

Wolfgang Fraedrich

Felseninsel Helgoland

Ein
geowissen-
schaftlicher
Führer

SACHBUCH



Springer Spektrum

Felseninsel Helgoland

Wolfgang Fraedrich

Felseninsel Helgoland

Ein geowissenschaftlicher Führer

2. Auflage



Springer Spektrum

Wolfgang Fraedrich
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-62099-1 ISBN 978-3-662-62100-4 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-62100-4>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2000, 2022
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: © Jan/stock.adobe.com

Planung/Lektorat: Simon Shah-Rohlf

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

„Viele Deutsche bevorzugen ihren Urlaub nicht im Ausland zu verbringen, sie bleiben lieber in Deutschland. Und besonders beliebt sind Ferienhäuser und Wohnungen auf den deutschen Inseln“ (<https://www.fremdenverkehrsbuero.info/regionen/deutsche-inseln.html>; 09.12.2019). Neben den Ostseeinseln Fehmarn, Poel, Rügen und Usedom sind auch die deutschen Nordseeinseln ein beliebtes Ziel: die Ostfriesischen Inseln, die Nordfriesischen Inseln einschließlich der Halligen und die Felseninsel Helgoland, die mit einer Entfernung von knapp 63,5 km (Luftlinie) am weitesten vom Festland entfernt ist.

Schon Ende der 1990er-Jahre hatte ich als Autor die Idee, einen allgemein-verständlichen geologischen Führer zur Insel Helgoland herauszugeben. Schon als Jugendlicher war ich – bei meinem ersten Besuch auf der Insel – fasziniert von ihrem Erscheinungsbild, ihrer Besonderheit im Aussehen und der irgendwie liebenswerten Atmosphäre. Ich habe sie damals sowohl als Tagestourist, aber andererseits auch als Urlauber mit einem Mehrtagesaufenthalt erlebt. Nach vielen Besuchen in den letzten Jahrzehnten kann ich sagen, dass ein Mehrtagesurlaub auf jeden Fall lohnenswert ist. Man erlebt die Insel intensiver, entdeckt viel mehr Details, kommt auch mit den Helgoländern intensiver ins Gespräch. Ein Tagesausflug ist eben nur ein netter Ausflug, die Zeit auf der Insel mit rund vier Stunden ist stark begrenzt und die Zeit für eine Entdeckungstour ist umso knapper bemessen, je länger man sich mit einem Mittagsimbiss oder Mittagessen in einem der zahlreichen Restaurants aufhält.

Was ich als Jugendlicher bei privaten Reisen mit der eigenen Familie erlebt und gesehen hatte, wollte ich später auch meinen Schülern eines Hamburger Gymnasiums nahebringen. Neben klassischen Exkursionen (meist über drei Tage), in deren Verlauf wir auch den Abschnitt unterhalb des Westkliffs noch kennenlernen konnten, haben ich in der 1990er-Jahren auch immer wieder kleine Gruppen bei ihrer Geländearbeit für Schüler-experimentieren- und Jugend forscht-Projekte begleitet und angeleitet. Schüler experimentieren und Jugend forscht sind in Deutschland die renommiertesten Schülerwettbewerbe im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Der Wettbewerb Jugend forscht wurde erstmals 1966 ausgetragen, 1969 wurde er um die „Jugendsparte“ (damals 9–15 Jahre, inzwischen 9–14 Jahre) erweitert (vgl. www.jugend-forscht.de). Erst hierbei gewannen wir zahlreiche interessante Ergebnisse, die das umfassende Bild der Inselentstehung immer deutlicher erscheinen ließen. Es wurden tektonische

Strukturen vermessen, Gesteine und Mineralien der verschiedensten Schichten beprobt, Bodenprofile aufgeschlossen und beprobt und verschiedene ökologische Untersuchungen im Inselwatt und auch in den zahlreichen Bombentrichtern durchgeführt.

Im Labor folgten weitere Untersuchungen. So mussten z. B. Gesteine und Bodensubstrat mikroskopisch untersucht und chemisch analysiert werden, selbst ein Elektronenmikroskop kam bei den Analysen zum Einsatz.

1998 entwickelte ich mit drei Schülerinnen, die auf Helgoland selbst geforscht hatten, die Idee für einen geologischen Führer. Mit Unterstützung des damaligen Kurdirektors Michael Krause, der für letzte Vor-Ort-Recherchen für uns vier die Unterkunft kostenlos bereitgestellt hatte und das Buchprojekt auch ansonsten sehr befürwortete, wurde das Konzept entwickelt, das Buch geschrieben und im Sommer 2000 im Enke-Verlag veröffentlicht.

Inzwischen hat sich viel auf Helgoland getan. Einerseits sind es die jüngsten Entwicklungen – gerade auch bzgl. des Tourismus und des Tourismusangebots –, aber eben auch das Wissen darum, dass viele Besucherinnen und Besucher nach wie vor Interesse daran haben, mehr über die Natur und die Naturgeschichte Helgolands zu erfahren. Dies hat den Verlag Springer Spektrum dazu bewogen, das Buch in einer grundlegend überarbeiteten Neuauflage erscheinen zu lassen. Besonders dafür gilt mein herzlicher Dank.

Das Buch richtet sich an alle Naturinteressierten, also an all jene, die im Volksmund als „interessierte Laien“ bezeichnet werden. Gemeint sind all jene Menschen, die – ob jung oder alt – an der Natur, an ihrer Umwelt und an der Betrachtung von Phänomenen und Vorgängen interessiert sind, die mit ihrem Lebensraum zu tun haben.

