

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

SITZUNGSBERICHTE

JAHRGANG

1975

MÜNCHEN 1976

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Neugefaßtes Höhendigramm der Erde

Von Herbert Louis

(mit einer Figur und einer Tabelle)

vorgelegt am 4. Juli 1975

1. Die Hypsographische Kurve und die Notwendigkeit ihrer Überprüfung

Die Hypsographische Kurve gibt eine statistische Übersicht über die Höhenverteilung auf der festen Erdoberfläche. In einem rechtwinkligen Koordinatensystem sind auf der Ordinatenachse die Meereshöhen angegeben. Die Abszisse verzeichnet die Flächen-Maßzahlen bis zur Größe der gesamten Erdoberfläche. Die Kurve erlaubt es also abzulesen, wie groß für die verschiedenen Höhenintervalle die zugehörigen Flächenanteile sind.

Diese Kurve ist deswegen bedeutungsvoll, weil die Höhenverteilung auf der Erdoberfläche nicht einer Wahrscheinlichkeitsverteilung entspricht. Zwar sind die großen Höhen von über $+1000$ m ü. d. M., die sogenannten Kulminationsgebiete, und die sehr großen Meerestiefen etwa von mehr als -6000 m (unter dem Meeresspiegel) nur mit kleinen Flächenanteilen vertreten. Aber dazwischen liegen nicht ein sondern zwei Höhenintervalle mit extrem großen Flächenanteilen. Das eine kann als Kontinentalplattform bezeichnet werden und liegt zwischen etwa $+1000$ und etwa -200 m Meereshöhe. Das andere ist der Tiefseeboden, nach der älteren Kenntnis etwa zwischen -3000 und etwa -5500 m Tiefe. Das Vorhandensein dieser beiden überdurchschnittlich vertretenen Höhenstockwerke auf der Erde bildet einen wichtigen Ausgangspunkt für weitreichende Überlegungen der Geophysik, der Geologie und der Geomorphologie.

Zwischen den beiden überdurchschnittlich vertretenen Höhenstockwerken liegt ein Zwischenhöhenbereich mit relativ geringen Arealanteilen. Er wurde bisher gewöhnlich als Kontinentalabhang bezeichnet. Damit sollte ausgedrückt werden, daß dieser

Teil der Hypsographischen Kurve den Abschwung von der Kontinentalplattform zum Tiefseeboden veranschaulicht.

Eine umfassend erarbeitete Hypsographische Kurve wurde 1921 von Erwin Kossinna¹ veröffentlicht. Sie beruhte für die Landgebiete im wesentlichen auf Zahlen von Hermann Wagner², für die Meeresgebiete auf der Flächenausmessung der verschiedenen Höhenintervalle in den Tiefenkarten der Ozeane von Max Groll³ von 1912/13. Kossinnas Bild der Hypsographischen Kurve wurde mit geringen Abänderungen bis heute, d. h. für mehr als ein halbes Jahrhundert immer aufs neue benutzt. Die Berechtigung dazu liegt darin, daß die vorher genannte wesentliche Abweichung der Höhenverteilung auf der Erde von einer Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Kurve von Kossinna deutlich zum Ausdruck kommt. Aber die Groll'schen Karten, d. h. die Grundlagen der Arbeit von Kossinna enthielten besonders für die Ozean-Räume, entsprechend der damaligen Kenntnis, nur sehr ungefähre Angaben über die Tiefenverhältnisse.

Natürlich haben sich auch für die Kontinentalbereiche seit 1913 nicht wenige bedeutende Richtigstellungen von Höhenbefunden ergeben. Doch sie konnten jeweils ziemlich leicht in den Zusammenhang des im ganzen feststehenden Kartenbildes eingearbeitet werden. Im übrigen waren diese Korrekturen trotz im einzelnen ansehnlicher Größe nach Flächen- und Volumen-Ausmaß nicht so bedeutend, als daß die Form der Hypsographischen Kurve durch sie nennenswert verändert worden wäre.

Für die Tiefenkarten der Ozeane konnte aber ein schrittweises Einfügen neuer Einzelangaben nur Notlösungen schaffen, weil die Darstellung der Groll'schen Karten zwar sehr wesentliche Züge richtig wiedergab, in weiten Teilen aber nur auf spärlichen Angaben beruhte. Was sich hier an neuen Feststellungen über das Relief des Ozeangrundes seit langem schrittweise angesam-

¹ Kossinna, Erwin: Die Tiefen des Weltmeeres. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde, N. F. Reihe A, Heft 9, Berlin 1921.

² Vgl. dazu Wagner, Hermann: Lehrbuch der Geographie, Bd. I, Teil 2, Physikalische Geographie, 10. Aufl., S. 269–273, Hannover 1922.

³ Groll, Max: Tiefenkarten der Ozeane 1:40 Mio. Veröff. d. Inst. f. Meereskunde N. F. Reihe A, Heft 2, Berlin 1912. 2. Aufl. der Tiefenkarte des Stillen Ozeans. Zeitschr. Ges. Erdkde, Berlin 1913.

melt hat, ist durch die intensive Meeresforschung der jüngeren Zeit gleichsam schlagartig noch unvergleichlich vermehrt und intensiviert worden. Dieses neue Material forderte nachdrücklich zur Erstellung neuer Tiefenkarten der Ozeane heraus, und es macht ebenso dringend eine Überprüfung der nun schon so lange verwendeten Hypsographischen Kurve nötig.

2. Kartographische Grundlagen und sachliches Erfordernis einer Neufassung des höhenstatistischen Bildes der Erde

Das dringende Bedürfnis nach einer zusammenfassenden kartographischen Auswertung der so sehr vermehrten Tiefenlotungen gemeinsam für alle Meeresgebiete in einem Übersichtsmaßstab hat Günter Dietrich und Johannes Ulrich dazu veranlaßt, in dem 1968 im Bibliographischen Institut Mannheim erschienenen „Atlas zur Ozeanographie“ vollständig neu geschaffene Karten der Ozeane im Maßstab 1:25 Millionen herauszubringen. Mit diesen Karten findet die Topographie des Meeresbodens in bezug auf Formen, die in diesem Maßstab noch ins Gewicht fallen, nach den Worten der Herausgeber zum ersten Male eine abschließende Darstellung. Erst diese Karten ermöglichen es zu überprüfen, ob bzw. wie weit die einst von Kossinna entworfene Hypsographische Kurve noch unserem Kenntnisstand entspricht oder verbesserungsbedürftig ist.

Freilich haben diese Karten gegenüber den alten Karten von Groll einen fühlbaren Nachteil. Sie sind nicht flächentreu. Vielmehr sind die Flächenwerte des benutzten Projektionssystems von Karlheinz Wagner gegenüber den Sollwerten des Maßstabs in großen Teilen der Karte bis zu 10% zu groß oder zu klein, in manchen Randgebieten sogar noch wesentlich mehr. Das erschwert die Benutzung dieser Karten für Flächen-, Volumen-, Bilanz-Bestimmungen und Vergleiche leider sehr. Es ist schwer zu verstehen, daß wegen anderer Vorteile der gewählten Projektion dieser Gesichtspunkt in einem „Hochschulatlas“ zurückgestellt wurde, ja daß dieser Mangel durch einen verschleiernnden Satz im Vorwort dem weniger kundigen Leser sogar verdeckt wurde. Glücklicherweise wird überschlägige Meßarbeit dadurch

erleichtert, daß eine flächentreue, wenn auch nicht alle Meeresräume deckende Darstellung des „Weltmeeres“ 1:80 Millionen beigegeben wurde, diese freilich ohne die Angabe, daß sie flächentreu ist.

