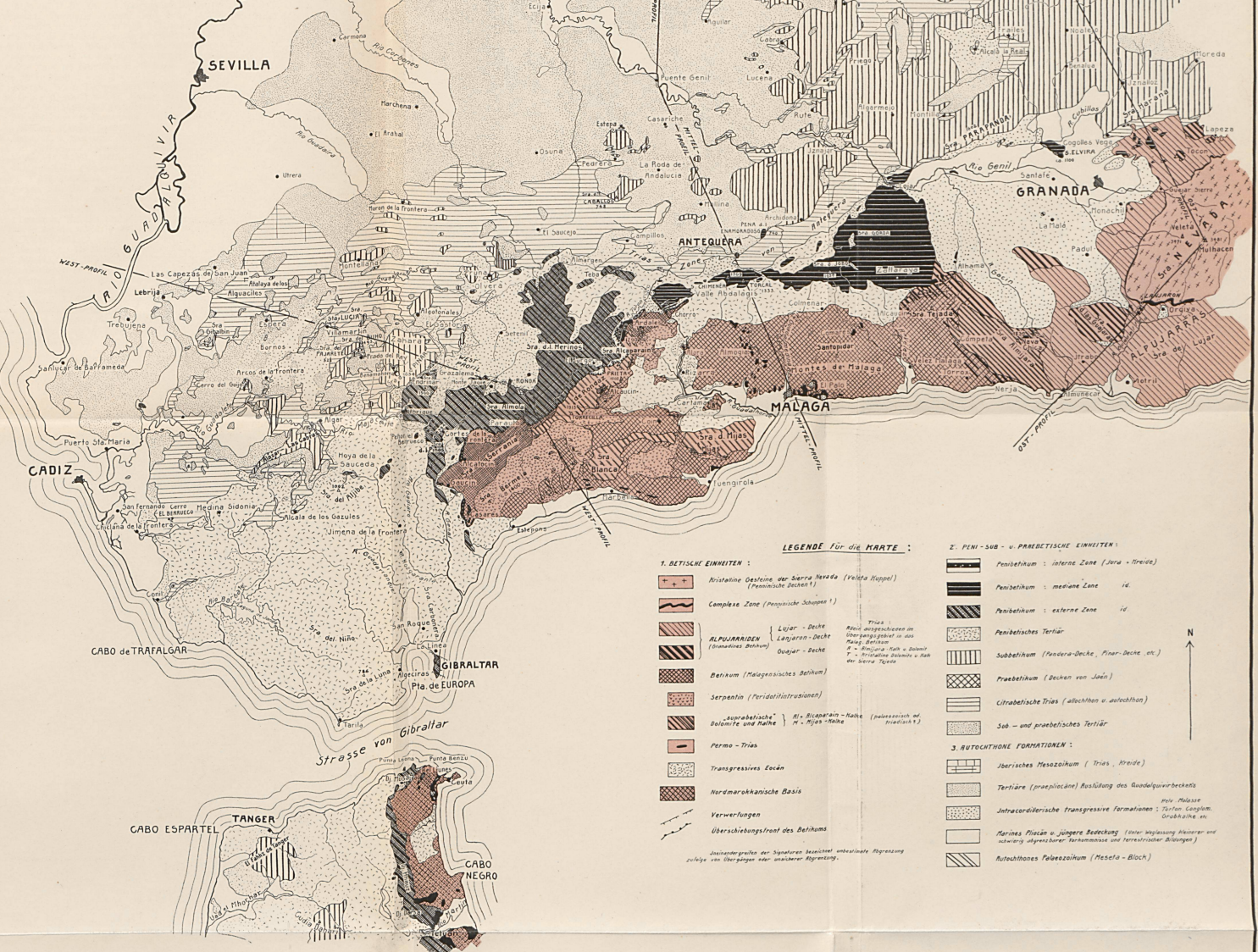
1:800000.

Entworfen nach eigenen Aufnahmen

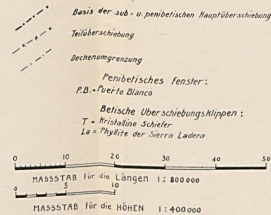
und solchen von R.W. van Bemmelen (Granada - Motril) R. Douville (Prov. Jaén)
J. Gavala (Prov. Cadix) D. de Oruela (Serranía de Ronda)

MORITZ M. BLUMENTHAL

August 1927.

0 10 20 30 40 50 Km.
MASSSTAB 1:800000

LEGENDE für die PROFILE:



Richtung um und erreichen die Strasse von Gibraltar und die Gebirge von Nord-Marokko, woselbst die tektonischen Einheiten Andalusiens wieder erkennbar sind. Das Zusammentreffen von alpiner und meridionaler Streichrichtung bewirkt die „Einbuchtung“ von Algeciras, so dass der Gesamtbogen von Gibraltar in zwei Teilstücke gegliedert erscheint.

Die Beziehungen der Einzelzonen auf die Gesamterstreckung des ca. 300 km langen Cordillerenabschnittes überblickend, resultiert daraus prägnant die tektonische Diskordanz zwischen betischen und penibetischen Einheiten; die Überfahung der alten Kernmasse auf das in einer frühen Phase von ihren rückwärtigen Teilen abgeschobene Deckenland ist eines der wichtigsten Ergebnisse neuester Untersuchungen.

Zitierte Literatur.

(Weitere Bibliographie siehe Lit. 9 und 38.)