Der Verfasser hat seine wesentliche Aufgabe darin gesehen, die geowissenschaftlichen Sachverhalte so herunterzubrechen, dass sie möglichst allgemeinverständlich sind. Nicht immer ist es möglich, auf das oft für den interessierten Laien unbekannte Fachvokabular zu verzichten. An elementaren Stellen wird es jedoch immer erläutert, sodass die Sachzusammenhänge verständlich werden. Ein Glossar, eine Art „Vokabelverzeichnis für Fachbegriffe“, erklärt zudem die wesentlichen Fachbegriffe. Dies ist im Anhang des Buches zu finden.

Eine Vielzahl von Fotos und Grafiken (Karten, Diagrammen) trägt dazu bei, die Inhalte zu veranschaulichen. Gerade auch bei der Erstellung der vielen Grafiken stand die Vereinfachung im Vordergrund.

Wer also Helgoland besucht, um die Insel aus der geowissenschaftlichen Perspektive näher kennenzulernen, findet in dem vorliegenden Buch einen sicher geeigneten Leitfaden. Neben Kapiteln mit eher theoretischen Inhalten liegt im zweiten Teil des Buches auch ein deutlicher Schwerpunkt auf der Erläuterung besonders interessanter Stellen auf Helgoland. Sie werden mit Text und Bild vorgestellt. So besteht die Möglichkeit, sich eine individuelle Exkursionsroute zusammenzustellen. Ebenso besteht aber auch die Möglichkeit, die vorgeschlagene Exkursionsroute im Detail „abzuarbeiten“. Die vorgeschlagenen und im Buch im Detail beschriebenen Exkursionsstopps sind vereinzelt mit GPS-Koordinaten verortet worden. GPS steht für Global Positioning System. Mit den

jeweiligen Koordinaten für die Breite und Länge im Gradnetz der Erde kann jeder Punkt auf der Erde exakt lokalisiert werden. Es gibt verschiedene Systeme für die Angabe von GPS-Koordinaten (vgl. hierzu u. a. <https://www.geoplaner.de/>). Im vorliegenden Buch wird das GMS-System verwendet (= Grad, Minuten, Sekunden), weil dies z. B. bei Google Earth als Standardeinstellung vorgegeben ist. Für eine Orientierung im Gelände könnte dabei auch eine App hilfreich sein, die man auf seinem Smartphone installiert haben sollte. Je nach Betriebssystem (iOS, Android) gibt man im AppStore oder PlayStore z. B. „GPS-Koordinaten“ ein und sucht sich das Passende zur Installation auf dem eigenen Gerät (Smartphone, Tablet) aus.

Wiederholt sind in die Kapitel auch QR-Codes eingebaut, über die man mit einer entsprechenden App auf einem Smartphone detailliertere Informationen abrufen kann. Auch hierfür gibt es sowohl für iOS als auch für Android verschiedene Apps, mit denen man die QR-Codes lesen und die hinterlegte Internetadresse oder Datei aufrufen kann. Im Zeitalter der Digitalisierung bietet sich hier die Möglichkeit, z. B. Karten mit höherer Auflösung abzurufen.

Selbstverständlich sind aber auch Lehrkräfte angesprochen, die eine Klassen- oder Kursfahrt nach Helgoland vorbereiten und die in deren Verlauf z. B. die erdgeschichtlichen Entwicklungen Helgolands thematisieren möchten. Auch Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe sind als Leser angesprochen.

Schließlich wird das Buch auch Studierenden der Geowissenschaften eine Hilfe bei der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den geowissenschaftlichen Phänomenen Helgolands sein können.

Gegenüber der 1. Auflage ist das vorliegende Werk grundlegend überarbeitet worden. Neben einer grundsätzlich erforderlichen Aktualisierung sind einzelne Kapitel auch erweitert und damit deren Inhalte vertieft worden. Das Kap. 4 (Helgoland im geographischen Überblick) ist komplett neu und ergänzt das Gesamtwerk. Der „geographische Strukturwandel“, der sich auf Helgoland in den letzten Jahrzehnten sichtbar vollzieht, prägt das Helgoland der Gegenwart. Ein Blick darauf sollte daher in diesem Buch nicht fehlen.

Um insbesondere die geologischen Phänomene Helgolands besser verstehen zu können, sind die einleitenden Kap. 2 (Geologie Norddeutschlands im Überblick) und 3 (Erdgeschichtliche Entwicklungen bis zum Quartär) im Buch verblieben und noch einmal auf ihre Inhalte überprüft worden. Viele sind für das bessere Verständnis der Geologie Helgolands im engeren Sinne einfach eine wichtige Voraussetzung und daher auch gleich im vorliegenden Buch verfügbar. Man muss also nicht zwingend Begleitliteratur heraussuchen und studieren.

Jede Leserin und jeder Leser wird für sich entscheiden müssen, welche Version – Printausgabe oder eBook – die geeignetere ist. Um es im Gelände nutzen zu können, ist das eBook vermutlich einfacher zu handhaben, aber letztlich sind hier die individuellen Lesegewohnheiten entscheidend.

Unabhängig davon wünscht der Verfasser viel Spaß beim Lesen und vor allem beim Kennenlernen der Insel – einer einzigartigen, facettenreichen Insel in der deutschen Bucht.