Trotz der genannten Einschränkung sind diese Ozeankarten 1:25 Millionen als erste dem Kenntnisstand um 1965 entsprechende und für diesen Maßstab im wesentlichen wohl auch durchaus gesicherte Darstellung des Reliefs des Meeresbodens anzusehen und allgemein ebenso wie für die hier zu behandelnde besondere Aufgabe zu begrüßen.

In dieser Hinsicht zeigt bereits die einfache Betrachtung der Karten, daß mehrere wesentliche Züge des subozeanischen Reliefs von Kossinnas Kurve noch nicht bzw. nicht angemessen herausgebracht werden konnten:

1. Die riesengroßen Flächen des eigentlichen, überwiegend ziemlich flachen, bzw. von größeren Aufragungen freien Tiefseebodens reichen nach abwärts nicht bis etwa $-5\,500$ m, wie die Kurve von Kossinna vermuten läßt, sondern in Wirklichkeit bis über $-7\,000$ m. Jedenfalls gehören rund 6 Mio km² der Tiefenstufe zwischen $-6\,000$ und mehr als $-7\,000$ m nicht zum Bereich der langgestreckt schmalen sogenannten Tiefseegräben.

2. Die sogenannten Ozeanischen Rücken, d. h. außerordentlich lang gestreckte, relativ schmale Erhebungszüge, die den Tiefseeboden um tausend bis mehrere tausend Meter überragen, sind weit häufiger und schärfer ausgeprägt, als man im ersten Viertel unseres Jahrhunderts wußte. Ihr Flächenanteil ist in der Kurve von Kossinna zusammen mit dem Flächenanteil des Kontinentalabfalls in dem „Zwischenhöhenbereich“ zwischen der Kontinentalplattform und dem Tiefseeboden enthalten. Zum großen Teil war auch die Existenz dieser Rücken erst andeutungsweise oder noch gar nicht bekannt. Die allein den Höhen- bzw. Tiefenanteilen nach statistische Darstellung der Hypsographischen Kurve, die Kossinna befolgte, faßt hier Oberflächenbereiche zusammen, die dem Stil ihrer Formung nach, soweit dieser geotektonisch bedingt ist, wesentlich verschieden sind. Man spricht, um solche Unterschiede zu kennzeichnen, von morphotektonischen Typen und von morphotektonischen Bereichen.

Es sollte jedenfalls versucht werden, die beiden morphotektonisch sehr unterschiedlichen Bereiche des Kontinentalabfalls und der Ozeanischen Rücken, obwohl sie weitgehend in den gleichen Höhen-Tiefenbereich fallen, in einem höhenstatistischen Bild der Erde gesondert darzustellen. Dies weist bereits darauf hin, daß statt an eine nur quantitative Verbesserung der Hypsographischen Kurve an ein anders gefaßtes Höhendigramm der Erde gedacht werden muß.

3. Die sogenannten Tiefseegräben, d. h. die langgestreckten und schmalen Tiefenzüge am Saum der Ozeanischen Rücken oder von schmalen über das Meer aufragenden Kettengebirgszügen erreichen zwar überwiegend Tiefen von unter -6000 m und kommen bis zu den Maximaltiefen um -11000 m. Aber einige von ihnen, wie z. B. der Californische Graben, der Witjas Graben, Teile des Westmelanesien Grabens, des Neuhebriden Grabens u. a. beginnen bereits in typischer Ausbildung bei weniger als -4000 m und reichen streckenweise nicht einmal bis -6000 m hinab. Diese Tiefenvariation eines der am meisten charakteristischen Züge des submarinen Reliefs kann in der Kurve von Kossinna ebenfalls nicht zum Ausdruck gebracht werden. Die weniger tief befindlichen Teile dieser Formen bleiben vielmehr innerhalb der Gesamtflächenanteile der betreffenden Tiefenstufe verborgen. Es sollte aber versucht werden, auch die hier vorhandene Besonderheit zum Ausdruck zu bringen.

4. Weiter war es in der Kurve von Kossinna von Anfang an nicht ganz befriedigend, daß innerhalb der sogenannten Kulminationsgebiete der Erde, d. h. der Bereiche von über $+1000$ m Meereshöhe kein Unterschied zwischen den morphographisch wie geomorphologisch so sehr verschiedenen Anteilen der langgestreckten Kettengebirge und der hoch emporreichenden Plateau- und Massengebirgskörper zu erkennen ist. Mit den letztgenannten sind dabei u. a. die hohen Eiskalotten von Antarktika und Grönland, die Hochländer von Hoch- und Südafrika und in anderen Gebieten gemeint. Diese stehen dem morphotektonischen Kettenrelief als Vertreter des Felderreliefs gegenüber. Unter dieser Bezeichnung können innerhalb des Kontinentalblocks, d. h. innerhalb der Kulminationsgebiete und der Kontinentalplattform zusammen, alle diejenigen Relieftypen zusammengefaßt werden,

die morphotektonisch nicht aus langgestreckten und ungefähr parallel gerichteten, mehr oder weniger eng – streifenförmig deformierten Krustenteilen aufgebaut sind, sondern überwiegend einen Untergrund aus breiten oder unregelmäßig umrissenen, schollenartigen Teilstücken besitzen.

5. Nicht ganz befriedigend war es endlich auch, daß in der Hypsographischen Kurve in dem Höhenbereich der Kontinentalplattform keine Andeutung des ja auch hier vorhandenen morphotektonischen Unterschieds zwischen dem Felderrelief und dem Kettenrelief erkennbar ist.

Allerdings, als Kossinna seine Hypsographische Kurve entwarf, standen die hier genannten geomorphologisch-morphotektonischen Unterscheidungen erst im Anfang oder sogar erst vor ihrer näheren Erfassung und Deutung. Deshalb mußte er sich darauf beschränken, undifferenziert, soweit es damals möglich war, die Flächenanteile innerhalb der verschiedenen Höhenintervalle zum Ausdruck zu bringen.

3. Graphische und sachgegebene Möglichkeiten eines morphotektonisch differenzierten Höhendiagramms der Erde

Mit der heutigen, stark vermehrten Kenntnis ist es aber möglich, innerhalb der verschiedenen Höhenintervalle jeweils den Flächenanteil der großen morphotektonischen Hauptbereiche, insbesondere des Kettenreliefs und des Felderreliefs innerhalb des Kontinentalblocks, des Kontinentalabhangs im Zwischenhöhenbereich zwischen dem Kontinentalblock und der Tiefsee, der Tiefseeböden sowie der Ozeanischen Rücken und der Tiefseegräben einzeln zu bestimmen. Da diese morphotektonischen Hauptbereiche sich zwar jeweils aus vielen, dem Prinzip nach verwandten Einzelbereichen zusammensetzen, sich aber untereinander nicht überlappen, da weiter das gleiche für die Flächenbeziehungen der verschiedenartigen morphotektonischen Hauptbereiche untereinander auch gilt, und da endlich alle morphotektonischen Hauptbereiche zusammen die gesamte feste Erdoberfläche bilden, so ist es möglich, für jeden dieser Hauptbereiche eine eigene, den

Nachbarbereich aussparende hypsographische Teilkurve zu erstellen.

