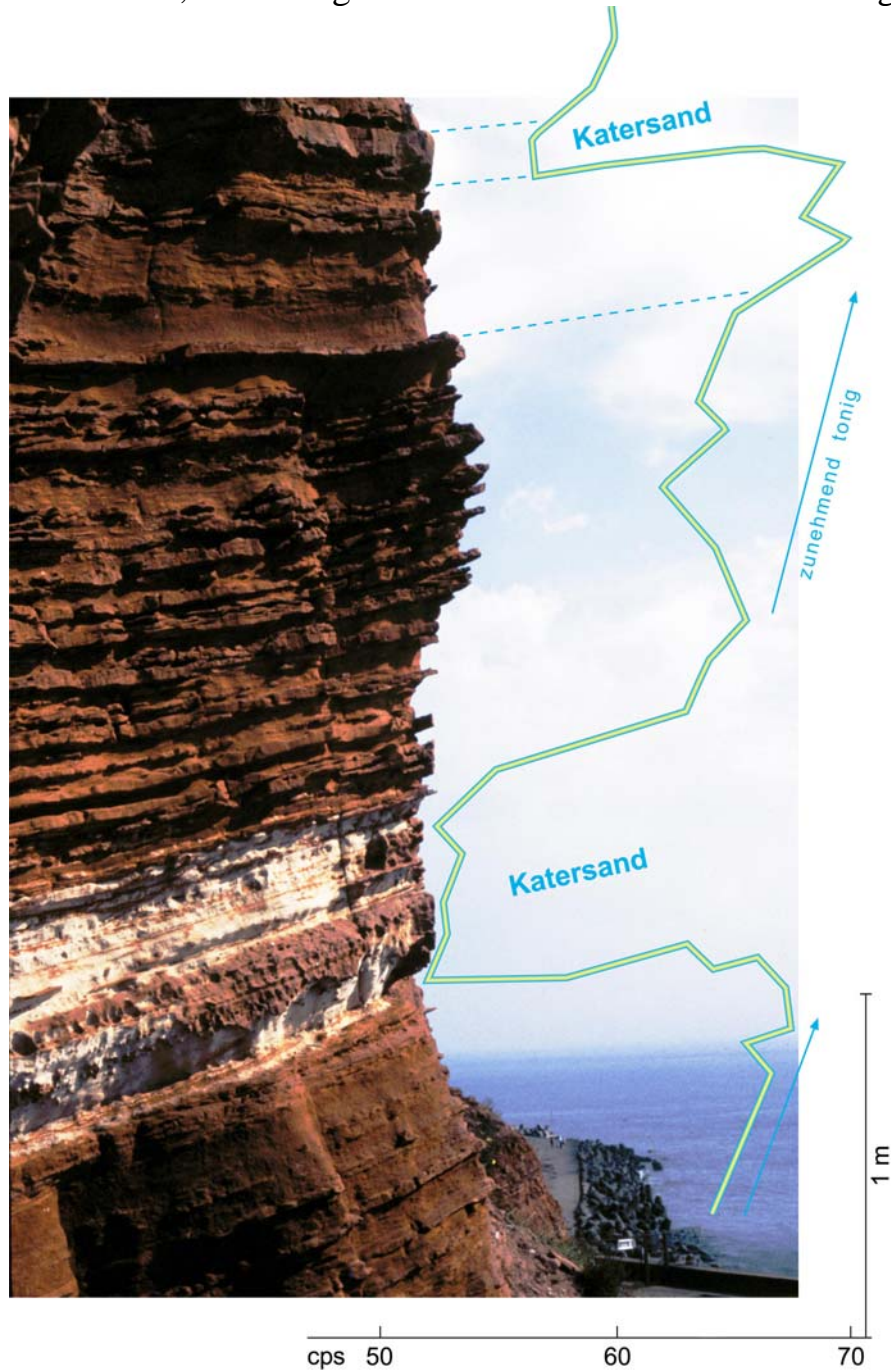


Der Untergrund der deutschen Nordsee mit Helgoland

– Ein Exkursionsführer –

zusammengestellt von

Franz Binot, Hans-Jürgen Brauner und Heinz-Gerd Röhling



Anlässlich einer
Fortbildungsveranstaltung von Geowissenschaftlern
des Geo-Support-Centers von RWE-DEA
am 5. und 6. Juli 2010 auf Helgoland

**Hauptthema:**

Helgolands geologische und strukturelle Entwicklung vom Mesozoikum bis heute vor dem Hintergrund der Nordsee-Geologie.

