



Eugen Seibold

Der Meeresboden

Ergebnisse und Probleme
der Meeresgeologie

Mit 86 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1974

Professor Dr. Eugen Seibold
Geologisch-Paläontologisches Institut und
Museum d. Universität 2300 Kiel,
Olshausenstraße 40/60

Library of Congress Cataloging in Publication Data

Seibold, Eugen.

Der Meeresboden.

(Hochschultext)

Bibliography: p.

1. Submarine geology. I. Title.

QE39.S37 551.4'608 74-12228

ISBN-13: 978-3-540-06868-6

e-ISBN-13: 978-3-642-80858-6

DOI: 10.1007/978-3-642-80858-6

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© by Springer-Verlag Berlin · Heidelberg 1974.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Vorwort

Vor einem Jahrhundert machten die Wissenschaften, die sich mit dem Leben befassen, einen Umbruch mit. Der Entwicklungsgedanke und die sich an ihn schließenden Hypothesen rückten durch CHARLES ROBERT DARWIN in den Mittelpunkt der Erörterungen. Fast jeder Zweig der Biologie wurde dadurch gezwungen, seine bisherigen Erkenntnisse daran zu messen, seine Ergebnisse zu überprüfen, zu ergänzen, zu verfeinern, um Stellung nehmen zu können.

Seit einem runden Jahrzehnt sind die Erdwissenschaften in einer ähnlichen Lage. Eine Gruppe neuer Hypothesen versucht die Entstehung der Ozeane und Kontinente und deren Entwicklung in der Erdgeschichte zu erklären. Diese neuen Vorstellungen gehen zum großen Teil vom Meer und seinem Untergrund aus. Sie beruhen vielfach auf Methoden, über die wir meist erst seit wenigen Jahrzehnten oder gar Jahren verfügen. Deshalb werden oft genug Deutungen sicherer vorgetragen, als es die vielfach noch lückenhaft bekannten Tatsachen eigentlich erlauben. Das Jugendliche dieses Feldes aber erklärt auch seine stürmische Entwicklung, die Fülle von ungelösten Problemen, von anregenden Ideen und die Begeisterung, mit der auf ihm gearbeitet wird.

Die Meeresgeologie ist aber nicht nur hinsichtlich dieser fundamentalen Fragen ein nach allen Seiten *offenes Fach*. Sie stellt auch auf vielen sonstigen Gebieten noch Zukunftsaufgaben - für den Studenten, für den Geologen, der Erfahrungen an Land gesammelt hat, für die Nachbarwissenschaften, für die Wirtschaft.

Das hier vorgelegte kleine Buch soll diese und andere Interessenten in die Meeresgeologie einführen. Es soll auch als Hochschultext für eine breitere Öffentlichkeit lesbar sein. Deshalb wird versucht, kein detailliertes Grundlagenwissen vorauszusetzen. In einer solchen Einführung sollten ferner nicht die genannten Hypothesen im Vordergrund stehen, sondern die Beobachtungen und die daraus erwachsenden wichtigeren Kenntnisse.

Man muß zum Beispiel die Formen des Meeresbodens und deren Verbreitung kennen (Kapitel 2), wenn man seine Bedeckung mit Sedimenten oder das Leben auf ihm verstehen lernen will. Die verschiedensten umweltprägenden Prozesse haben in Gebirgen und Einsenkungen, auf Hängen und Ebenen unterschiedliches Gewicht - sowohl an Land wie unter den Meeren. Woraus bestehen diese marinen Ablagerungen? Wo kommen sie her? (Kapitel 3). Wie wirken sich die Wasserbewegungen auf sie aus (Kapitel 4), wie die Organismen (Kapitel 5)? Und umgekehrt: Was kann man aus diesen Sedimenten ableiten? Zu dieser Frage werden einige Beispiele ausführlicher erläutert, da der Meeresgeologe stets versucht, Rückschlüsse aus heutigen Gegebenheiten auf die erdgeschichtliche Vorzeit zu übertragen: Verraten Sedimente und Organismen, ob sie dem flachsten Wasser (Kapitel 4) oder der Tiefsee zugehören oder zugehörten, den polaren oder tropischen Klimazonen (Kapitel 6)? Schließlich müssen sich eine Fülle von Faktoren günstig kom-

binieren, damit sich mineralische Rohstoffe auf dem Meeresboden anreichern (Kapitel 7). Zuletzt erst, im Kapitel 8, wird näher auf die Eingangsfragen, auf die Entstehung der Ozeane, eingegangen.

Dieses Buch soll *kein Ersatz für ein Lehrbuch* im engeren Sinn sein. Es enthält viele Fragezeichen und weist immer wieder auf *aktuelle Probleme* hin. Trotzdem werden Hilfen gegeben, damit Antworten auf spezielle Fragen im Text, in Tabellen und in Abbildungen gefunden werden können. Es will auch nicht näher auf Verfahren und Geräte eingehen, so sehr diese den Fortschritt der Meeresgeologie bestimmen. Da die einschlägige Literatur außerordentlich zersplittert und schwer erreichbar ist, wird im Anhang im wesentlichen nur auf Werke verwiesen, die den Interessenten bei einem vertieften Studium und bei seiner Suche nach Originalarbeiten weiterhelfen können. Die meisten sind freilich englisch geschrieben.