Da nun endlich alle genannten morphotektonischen Hauptbereiche zusammen die gesamte feste Erdoberfläche einnehmen, so liegt es nahe, durch Aneinanderfügen dieser hypsographischen Teilkurven in einem den gesamten Höhen-Tiefenspielraum und die Gesamtfläche der Erde in Maßzahlen darbietenden Koordinatensystem ein nach morphotektonischen Hauptbereichen differenziertes „Höhendiagramm der Gesamterde“ zu entwerfen.

Dies wird durch folgenden Sachverhalt wesentlich erleichtert: Die verschiedenen morphotektonischen Bereiche grenzen in der Natur nicht immer scharf, aber jedenfalls lückenlos aneinander. Die Grenze zwischen zwei verschiedenen Bereichen, auch zwischen Hauptbereichen hat deswegen überall eine bestimmte, wenn auch von Ort zu Ort oft unterschiedliche Höhe. An der Stelle im Diagramm, die die Grenze symbolisieren soll, werden also die hypsographischen Teilkurven der beiden benachbarten Bereiche derart zusammenlaufen, daß zwischen den im gegebenen Maßstab noch zu berücksichtigenden Extrempunkten der Höhe und Tiefe, bis zu denen beide Bereiche gemeinsam vertreten sind, eine die Flächenanteile in den etwaigen verschiedenen Höhen möglichst richtig kennzeichnende Trennlinie verläuft. Deren Lage ist so der Höhe nach bestimmt. Ihre Lage auf der flächenanzeigenden Koordinate ergibt sich aus der Einreihung, die die verschiedenen morphotektonischen Bereiche auf dieser Koordinate erhalten.

Diese Aneinanderreihung der Teilkurven zu einem übersichtlichen Gesamtdiagramm der Höhenverteilung auf der Erde ist durch die naturgegebenen Unterschiede in der Höhenanordnung der morphotektonischen Hauptbereiche gewissermaßen vorgezeichnet. Das Kettenrelief hat seine anteilig größte Verbreitung in den höchsten, den Kulminationsgebieten der Erde, das Felderrelief auf der weniger hohen Kontinentalplattform. Der Kontinentalabhang liegt im Zwischenhöhenbereich zwischen jener und den Tiefseeböden. Es erscheint zweckmäßig und sachlich einleuchtend, daß die genannten vier morphotektonischen Hauptbereiche in dem Gesamtdiagramm in eben der angegebenen Reihenfolge nebeneinander gestellt werden.

Eine Besonderheit ergibt sich nur für die Bereiche der Ozeanischen Rücken und der Tiefseegräben. Sie beide erscheinen in der Natur überwiegend in naher gegenseitiger Nachbarschaft, jedoch beide zusammen oft weithin eingeschlossen vom Riesenbereich der Tiefseeböden.

Wo solcherart ein oder sogar zwei morphotektonische Hauptbereiche beidseitig oder allseitig von einem anderen Hauptbereich umschlossen werden, da ist es nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll, den eingeschlossenen Bereich im Höhendigramm der Gesamterde in derjenigen Höhe einzufügen, in der in der Wirklichkeit die Grenze zwischen dem eingeschlossenen und dem einschließenden Bereich gewöhnlich oder durchschnittlich liegt. Der Ort der Einfügung in das Höhendigramm ist nach dieser Überlegung nicht willkürlich, sondern wird mit sachlicher Begründung festgelegt. Das hypsographische Kurvenbild eines morphotektonischen Hauptbereichs, welches in dieser Weise der Diagrammkurve eines anderen Hauptbereichs zwischengeschaltet wird, muß dann naturgemäß von den beiden Punkten her, an denen seine Zwischenschaltung einsetzt, gegen den Extremwert der Höhe oder der Tiefe hin, der von dem zwischengeschalteten Bereich erreicht wird, entweder ansteigen oder abfallen. Die höhenmäßige und flächenmäßige Größe der Zwischenschaltung muß natürlich den in der Wirklichkeit gegebenen Maßen des betreffenden Bereichs entsprechen.

Durch das dargelegte Abbildungsverfahren läßt sich die Höhenverteilung in den morphotektonischen Hauptbereichen der Erde flächengerecht und mit den für diese Bereiche besonders charakteristischen Verteilungsmerkmalen in einem die Gesamterde umfassenden Höhendigramm in verallgemeinerter Form übersichtlich ausdrücken. Selbstverständlich können dabei nur Hauptzüge der Höhengestaltung herausgearbeitet werden, doch jedenfalls wesentlich mehr als die gewöhnliche hypsographische Summenkurve der Erde erkennbar zu machen vermag. Im einzelnen wurden folgende Unterscheidungen vorgenommen:

1. Innerhalb der „Kulminationsgebiete der Erde“ d. h. im Höhenintervall zwischen 9000 und 1000 m ü. M. wurde der ungefähre Flächenanteil des Kettenreliefs gegenüber demjenigen der in diesen Höhenbereich aufragenden, aber dem Felderrelief

zugehörigen Erhebungen durch eine gestrichelte Linie abgegrenzt.

2. Die gleiche Unterscheidung ist der Sache nach auch im Höhenintervall der „Kontinentalplattform“ angebracht und wurde entsprechend durchgeführt. Hier zeigt sich, daß der Flächenanteil des Kettenreliefs innerhalb der Kontinentalplattform relativ zu seinem Anteil innerhalb der Kulminationsgebiete klein ist. Dies wiederum ist ein Ausdruck für die in den Kettengebirgsgebieten weit stärkere Wirksamkeit von engräumigen Vertikaldeformationen der Kruste. Zur Kontinentalplattform mit ihrem überwiegenden Felderrelief gehört auch die unter dem Meeresspiegel gelegene Schelfmeerregion. Es wurde der Versuch gemacht, auch für die Schelfgebiete die vorhandenen Kettenreliefbereiche ungefähr abzuschätzen, die dort vor allem innerhalb der ost- und südostasiatischen Randmeere und im Antillenmeer verbreitet sind.

3. Es wurde versucht, innerhalb des „Zwischenhöhenbereichs“ von — 200 m bis — 3000 m die Gebiete des Kontinentalabhangs von jenen der Ozeanischen Rücken zu trennen. Da diese Bereiche zum größten Teil auch räumlich voneinander deutlich getrennt auftreten, ist es sinnvoll, sie auch im Höhendigramm der Erde auf zwei verschiedene Teilabschnitte aufzuteilen.

Hierbei ist es auch möglich anzudeuten, daß die Schelfgebiete nach abwärts nicht überall in ungefähr — 200 m enden, sondern stellenweise erst in ungefähr — 1000 m (unter dem Meeresspiegel), und daß der Kontinentalabhang sich nach abwärts nicht selten bis über — 3000 m unter den Meeresspiegel fortsetzt.