Schwerpunkte:

Petrologische Eigenschaften (Fazies, Lithostratigraphie, Sedimentologie, Speichereigenschaften) des Buntsandsteins von Helgoland und dessen geologisch-/tektonische Sonderstellung in der östlichen deutschen Nordsee (Mikrotektonik auf Salzstrukturen)

Nebenthemen:

Kupfermineralisation, Uran-Vanadium Konkretionen, Hydrogeologie, Gamma-Ray-Messungen, Küstenmorphologie, Küstenschutz, Aktuogeologie des Felswatts, Kriegsschäden, Ingenieurgeologie, rezenter Meeresspiegelanstieg, Glazialgeologie, Naturschutz, Mineral- und Fossilfunde, Archäologie.

Auszug aus dem Tidenkalender des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie:

Helgoland

54.1789° N, 7.8900° E

05.07.2010	00:21	CEST	0.78 Meter	Niedrigwasser
05.07.2010	00:25	CEST		Mondaufgang
05.07.2010	05:02	CEST		Sonnenaufgang
05.07.2010	06:11	CEST	2.79 Meter	Hochwasser
05.07.2010	12:34	CEST	0.88 Meter	Niedrigwasser
05.07.2010	15:17	CEST		Monduntergang
05.07.2010	18:30	CEST	2.99 Meter	Hochwasser
05.07.2010	22:02	CEST		Sonnenuntergang
06.07.2010	00:41	CEST		Mondaufgang
06.07.2010	01:10	CEST	0.85 Meter	Niedrigwasser
06.07.2010	05:03	CEST		Sonnenaufgang
06.07.2010	07:03	CEST	2.74 Meter	Hochwasser
06.07.2010	13:29	CEST	0.94 Meter	Niedrigwasser
06.07.2010	16:34	CEST		Monduntergang
06.07.2010	19:28	CEST	2.89 Meter	Hochwasser
06.07.2010	22:01	CEST		Sonnenuntergang

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	3
<i>Kurzfassung zur Exkursion</i>	4
<i>Vorbemerkung zum Exkursionsführer</i>	6
<i>Kurzer Abriss der Geologie von Helgoland</i>	6
Struktureller Bau.....	6
Was ist zu sehen?	7
<i>Die Geologie von Helgoland</i>	7
Die Geschichte der geologischen Erforschung der Insel.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Die geologische Struktur Helgoland und ihre Entstehungsgeschichte.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Die Schichtenfolge von Helgoland.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Der Zechstein.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Der Buntsandstein.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Der Muschelkalk.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Die Unterkreide.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Das Tertiär.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Das Quartär.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Die Entwicklung der Insel im Eiszeitalter	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Die morphologische Entwicklung der Insel in historischer Zeit	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Der morphologische Formenschatz der Insel	Fehler! Textmarke nicht definiert.
<i>Exkursionspunkte</i>	<i>Fehler! Textmarke nicht definiert.</i>
Das Mittelland.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Jung-Gatt und Baakhorn am Fuß der Westklippen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Spitzhorn, Rundblick	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Lummenfelsen, Blick auf die Nordwestspitze	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Nordhorn	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Aussichtsgalerie am Nordhorn	Fehler! Textmarke nicht definiert.
NE-Wand der Insel südöstlich vom Jägerstieg, westlich vom Sportplatz.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
NE-Wand der Insel am Sportplatz.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
<i>Literaturauswahl</i>	8
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	12

Kurzfassung zur Exkursion

Helgoland besteht aus zwei kleinen Inseln, die ca. 60 km vor der Deutschen Nordseeküste liegen. Die größere der beiden wird von Gesteinen des Buntsandstein aufgebaut. Dieser rote Felsen symbolisiert Helgoland im engeren Sinne. Die kleinere Insel - "Düne" genannt - besteht oberflächlich vor allem aus quartären Ablagerungen, die eine Abrasionsfläche von Muschelkalk und Kreide überlagern. Beide Inseln liegen auf der Flanke einer weitspannenden, NW-SE streichenden Aufwölbung über einem Salzkissen aus permischen Salzen. Diese Aufwölbung wird im First durch eine Grabenstruktur geschnitten (s.a. Abb. 26).

