

## DIE RIAS DER GALICISCH-ASTURISCHEN KÜSTE SPANIENS

## Beobachtungen und Bemerkungen zu ihrer Entstehung

Prof. Dr. WOLFGANG PANZER zum 65. Geburtstag gewidmet

HORST MENSCHING

mit 6 Abbildungen, 1 Fig. und 3 Karten

*Summary: The Rias of the Galician-Asturian coast of Spain.*

Adopting the local Spanish name of the Galician-Asturian coastal regions where they occur frequently, the drowned lower parts of valleys have been termed "rias". Their formation was often only seen in connexion with the geological development of the coast, and the advance of the sea into former river valleys was frequently explained as a consequence of tectonic subsidence of the coastal region. Most definitions of the term "rias coast" in geomorphological textbooks are based on this earlier interpretation. More recent publications take into account also the Quaternary eustatic sea level changes but in the interpretation of the present rias limit themselves to the consequences of the last, i. e. postglacial rise, the Flanders transgression, despite the fact that in a number of cases the existence of earlier Pleistocene beach terraces in the ria bays was noted and mentioned.

On the basis of his own observations on the coasts of the Iberian peninsula in 1958 and 1959 and a critical use of existing publications, the author attempts in this paper to view the genesis of rias within the framework of coastal development during the Quaternary as a whole. In doing so the morphological consequences of the glacial-eustatic sea level changes must in particular be taken into consideration. The well developed beach terraces within the Spanish ria bays furnished important clues.

A number of phases of the development can be distinguished. The fluvial development in the high rainfall area of the granite-gneiss bloc of Galicia and the Paleozoic massif of Asturia was as a result of sea recessions during the glacial periods determined by erosion phases in the lower courses of the rivers. These are contrasted with the phases of drowning in the interglacial periods which resulted from transgressions of the sea. In the ria-genesis both phases together make up one development cycle. Owing to the retreat of the coastline — according to PFANNENSTIEL during the early Quaternary a consequence of epirogenic uplift of the land masses — which during the Pleistocene was interacted with by glacial-eustatic sea level changes, the morphology of the bays altered greatly. The ria bays of the early Quaternary, which were larger than those of today, derived from Pliocene bays and became with every cycle deeper, narrower and extending further towards the sea, facts which explain their present funnel shape. This development can be deduced from detailed analyses of the marine terraces within the rias. The present morphology of the rias can at any rate only be interpreted by considering it as the last stage in the sequence of development during the Quaternary. The postglacial rise of the sea level was in this sequence merely responsible for the present extent of drowning of the lower parts of the valleys. Besides these generally valid and major factors in the development of rias the role of geological-tectonic and climate-geomorphological processes within the coastal regions of Asturia and Galicia are also discussed. Some examples from these parts of the Iberian coast are demonstrated in extenso but further detailed investigations are necessary to account for the typological differences between the Rias Bajas and the Rias Altas as well as the narrow Asturian Rias.

Seit FERDINAND v. RICHTHOFEN in seinem Führer für Forschungsreisende (1886, S. 303) den Begriff der Riasküste in die wissenschaftlich-geographische Terminologie einfuhrte, hat sich die Kenntnis der morphologischen Prozesse der Küstenformung und ebenso der Morphogenese der ganzen Küstenlandschaft erheblich erweitert. Die letzte zusammenfassende Darstellung der Rias von Galicien hat E. SCHEU (1913) gegeben. Seit dieser Zeit findet man in vielen morphologischen Darstellungen und Lehrbüchern die Rias-Küsten auf Grund dieser ersten Definitionen und Untersuchungen erklärt und dabei oft so vereinfacht dargestellt, daß ein unvollkommenes oder gar falsches Bild der Entwicklungsgeschichte der Rias entstehen muß. Der Verfasser hatte auf Studienreisen in den Jahren 1958 und 1959 Gelegenheit, die kantabrisch-asturische und galicische, sowie portugiesische Küstenregion kennenzulernen. Im Rahmen der Untersuchungen des morphologischen Zusammenhangs der marinen, eustatischen Terrassen mit den Fußflächen der Küstengebirge verschiedener Klimagebiete der Iberischen Halbinsel, über deren Ergebnisse an anderer Stelle berichtet werden soll, wurde durch die Beobachtungen zu diesen Fragen die Aufmerksamkeit auch auf die Entstehungsgeschichte der Rias Nordwest-Spaniens gelenkt. Auf Grund dieser Beobachtungen soll hier die Genese der Rias-Küste kritisch erörtert werden.

## Beschreibung und Terminologie

Im nördlichen und nordwestlichen Küstenbereich Spaniens werden Flußmündungen, die als trichterförmige oder schlauchförmige Meereshbuchten, die immer länger als breit sind und weiter in das Land zurückgreifen, als Rias (Sing. Ria) bezeichnet. Solche Rias stellen das Mündungsgebiet eines Talsystems oder eines einzelnen Tales dar, in das bei Flut das Meer bis zu mehreren Zehnern von Kilometern eindringt, während bei Ebbe bei verschiedenen Rias der Nordküste nur noch die Mündungsbucht selbst überflutet bleibt. Die oberen, landinneren Teile der Rias laufen somit mit dem Ebbestrom weitgehend leer, in der Regel bis auf den dort stark mäandrierenden Flußlauf selbst, der dann im äußeren Bild vieles mit den Prielien der Watten-

küste gemeinsam hat (vgl. Abb. 1). Am oberen Ende der Ria sind regelmäßig weite Bereiche mit Verlandungserscheinungen zu sehen, in denen Schilfrohr und Riedgras mächtige Schlickmassen aufgefangan haben.

Die größten und breitesten und auch tiefsten Rias finden sich bekanntlich an der galicischen Westküste (vgl. die Übersichtskarte 1). Die sog. Rias Bajas von Vigo, Pontevedra, Arosa, Muros y Noya, benannt nach den an ihren Ufern liegenden Städten oder Fischerdörfern, sind die bedeutendsten, während die Rias Altas von Corme y Lage, Coruña, Betanzos und Ferrol — letztere vereinigen sich zu einem ganzen Mündungssystem — nicht die Größe der Rias Bajas erreichen. An der Nordküste tritt eine ganze Zahl weiterer Rias auf, zumeist schmaler, kürzer und weniger tief, die jedoch für die Erklärung der Rias-Genese ebenso wichtige Hinweise liefern können. Auch an der kantabrischen Küste werden die überfluteten Flußmündungen noch als Rias bezeichnet, so etwa die Rias Tinamayor und -menor westlich Santander, und selbst die baskische Küste besitzt eine Reihe von Rias (Ria de Bilbao, Plencia, Guernica u. a.). Die spanische Bezeichnung „Ria“ bedeutet also — rein beschreibend — vom Meer überfluteter länglicher Mündungstrichter eines Flußtales.

Nachdem nun v. RICHTHOFEN die Ria als einen Küstentyp definierte, der den Querküsten (im Verhältnis zum Verlauf der Küstengebirge) eigen sei und gar die Rias Galiciens als nicht besonders typisch bezeichnet hatte, wurde der Rias-Begriff im Verlaufe der Zeit immer wieder anders definiert, wobei zunächst die Struktur und der Verlauf der Küstengebirge im Vordergrund blieb. Am längsten und weitgehendsten fand diese Definition bei MAULL ihren Niederschlag, der noch in seinem Handbuch der Geomorphologie (2. Aufl. 1958, S. 481) zwischen „Rumpfbirg-Rialängsküsten, -Riaquerküsten und -Riaschräggküsten“ unterschieden wissen will. Alle Definitionen heben jedoch das Vorhandensein des Meeres im Mündungsgebiet eines Flußtales hervor. Dabei bleibt die Frage oft umstritten, ob die Flußunterläufe durch Senkung des Küstenbereiches (SCHEU spricht 1913 sogar von „Schaukelbewegung“ zwischen Küstenzone und Hinterland) unter den Meeresspiegel gelangten und dadurch zu Buchten und Mündungstrichtern wurden, woran auch v. RICHTHOFEN gedacht hatte. Andererseits findet man auch die Meinung vertreten, daß dieser Zustand durch einen Anstieg des Meeresspiegels zustande gekommen sei, wobei oft die Frage nach der zeitlichen Einordnung dieses Anstieges nicht gestellt wird. Auch wird meistens nur der heutige

Augenblickszustand des Meeresspiegels für die Definition und die Erklärung der Rias herangezogen, während die Gesamtgenese — etwa für den Ablauf des ganzen Quartärs — außer acht gelassen wird. So finden sich die verschiedensten Definitionen, von denen hier einige wesentliche angeführt seien<sup>1)</sup>:

„Wo eine stark zerschnittene Tallandschaft gesenkt wurde, entstanden . . . Buchten, die nach ihrem typischen Vorkommen an der Küste von Galicien als Rias bezeichnet werden“ (MACHATSCHEK, 1952, S. 188). In seinem Werk „Relief der Erde“ (1955, S. 342) weist er jedoch darauf hin, daß eine Hebung des Meeresspiegels die Flußmündungen ertränkt und die berühmte Riaküste geschaffen habe und daß gehobene Strandterrassen eine der Eintauchung vorangegangene Landhebung andeuten.

„In ältere Rumpfflächen sind die Täler eingeschnitten, deren Unterläufe durch kräftige junge Küstensenkung untergetaucht sind“ (LAUTENSACH, Hdb. Geogr. Wiss., Bd. Südeuropa, S. 499).

„Vielfach treten an das Meer ältere Faltenorogene heran, die . . . von Flüssen dicht und tief zerschnitten sind. Wenn sie absinken, verwandeln sich die Täler in schmale Buchten, die weit in das Land eindringen“ (WEBER, 1958, S. 297).

H. LOUIS (1960, S. 247) bezeichnet die Rias-Küste als eine „durch ertrunkene Kerbtäler, und zwar solche mit oder ohne Talsoble, ausgezeichnete Küste“.

DERRUAU (1956, S. 359) bezeichnet eine Ria als „vallée fluviale envahie par la mer en partie ou en totalité“.

Bei vielen Definitionen bleibt also die Entscheidung offen, ob das Überfluten der Flußunterläufe in den Rias durch Senkung der küstennahen Landteile oder etwa durch ein Ansteigen des Meeresspiegels infolge eustatischer oder glazial-eustatischer Schwankungen ohne tektonische Senkungen erfolgte. Ganz klar wird diese Frage bei DERRUAU herausgestellt: „L'ennoyage peut être d'origine tectonique, mais il peut aussi résulter de la transgression flandrienne“.