Die Ozeanischen Rücken nehmen gewiß nicht den gesamten Raum zwischen 0 und — 3000 m ein, der außerhalb des Kontinentalabfalls übrig bleibt. Es gibt unter dem Meeresspiegel auch zahllose, zumeist vulkanische Einzelerhebungen, die in diesen Höhen-(Tiefen-)Bereich aufragen. Doch ihr Flächenanteil ist auch zusammengekommen nur klein. Im übrigen enden die Ozeanischen Rücken nach abwärts durchaus nicht alle bei — 3000 m, sondern z. T. schon höher, z. T. auch erst merklich tiefer. Weiter sitzen den Ozeanischen Rücken stellenweise Inseln auf, d. h. Gebiete über dem Meeresspiegel, und diese erheben sich mit kleinen Arealen sogar zu großen Höhen.

Endlich umfaßt der Begriff „Ozeanischer Rücken“ sehr große Formgebilde, die nach den Befunden der neueren Meeresforschung wohl mindestens auf zwei wesentlich verschiedene Typen der Gestaltung aufgeteilt werden müssen. Die einen dürften als untermeerische Fortsetzungen von Kettengebirgswügen aufzufassen sein, die sich vom Bereich der Kontinental-Plattform in den ozeanischen Raum hinein erstrecken. Zu diesen scheinen vor allem diejenigen Ozeanischen Rücken zu gehören, die peripher, d. h. in der Nähe des Kontinentalrandes verlaufen. Sie weisen wie auch die Kettengebirgswüge der Kontinental-Plattform bevorzugt bogenförmige Gestalt auf. Sie dürften wie diese letztlich das Ergebnis von Zusammenschub in der Kruste sein.

Der andere Typ der Ozeanischen Rücken ist nach den neueren Erkenntnissen wohl hauptsächlich auf Zerrungserscheinungen und auf ein Aufsteigen magmatischer Massen längs von Zerrungsrissen zurückzuführen. Diese Erhebungswüge verlaufen überwiegend mehr gestreckt und treten bevorzugt in größerer Entfernung von den Kontinentalrändern, also median in den Ozeanen, auf. Gegenwärtig ist es bei nicht wenigen der Ozeanischen Rücken erst tastend möglich, sie mit einiger Wahrscheinlichkeit einem der beiden genannten Typen zuzuweisen. Mit diesem Vorbehalt wurde in unserem Diagramm ein erster Versuch gemacht, auf Grund der vorher genannten Lage- und Formkriterien die Flächenanteile der beiden Typen näherungsweise durch eine gestrichelte Trennungslinie in die Anteile Rp (Periphere Ozeanische Rücken, wahrscheinlich mit starken Erscheinungen von Zusammenschub der Kruste) und Rm (Mediane Ozeanische Rücken, wahrscheinlich mit starken Zerrungserscheinungen) aufzugliedern. Der Flächenanteil der einzeln oder als Gruppen von Einzelbergen in dieses Höhenintervall aufragenden Erhebungen ist zu gering, um besonders abgetrennt zu werden.

4. Die außerordentlich großen Flächenanteile der, abgesehen von untergeordneten Begleitformen, überwiegend ziemlich flachen „Tiefseeböden“ können zum mindesten vorläufig für das Höhendigramm der Erde als eine große Formeneinheit aufgefaßt werden. Diese gliedert sich regional, aber nicht dem Formentyp nach, wegen der stattlichen Anzahl an merkbar individualisierten Tiefseebecken in eine entsprechende Zahl von Böden

dieser Tiefseebecken. Das wurde in der Abbildung durch die Pluralbezeichnung „Tiefseeböden“ angedeutet.

5. Scharf ausgeprägte Sonderformen sind, wie seit langem bekannt ist, noch tief in die Formengruppe der Tiefseeböden eingelesen. Es sind die „Tiefseegräben“. Ihr Vorhandensein war bereits in der Hypsographischen Kurve von Kossinna deutlich ausgedrückt. Die neuen Lotungen haben aber erstens ergeben, daß die maximalen Tiefen nicht etwa bei — 10000 m sondern bei etwa — 11000 m liegen. Zweitens ist nunmehr deutlich zu erkennen, daß die Tiefseegräben nicht an den tiefsten Stellen der Tiefseebecken von — 6000 bis mehr als — 7000 m beginnen, sondern oft in wesentlich geringerer Tiefe, nämlich schon um — 4000 bis — 5000 m. Die tiefsten Bereiche der recht flachen Tiefseeböden dachen sich also oft noch um 1000 bis mehr als 2000 m unter die Oberränder der Tiefseegräben ab. Endlich gibt es typische Tiefseegräben, deren Oberränder in nur etwa — 4000 m unter dem Meeresspiegel liegen und deren Boden wenig unter — 5000 m hinabreicht. Die genannten Sachverhalte wurden in dem neugefaßten Höhendigramm der Erde dadurch ausgedrückt, daß der Arealanteil der Tiefseegräben nicht am Ende der Kurve, sondern in jener Höhe eingefügt wurde, in der der Oberrand dieser Tröge häufig liegt. Hierdurch wird das weiträumige Hinabreichen der Böden vieler Tiefseebecken unter die Oberränder der Tiefseegräben deutlich gemacht. Außerdem wurde auch durch eine Signatur die ungefähre Bodenhöhe besonders seichter, aber typischer Tiefseegräben angedeutet.

4. Art und Ergebnisse der Flächenbestimmung

Beim Entwurf des hier erläuterten Höhendigramms der Erde waren die folgenden Überlegungen im Hinblick auf einen ausreichenden, aber nicht unnötig großen Aufwand an Meßarbeit leitend. Auf einem normalen Satzspiegel wird ein Diagramm, welches eine Höhenwertachse für 20 km, nämlich die größte Höhendifferenz der Erdoberfläche, und eine Flächenwertachse für 510 Mio km², die Gesamtgröße der Erdoberfläche, zur Darstellung benötigt, bei Einhaltung einfacher metrischer Beziehun-