Danksagung

Der Autor dankt:

May-Britt Förster, Julika Scholz (geb. Riegert) und Maike Schubert, den Mitautorinnen der im Jahr 2000 erschienen 1. Auflage des Werkes „Felseninsel Helgoland – Ein geologischer Führer“,

Lars Johannson (Tourismusmanager von Helgoland von Juni 2017 bis Mai 2021) für die Unterstützung bei der Vorbereitung einer weiteren Recherche-exkursion und die Bereitstellung statistischen Materials,

Frau Iris Schneider und ihrem Team (Kurverwaltung Helgoland) für das Zusammenstellen des statistischen Materials,

Elmar Ballstaedt (Stationsleiter des Vereins Jordsand e. V. auf Helgoland) für die Unterstützung des neuen Buchprojekts, den Gedankenaustausch und die Begleitung bei einer weiteren Westkliffbegehung,

Renate Walter (wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zoologischen Institut der Universität Hamburg i. R.) für die Unterstützung bei der elektronenmikroskopischen Analyse von Buntsandstein- und Mineralienproben,

Neli Heidari (meiner Springer-Autorenkollegin) für die abschließende Durchsicht des Manuskripts.

Michael Krause (Kurdirektor auf Helgoland 1993–1998) für die Unterstützung bei Geländerecherchen in den Jahren 1995–1998,

Dipl.-Ing. Hans-H. Stühmer (ehemals Wasser- und Schiffahrtsamt Tönning, Außenstelle Helgoland), für die Unterstützung bei den Vorbereitungen und Recherchen für die Erstauflage des Werkes und die Unterstützung und Genehmigung zahlreicher Jugend-forsch-Projekte auf Helgoland,

Christopher R. Scotese (Department of Earth & Planetary Sciences, Northwestern University, Evanston, 6020) für die Freigabe und Bereitstellung der paläogeographischen Karten,

dem Museum Helgoland für die Freigabe von Abdruckrechten,

der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover) für die Freigabe von Abdruckrechten,

Sebastian Müller (bis Februar 2020 begleitender Lektor im Springer-Verlag) für den Anschub des Buchprojekts,

Dr. Sarah Koch (zuständig für die Programmplanung Biowissenschaften, Geowissenschaften und Chemie im Springer-Verlag) und Martina Mechler (Lektorin im Springer-Verlag) für die verlagsseitige Betreuung des Projekts.

Hamburg, im September 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Geologie Norddeutschlands im Überblick	7
2.1	Norddeutschland – „eintönig“, aber vielgestaltig.	7
2.2	Kaltzeiten prägten die Norddeutsche Tiefebene.	9
2.3	Die Marschlandschaften der Nordseeküstenregion	13
2.4	Die Inseln entlang der deutschen Nordseeküste.	15
2.5	Die Mittelgebirgsschwelle – ein Mosaik „bunter Schollen“	17
3	Erdgeschichtliche Entwicklungen bis zum Quartär	21
3.1	Methoden geologischer Forschung zur Rekonstruktion der Erdgeschichte	24
3.2	Die frühe Zeit der erdgeschichtlichen Entwicklung	27
3.2.1	Hadaikum (4.600–4.000 Mio. Jahre)	27
3.2.2	Archaikum (4.000–2.500 Mio. Jahre)	27
3.2.3	Proterozoikum (2.500–542 Mio. Jahre)	28
3.3	Das Erdaltertum (Paläozoikum)	28
3.3.1	Kambrium (542–486 Mio. Jahre)	28
3.3.2	Ordovizium (486–444 Mio. Jahre vor heute)	29
3.3.3	Silur (444–420 Mio. Jahre)	31
3.3.4	Devon (420–359 Mio. Jahre)	32
3.3.5	Karbon (359–299 Mio. Jahre)	33
3.3.6	Perm (299–252 Mio. Jahre)	34
3.4	Das Erdmittelalter (Mesozoikum)	36
3.4.1	Trias (252–201 Mio. Jahre)	36
3.4.2	Jura (201–145 Mio. Jahre)	37
3.4.3	Kreide (145–66 Mio. Jahre)	38
3.5	Die Erdneuzeit (Känozoikum)	41
3.5.1	Tertiär (66–2,6 Mio. Jahre)	41
3.5.2	Quartär (2,6 Mio. Jahre bis heute)	42
4	Helgoland – ein geographischer Überblick	47
4.1	Helgolands historische Entwicklung – eine Zeitleiste zeigt markante Stationen	48