Die Kenntnisse über den strukturellen Bau und den Aufbau der im Untergrund von Helgoland zu erwartenden Schichtenfolgen basieren in der Hauptsache auf zahlreichen reflexionsseismischen Profilen sowie auf etwa 25 Bohrungen, die im Rahmen der Erdöl- und Erdgas-Exploration in den letzten Jahrzehnten im Bereich der südlichen deutschen Nordsee gemessen bzw. abgeteuft worden sind. Die Daten selbst sind meist nicht publiziert, jedoch sind flächendeckende Auswertungen sowohl der reflexionseismischen Messdaten als auch der Bohrergebnisse in einer Reihe von Publikationen veröffentlicht worden, so dass Aussagen auch zur Geologie Helgolands möglich sind. Weitere Detailinformationen stammen aus der geologischen Kartierung der Insel selbst sowie auch aus Unterwasserkartierungen, die im Umfeld der Insel durchgeführt worden sind. Informationen über die Salzstruktur Helgoland sowie den Aufbau des Zechstein und des Buntsandstein lieferte die Reichsbohrung 503 „Helgoland 1“. Daneben wurden in den letzten Jahren im Rahmen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung auf Helgoland Bohrungen abgeteuft, die zusätzliche Informationen geliefert haben. Danach lässt sich die strukturelle Entwicklung und der Schichtaufbau wie folgt zusammenfassen: Über den Schichten des Stefan folgt das Rotliegend in einer vorwiegend pelitischen Fazies mit Einschaltungen von z.T. mächtigen Haliten. Die Gesamtmächtigkeit des Rotliegend liegt bei etwa 1300 m. Der Zechstein ist in seiner normalen Beckenfazies entwickelt. Hier im zentralen Teil des Norddeutschen Beckens lassen sich insgesamt 7 evaporitische Zyklen (z1- z7) unterscheiden. Ein

idealer Salinarzyklus zeigt dabei eine Abfolge von Ton, Karbonat, Anhydrit, Steinsalz und Kalisalz. Den Abschluß des marinen Zechstein bildet eine bis 50 m mächtige tonig-schluffige Abfolge, die z.T. noch aus Salz-Ton-Mischgesteinen besteht und die zur epikontinentalen Sedimentation des Buntsandstein überleitet (Übergangsfolge bzw. Oberer Bröckelschiefer).

Der Buntsandstein bildet den unteren Teil der klassischen dreigeteilten „Germanischen Trias“ aus Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Er wird von vorwiegend rot gefärbten, meist feinklastischen Sedimenten geprägt, die einen deutlich zyklischen Aufbau aufweisen. Die Grenze zwischen Zechstein und Buntsandstein ist nicht nur in den Gamma-Ray- und Sonic-Logs der Nordseebohrungen gut zu fassen (s.a. Abb. 13 und 14), sondern bildet auch in den reflexionsseismischen Profilen einen markanten Leithorizont. Der Untere Buntsandstein ist in Helgoland über Wasser nicht aufgeschlossen und nur durch die Bohrung Helgoland 1 sowie durch Tauchkartierungen vor der Brandungsplattform des NW-Kliffs der Insel bekannt. Vom Mittleren Buntsandstein sind an den Steilklippen Helgolands die Schichten der mittleren und höheren Volpriehausen-Folge, der Detfurth-, der Hardegsen- und der Solling-Folge anstehend zu beobachten. Der sedimentologische Charakter dieser Schichtenfolgen deutet auf ein vorwiegend fluvio-lakustrines (playa) Milieu hin. Neuere Untersuchungen lassen zumindest für die einzelnen Schichteinheiten einen marinen oder auch äolischen Einfluß erkennen. Der Obere Buntsandstein ist übertägig nicht aufgeschlossen. Gesteine dieser auch als Röt bezeichneten Abfolge wurden in der Wasserstrasse zwischen der Düne und der Hauptinsel bei Tauch- und Baugrunduntersuchungen angetroffen. Das Röt beginnt mit einer vorwiegend halitischen Serie bestehend aus vorwiegend Steinsalzen und Anhydriten sowie untergeordnet auch Ton-Schluffsteinen, der Salinarröt-Folge. Darüber schließt sich eine tonig-schluffige Serie an. In der auch als Pelitröt bezeichneten Schichtenfolge sind auch einzelne feinsandige und anhydritische Lagen eingeschaltet.