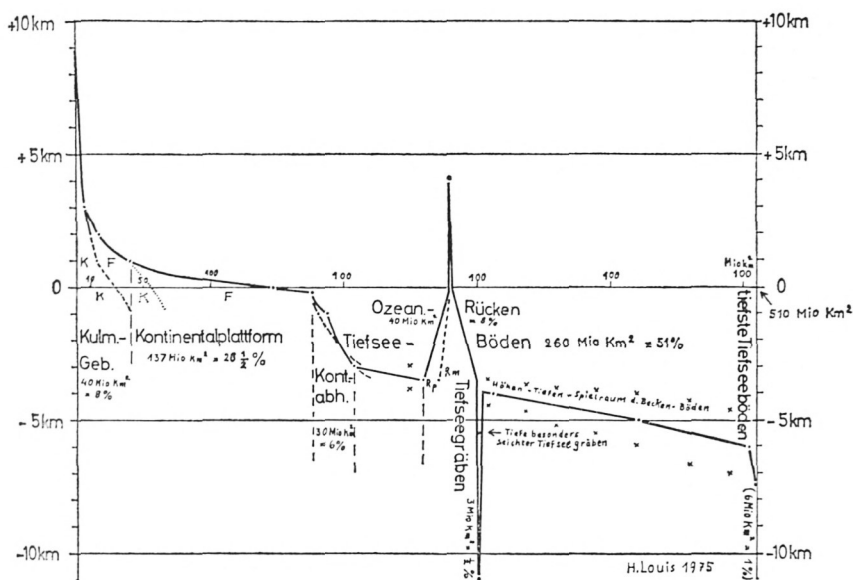
gen eine eigentliche Bildgröße von 100 mm Breite für die Höhenwertachse und von 127 mm Länge für die Flächenwertachse erhalten. Es bedeuten 5,1 Mio km² ein Prozent der Erdoberfläche und diese werden auf der Flächenwertachse durch nur 1,27 mm repräsentiert. Bei solcher Kleinheit des Flächenmaßes im Diagramm genügt es, für ein großzügiges Höhendiagramm der Gesamterde, größere Flächeneinheiten auf etwa 5 Mio km² genau zu bestimmen und nur für kleinere eine Bestimmungsgenauigkeit auf etwa 1 Mio km² anzustreben. Ein nicht zu enger Bestimmungsspielraum ist auch deswegen angebracht, weil die auf morphotektonische Hauptbereiche entfallenden Flächenanteile bestimmt werden sollen. Die Unterschiede dieser Bereiche sind zwar sehr klar. Aber ihre Begrenzung ist im einzelnen weniger eindeutig als eine Höhenlinie.

Da die Flächenwerte von E. Kossinna für die Bereiche über dem Meeresspiegel den dargelegten Anforderungen auch heute noch genügen dürften, so wurden sie abgesehen von geringen Änderungen, die durch kleine Abweichungen in der Aufgliederung der Bereiche bedingt sind, einfach übernommen. Die Abschätzung der Kettenreliefanteile (K) und der Felderreliefanteile (F) wurde jedoch nach eigener Beurteilung durchgeführt.

Hierbei ebenso wie bei der Gewinnung neuer Flächenwerte für alle Bereiche unter dem Meeresspiegel ist das folgende, Arbeit sparende Verfahren angewandt worden. Es wurden, soweit zugänglich, die benötigten Flächenwerte durch Abschätzen bzw. Auszählen der betroffenen Gradnetzfelder von 10° Seitenlänge auf der Karte 1:80 Mio, bzw. von 5° Seitenlänge auf den Karten 1:25 Mio gewonnen und mit Hilfe der Tabellen über die Flächengröße dieser Gradnetzfelder in Flächenwerte umgerechnet. Die Bestimmung wurde jeweils zur Kontrolle wiederholt. Sie dürfte für die größeren Flächen Werte geliefert haben, die auf 5 Mio km² verlässlich sind. Die kleineren Flächengrößen wurden außerdem mit einer in 4 mm Abstand quadrierten Klarsichtfolie ausgezählt bzw. geschätzt, deren einzelnes Quadrat in 1:25 Mio 10000 km², in 1:80 Mio ziemlich genau 100000 km² groß ist.

Wie vorher ausgeführt (S. 210f.), wurde das Ziel verfolgt, die Eigenart der Höhenverteilung in den morphotektonischen Hauptbereichen nicht durch Summation von Flächen gleicher

Höhe, die verschiedenen Bereichen angehören, verschwinden zu lassen. Die Aufgliederung der Gesamtoberfläche der Erde in Hauptbereiche einerseits und in Höhenstufen andererseits, deren Begrenzungen teilweise zusammenstimmen, anderenteils einander überschneiden, so daß verschiedene Bereiche z. T. im gleichen Höhenspielraum auftreten, endlich die ermittelten Flächengrößen selbst gehen aus der „Tabelle der unterschiedenen Bereiche, Höhenintervalle und Flächengrößen“ hervor. (S. 218/219)



5. Erläuterung des Höhendigramms der Erde

Die so für die verschiedenen Höhenintervalle gewonnenen Arealgrößen der verschiedenen morphotektonischen Hauptbereiche wurden in der vorher (S. 212 ff.) beschriebenen Weise zu einem Höhendigramm der Gesamterde zusammengefügt. Dieses Höhendigramm stellt daher, obwohl aus hypsographisch konstruierten Teilstücken bestehend, doch keine Hypsographische Gesamtkurve dar. Dagegen verdeutlicht es unter Wahrung der beteiligten Flächengrößen höchst charakteristische Merkmale der Höhenverteilung der verschiedenen morphotektonischen Hauptbereiche der Erde, die eine undifferenziert hypsographische Ge-

*Tabelle der unterschiedenen Bereiche, Höhenintervalle
und Flächengrößen¹*

Bereiche	Mio km ²	Mio km ²	Häufigkeit	K Kettenrelief Mio F Felderrelief – km ²	Mio km ² bei Kossinna
alle Höhen über 3000 m	6			6 K	6
Höhen 2000 bis 3000 m	10			4 K 6 F	10
Höhen 1000 bis 2000 m	24			5 K 19 F	24
Kulminationsgebiete		40 = 8 %	stark		15 K 35 F
Insgesamt			unter		
(alle Höh. üb. 1000 m)			Durch- schnitt		40
Höhen 0 bis + 1000 m	107			15 K 92 F	109
ohne Inseln außerhalb des Kontinental- abhangs					(mit allen Inseln)
Seichtschelf					
Höhen 0 bis – 200 m	30			2 K 28 F	28,5
Kontinentalplattform		137 = 26½ %	stark		17 K 120 F
Insgesamt			über		137,5
(Höh. + 1000 bis – 200 m) ohne Inseln			Durch- schnitt		
außerhalb des Kontinentalabhangs					

¹ Die Zahlen beruhen unter Benutzung von E. Kossinna (1921) für das Festland auf wiederholten Näherungsmessungen, nämlich Abschätzungen nach Gradnetzfeldern von 10° Seitenlänge auf der flächentreuen Karte 1:80 Mio „Das Weltmeer“ im „Atlas zur Ozeanographie“, Meyers Großer Physischer Weltatlas, Bd. 7, Mannheim 1968, ferner auf Kontrollen mit Hilfe der Karten 1:25 Mio des gleichen Atlas (wiederum durch Abschätzungen nach Gradnetzfeldern von 5° Seitenlänge) und durch Messungen mit einem Quadratnetz von 4 mm Seitenlänge, d. h. von 10000 km² in 1:25 Mio bzw. von ziemlich genau 100000 km² in 1:80 Mio.

samtkurve bei den auf der Erde gegebenen Höhenverhältnissen nicht erkennbar zu machen vermag.

Am oberen Ende der Diagrammkurve haben, wie seit jeher üblich, die Kulminationsgebiete der Erde ihren Platz gefunden. Da der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Gipfel (8882 m) und dem tiefsten Punkt der festen Erdoberfläche (nach der gegenwärtigen Kenntnis — 11022 m) rund 20 km beträgt, und da die Erdoberfläche rund 510 Mio km² groß ist, so wäre als flächenmäßig mittelgroße Häufigkeit von Höhen für ein Höhenintervall von 1 km eine Fläche von etwa 25 Mio km² anzusehen.