In seiner Physischen Geographie von Spanien (in: M. DE TERAN, Geografía de España y Portugal, 1952) erwähnt L. SOLÉ-SABARIS (S. 278) das Vorhandensein mariner Terrassen verschiedener quartärer Transgressionszeiten in Galicien, erklärt dann aber die Riasküste durch eine junge Senkung des galicischen Blockes („un hundimiento muy reciente del bloque galaico“). — „Este hundimiento moderno del bloque galaico explica, en primer lugar, la invasión marina de los valles inferiores de los ríos gallegos que engendraron las rias“. Er zitiert J. BOURCART (1938), der in seiner wichtigen

<sup>1)</sup> Sperrungen vom Verf.

Arbeit über den Kontinentrand offensichtlich nur an die geotektonische Bildung der Rias gedacht hatte, als er vermutete, daß sich gleichzeitig mit der Senkung der Riasküste eine Heraushebung des inneren Landsektors mit einer Verjüngung des Flußnetzes vollzogen habe. Es wird dann weiter festgestellt, daß diese junge Senkung („*bundimiento postgrimaldiense*“) jede Spur einer früheren Entwicklung verwischt habe (S. 279).

W. CARLÉ (1947) stellte auf Grund seiner geologischen Untersuchungen in Galicien fest, daß die Deutung der Rias als Meeresbuchten, die durch Untertauchen von Flußunterläufen (gemeint ist: durch Senkung des Küstenbereiches) entstanden seien, nicht mehr befriedigen könne. Abrasionsflächen und herausgehobene Terrassen, die von jüngeren Kliffs angeschnitten werden, greifen auch in die Buchten ein und beweisen, wie CARLÉ richtig hervorhebt, eine „*junge*“ Küstenhebung. Auch die Gefällsverhältnisse der Flüsse mit Stromschnellen und Wasserfällen in Küstennähe sprechen ebenso für junge Hebung des Landes. CARLÉ stellt sodann die Frage: „*Wie ist nun der Gegensatz zwischen angeblich ertrunkenen Flußmündungen und sich hebendem Land zu erklären?*“ Seine Antwort darauf berücksichtigt nur die tektonischen Auswirkungen der „*Gesamthebung des galicischen Blockes und seine randliche Zerlegung*“, wobei verschiedene Grabenbrüche vom Meer als Buchten in Besitz genommen wurden. Wann dies geschah, wird nicht erwähnt, doch betont CARLÉ nochmals, daß die in die Buchten eingreifenden Terrassen (Strandterrassen) bezeugen, daß auch die Senkungstreifen wieder mit in die Hebung einbezogen wurden. So habe sich heute eine Ausgleichsküste gebildet.

Die glazial-eustatischen Meeresspiegelschwankungen im Quartär, denen die Strandterrassen zum größten Teil ihre Entstehung verdanken und die als Zeitmarken außerordentlich wichtig sind, werden dabei jedoch nicht weiter für die Erklärung der Rias herangezogen.

VALENTIN (1952, S. 51) bezieht in sein genetisches Küstenschema auch die Rias ein und ordnet sie wie folgt in sein „System der Küstengestaltstypen“: „*Greift das Meer in fluviatile Jetztzeitformen ein, so sind solche der junggefalteten Kettengebirge, der altgefalteten Rumpfschollen („Rias“) und der flachgeschichteten Tafelländer auseinanderzuhalten*“. In seinem Schema findet sich die Ria unter den „*altgefalteten, fluviatil gestalteten, untergetauchten und zurückgewichenen Küsten*“.

Um nun zu einer Erklärung der Morphogenese der Rias zu kommen, sollen hier die verschiedenen Bildungsfaktoren, wie sie in den verschiedenen Definitionen anklingen, analysiert werden.

## Riasküste und geologische Struktur

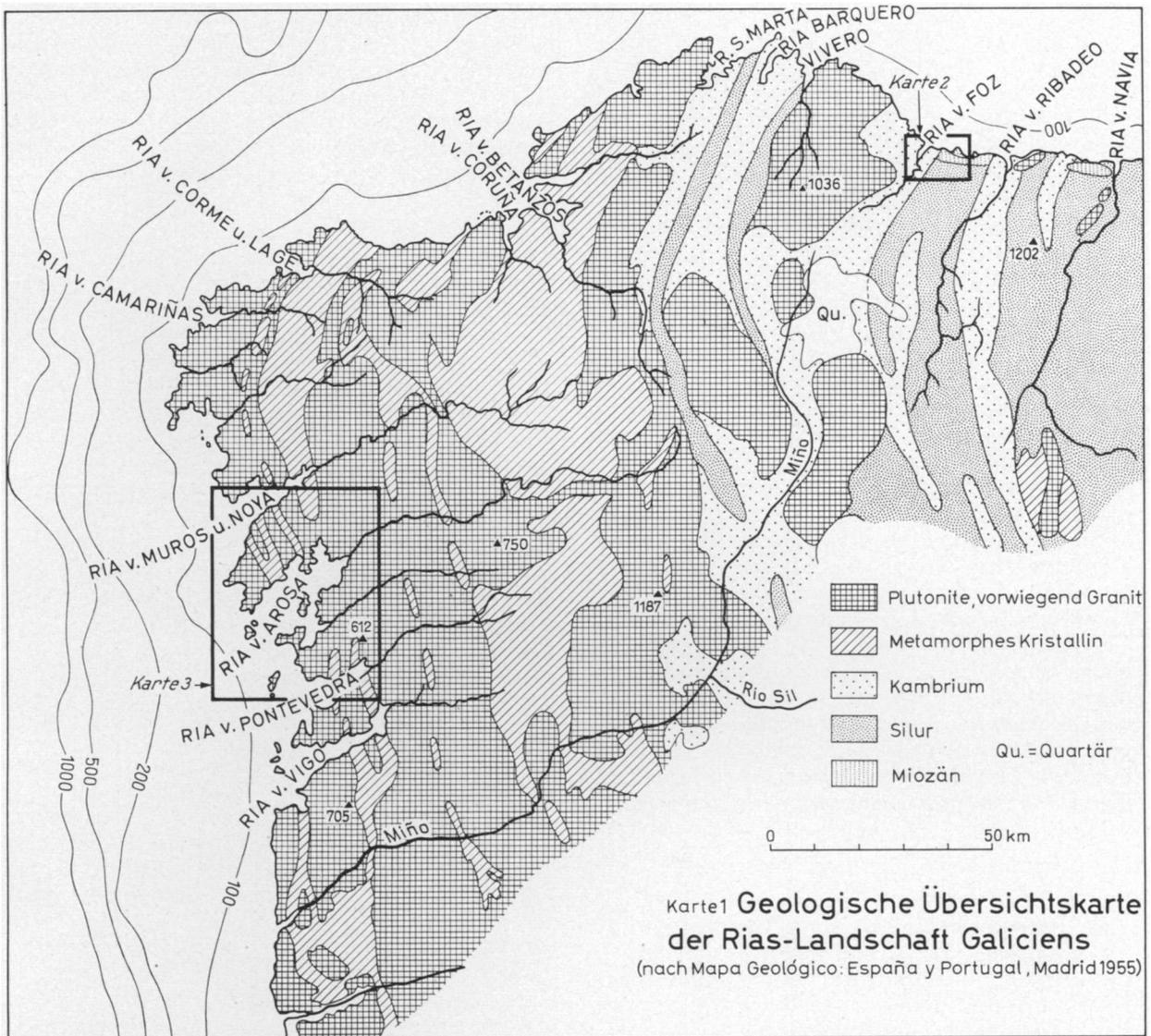
Nachdem F. v. RICHTHOFEN die Rias als Küstentyp der Querküsten definiert hatte, wurde die Struktur bzw. der geologische Bau der betr. Küstenregion immer wieder als besonders wichtig angesehen (s. die Definition bei MAULL). Ist sie das wirklich? Sicherlich kann die geologische Struktur und der Verlauf der alten Faltenorogene die Form der Riasküste beeinflussen und für sie wichtig sein, allein ist sie es keineswegs. Man sollte deshalb die Definition der Riasküste nicht auf die Struktur beziehen (so „Rumpfbirgs-Riaquerküste“). Schon SCHEU hat 1913 (S. 89) darauf hingewiesen, „*daß die Rias nicht unbedingt in der Struktur des Landes wurzeln*“, da die galicische Küste keine echte Querküste sei. Er bezeichnete sie als neutrale Küste in bezug auf den geologischen Aufbau.

Ganz zweifellos besteht jedoch eine Bindung der Formgestalt der Rias an die Gestaltung und das gesamte physisch-geographische Bild der Küstenlandschaft, in der durch die heutige Höhenlage des Meeresspiegels solche Mündungstrichter entstehen konnten. Die geologische Struktur ist daran insoweit beteiligt, als sie allgemein ein Bildungsfaktor in der Landschaft sein kann. Es tritt also die Frage nach der allgemeinen Formwelt der Küstenlandschaft für die Gestalt, aber auch für die Genese der Rias in den Vordergrund. Der Bedeutung der Struktur wird durch die Definition als „*stark zerschnittenes Faltenorogen, dessen Flußmündungen überflutet wurden*“ Rechnung getragen.

## Das Relief der Rias-Küstenlandschaft

Die morphologische Gestaltung der nordwestspanischen Küstenlandschaft wird durch mehrere Faktoren bestimmt, von denen einige herausgegriffen seien:

Das altgefaltete Orogen wird aus Graniten und metamorphem Kristallin aufgebaut (vgl. Karte 1), denen sich im östlichen Teil Galiciens die bis nach Asturien verbreiteten kambrischen Schiefer und silurischen Quarzite anschließen. Die Karte zeigt den parallelen Verlauf der Strukturen zur Iberischen Hauptkulmination in der Iberischen Masse an (vgl. Tafel VII b. MACHATSCHKE, 1955, S. 336). Für die Formung des Reliefs dieser Granitmasse waren tektonische und klimatisch-geomorphologische Vorgänge im Tertiär von Wichtigkeit. In verschiedenen Höhenlagen sind Reste tertiärer Rumpfflächen nachgewiesen (SCHEU, 1913; MACHATSCHKE, 1955, S. 342). So kommen zwischen 300 und 400 m Höhe besonders im Küstenbereich ausgedehnte Flächenreste vor, die auch Verf. beobachten konnte. Darüber steigt das galicische Bergland nach SO bis zur Hauptkulmination



auf 1000–1200 m an. Im Bereich des Küstenabfalles des galicischen Granit-Gneis-Blockes sind zahlreiche Bruchsysteme („Zerrungstektonik“ nach CARLÉ [1940]) nachzuweisen. Zwischen den Rias von Foz und Ribadeo, sowie westlich der Ria de Navia in Asturien und des galicisch-asturischen Grenzgebietes ist marines Miozän über die quartären eustatischen Terrassen hinaus verbreitet, während Miozän im zentralen Teil des Gebirgsstockes noch wesentlich höher angetroffen wird. Die tertiären Hebungen haben bereits eine Zerschneidung des Granit-Gneis-Blockes ausgelöst, aber erst die folgende pleistozäne Zertalung hat die für die Rias entscheidende Ausgestaltung bewirkt. Da fast alle Flüsse aus dem zentralen Hebungsbereich der Hauptkulmina-

tion unmittelbar der Küste zustreben, haben sie im Quartär ein weitverzweigtes Kerbtalnetz geschaffen. Diese Kerbtäler greifen im Mittel- und Oberlauf, besonders im Bereich der tertiären Rumpfflächen, in weite und offene Talformen ein, wie es schon SCHEU erkannt hat. Deutlich unterscheidet sich also eine mündungsnah tief eingeschnittene, oft schluchtartige Strecke mit steilerem Gefälle, vielfach mit Wasserfällen und Stromschnellen, von der Strecke oberhalb der Gefällsbrüche mit weiten Muldentälern und ausgeglichenem Gefälle. CARLÉ (1947) schloß hieraus auf die junge Hebung des galicischen Blockes und wies auf den Widerspruch hin, der sich aus der Hebung und der durch Landsenkung erklärten Riasküste ergibt.