4.2	Die Wirtschaft Helgolands	51
4.2.1	Aufschwung – „Fuselfelsen“ – Imagewandel im 21. Jahrhundert	52
4.2.2	Schwerpunkt Tourismus	55
4.2.3	Infrastrukturelle Rahmenbedingungen	57
4.3	Demographische Entwicklungen	57
4.4	Forschungsstandort	60
5	Die Geologie des Helgoländer Raumes und des Inselkomplexes	63
5.1	Am Anfang waren Meere unter Wüstenklimabedingungen	63
5.2	Wiederholte Meerestransgressionen im Erdmittelalter	70
5.3	Die in Millionen von Jahren abgesetzten Sedimente verfestigen sich	77
5.4	Der Aufstieg des Salzes	78
5.5	Das Bild der Helgoländer Salzstruktur	79
5.6	Helgoland während des Quartärs	87
6	Gesteine – Mineralien – Fossilien	93
6.1	Gesteine	93
6.2	Mineralien	99
6.3	Fossilien	104
7	Der Mensch greift in die Natur ein	109
7.1	Veränderungen durch den Menschen – Ein Überblick	109
7.2	Gewinnung von Rohstoffen	111
7.3	Flut- und Küstenschutz im Bereich der Felseninsel	114
7.4	Projekt „Sanierung Lange Anna“	118
7.5	Sicherungsmaßnahmen für die Düne	121
7.6	Bomben und Sprengungen verändern das Bild der Insel entscheidend	123
7.7	Projekt „Verbindung von Hauptinsel und Düne“	125
7.8	Naturschutz auf Helgoland	128
8	Exkursionsvorschläge	135
8.1	Tipps zur organisatorischen Vorbereitung	136
8.2	Sicherheitsaspekte für das Verhalten im Gelände	139
8.3	Umweltaspekte für das Verhalten im Gelände	139
8.4	Hinweise zur Ausrüstung	141
8.5	Exkursionsvorschläge	142
8.5.1	Exkursionsvorschlag 1: Vom Museum Helgoland um das Mittelland und über das Oberland	143
8.5.2	Exkursionsvorschlag 2: Exkursion entlang der Nordseite des Buntsandsteinfelsens	169
8.5.3	Exkursionsvorschlag 3: Exkursion entlang des Westkliffs bis zum Felswatt (ACHTUNG: Nur möglich mit einer Zutrittsgenehmigung)	178
8.5.4	Exkursionsvorschlag 4: Exkursion über die Düne	195

Glossar	207
Literatur	215
Stichwortverzeichnis	221

Einleitung

1

Trailer

Die Schiffspassage von einem der kleineren deutschen Nordseehäfen dauert in der Regel etwa zwei Stunden, gut eine halbe Stunde vor der Ankunft des Passagierschiffes taucht am Horizont die Felseninsel Helgoland auf. Bei schönem Wetter genießt man als Passagier den Ausblick auf die Insel, die nun Minute für Minute immer näher kommt. Über der zumeist dunstigen Nordsee zeichnen sich die Konturen bald immer deutlicher ab, zunächst erscheint die Insel grau, dann – wenn auch die Häuser zu sehen sind – schimmert auch das Rot der Felsen langsam durch.

Helgoland liegt vor der südlichen Nordseeküste – in der Deutschen Bucht – ungefähr 65 km von der Elbmündung bei Cuxhaven entfernt. Es gehört zum Landkreis Pinneberg in Schleswig-Holstein.

Helgoland gliedert sich in die Felseninsel und eine zweite, viel kleinere Insel, die Helgoländer Düne (Abb. 1.1). Diese hat einen Sandstrand und tritt durch ihre mit Strandhafer bewachsenen Dünen auffällig in Erscheinung. Sie ist – geologisch gesehen – sehr eng mit der roten Felseninsel verbunden ist, wie später noch ausgeführt werden soll (vgl. z. B. Kap. 5).

Topographische Karte von Helgoland und der Düne. Der QR-Code führt zu einer Übersichtskarte in hoher Auflösung (www.openstreetmap.org).
© Openstreetmap Cooperators.



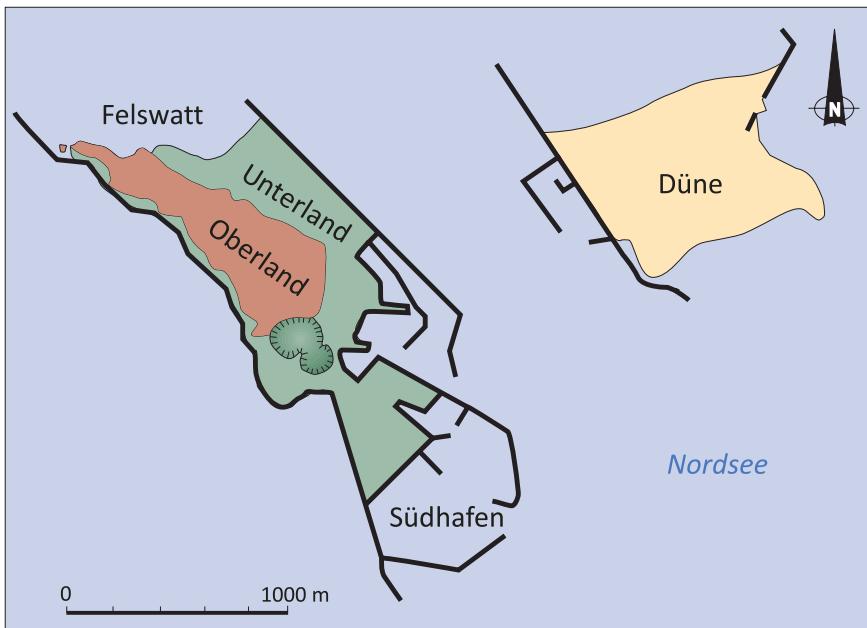


Abb. 1.1 Helgoland besteht aus zwei Inseln – stark vereinfachte Darstellung. © Wolfgang Fraedrich