Hierdurch bestimmt sich die untere Grenze der „Kulminationsgebiete“ sinngemäß auf etwa 1 km Höhe. Denn das Höhen-

Bereiche	Mio km ²	Mio km ²	Häufigkeit	Mio km ²	Mio km ² bei Kossinna
Tiefschelf zwischen — 200 und — 1 000 m	6				
Kontinentalabhang — 200 bis — 1 000 m	4				
— 1 000 bis — 3 000 m	20				
Kontinentalabhang Insgesamt (— 200 bis — 3 000 m)	30 = 6%		unter Durch- schnitt		54 (ohne
Ozeanische Rücken mit Inseln außerhalb d. Kontinentalabhanges zwischen ca. — 3 500 und + 4 200 m ⁽²⁾	40 = 8%		unter Durch- schnitt	Davon periphere: Rp, mediane: Rm 13 Rp 27 Rm	54 Inseln)
Flache Tiefsee-Böden				Höhen-Tiefen- Spanne d. Böden	
— 3 000 bis — 4 000 m	65			± 500 m	71
— 4 000 bis — 5 000 m	110			± 700 bis 1 000 m	119
— 5 000 bis — 6 000 m	78			± 1 200 m	84
— 6 000 bis — 7 500 m	6			± 1 200 bis 1 500 m	
Flache Tiefsee-Böden Insgesamt — 3 000 bis — 7 500 m	260 = 51%		über Durch- schnitt		274
Tiefsee-Gräben 4 000 bis — 7 000 m	2,5				} 4,5
7 000 bis — 11 000 m	0,5				
Tiefsee-Gräben Insgesamt — 4 000 bis — 11 000 m	3 = ½%		extrem unter Durch- schnitt		4,5
Gesamterde	510	510 = 100%			510 510

² Bis maximal + 4 200 m (Mauna Kea) ragen Gipfel von Inseln auf, die den Ozeanischen Rücken aufsitzen. Diese Inseln umfassen weniger als 2 Mio km², d. h. weniger als 5 % der Gesamtfläche der Ozeanischen Rücken. Diese erheben sich also trotz der großen Höhe einzelner Gipfel nur mit einem sehr geringen Flächenanteil über den Meeresspiegel.

Intervall von + 1 bis + 2 km Höhe ist mit 24 Mio km² noch etwas unterdurchschnittlich vertreten, das Intervall von + 1 bis 0 km Höhe mit 107 Mio km² dagegen weit überdurchschnittlich. Im ganzen nehmen die Kulminationsgebiete mit ihrer Höhenspanne von 8 km auf nur 40 Mio km² nur ein Fünftel der Fläche ein, die der mittleren Häufigkeit entsprechen würde. Sie sind also sehr unterdurchschnittlich verbreitet.

In den Kulminationsgebieten ist das Kettenrelief anteilig besonders stark vertreten. Darin drückt sich aus, daß in ihm starke

vertikale Deformationen der Kruste auf engem Raum kennzeichnend sind. Aber große Flächen besonders in den weniger hohen Teilen der Kulminationsgebiete besitzen auch ein Felderrelief. Durch eine gestrichelte Trennlinie und ein K bzw. F ist kenntlich gemacht, daß rund 15 Mio km² dieses Bereichs Kettenrelief, der Rest Felderrelief aufweisen.

Es folgen die 137 Mio km² (26 $\frac{1}{2}$ %) der „Kontinentalplattform“ zwischen + 1 km Höhe und dem Meeresspiegel samt dem Flachmeer- bzw. Schelfgebiet bis 0,2 km (unter dem Meeresspiegel). Auch im Raum der Kontinentalplattform besitzt ein Teil, schätzungsweise etwa 17 Mio km² Kettengebirgscharakter. Davon entfallen etwa 2 Mio km² auf die Schelfgebiete. Auch diese Kettenreliefbereiche sind durch gestrichelte Abgrenzung und ein K hervorgehoben und zwar mit Rücksicht auf den natürlichen Sachzusammenhang in einfacher Fortführung der vorher erwähnten Trennlinie. Dadurch wird der Flächenanteil des Kettenreliefs am gesamten Kontinentalblock (Kontinentalplattform + Kulminationsgebiete) zusammenfassend überschaubar. Die dünn gerissene senkrechte Scheidelinie zwischen den Bereichen „Kulminationsgebiete“ und „Kontinentalplattform“ deutet hier ebenso wie an anderen Stellen der Diagrammkurve die rein auf Grund der Höhen-Häufigkeitsverhältnisse erfolgte Abschnittsgliederung der Kurve an. Wie der Kettenreliefanteil sich im Rahmen lediglich des Abschnitts „Kontinentalplattform“ ausnehmen würde, ist durch eine am oberen Ende des Abschnitts „Kontinentalplattform“ ansetzende gepunktete Wiederholung des betreffenden Stücks der vorher genannten Trennlinie und des K deutlich gemacht. Der Buchstabe F kennzeichnet auch hier den Flächenanteil, in welchem Felderrelief herrscht.

Der Höhenanteil des Abschnitts „Kontinentalplattform“ ist mit 137 Mio km² auf 1,2 km Vertikaldifferenz flächenmäßig mit dem 4 $\frac{1}{2}$ -fachen des entsprechenden Mittelwertes, also stark überdurchschnittlich, vertreten. Im übrigen sei hier besonders darauf hingewiesen, daß hypsographische Kurvenstücke stets als Begrenzungslinien aus der einfachen Summierung der innerhalb bestimmter Höhenintervalle liegenden Flächen hervorgehen, daß aber die Größe der örtlich vorhandenen Höhenunterschiede nicht unmittelbar aus einer solchen Summenkurve entnommen werden kann.

Für die steilgeneigten Teile unserer Diagrammkurve ergibt sich allerdings ohne weiteres gleichsam anschaulich, daß hier durch die Kurve überwiegend ein Relief mit großen örtlichen Höhendifferenzen veranschaulicht wird. Zur richtigen Beurteilung der flachen Abschnitte der Kurve muß aber das in dieser Hinsicht Zutreffende genauer hinzugedacht werden. In dem bildlich flachen Bereich der „Kontinentalplattform“ sind neben sehr flachen auch merklich stärker reliefierte Gebiete der Erdoberfläche einbegriffen. Doch die Höhenunterschiede halten sich hier gemäß der Definition innerhalb der Werte von -200 m und $+1000$ m Meereshöhe. D. h. in dem höheren Teil dieses Kurvenabschnitts können Landschaften mit Höhenunterschieden gegenüber einem örtlichen Mittelwert von immerhin mehreren hundert Metern enthalten sein, im mittleren Kurvenabschnitt nur noch solche von wenigen hundert Metern, im unteren mit noch geringeren Höhenunterschieden.