Das dichte Talnetz des Galicischen Berglandes kann vereinzelt auch den Bruch- und Kluftsystemen in NO-SW-Richtung folgen, wie es CARLÉ (1947) und später MACHATSCHEK (1955) und LAUTENSACH (1952, S. 49) hervorgehoben haben. Ganz sicher ist die starke Zertalung eine Folge des außerordentlich niederschlagsreichen Klimas der atlantischen Küstenregion mit heute allgemein über 1000 mm Jahresniederschlag (vgl. die Niederschlagskarte von H. LAUTENSACH, 1951). Auch im Verlaufe des Pleistozäns dürfte die Zertalung des Granit-Gneis-Blockes kaum geringer gewesen sein, selbst wenn man mit A. KLEIN (Diss. Mainz 1951) annimmt, daß im nordwestlichen Spanien nur etwa 60—70% der rezenten Niederschläge während des Würm-Maximums gefallen sind (Abb. 3, KLUTE, Erdkunde V). Nun ist die Entwicklung verzweigter Kerbtäler während des Pleistozäns nicht nur unter dem Aspekt der unmittelbaren klimatisch-morphologischen Abtragungswirkung zu sehen, deren Zeugen neben kaltzeitlichen Talterrassen in den Mittel- und Oberläufen auch die periglazialen Schuttdecken an den Hängen bis herab zum Gebirgsfuß in 100—150 m NN sind. Auch die glazial-eustatischen Meeresspiegelschwankungen der pleistozänen Eiszeiten sind für die Talbildung des Küstenbereiches außerordentlich bedeutungsvoll geworden. Man könnte ihre Wirksamkeit als mittelbar klimatisch-morphologisch bezeichnen. Diese Auswirkung soll nachfolgend untersucht werden.

#### Die Bedeutung der quartären Meeresspiegelschwankungen

W. PANZER (1952) hat darauf hingewiesen, daß das nacheiszeitliche Ansteigen des Meeresspiegels an allen Küsten der Erde zu einem Eintauchen des Landes und damit zur Bildung von Küstenformen geführt hat, die für jeden klimamorphologischen Gürtel bezeichnend sind.

E. WERTH (1952) stellt in seinem Werk über die eustatischen Bewegungen des Meeresspiegels während der Eiszeit, das die Beziehungen dieser Meeresspiegelschwankungen zur Bildung der Korallenriffe untersucht, die in diesen Bereichen auftretenden Rias-Buchten klar in den Rahmen der eiszeitlichen Meeresspiegelschwankungen hinein. Er stellt auch überzeugend die Bedeutung der kaltzeitlichen Regression des Meeres für die Austiefung der Talunterläufe dar, die mit dem postglazialen Anstieg dann überflutet wurden. Nach ihm lassen die ostafrikanischen Rias-Buchten klar erkennen, „daß sie nicht durch Brandung oder Gezeitenströmung ausgefurcht, sondern nur durch die erodierende Wirkung von Landgewässern erzeugt sein können, zu einer Zeit, wo das Meer einen tieferen Stand als heute hatte“ (S. 554).

Solche Zusammenhänge schienen dem Verfasser bei den Untersuchungen in der Rias-Küstenlandschaft entscheidend zu sein. Wir berühren damit also sicher eine Kernfrage, die zwar verschiedentlich angedeutet, für die Rias NW-Spaniens, in einem Gebiet also, aus dem die Bezeichnung dieser Küstenform entnommen worden ist, noch nicht konsequent verfolgt wurde.

In Verbindung mit den Beobachtungen über die geradezu klassisch ausgebildeten Strandterrassen der asturischen Küste und ihre Fortsetzung in die Riasküstenlandschaft Galiciens hinein soll hier dieser Fragenkreis diskutiert werden. Fragen wir jedoch zunächst nach den Angaben hierzu in der bisherigen Literatur. SCHEU (1913) erwähnt in seiner ersten Arbeit über die Rias in Galicien „Schultern in den Tälern und mehr oder weniger breite Absätze, die vielleicht als Terrassen gedeutet werden könnten“ (S. 99), zieht daraus aber keine Schlüsse. Vielmehr sieht er — ganz im Sinne der Zyklenlehre von DAVIS — die Ria als ein „im marinen Zyklus das Jugendstadium repräsentierendes ertrunkenes Tal“. Auf Grund der Böschungswinkel der Hänge schließt er auf dieses Jugendstadium oder auf die Frühreife, jedenfalls soweit es die untergetauchte Landschaft betrifft. Wir wissen heute, daß ein solcher Schluß nicht berechtigt ist.

Ganz eindeutig stellte PANZER (1952) den wahren morphologischen Sachverhalt heraus: „Die westeuropäischen Riasküsten sind mit fast gesetzmäßigen Vorkommen von hochgelegenen Brandungsterrassen (gehobenen Strandlinien) verbunden.“ Diese Verknüpfung lasse eine große Mannigfaltigkeit des Bildungsvorganges erkennen, der einen Wechsel von positiven und negativen Verschiebungen der Strandlinie anzeige. Wegen dieser klaren Sachverhalte erwähnt PANZER dann „dieses scheinbar widerspruchsvolle Nebeneinandervorkommen von Eintauchungs- und Auftauchungsanzeichen, das die Frage der Entstehung der Riasküsten schwierig macht.“ Mit DERRUAU müssen wir daher nochmals die entscheidende Frage wiederholen: Stellt die Überflutung der Flußunterläufe der Riasküste eine Folge der Tektonik (Senkungen im Küstenbereich) dar oder ist sie nur eine Folge der Auswirkungen der Flandrischen (postglazialen) Transgression? Oder waren beide Vorgänge wirksam?

Die Frage der Entstehung der Rias im NW der Iberischen Halbinsel wurde auf dem Internationalen Geographenkongreß in Lissabon 1949 ebenfalls angeschnitten. So hob J. DIAS in seinem Exkursionsführer „Minho, Trás-os-Montes, Haut-Douro“ hervor (S. 36), daß verschiedene Strandterrassen auch in den Ria-Buchten vorhanden seien, woraus zu schließen sei, daß der Ursprung

der Rias nicht sehr jung sein könne. Das Vorhandensein von marinen Niveaus in 5—7 m, 10—20 m und 25—30 m an der nordportugiesischen Küste erlaube den Schluß, daß die Rias zumindest älter als Tyrren sein müßten und ihre Ausbreitung, d. h. die in ihrem Bereich vom Meer überspülte Fläche größer gewesen sei als heute. Die oft als Ursache angeführten tektonischen Bewegungen werden in diesem Küstenbereich als pliozän oder wenig jünger, jedoch älter als das Sizil-Interglazial bezeichnet. Für den Ursprung der Rias im galicischen Block wird demgegenüber eine Absenkung der Küste verantwortlich gemacht, durch die diese Rias überschwemmt worden seien.

Auf die Bedeutung der postglazialen, aber auch der interglazialen Transgressionen für die Formung der galicischen Riasküste haben auf Grund des Vorhandenseins von Strandterrassen ebenso R. BIROT und L. SOLÉ-SABARIS (1954) hingewiesen. Es ist also unbedingt notwendig, die Entstehung der Rias im Rahmen der gesamten Quartärsgeschichte der nordwestspanischen Küste zu sehen.

H. LAUTENSACH erwähnt in seinem Werk über den geographischen Formenwandel (1952), daß die postglaziale Meeresspiegelhebung in den kleinen trichterförmigen Rias der Nordküste und auch in den Rias Altas von Ortigueira und La Coruña sich ausgewirkt habe, während die Rias Bajas der galicischen Westküste wahrscheinlich NO-SW verlaufende Gräben füllen würden, wie es CARLÉ (1940, S. 239) schon vermutet hatte. Es wird also auch zu prüfen sein, ob so bedeutende Unterschiede in der Entwicklung zwischen Nord- und Westküste Galiciens bestehen. Eindeutig stellt H. LAUTENSACH die Auswirkung des würmeiszeitlichen Tiefstandes des Meeresspiegels heraus, die sich in der Form der starken fluviatilen Übertiefung der küstennahen Talabschnitte geäußert habe. Hieran können wir anknüpfen.

Es gilt als gesichert, daß auch an der nordwestspanischen Atlantikküste der Meeresspiegel während der Würmeiszeit erheblich tiefer lag als heute. In dieser Zeit mußten sich alle Flußunterläufe im Küstenbereich infolge der tiefer liegenden Erosionsbasis einschneiden. Diese Erosionsstrecke hat aber nach den Beobachtungen im galicischen Küstenbereich nicht weit über die Ausdehnung der heutigen Rias hinausgereicht. Eine Betrachtung der Tiefenverhältnisse der Rias am Ausgang ihrer Trichtermündungen zeigt, daß die würmeiszeitliche Strandlinie etwa 6 bis 8 km weiter meerwärts gereicht hat (vgl. die 100-m-Tiefenlinie auf Karte 1), wenn man nicht eine wesentlich größere Absenkung des würmeiszeitlichen Meeresspiegels als 80—90 m unter

dem heutigen zugrunde legen will<sup>2)</sup>. Für die erwähnte obere Begrenzung der würmeiszeitlichen Erosionsstrecke spricht die Beobachtung, daß weiter talaufwärts keine — heute mit Sedimenten aufgefüllten — Talrinnen zu finden sind, daß vielmehr an den galicischen Flüssen mit ihrem relativ steilen Gefälle schon bald oberhalb der Ria im heutigen Flußbett anstehender Fels angetroffen wird. Bei flacherem Flußgefälle (Nordküste) sind heute oberhalb der Ria sedimentgefüllte Talstrecken vorhanden, unter denen sich eine größere würmeiszeitliche Eintiefung verbergen kann. In diesem Bereich bis zur Einmündung in die Ria sind die schon erwähnten Verlandungserscheinungen weit verbreitet.