Es ist im Grunde ein Erlebnis wie bei jeder anderen Schifffahrt – der Zielhafen rückt näher, bis man endlich da ist. Doch bei Helgoland ist das etwas anderes. Nein, es ist nicht allein die Tatsache, dass die meisten Fährschiffe nicht im Hafenbecken anlegen. Mehrere Schiffe gehen auf der Helgoländer Reede vor Anker, die Passagiere werden dann in die sog. Börteboote ausgebootet und in einer wenigen Minuten dauernden Fahrt an den Anleger gebracht, der für die jeweilige Reederei zuständig ist. Vielmehr ist es die Tatsache, dass sich das Schiff einer Felseninsel nähert. Wo sonst gibt es im Bereich der deutschen, niederländischen oder dänischen Nordseeküste Inseln, die aus „gewachsenem Fels“ bestehen? Ja, selbst im südlichen Ostseeraum bleiben Felsen oder Felseninseln eine absolute Ausnahme: Dies sind die Inseln Møn und Sjælland (gehören zu Dänemark) und die Insel Rügen – alle drei haben an ihrer Ostseite Steilküsten aus weißem, vergleichsweise hartem Gestein. Etwas weiter nördlich, aber auch noch in der südlichen Ostsee, liegt die dänische Insel Bornholm, die in weiten Teilen aus kristallinem Gestein – zum großen Teil sogar paläozoischen Alters – aufgebaut ist. Ansonsten gibt es eine Vielzahl zumeist sehr flacher Inseln, die allesamt aus weichem, lockerem Gestein aufgebaut sind, das für die abtragenden Kräfte des Meeres besonders günstige Bedingungen schafft. Zu nennen wären neben den Westfriesischen Inseln die Ost- und die Nordfriesischen Inseln, und im Ostseeraum sind es die flachen, vielfach völlig ebenen Inseln Dänemarks, aber z. B. auch die Inseln Poel und Usedom.

Sollten nun die vier Inseln – Helgoland, Møn, Sjælland und Rügen – etwas gemeinsam haben, obwohl sie bzw. ihre steilen, felsigen Küsten teilweise weit über 100 km voneinander entfernt liegen? Nun, im ersten Moment wird man da eher keinen Zusammenhang sehen, zumindest keinen zwischen den Ostseeinseln und der Nordseeinsel Helgoland. Und doch gibt es einen! Während die flachen, meist küstennahen Inseln aus weichem, lockerem Gestein aufgebaut sind – die Geologen sprechen hier von Lockersedimenten –, sind die vier genannten Ausnahmen aus felsigem Gestein aufgebaut (Helgoland) bzw. bauen sich zumindest teilweise aus solchem auf (Ostseeinseln). Es gibt aber noch mehr Gemeinsamkeiten: Während die weichen lockeren Gesteine tertiären und quartären Alters und damit bis zu zehn Millionen Jahre alt sind (das trifft z. B. für den „Kern“ der Insel Sylt zu), sind die festen Gesteine viele Millionen Jahre alt. Das weiße Gestein der drei genannten Ostseeinseln stammt aus der Kreidezeit, die erdgeschichtlich den Zeitraum erfasst, der vor rd. 145 Mio. Jahren begann und vor etwa 66 Mio. Jahren endete. Das rote Gestein, das die Felseninsel Helgoland aufbaut, ordnen die Geologen dem Zeitalter des Buntsandsteins zu, das vor rd. 252 Mio. Jahren begann und vor etwa 248 Mio. Jahren endete. Helgoland besteht also aus sehr altem, rd. 250 Mio. Jahre altem Gestein und liegt als solche Erscheinung völlig isoliert in der Nordsee. Warum ist das so? Dies ist eine der zentralen Fragen, auf die in diesem Buch eine Antwort gegeben werden soll.

Es geht also einerseits um dieses „Alleinstellungsmerkmal“ der deutschen Nordseeinsel, vornehmlich aus der Betrachtung der geologischen Perspektive, zudem teilweise aber auch um die Insel im Kontext der Geowissenschaften. Hierzu werden Einblicke aus den Bereichen Petrologie, Mineralogie, Kristallographie, Paläontologie, Geographie und ansatzweise der Glaziologie gegeben. Der Einfachheit halber werden in Abb. 1.2 lediglich die Teildisziplinen aufgeführt, auf die Vernetzung dieser Teildisziplinen untereinander wird bewusst verzichtet.

Die Geologie ist eine Wissenschaft, die u. a. Verständnis dafür weckt, erdgeschichtliche, aber auch gegenwärtige Entwicklungsprozesse unmittelbar unter oder auf der Erdoberfläche zu verstehen und zu erklären.

Das System Erde mit allen seinen Teilräumen ist Gegenstand geowissenschaftlicher Forschung, in die Kenntnisse und Forschungsmethoden verschiedener naturwissenschaftlicher Disziplinen eingebunden werden. Um geowissenschaftliche Strukturen und Phänomene verstehen, erklären und darstellen zu können, benötigen die Geowissenschaftler mitunter Kenntnisse aus den Bereichen Biologie, Chemie, Physik, Mathematik und Informatik. So ist man z. B. in der Lage, die Beschaffenheit von Gesteinen als „Baustein der Erdkruste“ (Petrologie) detailliert zu untersuchen und in ihrer Wechselwirkung mit anderen Teildisziplinen zu erfassen, zu beschreiben und zu erklären.

Die Geowissenschaften sind daher als interdisziplinäre Wissenschaften zu verstehen. Gerade dies macht auch ihren Reiz aus. Geowissenschaftler arbeiten nicht nur am Schreibtisch. Viel wichtiger ist die Arbeit im Gelände und die oft daran anknüpfende Arbeit in verschiedenen Laboren – je nach Zielrichtung der Forschung.



Abb. 1.2 Die Geowissenschaften, ihre Teildisziplinen und Disziplinen, deren Inhalte in enger Wechselbeziehung stehen, im Überblick. (© Wolfgang Fraedrich)

Daher gibt auch das vorliegende Buch einen Einblick in die verschiedenen Ebenen geowissenschaftlicher Arbeit. So werden Beobachtungen im Gelände vor gestellt und kommentiert, Ergebnisse der Geländearbeit und der Laborarbeit dar gestellt. Helgoland wird also multiperspektivisch betrachtet.