Nach der vorwiegend kontinental geprägten Buntsandsteinzeit gelangt das Norddeutsche Becken und damit auch die Insel Helgoland während des Muschelkalk wieder in den marinen Ablagerungsraum. Die Schichten des Muschelkalk

waren bzw. sind östlich des „roten“ Helgoland beiderseits der Düne untermeerisch fast komplett aufgeschlossen. Noch im 16. Jahrhundert ist dort eine hohe Felsklippe aus weißem Gestein dokumentiert. Lithologisch gliedert sich der Muschelkalk in eine untere mergelig-kalkige Serie (Unterer Muschelkalk), dem die anhydritisch-halitische Partie des Mittleren Muschelkalk folgt. Der Obere Muschelkalk besteht im basalen Teil aus z.T. dickbankigen Kalke (Trochitenkalkfazies), der eine Wechsellagerung von Kalk-, Mergel-, Ton- und Schluffsteinen folgt. In dieser auch als Ceratitenschichten bezeichneten Abfolge vollzieht sich dann der erneute Wechsel von einer marinen zu einer epikontinental geprägten Sedimentation, letztere dokumentiert durch die Gesteine des Keuper. Bereits der höhere Teil des Oberen Muschelkalk wie auch Keuper und Jura sind bei Helgoland nicht mehr anstehend zu finden.

Die Gesteine des Keuper und auch des nachfolgenden Jura sind von Helgoland nur aus den die Salzstruktur begleitenden Randsenken bekannt. Während des Keuper beginnt die Abwanderung von Steinsalzen des Oberrotliegend und des Zechstein aus der weiteren Umgebung in das sich bildende Salzkissen „Helgoland“. Die Sedimentation von Buntsandstein und Muschelkalk ist, wie Mächtigkeitsvergleiche zeigen, noch nicht von den Salzbewegungen betroffen.

Im Bereich der Düne transgredieren als Folge dieser Salzakkumulationen Unterkreidesedimente direkt über den Schichten des Muschelkalk. In der Unterkreide ist das Salzkissen noch recht flach. Die geringmächtige, kondensierte Beckenfazies der Unterkreide zeigt jedoch, dass auch jetzt die Salzzuwanderung in die Struktur und damit die weitere Aufwölbung wenn auch verlangsamt anhält. Gesteine der Oberkreide, vorwiegend des Cenoman bis Untermaastricht, kennt man aus Geröllaufsammlungen und aus Tauchgängen.

Das Tertiär ist in der Umgebung der Struktur Helgoland in der für die deutsche Nordsee typischen Ausbildung entwickelt. Erst im Eozän verstärkt sich die Halokinese, sie erreicht — sichtbar in der Reflexionsseismik — ihren Höhepunkt während des mittleren Miozän. Gleichzeitig entsteht im Dachbereich der Aufwölbung ein Firstgraben (Abb. 25 + 26.) Die halokinetische Aufstiegsbewegung setzt sich bis ins Quartär fort. Einzelne Hinweise auf das glazigene Pleistozän sind auf Helgoland beschrieben.

Anthropogene Vorgänge, d.h. menschliche Aktivitäten haben das Gesicht der beiden Helgoländer Inseln während der letzten 400 Jahre erheblich verändert. So sind nicht nur die weißen Muschelkalkfelsen verschwunden, sondern auch Teile der roten Felseninsel durch die Kriegs- und Nachkriegsereignisse des Zweiten Weltkrieges in Mitleidenschaft gezogen worden.