Die glazialzeitliche Erosionsstrecke im Unterlauf der Flüsse Galiciens reichte talaufwärts um so weiter, je flacher das Gefälle des betreffenden Flusses war und ist. Tritt also die Gebirgslandschaft mit größerer Reliefenergie unmittelbar an die Küste heran (Westgalicien), so wird das Gefälle der Flüsse — zumindest der kleineren — steiler sein. Selbst für den Fall, daß am Grunde der Ria Umgestaltungen der würmeiszeitlichen Eintiefungsrinne stattgefunden haben, kann uns die heutige Tiefe am Ausgang der Rias einen Annäherungswert der Eintiefung geben, weil der Tidenstrom einer vollständigen Auffüllung der Rinne entgegenwirkt. Eine Auffüllung findet dagegen im oberen Riabereich statt, vor allem im Übergangsbereich von dem Fluß zur Ria, dem Bereich zwischen Hoch- und Niedrigwasserstand des Meeres, der den Karten 2 und 3 zu entnehmen ist.

Welche Meerestiefen haben nun die Mündungstrichter der Rias? In den Rias Bajas (vgl. Karte 3) reichen die Tiefen bis 50—70 m. So weit muß also der würmeiszeitliche Meeresspiegel mindestens abgesunken sein. Die Rias Altas, sowie die Rias der galicisch-asturischen Nordküste haben allgemein wesentlich geringere Tiefen. Gründe dafür dürften im flacheren Flußgefälle und wohl auch in einer stärkeren Auffüllung zu suchen sein. Ob die größere Tiefe der westgalicischen Rias auf die erwähnten Randbrüche zurückzuführen ist, soll hier nicht weiter diskutiert werden. Die von SCHEU (1913) und CARLÉ (1947) erwähnten Knicke im Längsprofil am Ausgang der Rias Bajas, könnten auch andere Erklärung finden. Der allmähliche Abfall des Schelfes spricht eher dagegen. Sein Abfall zu größeren Tiefen liegt jedenfalls weiter von der Küste entfernt. Eine Fortsetzung der heute überfluteten Talmündun-

<sup>2)</sup> Vgl. dazu M. PFANNENSTIEL (1956), der für das östliche Mittelmeer eine Absenkung des Meeresspiegels um 90 m während der Würm-Regression auf Grund der Auswertung von zahlreichen Bohrungen belegen konnte.

gen als submarine Rinnen in den Schelf hinein läßt sich nicht feststellen, denn schon die 100-m-Isobathe zeigt die Einbuchtung in die Rias hinein nicht mehr.

Mit dem Wiederanstieg des Meeresspiegels in der Postglazialzeit (Flandrische Transgression) wurden die während der würmeiszeitlichen Regressionszeit stark eingetieften Talunterläufe überflutet. Das wieder vordringende Meer schuf dabei die Formen der heutigen Rias. Es drang in den Rias Bajas bis zu 30 km in die Talunterläufe ein, während die weniger zertalten Küstenbereiche zwischen den großen Rias in weitaus geringerem Maß zurückwichen und dabei den Höchststand der Flandrischen Transgression auf Grund der Bildung einer etwa 2 m über den jetzigen Meeresspiegel liegenden Strandterrasse erkennen lassen.

Es wird heute allgemein anerkannt, daß die interglazialen Meereshochstände marine Küstenterrassen geschaffen haben, die oft treppenartig übereinander auftreten. Im Bereich der asturisch-galicischen Riasküste wurden immer wieder folgende Strandterrassen beobachtet:

Über der jüngsten Flandrischen Terrasse in + 2 m ist eine 8—10 m über dem Meeresspiegel liegende marine Terrasse weit verbreitet. Sie wurde während des riß/würmeiszeitlichen Interglazials gebildet und wird heute als Tyrren II (von ZEUNER, 1952, als Monastir II) bezeichnet. Darüber wurden marine Niveaus in 18—20 m und 30—35 m gefunden. Während die letztere Strandterrasse sicher einem mindel/rißbeiszeitlichen interglazialen Meereshochstand zuzuordnen ist (= Tyrren I), ist die Zuordnung der 18- bis 20-m-Terrasse nicht einheitlich. ZEUNER wie auch WOLDSTEDT (1952) ordnen vergleichbare Niveaus der 18- bis 20-m-Terrasse (= Tyrren II) in Portugal und Frankreich dem Haupt-Monastir (I), also noch dem Riß/Würm-Interglazial zu. Auch PFANNENSTIEL (1956) bezeichnet im östlichen Mittelmeer gefundene 15-m-Terrassen als Tyrren II und datiert sie als Riß/Würm-Interglazial, da Decksedimente mit glazialer Fauna, Flora und mit altpaläolithischen Werkzeugen, die von einem Jungpaläolithikum und Neolithikum überlagert werden, gefunden wurden. CHOUBERT u. a. hingegen glauben, daß diese 18—20 m über NN liegende Terrasse an der marokkanischen Atlantikküste als Tyrren Ib dem Mindel/Riß-Interglazial angehöre. Hier ist diese Einordnung von untergeordneter Bedeutung und soll daher nicht weiter erörtert werden, zumal Decksedimente fehlen. Dem Günz/Mindel-Interglazial gehört eine sehr ausgedehnte und überall anzutreffende 55- bis 60-m-Terrasse an. Sie wird heute als Sizil II (bisher als Milazzo)

bezeichnet. Als höchste marine Terrasse wurde in weiten Bereichen der asturischen und galicischen Küste eine Terrasse um 100 m über NN beobachtet, die der Sizilischen Transgression I während einer Prägünz-Warmzeit entspricht. ZEUNER ordnet dieses Niveau stratigraphisch dem Villafranch zu. Nach den eigenen Beobachtungen gehört dieses Niveau um 100 m sicher einem ersten postpliozänen Meeresstand an. Aus dieser Terrassenfolge im Küstenbereich ist abzuleiten, daß die interglazialen Meereshochstände die jeweils zeitlich vorhergehenden Hochstände und die daraus resultierenden Terrassen nicht mehr erreicht haben. VALENTIN (1952, Abb. 9), fußend besonders auf Arbeiten von F. E. ZEUNER und M. PFANNENSTIEL, hat diese Entwicklung in einem schematischen Diagramm dargestellt. Ob diese eine Folge steten Absinkens der Ozeanböden vom Pliozän bis heute ist oder ihre Ursache in einer langsamen Heraushebung der Landmassen hat<sup>3)</sup> oder im Zusammenwirken beider Vorgänge („Verschärfung des Erdreliefs“) zu suchen ist, möge dahingestellt bleiben. Versuchen wir nunmehr, die Entwicklung der Riasküste im Rahmen der quartären Meeresspiegelschwankungen zu sehen. Das ist bisher unterblieben, selbst dort, wo die Entstehung der Rias mit den glazial-eustatischen Veränderungen des Meeresspiegels im Zusammenhang gesehen wurde. So blieb das genetische Bild bisher unvollständig.

Betrachtet man nur die letzte Entwicklungsphase der Rias von dem würmeiszeitlichen Tiefstand des Meeresspiegels bis heute, so stellen die Rias „überflutete Talmündungsbereiche im Gefolge der Flandrischen Transgression“ dar. Sieht man aber die genetische Entwicklung im gesamten Quartär — was für die Erklärung des heutigen Zustandes der Küstenformen wohl unerläßlich ist — so sind für die Entstehung der Rias zwei Bildungsfaktoren von übergeordneter Bedeutung: die Vertiefung der Talmündungen jeweils in den glazialen Regressionsphasen des Meeres (erosive Phase im Bereich der heutigen Rias) und andererseits die Überflutung dieser Talmündungen während der interglazialen Transgressionsphasen (Überflutungsphase). Dabei bleibt zu beachten, daß diese formbildenden Vorgänge bei relativer Heraushebung des Landes im Verlauf des Quartärs vor sich gingen,

<sup>3)</sup> Für den Bereich des östlichen Mittelmeeres nimmt PFANNENSTIEL (1952) zur Erklärung der Höhenlage der älteren quartären Strandterrassen epirogene Bewegungen an. H. FLOHN vermutet, daß ein Zusammenhang zwischen dem Absinken des Meeresspiegels im Quartär und dem stetigen Aufbau des Inlandeises der Antarktis besteht (mündl. Mitteilung).

wodurch die Rias mit den an der Küste herausgehobenen Strandterrassen und der damit verbundenen „negativen Strandverschiebung“ immer mehr meerwärts wanderten. Diese meerwärtige Verschiebung jeweils in den interglazialen Hochständen des Meeres wird durch die Verbreitung der Strandterrassen in den Talmündungsbereichen bewiesen, denn die älteren marinen Terrassen reichen jeweils weiter landwärts als die nachfolgenden jüngeren Niveaus. Zur Verdeutlichung der quartären Entwicklung der Rias seien Beobachtungen aus dem asturisch-nordgalicischen Bereich und aus dem westgalicischen Küstengebiet der Rias Bajas mitgeteilt.

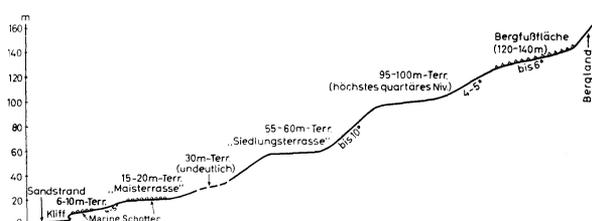


Fig. 1: Profil der Küstenterrassen östlich der Ria de Foz. Überhöht und wenig schematisiert.