Die Leserschaft wird schließlich über den Exkursionsteil an das Beobachten im Gelände herangeführt. Der Leser erfährt, worauf zu achten ist, wie man Strukturen im Gelände – z. B. an Aufschlussstrukturen – erkennt und wie man solche Strukturen hinsichtlich ihrer Entstehung und der Dynamik im System Erde deuten kann. Hier werden geologisch besonders auffällige Erscheinungen im Detail erläutert. Die einzelnen Haltepunkte sind in den jeweiligen Übersichtskarten zu Beginn der Abschnitte für die vier Exkursionsvorschläge markiert.

Für jede Station sind kurze, prägnante Erläuterungstexte formuliert worden, die das jeweilige geologische Phänomen verständlich machen. Der Besucher erhält somit mit diesem Buch auch einen idealen „Schlüssel zum Verständnis“ der Ent wicklungsgeschichte Helgolands.



Geologie Norddeutschlands im Überblick

2

Trailer

Die geologische Analyse eines eng begrenzten Raumes erfordert stets eine Betrachtung der geologischen Rahmenbedingungen. Dies heißt so viel, dass für das Verständnis der Detailphänomene grundsätzlich auch die Zusammenhänge deutlich werden müssen, in die die Details einzuordnen sind.

Die Geologie der Felseninsel Helgoland – für Helgoland ist der Buntsandstein besonders typisch (Abb. 2.1) – nur zu verstehen, wenn auch die wechselvolle Erdgeschichte Norddeutschlands als Hintergrundwissen bekannt ist. Kap. 2 soll dieses Hintergrundwissen vermitteln helfen.

2.1 Norddeutschland – „eintönig“, aber vielgestaltig

Norddeutschland gilt allenthalben als „flaches Land“. Gut, dieser Eindruck mag stimmen, wenn man – aus Süddeutschland kommend – nach Norddeutschland fährt. Die Fahrt auf der Bundesautobahn A7 von Würzburg über Hannover bis Hamburg und weiter bis Flensburg an der deutsch-dänischen Grenze vermittelt einen Querschnitt durch eine teilweise sehr wechselvolle Landschaft.

Auf dem Weg von Würzburg nach Norden durchfährt man zunächst die Mittelgebirgszone, also die vulkanisch geprägte Rhön mit Höhen bis etwa 1000 m, die nördlich von Fulda in das Hessische Bergland übergeht. Hier hat der Autofahrer den Eindruck, als fahre er auf einer Berg- und Talbahn. Steigungen bzw. Gefälle von mehr als 6 % zwingen auf mehreren Teilabschnitten der A7 zu Geschwindigkeitsbegrenzungen. Erst bei Göttingen wird es wieder etwas „ruhiger“, denn jetzt führt die A7 durch die Ebene des Leinegrabens, eine tektonisch bedingte



Abb. 2.1 Blick vom Oberland auf die Nordwestspitze der Felseninsel – die schräg einfallenden Schichten sind am auffälligen Wechsel heller und dunkler Gesteine besonders gut zu erkennen, dies und ihre Neigung sind Spuren der wechselvollen erdgeschichtlichen Entwicklung. (© Wolfgang Fraedrich)

Einbruchzone, die während des Tertiärs entstanden ist. Das Tertiär gliedert sich in das Paläogen – 66–23 Mio. Jahre vor heute – und das Neogen – 23–2,6 Mio. Jahre vor heute. Als die Alpen aus dem Meer auftauchten, wurden sie auch gegen die mitteleuropäische Erdkruste gedrückt, diese wurde gestaucht und gezerrt. Im Bereich des Leinegrabens wurde die Kruste gezerrt (= gedehnt), dadurch entstand dieser Grabenbruch, so bezeichnen Geologen eine solche Bruchzone. Der Weg führt vorbei am Solling im Westen, am Harz im Osten und schließlich durch das Niedersächsische Berg- und Hügelland zwischen Seesen und Hildesheim. Etwa 3 km südöstlich von Hildesheim bietet sich den Autofahrern ein hervorragender Blick auf die Weite des Norddeutschen Tieflands – so weit das Auge reicht. Nur leider sind die Sichtverhältnisse nicht immer entsprechend. Dann geht's abwärts, man verlässt über den Höhenzug Hildesheimer Wald die Mittelgebirgszone und fährt in die Hildesheimer Börde.

Doch wer nun glaubt, die Fahrt bis Flensburg führe nun nur noch durch flaches Land, der täuscht sich. Steigungen oder Gefälle auf der Strecke sind allerdings nicht mehr so ausgeprägt, da diese mitunter extrem langgezogen sind – teilweise über mehrere Kilometer. Erst im Bereich südlich der Elbe (Harburger Berge) und dann wieder nördlich des Nord-Ostsee-Kanals werden sie wahrnehmbarer.

Naturräumlich und geologisch wird Norddeutschland mit dem Norddeutschen Tiefland gleichgesetzt, das in sich sehr vielgliedrig ist. Die Südgrenze der Tieflandregion bildet die Mittelgebirgsschwelle.

2.2 Kaltzeiten prägten die Norddeutsche Tiefebene

Abb. 2.2 zeigt, dass sich der norddeutsche Raum in zahlreiche Landschaftseinheiten gliedert. Sie unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihrer naturräumlichen (Gegenwarts-)Erscheinung als auch hinsichtlich ihrer erdgeschichtlichen Entwicklungen.