Vorbemerkung zum Exkursionsführer

Dieser Exkursionsführer basiert auf einem älteren Führer, der 1986 von BINOT, KOCKEL und STREIF zusammengestellt worden war. Er diente den Mitarbeitern der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie des ehem. Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (LBEG) als Unterlage für eine Exkursion, die sie anlässlich ihres Betriebsausfluges nach Helgoland führte. Dieser Exkursionsführer hatte zum Ziel, auch den „NichtfachkollegInnen“ die Geologie von Helgoland näherzubringen.

Nun liegt Helgoland im Zentrum des Norddeutschen Beckens: Es ist also geradezu selbstverständlich, dass dieser Ort von vielen Geowissenschaftlern besucht wird bzw. besucht werden sollte, weil jedes Becken nur aus seinem Zentrum heraus verstanden werden kann. Folglich ergab sich seit Erscheinen des Exkursionsführers 1986 mehrfach die Notwendigkeit, geowissenschaftlich Interessierten und kompetenten Kollegen und Kolleginnen nicht nur aus Deutschland das einmalige „Geotop“ Helgoland und die von dort ableitbaren Erkenntnisse für die geologische Entwicklung der deutschen Nordsee vorzustellen. Mehrfach wurde der Exkursionsführer bei Neuauflagen durch weitere Abbildungen ergänzt, die von den jeweiligen Leitern der Exkursionen ausgewählt worden waren. Bei Bedarf waren auch Kurzfassungen in englischer, französischer sowie niederländischer Sprache hinzugefügt worden. Mit dem Exkursionsführer wurden Helgoland Exkursionen für folgende Gruppen durchgeführt:

Naturhistorische Gesellschaft, Hannover (1989)

Nassauischer Verein für Naturkunde (1989)

Geol.-Paläont. Institut der Universität Hamburg

Groupe Francais du Trias (1991)

BEB Erdöl-Erdgas (1992)

Rijks Geologische Dienst der Niederlande (1994)

Arbeitsgem. Nordwestdeutscher Geologen (1995)

Northwest Europe Heads of Exploration (1996)

Eine Exkursion des Erdölgeologischen Austauschkreises war für die Autoren dieses Exkursionsführers der Anlass, den Text zu überarbeiten und mit neueren Erkenntnissen aus der Fachliteratur zu ergänzen, die Abbildungsnummern wieder mit dem Text in

Einklang zu bringen und neuere Zitate aufzunehmen. Auch dieser neue, überarbeitete Exkursionsführer ist bereits wiederholt im Einsatz, zum Beispiel für die folgenden Gruppen: *Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. - Erdölgeologischer Austauschkreis (2001)*, *Gesellschaft für Geowissenschaften (GGW) (2003)*, *Geowissenschaftler Geo-Support-Centers von RWE-DEA (2010)*. Für jede Gruppe wurden Aktualisierungen und Ergänzungen bei Text und Abbildungen vorgenommen.

Nun sollte der Text aber auch für den interessierten Laien verständlich bleiben. Mit den jüngsten Überarbeitungen ist dem Exkursionsführer eine digitale und darüber hinaus farbige Komponente zugewachsen. Nach wie vor erhebt er aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit; nachdrücklich wird empfohlen bei Interesse an der Geologie Helgolands auch die Exkursionsführer von SCHMIDT-THOMÉ, SPAETH und WURSTER zu konsultieren.

Kurzer Abriss der Geologie von Helgoland

Struktureller Bau

Ein ovales Salzkissen von 20 km Länge und 12 km Breite im Untergrund von Helgoland hat den Gesteinsverband großräumig aufgewölbt. Die Felseninsel, gut 2 km lang, liegt fast auf der Firste dieser Aufbeulung, gehört aber zusammen mit der Düne noch zur Nordostflanke der Salzstruktur Helgoland an.