In den Küstengebieten Asturiens ist die 100-m-Abrasionsterrasse der Sizilischen Transgression I besonders weit verbreitet. Verschiedentlich ist bereits eine Verbiegung festzustellen, doch bleibt ihre Höhenlage zwischen 80 und 100 m (s. auch LLOPIS-LLADÓ, 1957). Im Bereich von Lueca fällt diese Abrasionsplatte fast senkrecht zu einer niederen 5-m-Terrasse (nach LLOPIS-LLADÓ als Ouljen = Tyrren II datiert) oder direkt bis zu einer ausgedehnten Abrasionsplatte in Höhe des Meeresspiegels (MHW) ab. Mittlere Strandterrassen fehlen. Für das Problem der Rias-Entwicklung sind nun die im asturisch-galicischen Grenzgebiet auftretenden Strandterrassen zwischen Ribadeo und Foz von Wichtigkeit (vgl. Karte 2 und Fig. 1): Über dem heutigen Sandstrand erhebt sich über einem Kliff mit zahlreichen, vom MHW erreichten Brandungshöhlen, in denen grobe marine Schotter bewegt werden, eine 6–10 m hohe Abrasionsterrasse, die von einer 1 m mächtigen Schicht marin gerundeter Strandgerölle bedeckt ist. Die Terrassenoberfläche geht mit 4–5° Anstieg in eine ausgedehnte 15- bis 20-m-Terrasse (Abb. 2) über, die ebenfalls über der Abrasionsterrasse eine marine Deckschicht zeigt (Abb. 3).

Auf dieser 15- bis 20-m-Terrasse breitet sich der ausgedehnte Mais-Anbaugürtel des ostgalici-

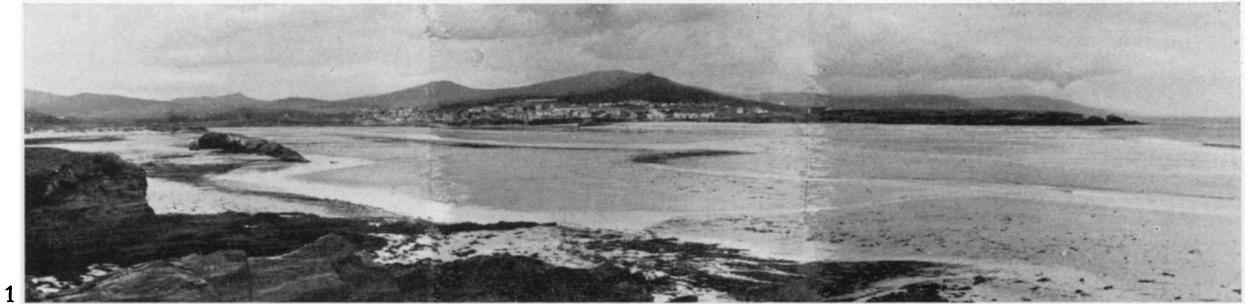
schen Küstenbereiches aus, so daß diese Strandterrasse als „Maisterrasse“ bezeichnet werden kann.

Die Neigung der Terrassenoberfläche der bisher beschriebenen Strandterrassen entspricht etwa der Wirkungsstrecke der Brandungswellen im Tidenbereich während der betr. interglazialen Bildungszeit. Ganz ähnlich kann bei der Formung der rezenten Plattformen die Wirkungsstrecke der auflaufenden Brandungswellen beobachtet werden.

Die Küste zwischen den Rias von Ribadeo und Foz erhebt sich sodann über ein weniger deutlich hervortretendes 30-m-Niveau zur überall sehr bedeutenden 55- bis 60-m-Terrasse, die als „Siedlungsterrasse“ bezeichnet werden kann, da fast alle Küstendörfer dieses Bereiches auf ihr liegen. Nach einem Anstieg von 10° erstreckt sich eine wiederum breite Terrasse in 95–100 m Höhe, die nach allen bisherigen Beobachtungen an den nordspanischen Küsten als die höchste quartäre Strandterrasse anzusprechen ist und der Sizilischen Transgression (I) angehört (vgl. z. B. J. MARCET-RIBA, 1956; F. HERNANDEZ-PACHECO, 1949; N. LLOPIS-LLADÓ, 1957). Nach weiterem Anstieg von zunächst 1–2°, dann 4–5° geht diese Strandterrasse zwischen 120 und 140 m in eine über 6° ansteigende Bergfußfläche über, die immer mehrere hundert Meter, ja bis zu 1 km breit sein kann und sodann mit schärferem Knick von den Hängen des Küstenberglandes abgelöst wird. Auf dieser Fußfläche lagert bis zu 2 m mächtiger periglazialer Hangschutt, der auf der „Mapa del Cuaternario de Asturias“ (LLOPIS-LLADÓ Y JORDÁ, 1957) auch östlich der Ria de Ribadeo verzeichnet ist. Er besteht aus regellosem eckigem Schutt aller Größen mit ockerfarbenem Feinmaterial und liegt heute unter Wald bzw. Buschvegetation. Da sich auf der Fußfläche keine marinen Sedimente feststellen ließen, läßt sich nicht entscheiden, ob diese vorwiegend fluviatil-terrestrischen Ursprungs oder überwiegend als pliozäne Abrasionsterrasse entstanden ist<sup>4</sup>).

Wegen der erwähnten starken Überformung unter periglazialen Klimabedingungen sind auf der Fußfläche pliozäne Ablagerungen oder — bei mariner Formung — Kliffs oder Brandungs-

<sup>4</sup> Da das Verhältnis der küstennahen Bergfußflächen zu den quartären Strandterrassen das Problem der Entstehungsgeschichte der Rias nur randlich berührt, soll es für die iberischen Küsten in einem anderen Artikel behandelt werden.



1



2



3



4



5



6

**Abb. 6:** Marine Abrasionsterrassen (20 m und rezent in Höhe des Meeresspiegels) an einer kleinen Bucht des Südufers der Ria de Muros y Noya im Granit bei Son.  
Phot. H. Mensching

**Abb. 1:** Die Mündungsbucht der Ria de Foz bei Niedrigwasser.

Im Hintergrund der Ort Foz mit anschließenden marinen Terrassen (ausgedehnt die 50—60-m-Terrasse).

Phot. H. Mensching 8/59

**Abb. 2:** Die marinen Terrassen östlich der Ria de Foz vom Berghang aus.

Vgl. dazu Karte 2! Phot. H. Mensching 8/59

**Abb. 3:** Aufschluß in der 15—20-m-Terrasse bei Benquerencia (östl. Ria de Foz).

Marine Sedimente über der Abrasionsterrasse in kambrischen Schiefeln.

Phot. H. Mensching 8/59

**Abb. 4:** Die Ria de Vivero bei Flut.

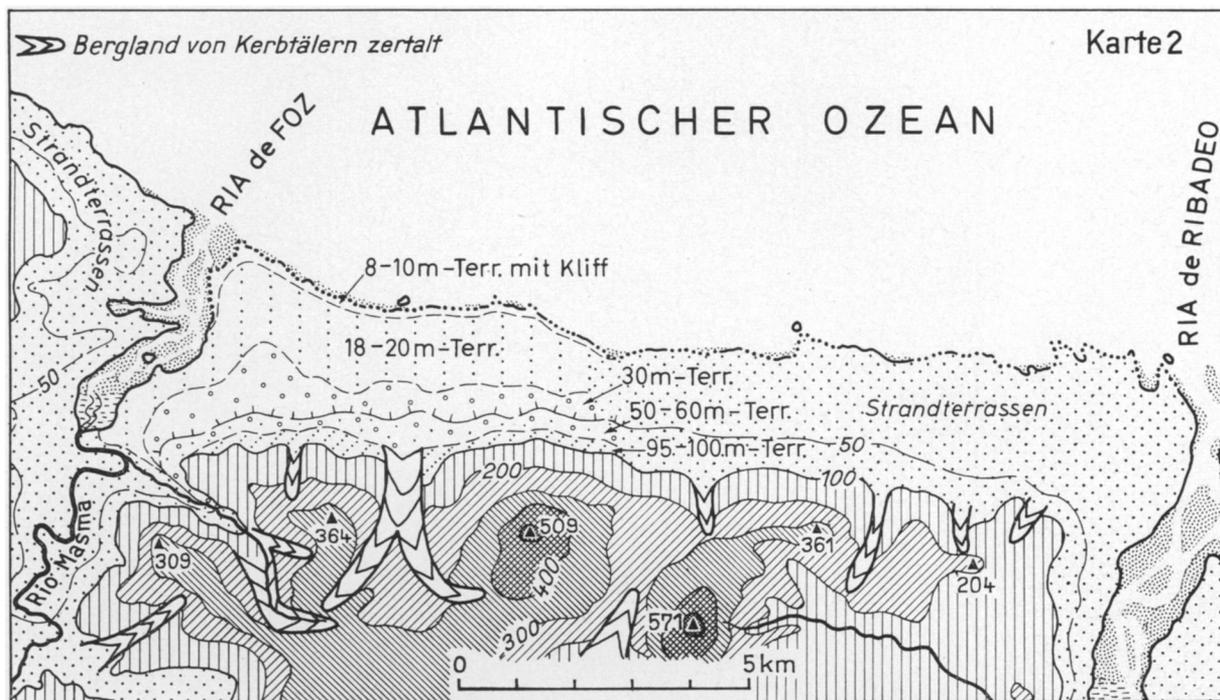
Der Pfeil deutet auf die ausgedehnte 55—60-m-Terrasse am Westufer hin.

Phot. H. Mensching

**Abb. 5:** Die Riamündung von Muros y Noya (Westgalizien).

Eine Granitkuppe überragt die 20-m-Terrasse am Südausgang der Ria.

Phot. R. Mensching



Karte 2: Nordgalicische Riasküste zwischen Ribadeo und Foz.

Strandterrassen im Bereich zwischen Kliffküste (punktierte Küstenlinie) und 100-m-Isohypse. In den Rias punktiert: bei Niedrigwasser trockenfallender Teil. An der Küste feinpunktiert: Sandstrand.

Entwurf: H. Mensching (1958/59)

hohlkehlen kaum zu finden<sup>5)</sup>. Aus morphologisch vergleichbaren Küstenbereichen Portugals ist bekannt (H. LAUTENSACH, 1928), daß die dortigen küstennahen Fußflächen überwiegend fluviatiler Entstehung sind.