Während der vorletzten Kaltzeit, der Saale-Kaltzeit (benannt nach dem Fluss Saale) war fast das gesamte Norddeutsche Tiefland mit dem aus Nord-europa kommenden sogenannten nordischen Inlandeis bedeckt (Abb. 2.3). Die Gletscher erreichten auch die heutigen Niederlande. Nach der Provinz Drenthe wird der ältere Abschnitt der Saale-Kaltzeit als Drenthe-Stadium bezeichnet. Dem Eisvorstoß während des Drenthe-Stadiums folgte mit dem Warthe-Stadium ein zweiter sogenannter Haupteisvorstoß. So markieren z. B. die Harburger Berge im Süden Hamburgs, der Höhenzug Drawehn im Landkreis Lüchow-Dannenberg oder auch die Umrahmung des sogenannten Uelzener Beckens Eisrandlagen dieses jüngsten Eisvorstoßes.

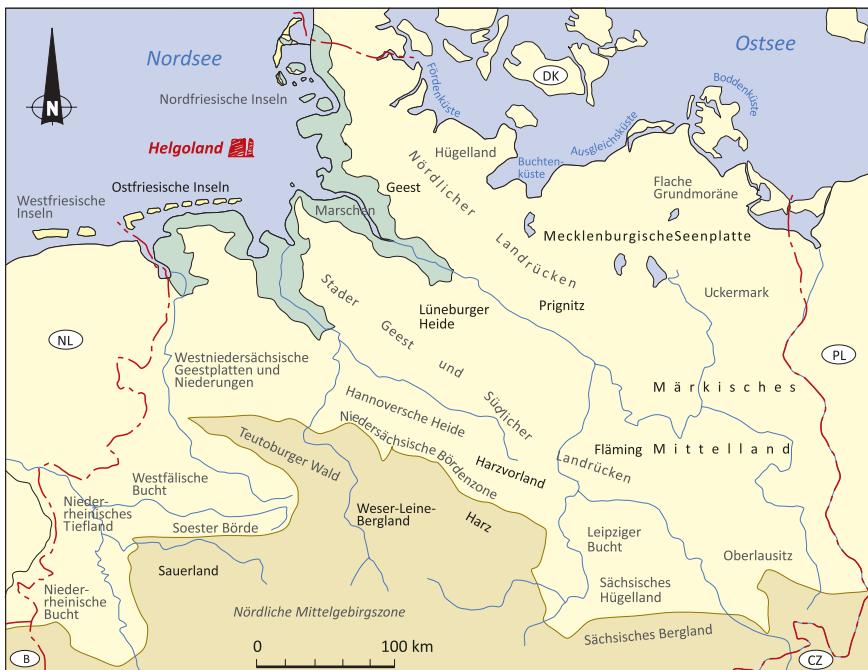


Abb. 2.2 Landschaftseinheiten Norddeutschlands. (© Wolfgang Fraedrich)



Abb. 2.3 Grenzen des nordischen Inlandeises im norddeutschen Raum während der Elster-Kaltzeit, der Saale-Kaltzeit und der Weichsel-Kaltzeit. (© Wolfgang Fraedrich)

EXKURS: Was ist unter Kaltzeiten zu verstehen?

Der Begriff „Kaltzeit“ wird selten verwendet, er ist im wissenschaftlichen Sinne aber richtig – im Gegensatz zum häufig verwendeten Begriff „Eiszeit“. Kaltzeiten sind erdgeschichtliche Zeitabschnitte von mehreren 10.000 Jahren, in denen das Klima – weltweit – deutlich kühler war als in der Gegenwart. Die wissenschaftlichen Forschungen der letzten hundert Jahre haben den eindeutigen Nachweis darüber erbracht, dass es in den letzten 2,5 Mio. Jahren immer wieder solche Perioden gegeben hat, unterbrochen von Warmzeiten wie dem Holozän, das vor knapp 12.000 Jahren begonnen hat und auch nur eine Warmzeit zwischen der Weichsel-Kaltzeit und der nächst folgenden Kaltzeit ist. Da der Einfluss der Kaltzeiten nicht ausschließlich durch die Ausbreitung des Eises, sondern in erster Linie durch das veränderte Klima geprägt ist, ist der Begriff „Kaltzeit“ genauer.

Auch innerhalb der Kalt- und Warmzeiten gibt es kurzfristigere Klimaschwankungen (vgl. Abb. 2.4). Diese Erkenntnis macht es u. a. den Wissenschaftlern schwer, den heute viel diskutierten Eingriff des Menschen in das Weltklima angemessen zu bewerten.

Die Entstehung von Kaltzeiten wird durch vielfältige Einflüsse gesteuert. Astronomische Komponenten (z. B. die Tatsache, dass die Erdachse innerhalb eines langen Zeitraums von 41.000 Jahren zwischen einer Neigung von $24^{\circ}28'$ und 22° schwankt – derzeit sind es $23^{\circ}27'$) spielen ebenso eine Rolle wie irdische. Immer dann, wenn sich – durch plattentektonische Vorgänge bedingt – große Landmassen in Polnähe befinden, können sich ausgedehnte, zum Teil mehrere 1.000 m mächtige Eismassen entwickeln. Beide Komponenten beeinflussen den globalen Strahlungshaushalt, der zudem durch atmosphärische Prozesse gelenkt und regional unterschiedlich modifiziert wird. Daher werden Kaltzeiten mit der sogenannten Mehrfaktorenhypothese erklärt.