Wenn jung sein in der Wissenschaft und auch sonst bedeutet, Interesse am Grundsätzlichen und keine Vorbelastung zu haben, so darf nicht vergessen werden, daß es solche Erdwissenschaftler auch schon vor Jahrhunderten gab. Sie haben viel Phantastisches und oft Ergötzliches geäußert. Die Besten unter ihnen versuchten aber immer, an die Wurzeln der Probleme zu kommen. Oft genug nahmen sie höchst moderne Erkenntnisse voraus, ohne sie allerdings damals schon beweisen zu können. Viele Anregungen gab mir in dieser Hinsicht Prof. Dr. MAX PFANNENSTIEL - Freiburg. Einige Beispiele sind in einzelnen Kapiteln eingestreut.

Schließlich ist der Text deutsch geschrieben. Es ist uns Deutschen schon vor Generationen vorgeworfen worden, daß wir mit dem Rücken zum Meer säßen. An dieser Haltung hat sich seitdem leider nichts geändert. Es soll aber daran erinnert werden, daß uns diese Einstellung schon beim ersten *Zeitalter der Entdeckungen*, am Beginn der Neuzeit, zum unbedeutenden Mitläufer hatte werden lassen. Jetzt, wo es gilt, nicht mehr ferne Küsten, sondern die ganze Weite des Meeresbodens selbst in einem zweiten Zeitalter zu entdecken, müssen wir vermeiden, uns in dieselbe Rolle bringen zu lassen. Die folgenden Kapitel sollen zeigen, wieviele Zugänge zu grundlegenden Problemen und wieviel Verständnis für Fragen der Anwendung wir uns verbauen können, wenn wir uns nicht umdrehen.

Ich weiß sehr wohl, daß es ein Wagnis ist, dies alles auf 170 Seiten zu versuchen. Viel zu viel ist noch im Fluß. Viel zu wenig verstehe ich aus eigener direkter Forschung und mag deshalb manches schief oder gar falsch dargestellt haben. Jede Kritik ist daher willkommen.

Ich hatte das Glück, daß ich in den letzten beiden Jahrzehnten von der Begeisterung an der Meeresgeologie mit getragen wurde, im wörtlichen Sinn an Bord der Forschungsschiffe, vor allem der "Meteor". Anregungen und Kenntnisse kamen aus vielen Veröffentlichungen, mehr noch aus Vorträgen und Gesprächen im Kreis der vielsprachigen Familie, die den Meeresboden "unter Kultur zu nehmen" beginnt. Hierfür möchte ich mich ganz allgemein bei ungezählten Partnern bedanken. Ein Großteil des Manuskripts entstand in der SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY - La Jolla, USA, deren Gastfreundschaft ich im Winter 1972/73 genießen durfte. Im besonderen gilt mein Dank aber den Mitarbeitern des GEOLOGISCH-PALÄONTOLOGISCHEN INSTITUTS DER UNIVERSITÄT KIEL und dabei auch den Doktoranden, die jede Aufzeichnung und jede Probe vom Meeresboden neu und kritisch sehen.

Viele Beispiele auf den folgenden Seiten sind - zum Teil noch unveröffentlichte - Ergebnisse der Untersuchungen in Kiel. Darüber hinaus danke ich Prof. Dr. K. VON FRISCH und dem Verleger Dr. KONRAD F. SPRINGER für die Anregung zu diesem Buch, für ihr Verständnis und ihre Hilfe.

Kiel, im Sommer 1974

E. SEIBOLD

Inhaltsübersicht

1. Einleitung	1
Endogene und exogene Kräfte	
2. Formen des Meeresbodens	3
2.1 Die Erforschung des Meeresbodens	3
Geschichte, Methoden	
2.2 Vertikalgliederung der Erde	7
2.3 Horizontalgliederung der Erde	9
2.4 Der Schelf	12
Höhenunterschiede, Einflüsse der letzten Kaltzeit	
2.4.1 Schelfrand	14
2.5 Der Kontinentalhang und -fuß	15
Typen, Rutschungen	
2.5.1 Submarine Canyons	16
Verbreitung, Entstehung, Suspensionsströme, Tiefseefächer	
2.6 Die Tiefsee	20
2.6.1 Tiefsee-Ebenen: Aufschüttung, Verbreitung	21
2.6.2 Ozeanische Rücken	21
2.6.3 Tiefseeberge.....	24
2.6.4 Tiefseegeesenke.....	26
Maximaltiefen, Erdbeben, Vulkane	
3. Herkunft und Zusammensetzung der marinen Sedimente	29
Zufuhr durch Flüsse, Gletscher, Wind. Zufuhr aus dem Meer. Fluß- und Meerwasserchemie. Zur Geschichte des Meerwassers. Zufuhr aus Vulkanen.	
3.1 Lithogene Bestandteile	35
3.1.1 Kies: Liefergebiete	35
3.1.2 Sand: Minerale, Kornformen und -oberflächen	35
3.1.3 Silt: Methodisches, Zusammensetzung	37
3.1.4 Ton: Tonminerale, Verbreitung	38