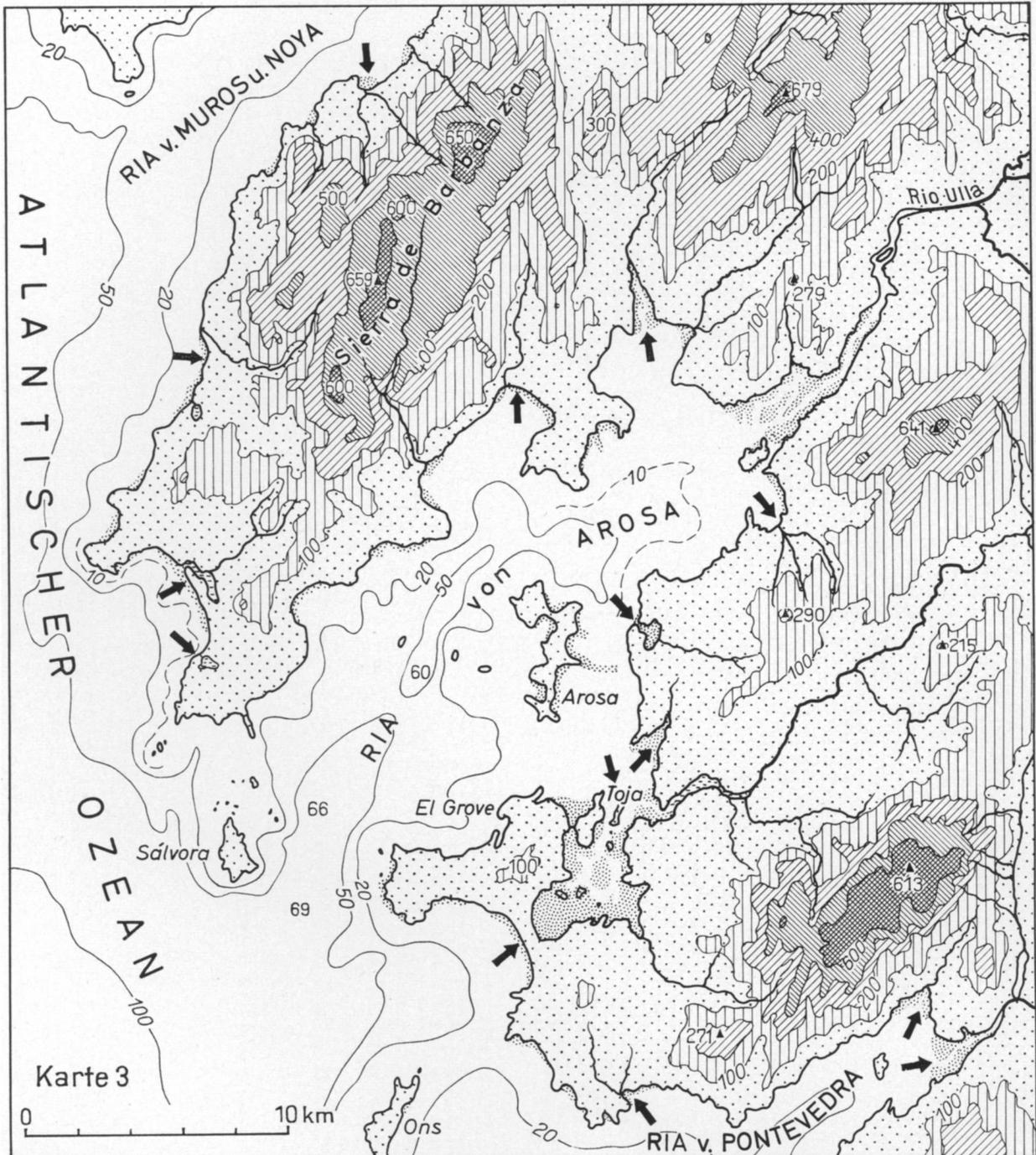
Auf Karte 2 mit der ein wenig schematisierten Verbreitung der Strandterrassen des Ostufers der

Ria de Foz wie auch im Profil sind die beschriebenen Verhältnisse dargestellt. Die landwärtige Ausdehnung der Ria bleibt damit im Bereich der pleistozänen Ausdehnung der Meeresterrassen bzw. der interglazialen Meereshochstände. Für die asturisch-galicische Nordküste ist ein solcher Zusammenhang typisch.

Die Ria de Vivero im Granit-Bereich Galiciens zeigt ganz ähnliche Verhältnisse. Neben Terrassen in 20 m, ausgedehnter 55- bis 60-m-Terrasse (vgl. Abb. 4), ist verschiedentlich auch das 100-m-Niveau vorhanden. In den Rias von Santa Marta (Ortigueira), Ferrol, Betanzos und Coruña treten über den ebenfalls verbreiteten Strandterrassen verschiedentlich höhere Flächenreste in etwa 180 m und 300 m auf, die jedoch schon pliozänes Alter haben dürften. — Nicht besucht wurden die Rias von Corne und Lage, sowie die Ria de Camariñas.

Die Ria de Muros y Noya liegt bereits ganz im granitischen Bereich der Westküste und gehört zu den Rias Bajas. Marine Terrassen treten allgemein in 20 m, um 30 m und wieder zwischen 50 und 60 m Höhe auf, bei Pontosin am Südufer deutlich auch im tieferen 8- bis 10-m-Niveau. Die höchsten Terrassen sind durch die starke Zertalung der Granit-Landschaft, wie sie aus der

<sup>5)</sup> E. SCHEU (1930, S. 125) erwähnt allerdings, daß westlich der Nalonmündung (Westasturien) die ausgedehnte Küstenplattform in 120 m Höhe (Sizilische Transgression I?) dort unmittelbar an das höhere Gebirge herantritt, und zwar mit einem scharfen Knick in die sanften höheren Böschungen übergeht. Er schließt daraus, „daß es sich hier um alte Kliffe handelt, die mit der Bildung der Abrasionsplattform in engstem Zusammenhang stehen“. Die darauf gefundenen Sande sollen nach BARROIS (zit. bei SCHEU) dem Alter nach in das jüngste Tertiär gehören, doch ist dafür kein Beweis vorhanden. Da jedoch unweit westlich der Ria de Nalon bei Muros die 120-m-Abrasionsterrasse nicht unmittelbar an das Gebirge stößt, wie auch SCHEU hervorhebt, sondern über eine 150 m hohe, dann über eine in 180—190 m gelegene „Gebirgsrandterrasse“ zu einer in 250 m Höhe gelegenen, stark zerschnittenen Rumpffläche ansteigt, können die erwähnten Sande kaum dem jüngsten Tertiär zugeordnet werden. Sie gehören ziemlich sicher dem Quartär an. Die „Mapa del Cuaternario de Asturias“ verzeichnet dort periglaziale Ablagerungen. Nach den eigenen Beobachtungen scheint es ebenso wahrscheinlich, daß schon die wenig deutliche 150 m hoch gelegene Randterrasse präquartäres Alter hat.



Karte 3: Übersichtskarte der westgalicischen Rias Bajas. (Mit Höhenschichten und Isobathen n. Karten des Serv. Hydrograph. de la Marine, Paris 1918, korr. 1938).

An den Riaküsten punktiert: Bei Ebbe freifallender Strand. Die Pfeile deuten auf ehemalige oder stark verkleinerte Buchten der Riaküste hin.

Karte der Rias Bajas (Karte 3) abzulesen ist, oft weitgehend aufgelöst. Da sich im Granit Kuppen und Einzelberge leicht herausbilden, werden verschiedene Abrasionsterrassen von solchen Kuppen inselartig überragt, die zur Zeit des jeweiligen Meeresstandes der betr. Terrasse echte Inseln waren, wie sie auch heute an der Riasküste weitverbreitet sind (vgl. Abb. 5). Die Verbreitung von älteren Kliffs ist gering, was sicher petrographisch bedingt ist. Ferner fällt auf, daß in den westgalicischen Rias in den Nebenbuchten Dünen sehr häufig sind und flache Sandbuchten vorherrschen. Im Bereich der Seitentalmündungen sind die marinen Terrassen besonders gut ausgebildet und erhalten, dort also, wo marine und fluviatile Formung zusammenwirken.

Die große Ria de Arosa ist für die Verfolgung des Verlaufes der eustatischen Terrassen vom Mündungstrichter der Ria bis zu ihrem oberen Ende besonders geeignet. Alle marinen Niveaus sind, wenn auch selten vollständig übereinander, vertreten. Dabei ist zu beobachten, daß das 8- bis 10-m-Niveau oberhalb der Mündung des Hauptflusses in die Ria (etwa bei Catoira) nur noch 5—6 m Höhe über dem Fluß hat, während sich das 18- bis 20-m-Niveau auf 15 m erniedrigt. Es ist also festzustellen, daß sich die marinen Strandterrassen im Bereich des oberen Ria-Endes rasch flußaufwärts relativ zum heutigen Fluß erniedrigen und schließlich auskeilen. Dieses Auskeilen der eustatischen Terrassen in den Flußunterläufen ist an sich bekannt. H. LAUTENSACH erkannte im Tal des Miño (Minho) eine Terrassenkreuzung zwischen eustatischen (interglazialen) und klimatisch-morphologischen (glazialen) Terrassen. Er stellte die Frage nach der Lage des „Wendepunktes, an dem die interglaziale Aufschüttung des Unterlaufes in die glaziale des Oberlaufes übergeht“. Für die galicischen Rias Bajas liegt dieser „Wendepunkt“ in Abhängigkeit vom Gefälle des Flusses mehr oder weniger weit, d. h. aber nur wenige Kilometer oberhalb der Einmündung in die Ria, doch setzten sicher kaltzeitliche Flußterrassen erst oberhalb der schon erwähnten, küstennahen Gefällsverteilungen, oft mit Schluchtstrecken und Stromschnellen, in größerer Verbreitung ein. Weitere Beobachtungen hierzu wurden nicht angestellt. Dabei greift die höchste eustatische Terrasse am weitesten landwärts zurück und zeigt die weitere landwärtige Ausdehnung der Ria im Altquartär, und zwar im Interglazial an.

In diesem Zusammenhang sei auf den Verlauf der 100-m-Isohypse an der westgalicischen Küste hingewiesen, die ungefähr den Bereich der weitesten Ausdehnung des ältesten interglazialen

Meereshochstandes widerspiegeln kann. Auf Karte 3 ist der Zwischenbereich bis zur heutigen Uferlinie besonders herausgehoben.

Es bleibt zu erwähnen, daß neben den bisher genannten Terrassenniveaus häufig eine jüngste, etwa 3 m hohe Abrasionsplattform, besonders um die Inseln herum, zu beobachten ist. Dieses Niveau wird mit dem postglazialen Meereshochstand der Flandrischen Transgression parallelisiert.

Allgemein sind die Strandterrassen auf den Südufern bzw. den nach NW schauenden Ria-Ufern besser ausgebildet als an den gegenüberliegenden Seiten. Dies könnte eine Folge der unter den W- und NW-Winden stärkeren Brandungswirkung sein. Diese Beobachtung wurde an mehreren westgalicischen Rias gemacht, nicht dagegen an der galicisch-asturischen Nordküste, wo die Ria-Ausgänge oft verengt und schmal sind.