Die niedersächsischen Geestplatten und der südliche Landrücken, den die Elbe im Mittellauf durchschnitten hat, aber auch die mittlere Geest in Schleswig-Holstein bauen sich aus den Ablagerungen auf, die während der saalekaltzeitlichen Eisvorstöße bis dorthin vom Eis transportiert worden sind. Dies ist die Alt-moränenlandschaft. Nordöstlich der Elbe erstreckt sich die Jungmoränenlandschaft. Analog zur Gliederung der Saale-Kaltzeit ist auch die knapp 105.000 Jahre andauernde Zeitspanne der Weichsel-Kaltzeit (benannt nach dem Fluss Weichsel) durch einmal anwachsendes und damit vorrückendes und einmal abschmelzendes Inlandeis geprägt gewesen. Die Folge der Klimaschwankungen, die das Vorrücken und Zurückweichen des Eisrandes zur Folge hatten, ist die Vielgliedrigkeit weiter Teile des östlichen Schleswig-Holstein, fast des gesamten Mecklenburg-Vorpommern und der nördlichen Regionen von Brandenburg.

Abb. 2.4 zeigt die wesentlichen Eisvorstöße der Weichsel-Kaltzeit, die als Brandenburger Stadium, Frankfurter Stadium und Pommersches Stadium bezeichnet werden. Die Eisrandlagen sind jeweils nach den Orten oder Regionen

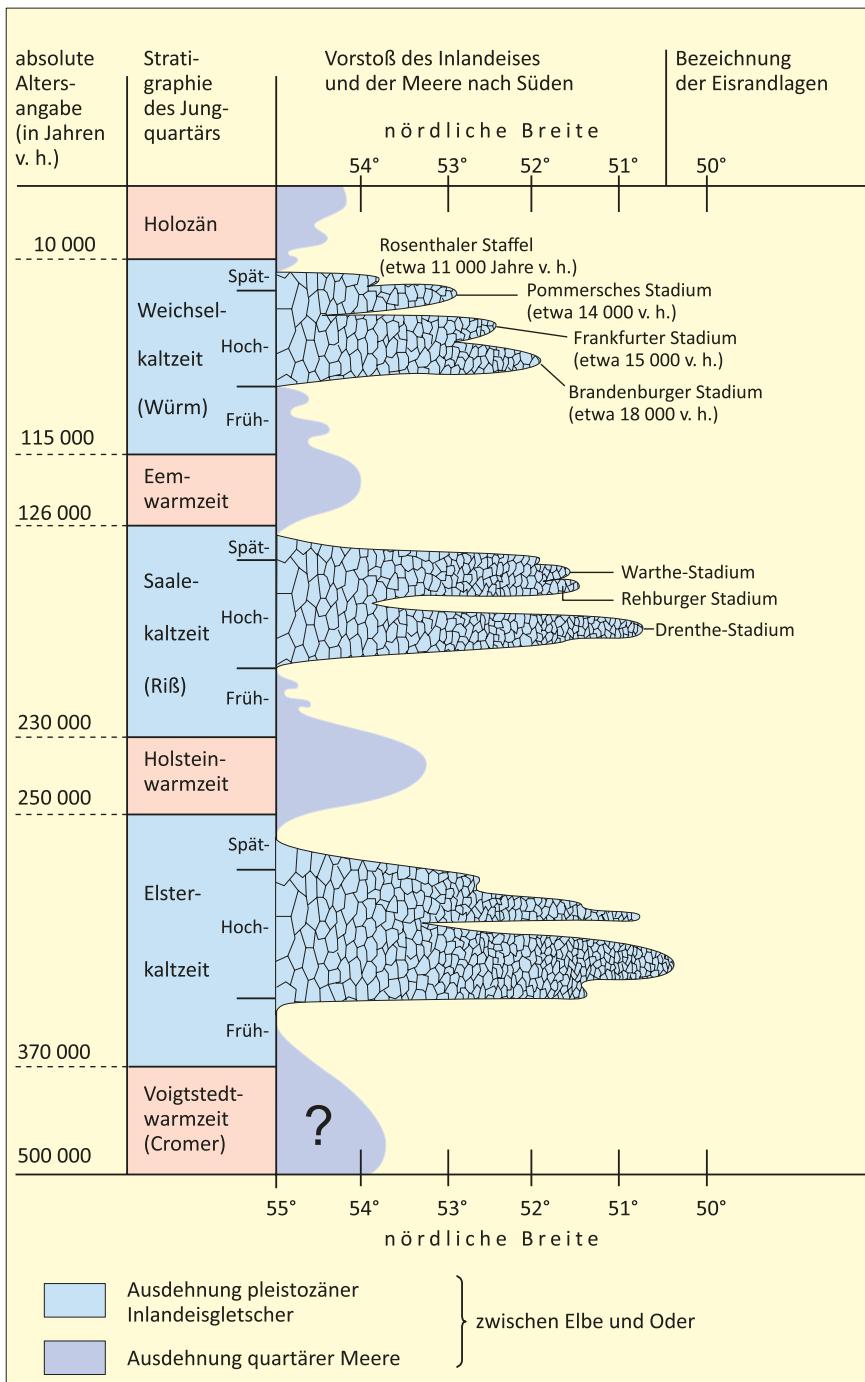


Abb. 2.4 Eis- und Meeresvorstöße während der letzten 500.000 Jahre. (© Wolfgang Fraedrich)