3.2	Hydrogene Bestandteile	39
3.2.1	Kalk: Entstehung, Great Bahama Bank, Ooide	40
3.2.2	Dolomit: Entstehung, Persischer Golf	41
3.2.3	Evaporite: Entstehung, fossile Beispiele, Küstenlagunen	43
3.2.4	Phosphate: Entstehung	45
3.2.5	Kieselsäure: Feuersteine, Entstehung	46
3.2.6	Eisenverbindungen: Minerale, Lagerstätten	47
3.3	Biogene Bestandteile	48
3.3.1	Hartteile	48
	Plankton: Lebensweise, Sedimentbildner	
	Benthos: Algen, Riffe, Faziesleitformen	
3.3.2	Weichteile	55
	Organische Produktion, organische Substanz in Sedimenten, Diagenese, Erdölbildung	
4.	Meeresboden und Wasserbewegung	59
4.1	Allgemeines	59
	Sortierung, Rundung der Sedimentpartikel, Erosion, Transport, Sedimentation	
4.2	Wirkung der Wellen	61
	Seegangsrippeln, Brandung	
4.3	Wirkung der Strömungen	67
4.3.1	Oberflächenströmungen	67
	Stromringe, Vertriftung, Restsedimente, Strömungsrippeln, Gezeitenströme, Auftriebsgebiete	
4.3.2	Tiefenströmungen	73
	Antarktisches Bodenwasser, Tiefenwasser, Konturenströme, Zirkulation in Nebenmeeren	
4.3.3	Suspensionsströme, Turbidite	74
4.4	Marine Sedimente und ihre Ablagerungsdauer	75
	Sedimentzuwachsdaten, Jahresschichten	
4.5	Meeresspiegel und Meeresboden	79
4.5.1	Allgemeines	79
	Wassertiefe und Sedimente, Schwankungen des Meeresspiegels, Regression, Transgression	
4.5.2	Flußmündungen: Ästuare, Deltas	82
4.5.3	Flachküsten: Barriereküsten, Watt	85
	Mangrove	
4.5.4	Rückblick: Mächtigkeiten	92
4.5.5	Ausblick: Venedig	93

5.	Meeresboden und Organismen	97
5.1	Allgemeines	97
	Artenzahlen	
5.1.1	Umweltfaktoren: Licht, Nährstoffe, Salzgehalt, Temperatur, Sauerstoff	97
5.2	Bodenleben	100
	Lebensweise, Bodencharakter	
5.3	Substrat	103
5.3.1	Felsböden: Epifauna, Bohrer, Suspensionsfresser	103
5.3.2	Hartböden: Sand, Infauna, Schill, Suspensionsfresser	105
5.3.3	Weichböden: Detritusfresser, Sedimentfresser, Bioturbation, Tiefsee	109
5.3.4	Mischböden	112
5.4	Spuren	112
5.5	Tiergemeinschaften	114
5.6	Erdgeschichtliches	117
6.	Meeresboden und Klimazonen	118
6.1	Plankton als Klimaanzeiger	120
6.2	Benthos als Klimaanzeiger	123
6.3	Geologische Klimaanzeiger	124
6.4	Klimahinweise vom offenen Schelf	125
6.4.1	Polare Gewässer: Flächenvergletscherte Schelfe, gletscherfreie Schelfe	125
6.4.2	Tropische Gewässer: Korallenriffe	126
6.5	Klimahinweise aus Nebenmeeren	131
6.5.1	Humides Modell: Ostsee	132
6.5.2	Arides Modell: Persischer Golf	135
7.	Meeresboden und Rohstoffe	139
7.1	Mineralseifen	139
	Strand, Flüsse, Entstehung, Sand und Kies	
7.2	Manganknollen	142
7.2.1	Eigenschaften	142
7.2.2	Vorkommen	143
7.2.3	Metallgehalt und Entstehung	146

XII

7.3	Erzschlämme	147
	Vorkommen, Entstehung, Rotes Meer, mittelozeanische Rücken	
8.	Zur Entstehung der Ozeane	151
8.1	Auseinanderdriften der Ozeanböden	151
	(Sea floor spreading), mittelozeanische Rücken, heiße Flecken, Alter des Meeresbodens, Drift- geschwindigkeiten, Absenkung, Mittellinie der Ozeane	
8.2	Plattentektonik (Plate tectonics)	161
8.3	Typen der Plattenränder	162
8.3.1	Divergenzränder: Atlantischer Typ	163
8.3.2	Konvergenzränder: Pazifischer, Andiner, Inselbogentyp	165
8.3.3	Scherungsränder	166
8.3.4	Bruchzonen	167
8.4	Offene Probleme	167
	Anhang: Formationstabelle	170
	Weiterführende Literatur	171
	Quellenverzeichnis der Abbildungen	174
	Sachverzeichnis	179