1. ANSTED, D. T. On the Geology of Málaga and the southern part of Andalusia. Quarterly Journal Geol. Soc., vol. XV. 1859.
2. BARROIS, CH. et OFFRET, A. Mémoire sur la constitution géologique du sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejeda à la Sierra Nevada. Mission d'Andalousie. Mém. de l'Ac. d. Sciences, t. XXX. Paris 1889.
3. BERTRAND, M. et KILIAN, W. Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Málaga. Mission d'Andalousie, *ibid.* 1889.
4. KILIAN, W. I. Le gisement tithonique de Fuente de los Frailes près de Cabra (Cordue). — II. Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie. Mission d'Andalousie, *ibid.* 1889.
5. MICHEL-LÉVY et BERGERON. Etude géologique de la Serrania de Ronda. Mission d'Andalousie. 1889.
6. CALA, M. y SANCHEZ. Geologia del termino de Moron y descripción de su yacimiento diatomifero. Anales de la Soc. Esp. de Historia Natural. Ser. II, t. VI. 1897.
7. DOUVILLÉ, R. Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (Partie centrale). Paris, Bouillant. 1906.
8. SUSS, ED. Das Antlitz der Erde. 1910.
9. DOUVILLÉ, R. La Péninsule Ibérique. A. Espagne. Handbuch der Regionalen Geologie. Heft 7. 1911.
10. TERMIER, P. Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale. Revue générale des Sciences pures et appliquées, t. XXII. 1911.
11. GENTIL, L. Le Maroc physique. Paris, Alcan. 1912.
12. GAVALA, J. Regiones petrolíferas de Andalucía. Boletín del Instituto Geológico de España, t. XXXVII. 1916.
13. ORUETA, D. DE. Estudio geológico y petrográfico de la Serrania de Ronda. Memorias del Instituto Geológico de España. 1917.
14. GAVALA, J. Descripción geográfica y geológica de la Serrania de Grazalema. Boletín del Instituto Geológico de España, t. XXXIX. 1918.
15. DUPUY DE LÔME, E. y MILÁNS DEL BOSCH, J. Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar. Boletín del Instituto Geológico de España, t. XXXIX. 1918.

16. GENTIL, L. Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix. *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXVI, p. 1003. 1918.
17. GENTIL, L. Sur l'extension, en Andalousie, des nappes de recouvrement de la province de Cadix. *Ibid.*, t. CLXVII, p. 83. 1918.
18. GENTIL, L. Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Andalousie. *Ibid.*, p. 230. 1918.
19. GENTIL, L. Sur l'âge des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes pré-rifaines. *Ibid.*, p. 373. 1918.
20. GENTIL, L. Sur le synchronisme des dépôts et des mouvements orogéniques dans les détroits Nord-Bétique et Sud-Rifain. *Ibid.*, p. 727. 1918.
21. GENTIL, L. Sur les dépôts néogènes du détroit Nord-Bétique. *Ibid.*, p. 299. 1918.
22. DUPUY DE LÔME, E. y MILÁNS DEL BOSCH, J. Estudio geológico de la Península Norte-Marroquí. *Bol. del Instituto Geológico de España*, t. XLII. 1921.
23. DUPUY DE LÔME, E. Estudio del Instituto Geológico de España acerca de la cuenca hidrográfica de la Sierra de Mijas. Giral, Málaga. 1923.
24. HETZEL, W. H. Bijdrage tot de geologie van de Sierra Alhamilla (Prov. Almería). N. V. Handelsdrukkerij, s'Gravenhage. 1923.
25. ARGAND, E. La tectonique de l'Asie. *Comptes Rendus du Congrès géologique international, XIII^e session, Bruxelles (1922)*. 1924.
26. STAUB, R. Der Bau der Alpen. *Beiträge Geol. Karte d. Schweiz, Lieferung 52, N. F.* 1924.
27. ZEIJLMANS VAN EMMICHOVEN, C. P. A. Geologische onderzoeken in de Sierra de los Filabres (Prov. Almería). Waltman, Delft. 1925.
28. JESSEN, O. Die tektonischen Beziehungen der Gebirge beiderseits der Strasse von Gibraltar. *Centralblatt für Min., Geol. und Paläontol. Abt. B.* 1926.
29. BROUWER, H. A. Zur Geologie der Sierra Nevada. *Geologische Rundschau*, Bd. XVII, Heft 2. 1926.
30. BROUWER, H. A. Zur Tektonik der betischen Kordilleren. *Geologische Rundschau*, Bd. XVII, Heft 5. 1926.
31. NOVO, P. DE, CHICARRO, F., CARBONELL, A. u. A. De Sierra Morena a Sierra Nevada. Excursion A-5, XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid. 1926.
32. ORUETA, D. y RUBIO, E. La Serranía de Ronda. Exc. A-2. *Ibid.* 1926.
33. GAVALA, J., MILÁNS DEL BOSCH u. A. Estrecho de Gibraltar. Exc. A-1. *Ibid.* 1926.
34. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. La Sierra Morena et la plaine bétique. *Congrès Géol. International, Madrid*. 1926.
35. STAUB, R. Gedanken zur Tektonik Spaniens. *Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich*, LXXI. 1926.
36. STAUB, R. Über Gliederung und Deutung der Gebirge Marokkos. *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, Vol. XX, Nr. 2. 1926.
37. BLUMENTHAL, M. Zum Bauplan betischer und penibetischer Decken im Norden der Provinz Málaga. *Geol. Rundschau*, Bd. XVIII, Heft 1. 1927.
38. BEMMELEN, R. W. VAN. Bijdrage tot de Geologie der betische ketens in de provincie Granada. Waltman, Delft. 1927.

Manuskript eingegangen am 30. August 1927.