An die Kontinentalplattform, d. h. an den Unterrand des Schelfs schließen sich nach abwärts zwischen -200 und -3000 m (u. M.) die rund 30 Mio km^2 (6% der Erdoberfläche) an, die den Kontinentalabhang bilden. Auf das Tiefenintervall von -200 bis -1000 m entfallen hiervon, soweit der Schelfrand bei -200 m deutlich ausgeprägt ist, nur etwa 4 Mio km^2 . Doch liegt der Schelfrand vor manchen Küsten z. B. des Nordpolarmeeres, des Europäischen Nordmeeres, des Westatlantik, des Ochotskischen Meeres, von Antarktika erheblich tiefer. Er geht stellenweise bis auf unter -1000 m hinab, so daß dort über dem darunter befindlichen steileren Teil des Kontinentalabhangs eine „Art „Tiefschelf“ ausgebildet ist. Dieser Tiefschelf dürfte im ganzen rund 6 Mio km^2 einnehmen. Er ist merklich stärker geneigt als der bei etwa -200 m endende eigentliche Schelf. Wahrscheinlich liegen in ihm stärker hinabgebogene Teile der Kontinentalplattform vor. Wegen ihrer verstärkten Neigung und ihrer Tiefenlage sind diese für unsere Betrachtung bereits zum Kontinentalabhang zu rechnen. Der weitere kräftige Abschwung im Mittel bis etwa -3000 m (u. M.) nimmt nochmals rund 20 Mio km^2 ein. Mit dem Gesamtflächenanteil von 30 Mio km^2 ist das Tiefenintervall des Kontinentalabfalls (von $-0,2$ bis -3 km) durch diesen selbst weit weniger als halb so stark vertreten, wie dem

Mittelwert der Höhenhäufigkeit auf der Erde entsprechen würde. Der Kontinentalabhang ist also ein Gebiet unterdurchschnittlicher Häufigkeit der von ihm umfaßten Höhenspanne.

Um die Besonderheit der Höhenentwicklung am Kontinentalabhang besser zu verdeutlichen, wurde außer der regelgerechten Summenkurve aller ihm zugehörigen Höhen- und Flächenwerte auch derjenige Kurvenverlauf angedeutet, der ohne die vorher als Tiefschelf bezeichnete Komplikation vorhanden wäre, und der am Kontinentalabhang in Wirklichkeit der häufigere ist. Er wurde als gestrichelte Linie eingefügt.

Der Kontinentalabhang endet nach unten gewöhnlich am Tiefseeboden, d. h. an den zumeist recht flachen Böden der großen Becken, in die die Tiefsee sich gliedert. Der Fuß des Kontinentalabhanges ist aber weniger scharf ausgeprägt als sein Oberrand. Außerdem liegt er in wechselnden Tiefen von weniger als — 3000 m bis zu mehr als — 3500 m. Auch dies wurde in der Darstellung gestrichelt angedeutet.

Zur Hauptsache im gleichen Höhenspielraum wie der Kontinentalabhang, aber räumlich von diesem getrennt, erheben sich zumeist zwischen benachbarten Tiefseebecken die rund 40 Mio km² (8% der Erdoberfläche) der Ozeanischen Rücken. Die zu ihnen emporführenden Böschungen beginnen gewöhnlich zwischen weniger als — 3500 m bis mehr als — 4000 m (u. M.). Sie enden meist mehr oder weniger tief unter oder wenig über dem Meeresspiegel. Doch stellenweise reichen sie auch mit kleinen Arealen sehr hoch empor (Hawaii 4200 m, Neuseeland 3700 m u. a.).

In unserem Höhendigramm wurde der Bereich der Ozeanischen Rücken in deutlichem Abstand vom Gebiete des Kontinentalabhanges etwa bei derjenigen mittleren Tiefe der Tiefseeböden eingefügt, aus der die Ozeanischen Rücken gewöhnlich aufzuaragen beginnen.

Wie schon erwähnt, sind mit Sicherheit zwei verschiedene Typen Ozeanischer Rücken zu unterscheiden, die hinsichtlich der Lage im Ozean „peripheren“, welche starke Anzeichen von Zusammenschub der Kruste aufweisen, und die „medianen“, in denen hauptsächlich Erscheinungen der Zerreißung der Kruste und des Aufdringens von Magma nachgewiesen werden konnten.

Nach noch etwas unsicherer Schätzung dürften die peripheren Rücken (Rp) etwa 13 Mio km², die medianen (Rm) etwa 27 Mio km² einnehmen. Wegen eben dieser Unsicherheit wurde der Gesamtbereich der Ozeanischen Rücken lediglich andeutend entsprechend den vorher genannten Schätzungsbeträgen durch eine gestrichelte Trennlinie in die Teilbereiche Rp und Rm aufgegliedert, obwohl die zugehörigen Formen in der Natur räumlich getrennt liegen. Aber eine völlig getrennte Darstellung in der Kurve wäre angesichts der gegenwärtig noch bestehenden Ungewißheit über eine einwandfreie Zuordnung einer Reihe der Rücken wohl noch untunlich. In Anlehnung an die Lageverhältnisse in der Natur erhielt der Rp Anteil seinen Platz in der Kurve an der dem Kontinentalabhang zugewandten Seite des Bereichs der Ozeanischen Rücken, der Anteil Rm an der den tieferen Ozeanbecken zugewandten Seite des Bereichs der Ozeanischen Rücken. Die flächenmäßig kleinen Gebiete vulkanischer Einzelberge, die gleichfalls in das Höhen-(Tiefen-)Intervall der Ozeanischen Rücken aufragen, sind mit in dem Anteil der Rm enthalten.

Die etwa 40 Mio km² der Ozeanischen Rücken fallen zur Hauptsache, nämlich ohne die knapp 2 Mio km² der aufsitzenden Inseln und ohne etwa 2 Mio km² der Flachsee bis — 200 m Tiefe, in das gleiche Höhenintervall wie die etwa 30 Mio km² des Kontinentalabhangs. Beide zusammen ergeben also für das Höhenintervall von — 200 bis — 3000 m einen Flächenanteil von rund 66 Mio km². Das sind etwa 13% der Erdoberfläche. Die Häufigkeit dieses Höhenbereichs bleibt damit etwas unter dem Mittelwert von 5% der Gesamtoberfläche der Erde, der sich für ein Höhenintervall von 1 km errechnet.

Der Abschwung zur Tiefe der sogenannten Tiefseegräben befindet sich in der Natur nahe an dem zum offenen Ozean gewendeten Fuß der peripheren Ozeanischen Rücken. Aus den vorher angedeuteten Gründen besteht in unserer Kurve keine Möglichkeit, den Bereich der Tiefseegräben unmittelbar an dieser Stelle in die Kurve einzufügen. Um dies dennoch in einer den Naturgegebenheiten möglichst ähnlichen Position vorzunehmen, wurde der Bereich der Tiefseegräben an der den tieferen Teilen des Tiefsee-Raumes zugekehrten Seite des Gesamtbereichs der „Ozeanischen Rücken“ in die Kurve eingepaßt. Hierdurch

kommt u. a. deutlich zum Ausdruck, daß der Oberrand der Tiefseeegräben in der Regel nicht an besonders tiefen Stellen der Tiefsee einsetzt, nämlich meist in nur — 4000 bis — 5000 m. Durch eine ← Signatur ist außerdem angemerkt, daß die Tiefe typischer, enger, aber dabei nicht allzu tiefer Tiefseeegräben viel geringer sein kann als die Tiefe der weiträumig flachen Böden besonders tiefer Tiefseebecken.