Im Übergangsbereich zwischen der Ria de Arosa und Pontevedra treten nochmals Terrassen in 2—3 m, um 20 m und zwischen 30 und 35 m auf, die sich in die Ria von Pontevedra fortsetzen. Vom Ausgang der Ria de Vigo mit der nach Süden anschließenden Bucht von Bayona erstreckt sich die galicische Westküste infolge der unmittelbar herantretenden Küstenrandverwerfung (CARLÉ, 1940) fast geradlinig südwärts bis zur Mündung des Rio Miño. Rias treten hier nicht mehr auf. Ein Grund hierfür dürfte in der Struktur der Küstenregion zu suchen sein: Das Gebirge erstreckt sich als Sierra de la Magdalena weitgehend parallel zur Küste (Längsküste) mit einem bis zu 650 m aufragenden Kamm. Infolge der Küstennähe des Kammes fließen keine größeren Flüsse von der atlantischen Abdachung zum Meer, wodurch auch die morphologischen Voraussetzungen für eine Riasküste fehlen. „Durchbruchstäler“ fehlen, da auf der Ostseite der Sierra der Miño als Sammelader alle Zuflüsse auf sich vereinigt und dort selbst einen mehr südlichen Verlauf nimmt.

Die Küste verdankt ihre geradlinige Erstreckung den iberischen Randbrüchen, die jedoch für die jüngere quartäre Küstengestaltung kaum noch Bedeutung haben. Vielmehr treten auch auf diesem geraden Küstenstück im Granit folgende marine Abrasionsterrassen deutlich hervor: um 3 m, 20 m, 30—40 m, 60 m, während die 100-m-Terrasse fehlt. Diese marinen Niveaus des Quartärs setzen sich bis zur Miño-Mündung fort, wo sie auf spanischer Seite am Santa Tecla (360 m) bei Camposancos in einem 3- bis 5-m-Niveau mit ausgedehnten rezenten Wanderdünen, einer 18- bis 20-m-Terrasse und einem 35- bis 40-m-Niveau auftreten. Höhere Terrassen

sind dort nicht mehr erkennbar. Die Verbindung mit den eustatischen Miño-Terrassen des Unterlaufes, die H. LAUTENSACH (1941) untersucht hat, ist damit klar gegeben.

#### *Zusammenfassung:*

##### Kurzer Abriß der quartären Entwicklung der Rias

Die nordwestspanischen Rias sind im Rahmen der verschiedenen Küstentypen der Erde bisher auf Grund ihrer heutigen Gestalt allgemein als überflutete (ertrunkene) Flußunterläufe in einer stark zertalten Küstenlandschaft — besonders ausgeprägt im Granit-Gneis eines alten Faltenorogens — erklärt worden. Unter Verwendung der spanischen Bezeichnung „Ria“ wurde bei der wissenschaftlichen Deutung der Entstehungsgeschichte solcher mit dem offenen Meer unmittelbar verbundenen Mündungstrichter zunächst die geologische Struktur, später auch der Formenschatz der „untergetauchten“ Küstenlandschaft in den Vordergrund gerückt. Einen Fortschritt bedeutete es dann, diese Küstenlandschaft im Rahmen der pleistozänen klimatisch-morphologischen Entwicklung zu sehen und nicht in einem bestimmten Entwicklungsstadium des marinen Zyklus im Sinne von DAVIS zu betrachten. Die Bezeichnung der Talformen der Riasküste als „reif“ oder „greisenhaft“ ist irreführend, zumal für ihre Ausbildung die jungen quartären morphologischen Formungsprozesse besonders entscheidend waren.

Nun war seit der Einführung des Begriffes „Ria“ in die morphologische Terminologie durch F. v. RICHTHOFEN klar, daß für die Erklärung dieser Küstenform das Lageverhältnis des Meeresspiegels zum Mündungstrichter entscheidend ist. Um den heutigen Zustand, also die Verbreitung bzw. Höhenlage des Meeres in den Rias zu erklären, wurde in den verschiedenen Definitionen die Ria als „untergetauchter“, „ertrunkener“ oder „überfluteter“ Mündungsbereich eines Flußtales bezeichnet oder auch als Talbereich erklärt, in den das Meer „eingedrungen“ sei. Dabei erscheint der Ausdruck „untergetaucht“ meistens mehr oder minder mit der Vorstellung des Untertauchens der Küste durch tektonisches Absinken des Landes verbunden. Beobachtungen über das Vorhandensein von Strandterrassen weit über dem Niveau des heutigen Meeresspiegels führten schon bei SCHEU (1913) zu Zweifeln, ob die Rias wirklich durch Senkung des Küstenbereiches erklärt werden könnten. 1947 wies CARLÉ dann ganz klar auf diesen Widerspruch hin, zog aber nicht die eustatischen Meeresspiegelschwankungen des Quartärs zur Erklärung heran.

In neueren Arbeiten (GUILCHER, LAUTENSACH, PANZER u. a.) wurde darauf hingewiesen, daß die jetzige Lage des Meeresspiegels in den Rias eine Folge des postglazialen Meeresspiegelanstiegs im Rahmen der Flandrischen Transgression sei. Durch die umfangreichen Studien über die eustatischen, speziell glazial-eustatischen Schwankungen des Meeresspiegels wissen wir, daß im Verlauf des Quartärs kaltzeitliche Regressionen und warmzeitliche Transgressionen miteinander abgewechselt und die älteren quartären Strandterrassen eine relative Heraushebung erfahren haben, während die tieferen Strandterrassen — PFANNENSTIEL folgend — ohne eine epirogenetische Heraushebung erklärt werden können. Auch für die Erklärung der Rias müssen demnach die Meeresspiegelschwankungen des gesamten Quartärs berücksichtigt werden, wie es für die NW-Küste der Iberischen Halbinsel schon von DIAS und BIROT u. SOLÉ angedeutet wurde.

Auf Grund von Beobachtungen über die Verbreitung quartärer Strandterrassen wurde hier versucht, die Entwicklungsgeschichte der Rias im weiteren Rahmen — vom ausgehenden Tertiär bis heute — zu sehen und nicht nur auf das Entwicklungsstadium der Postglazialzeit zu beschränken. Dadurch ergibt sich ein umfassenderes Bild und vielleicht auch eine richtigere und vollständigere Erklärung der Rias.

Wie die Beobachtungen und ihre Auswertung gezeigt haben, haben wir an der galicisch-asturischen Küste — wie an den meisten Küsten der Erde —, an der Wende Tertiär/Quartär, mit einem anderen Verlauf der Strandlinie zu rechnen als ihn der heutige Zustand zeigt. Man kann den ehemaligen Verlauf zwar topographisch nicht ganz genau festlegen, doch verlief die Strandlinie höher als die höchste quartäre Strandterrasse oder mindestens in der gleichen Höhenlage. Die nach eigenen und zahlreichen anderen Untersuchungen älteste quartäre Strandterrasse (Sizilische Transgression I) liegt in Nordwestspanien zwischen 90—100 m, teilweise bis 120 m ansteigend. Sie geht in flachem Anstieg in die Bergfußfläche über, die als Band wechselnder Breite und stark zerschnitten das asturische Gebirgsland und das Bergland Galiciens umkränzt. Der Granit-Gneisblock Galiciens ist in diesem Höhenbereich besonders stark zertalt. Vom Fuß des Gebirges bis auf die höchste Strandterrasse erstreckt sich fast überall eine Decke periglazialen Schuttes.

Die tiefer gelegenen Strandterrassen der Sizilischen Transgression II (Milazzo) in 50—60 m, der Tyrrhenischen Transgression I (um 30 m), sowie die verbreitet auftretenden Strandterrassen des letzten Interglazials (Tyrrhen II) in 15—20 m

und 6—10 m sind im Küstenbereich der Rias NW-Spaniens vielfach anzutreffen und setzen sich in die Talmündungen der Rias hinein fort. Auch die 2- bis 3-m-Abrasionsplatte der Flandrischen Transgression ist ausgebildet.

Für die Entstehungsgeschichte der Rias ergibt sich daraus folgendes: glazial-zeitliche Erosionsphasen im Unterlauf der Flüsse im Küstenbereich wechselten mit interglazialen Überflutungsphasen und jeweiliger Riabildung im Verlauf des Quartärs mehrfach miteinander ab. Beide Phasen waren zur Bildung von Rias erforderlich. Infolge der relativen Heraushebung des Küstengebietes (negative Strandverschiebung als Folge der epirogenetischen Heraushebung und der eustatischen Schwankungen) wurden die zu Beginn des Pleistozäns bestehenden weiteren Meeresbuchten Westgaliciens oder die mehr gestreckten Küsten Asturiens von ständig schmaler werden. Die Rias (durch starke Eintiefung in den Regressionszeiten) durchzogen. Dabei wurden die Rias ebenso meerwärts verlängert, was durch Aufschüttung an den hinteren Riaenden (während der Kaltzeiten) nur teilweise ausgeglichen werden konnte, zumal durch das Zusammenwirken von Flußströmung und Ebbstrom in den Zeiten des interglazialen Meereshochstandes ein großer Teil des fluvial herangeschafften Flußschotter und der feinen Sedimente in das Meer transportiert werden konnte. Die heutige schlauchartige Form der Rias ist daher nur durch die summierende Wirkung aller glazialer Erosionsphasen und interglazialer Überflutungsphasen zu verstehen, und zwar an Gezeitenküsten.

Zu diesen als übergeordnet anzusehenden Bildungsfaktoren treten in den verschiedenen asturisch-galicischen Küstenbereichen mit ihren wechselnden Riaformen zusätzlich wirksame und modifizierende Faktoren. So unterscheiden sich die schmalen asturischen und nordgalicischen Rias von den breiten und wesentlich größeren Rias Bajas Westgaliciens vor allem in der Form der Täler im Granit-Gneisblock einerseits und im Schiefer- und Quarzitzgebiet andererseits. Ferner waren für die Größe der Rias Bajas sicher die von CARLÉ aufgezeigten Grabenbrüche wirksam, wie auch das Talgefälle des in die betreffende Ria mündenden Flusses einen Einfluß auf die Form der Ria ausübt. Die Rias Altas nehmen zwischen den asturischen Kleinformen und den Großformen der Rias Bajas eine Zwischenstellung ein. Spezielle Untersuchungen könnten solche typologischen Unterschiede im einzelnen aufzeigen. Hier galt es vor allem die allgemeine Entwicklungsgeschichte der Rias im Rahmen der quartären Meeresspiegelschwankungen zu sehen

und die bisherigen Erklärungen und Definitionen zu ergänzen und zu präzisieren.

