Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 20 (1926-1927)

Heft: 4

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

Autor: Blumenthal, Moritz M.

Kapitel: IV: Das Westprofil

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-158618

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

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 schmächtigerer 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 Westprofiles 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 vorauszugehen 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 Guadiaro, 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, eozänenen 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 kranken 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 Sauceda, 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 Ostprofiles 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 Cordilleren-Nordwestrandes aufbauend? Die Frage ist noch nicht zu beantworten[1]). 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 einwickle (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 Halbfalte, 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 Gibraltar[1]), 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-nordmarokkanische 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 verfolgbaren 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 Cadiz 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 palöaozoischen 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 Schiefern und Quarziten etc.). Die in Mulden darin eingefaltete Permo-Trias besitzt die Fazies der gleichartigen und -altrigen malagensischen Bildungen; gleicherweise transgredieren darüber die Eozänsedimente 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 (präeozäne 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 Cordilleren 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 Nachfolgung 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 aufgepresste und zusammengestaute Faltenmasse hinweggeglitten oder, um ein recht drastisches Bild zu wählen, er hat seinen Untergrund bald unter die Füsse getreten (Einwickelung), 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