Die Tiefseeegräben erfüllen zwischen — 4000 m und — 7000 m rund 2,5 Mio km², zwischen — 7000 m und — 11000 m rund 0,5 Mio km², im ganzen also rund 3 Mio km², d. h. nur etwa $\frac{1}{2}\%$ der Erdoberfläche. Der ein Höhenintervall von bis zu 8 km umfassende Bereich der Tiefseeegräben ist daher mit weniger als $\frac{1}{60}$ der Häufigkeit vertreten, die diesem Höhenintervall nach dem Mittelwert für die ganze Erde zukommen sollte. D. h. gemessen an der von ihnen umfaßten Höhenspanne sind die Tiefseeegräben überaus seltene Erscheinungen.

Zwischen den Fußbereichen des Kontinentalabhangs und jenen der verzweigten Ozeanischen Rücken dehnen sich, abgesehen von den scharf eingetieften Tiefseeegräben, die riesigen Bodenflächen der je nach Art der Zählung und Benennung rund 40 bis 50 großen Tiefseebecken. Die Böden dieser Becken sind im ganzen genommen bei sanftem Auf und Ab des Grundes flach muldenförmig gestaltet, wenn man von aufsitzenden Vulkankegeln und von Bruchlinien absieht, an denen untermeerische Stufen dort nicht selten bis mehrere hundert Meter hoch aufragen.

Diese Tiefseeböden nehmen mit etwa 260 Mio km² rund 51% der Erdoberfläche ein. Sie sind daher als Flächenanteil eines Höhen-(Tiefen-)Intervalls von — 3000 bis — 7500 m, d. h. von $4\frac{1}{2}$ km, fast $2\frac{1}{2}$ mal häufiger, als dem Mittelwert für die Erde entspricht, also klar überdurchschnittlich am Höhen-Tiefen-Relief der Erde beteiligt.

Dabei ist aber die mittlere Höhe der Böden in den verschiedenen Tiefseebecken durchaus nicht gleich. Sie bewegt sich zwischen etwa — 3500 und — 6000 m. Die höchsten der zugehörigen Randbezirke der Beckenböden und die tiefsten Stellen dieser Böden reichen sogar von — 3000 bis — 7500 m. Bei Flachformen, die in dieser Weise, abgesehen von den vorher erwähnten örtlichen Modifikationen des Reliefs, mit wenig geneigten Böschun-

gen im Auf und Ab der Beckenböden über einen Höhenunterschied von im ganzen rund 4500 m hinweggreifen, erscheint es wichtig, ungefähre Angaben für das Ausmaß der tatsächlich auftretenden Höhen- und Tiefenunterschiede innerhalb der einzelnen Beckenböden zu haben. Es zeigt sich, daß die für jedes der großen Ozeanischen Becken feststellbaren Abweichungen der Höhe (Tiefe) der Randbezirke des Beckenbodens und seiner tiefsten Teile von seiner mittleren Tiefe im allgemeinen umso größere Werte erreichen, je größer die mittlere Tiefe der betrachteten Beckenböden im ganzen ist.

Bei Becken von — 3500 bis — 4000 m mittlerer Bodentiefe hält sich das Auf und Ab der höchsten und der tiefsten Bereiche des Beckenbodens im Spielraum von etwa ± 500 m. Bei Beckenböden von — 4500 bis — 5000 m mittlerer Tiefe erhöht sich dieser Spielraum meist auf etwa ± 700 bis ± 1000 m. Bei — 5500 m bis — 6000 m mittlerer Bodentiefe kommen um ± 1200 , ja ± 1500 m abweichende Höhen- (Tiefen-) Werte in den randlichen Teilen und an den tiefsten Stellen dieser Beckenböden vor. Dieser Höhen-Tiefen-Spielraum, die Höhen-Tiefen-Streuung der Beckenböden der Tiefsee ist in unserem Höhendigramm der Erde durch kleine $\times$ Signaturen im betreffenden Höhen-Tiefen-Abstand von der Diagrammkurve ausgedrückt. Denn die Kurve selbst repräsentiert hier infolge des Summierungseffekts jeweils etwa die Mittelwerte der Bodenhöhen (-tiefen) der Becken im betreffenden Vertikalbereich. Am unteren Ende der Kurve aber, wo die kleinflächigen Extremtiefen von Becken, deren mittlere Tiefe bei rund — 6000 m liegt, nicht mehr durch noch tiefer hinabgehende Mittelwerte weiterer Beckenböden überlagert werden, ist das steile Abbiegen der Kurve bis gegen — 7500 m wohl zur Hauptsache darauf zurückzuführen, daß hier der nach unten gerichtete Teil der erwähnten Höhen-Tiefen-Streuung gegenüber dem Höhen-Tiefen-Mittel der Böden der betreffenden Tiefseebecken voll zum Ausdruck kommt. Solche Höhen-Tiefen-Streuung relativ zur mittleren Höhe (Tiefe) des Bodens eines Tiefseebeckens in Richtung auf die Randgebiete und auf die tiefsten Stellen dieser Beckenböden ist naturgemäß mehr oder weniger für alle Tiefseebecken kennzeichnend. Die dabei auftretenden Böschungen können aber nach den Angaben der Karten 1:25

Mio höchstens auf kurze Entfernungen mehr als wenige Grad Neigung erreichen.

Zum Schluß sei eine Bemerkung über die Pauschalverteilung der Höhen auf der Erde angefügt. Das Hauptergebnis der hypsographischen Summenkurve der Gesamterde, wie es etwa aus der Kurve von Kossinna herauszulesen war, daß nämlich außer den mit geringer Häufigkeit vertretenen extremen Höhen und extremen Tiefen zwei Höhenbereiche mit ausgesprochen überdurchschnittlichen Flächenanteilen vorhanden sind, welche durch einen Zwischenhöhenbereich geringer Flächenanteile geschieden werden, bleibt auch nach den Ergebnissen der neuen Lotungen bestehen. Während aber der Flächenanteil des Zwischenhöhenbereichs von — 200 bis — 3 000 m nach der alten hypsographischen Gesamtkurve nur rund 11 % der Erdoberfläche ausmachte, und damit deutlich unter dem Betrag der im Mittel auf 1 km Höhendifferenz auf der Erde entfallenden Fläche von 5 % zu liegen schien, ergeben sich nach den neuen Lotungsergebnissen rund 13 % für das gleiche Höhenintervall. Dieser Betrag liegt also nur noch wenig unter dem Wert der mittleren Häufigkeit der Höhen auf der Erde. Die Entdeckung der gegenüber den alten Annahmen viel größeren Verbreitung und Massenerhebung der Ozeanischen Rücken hat dieses Ergebnis gezeitigt.

Wenn man dagegen den morphotektonischen Unterschied zwischen dem Kontinentalblock einerseits und dem Ozeanbereich andererseits näher erfassen will, dann ist es notwendig, den Kontinentalabhang allein als Grenzregion zwischen beiden Bereichen zu betrachten. Unter diesem Gesichtspunkt entfallen auf das Höhenintervall von — 200 bis — 3 000 m sogar nur rund 6 % der Erdoberfläche. Der Kontinentalabhang allein nimmt also eine weit weniger als halb so große Fläche ein, wie seinem Höhenintervall dem Mittelwert für die Gesamterde nach entsprechen würde. Das kennzeichnet die wirkliche Schärfe des Unterschiedes zwischen dem Kontinentalbereich und dem Ozeanbereich weit deutlicher, als es die Hypsographische Kurve der Gesamterde erkennbar zu machen vermag.