#### Literatur

- BIROT, R., u. L. SOLÉ-SABARIS (1954): Recherches morphologiques dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique. Publ. Inst. Geológico, Nr. 211, S. 7—61, Barcelona.
- BOURCART, J. (1938): Le marge continentale. Essai sur les transgressions et régressions marines. Bull. Soc. géol. France, 5. série, t. VIII, S. 393—448.
- CARLÉ, W. (1940): Gänge als Zeitmarken und tektonische Bezugsflächen (mit einem Beitrag zur regionalen Geologie Galiciens, NW-Spanien), Geol. Rundschau, 31, 1940, H. 3/4.
- (1947): Die westgalicischen Meeresbuchten. Natur u. Volk, 77, H. 1/3, S. 5—14.
- Las Rias Bajas Gallegas. Estudios Geograficos, 1949, S. 323—330.
- CHOUBERT, G. (1957): Essai de Correlation des Formations continentales et marines du Pleistocène au Maroc. V. Int. Congr. INQUA, Madrid-Barcelona.
- DERRUAU, M. (1956): Précis de Géomorphologie. Paris.
- DIAS, J. (1949): Minho, Trás-os-Montes, Haut-Douro. Congr. Intern. Géographie — Excursion A, Lisbonne 1949, S. 35 ff.
- GUILCHER, A. (1954): Morphologie littorale et sous-marine. P.U.F. Paris.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1949): Las rasas litorales de la costa cantábrica en su segmento asturiano. C.R. XVI. Congr. Intern. Géogr. Lisbonne, S. 29—88, Lisboa 1949.
- , LLOPIS-LLADO, JORDA-CERDA u. MARTINEZ (1957): El Cuaternario de la region cantábrica. Guia de la excursion N 2. INQUA, V. Congr. Intern. Madrid-Barcelona 1957.
- KLUTE, F. (1951): Das Klima Europas während des Maximums der Weichsel-Würmeiszeit und die Änderungen bis zur Jetztzeit. Erdkunde V, S. 273—283.
- LAUTENSACH, H. (1928): Morphologische Skizze der Küsten Portugals. Zeitschr. Ges. Erdkunde zu Berlin. Sonderband Hundertjahrfeier 1828—1928. Berlin, S. 296—346.
- (1931): Spanien und Portugal. In: Handbuch der Geogr. Wiss., Band Südost- und Südeuropa (Herausg. F. KLUTE), Wildpark-Potsdam.
- (1952): Der Geographische Formenwandel. Coll. Geogr. Band 3, F. Dümmler-Verlag, Bonn.
- (1951): Die Niederschlagshöhen auf der Iberischen Halbinsel. Pet. Mitt. 96. Jg., H. 3, mit Niederschlagskarte der Iber. Halbinsel.
- (1941): Interglaziale Terrassenbildung in Nordportugal und ihre Beziehung zu den allgemeinen Problemen des Eiszeitalters. Pet. Mitt. S. 297—311.
- LLOPIS-LLADO, N. (1957): La plataforma costera de la costa asturiana entre Cabo Busto y el Eo, y sus depósitos. INQUA, V. Congr. Int. Resumés des Communications. Madrid-Barcelona 1957, S. 112.
- , u. F. JORDA (1957): Mapa del Cuaternario de Asturias. INQUA, V. Congr. Int. Madrid-Barcelona, Oviedo.
- LOUIS, H. (1960): Allgemeine Geomorphologie — Lehrbuch der Allgem. Geogr. (E. OBST), Band I, Berlin.
- MACHATSCHKEK, F. (1955): Das Relief der Erde, Band I, Berlin.
- (1952): Geomorphologie, 5. Aufl., Leipzig.
- MARCEY-RIBA, J. (1956): Las formaciones cuaternarias de la región costera del Nordeste de España. — Actes du IV. Congr. Int. du Quaternaire, Rome-Pise, 1953, Band II, S. 631—637, Roma.
- MAULL, O. (1958): Handbuch der Geomorphologie, 2. Aufl., Deuticke Wien.

- PANZER, W. (1952): Küstenform und Klima. Tag.-Ber. u. wiss. Abh. D. Geographentag Frankfurt 1951, Remagen, S. 205—217.
- PFANNENSTIEL, M. (1952): Das Quartär der Levante. Teil I. Die Küste Palästina-Syriens. Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Abh. Math.-nat. Kl. Jahrgang 1952, Nr. 7.
- RICHTHOFEN, F. v. (1901): Führer für Forschungsreisende (Neudruck der Aufl. von 1886), Hannover.
- SCHEU, E. (1930): Das Kantabrische Gebirge und die nordspanische Riviera. Mittl. Ges. Erdkunde Leipzig, 1925—1929, Leipzig, S. 7—136.
- (1923): Heutige und tertiäre Riasküsten auf der tyrrhenischen Landmasse von Sardinien und Korsika. Z. Ges. Erdkunde Berlin, S. 174—179.
- (1913): Die Rias von Galicien. Ihr Werden und Vergehen. Z. Ges. Erdkunde Berlin, S. 84—114 und S. 193—210.
- SOLÉ-SABARIS, L. (1952): España. Geografía Física. In: M. DE TERAN, Geografía de España y Portugal. Barcelona.
- TEIXEIRA, C. (1949): Playas anciennes et terrasses fluviales de NW de la Péninsule Ibérique. C. R. XVI. Congr. Int. Geogr. Lisbonne.
- VALENTIN, H. (1952): Die Küsten der Erde. Pet. Mitt., Erg.-Heft 246, Gotha.
- WEBER, H. (1958): Die Oberflächenformen des festen Landes. Leipzig (Teubner).
- WERTH, E. (1952): Die eustatischen Bewegungen des Meeresspiegels während der Eiszeit und die Bildung der Korallenriffe. Akad. Wiss. u. Lit. Mainz. Abh. der Math.-Nat. Kl. Jg. 1952, Nr. 8.
- WOLDSTEDT, P. (1952): Interglaziale Meereshochstände in Nordwesteuropa als Bezugsflächen für tektonische und isostatische Bewegungen. Eiszeitalter und Gegenwart, 2, S. 5—12.
- ZEUNER, F. (1952): Pleistocene shore-lines. Geol. Rundschau 40, 1, S. 39—50.

## BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

### BEVÖLKERUNGSDICHTE UND BEVÖLKERUNGSVERTEILUNG AUF DEN JAPANISCHEN INSELN

MARTIN SCHWIND

Die von der Geographischen Landesaufnahme in Tokyo 1958 veröffentlichte Karte der "Population Distribution and Density"<sup>1)</sup>, die bis auf die Flächen der Stadt- und Dorfgemeinden zurückgeht, ist der Versuch, das herkömmliche Dichte-Kartogramm mit der Karte in Punktmethode zu verbinden. Das Kartogramm hat den Vorteil, daß es jeweils durch den Quotienten aus Bevölkerungszahl und Größe der Verwaltungsfläche eine feste Relation zwischen Mensch und Raum ausdrückt. Die Karte der Bevölkerungsverteilung, wie sie von Sten De Geer entwickelt wurde, hat den Vorteil, daß auf ihr die Anwesenheit einer bestimmten Zahl von Menschen an einem bestimmten Ort kenntlich gemacht werden kann. Man müßte also meinen, daß sich durch den Zusammendruck von Kartogramm und Punktkarte eine Bevölkerungsdichte- und -verteilungskarte von höchstmöglichem Aussagewert ergäbe, und dies um so mehr, als im vorliegenden Falle die japanische Landesaufnahme beide Darstellungsformen auf eine Grundkarte brachte, die in feinem Blau das Gewässernetz und die Isophysen im Höhenabstand von 200 m enthält. Aber gerade diese Kombination macht die Unzulänglichkeit beider Darstellungsmethoden deutlich. Es erscheinen z. B. große Flächen in der Farbe, die 50 bis 100 Menschen je qkm anzeigt, und in Wirklichkeit konzentriert sich die Bevölkerung, wie die Punkte angeben, auf ein enges Tal inmitten des weiten, menschenleeren Gebirgsraums. Es mangelt auch bei dieser Kombination an der Relation zwischen Mensch und der von ihm wirklich besetzten Fläche. Diese Relation kann nur gefunden

werden durch Umrechnung der Statistik auf die naturräumlichen Einheiten — sofern solche Einheiten für das ganze Land schon erkannt und begrenzt wurden.

Die Geographische Landesaufnahme hat unter Leitung ihres früheren Direktors Akira WATANABE eine naturräumliche Gliederung Japans im Maßstab 1 : 50 000 erarbeitet<sup>2)</sup>. Sie ist im wesentlichen eine geomorphologische Gliederung. Aber für das eng gekammerte Inselreich darf sie auch als die naturräumliche gelten. Die auf ihrer Grundlage entstandene Karte der „Population Density by Landform Division“, für die Takamasa NAKANO verantwortlich zeichnet<sup>3)</sup>, macht den weiten Weg deutlich, der seit dem Erscheinen der ersten Karte der Bevölkerungsdichte Japans im Jahre 1925, berechnet auf der Einheit ganzer Landkreise (gun)<sup>4)</sup>, über die auf die einzelnen Gemeinden zurückgehende Karte von Syuzi INOUE<sup>5)</sup> bis heute zurückgelegt wurde. Was aus den früheren Karten an Aussagen herausgelesen werden konnte, wird durch die neue Karte im allgemeinen bestätigt; darüber hinaus aber macht sie Feststellungen von größerer Differenziertheit möglich, die für das Erfassen der landschaftlichen Struktur ganz Japans sowie auch einzelner Teile von entscheidender Bedeutung sind. Es lassen sich folgende Leitsätze aufstellen:

<sup>2)</sup> NAKANO, Takamasa und SHIKI, Masahide: Landform Classification Survey in Japan. In: Proc. of IGU Regional Conference in Japan 1957. Tokyo 1959. S. 557—563.

<sup>3)</sup> Population Density by Landform Division 1 : 800 000. Population Census of 1955. Geographical Survey Institute Tokyo. Published by Bureau of Statistics, März 1958. Hierzu Appendix, enthaltend die Areale und Einwohnerzahlen der natürlichen Räume.

<sup>4)</sup> ISHIBASHI, G., und ONO, T.: A Map of the Distribution of Population in Japan. Nach dem Census von 1920. Tokyo 1925.

<sup>5)</sup> INOUE, Syuzi, Die Bevölkerungsverteilung Japans im Jahre 1930. Mit Karte 1 : 1 Mill. In: Wiss. Veröffentl. d. Deutschen Museums f. Länderkunde, Leipzig, Neue Folge 4, 1936. S. 159—166.

<sup>1)</sup> Population Distribution and Density by shi, machi, mura. Population Census of 1955, 1 : 800 000. Geogr. Survey Institute, Tokyo 1958.