Das **Salzkissen Helgoland** wurde im Keuper angelegt. Ob sich die Kissenbildung im Jura fortsetzte, lässt sich nicht mehr bestimmen. Die Unterkreide-Transgression "fossilisierte" als Diskordanz das frühe Stadium einer leichten Aufwölbung, die sich in der Unterkreide fortsetzte und durch geringmächtige, kondensierte, stratigraphisch aber relativ vollständige Abfolgen charakterisiert ist. Im Tertiär lebte die Kissenbildung wieder auf und erreichte ihren Höhepunkt nach dem Mittelmiozän. Bei der weiteren Ausgestaltung führten Zerrspannungen am Top der Struktur zum Einbruch eines Firstgrabens. Dieses als Gürtelgraben bezeichnete Strukturelement liegt ca. 1,5 km südwestlich der Insel und verläuft in etwa parallel zur Längsachse Helgolands (Abb. 26 und 27).

Die im Jahre 1938 abgeteufte Reichsbohrung **Bohrung Helgoland 1** hat das Dach des Salzkissens Helgoland schon in einer Teufe von etwa 720 m angetroffen, jedoch bis zur Endteufe bei 3010 m nicht durchdringen können.

Was ist zu sehen?

Auf der Felseninsel sind die roten und rotbraunen Ton-, Schluff- und Feinsandsteine des Mittleren Buntsandstein gut aufgeschlossen. Die Gesteine sind reich an Sedimentgefügen, die durch Wind und Brandung vielfach exzellent herauspräpariert sind. Bei einem Inselrundgang fällt besonders an der Nordwestspitze ein markanter Farbwechsel des Gesteins auf. Die untere Abfolge wird dominiert von einer dunkelrot- bis rotbraunen, tonig-schluffigen Abfolge, in die geringmächtige, cm- bis max. dm-mächtige und häufig helle Feinsandsteine eingeschaltet sind. Die dm-mächtigen hellen, oft weißen bis gelblichweißen, Sandlagen werden hier als „Katersande“ bezeichnet. Stratigraphisch gehört diese Abfolge der Volpriehausen-Folge an.

Sie wird überlagert von einer oberen rosaroten Folge mit weißen Zwischenlagen, der Detfurth-Folge. Zwei Sandsteinhorizonte in dieser Detfurth-Folge fallen durch zurückspringende Verwitterungsformen auf. Der untere von beiden Sandsteinen bildet sozusagen den Hut der Langen Anna. Zwei weitere Sandsteinhorizonte sind am Sportplatz (Nordostland) aufgeschlossen, kenntlich an der helleren Färbung. Der untere ist die Basis der Hardeggen-Folge. Ebenfalls an den Klippen des Nordostlandes sind die roten Silt-, Ton- und Feinsandsteine der Solling-Folge aufgeschlossen. Eine markante schichtparallele hellgrau Streifung lässt schon von Weitem den Schichtaufbau und das Einfallen erkennen. 1992 wurde der mittlere Buntsandstein mit 140 m tiefen Kernbohrung erschlossen.

Auf der Düne sind Muschelkalk und Kreide der direkten Beobachtung entzogen, einmal, weil sie durch den Strandsand bedeckt sind, zum anderen, weil die Klippenzüge aus harten Kalken des Unteren Muschelkalk und der Oberkreide auch bei Ebbe noch unter Wasser liegen. Der Verlauf der Kreideklippen nördlich der Düne lässt sich erahnen, denn über diesen Untiefen werden die Nordseewellen gebrochen und auch bei leichter See sind ihre Gischtkäme weithin zu sehen.

Strandgerölle, die nicht selten Fossilien enthalten, gewähren auf der Düne den Zugang zur Geologie.

Der Gesteinssammler findet besonders an der Nordwestspitze einen reichen Formenschatz an Sedimentgefügen: Gesteinsplatten mit Strömungsrippeln oder Trockenrisspolygonen sind keine Seltenheit. Mit etwas Finderglück können auch Kupfervererzungen und Uran-Vanadium Anreicherungen aufgesammelt werden.

Sammlererfolg ist in jedem Falle dem aufmerksamen Strandwanderer auf der Düne beschieden. Dort findet sich im Spülsaum der Brandung besonders nach Sturmtagen ein weites Spektrum an Sammelobjekten: Seien es in Feuerstein fossilisierte oberkretazische Seeigel, seien es Belemniten (Donnerkeile) oder Ammoniten der Unterkreide (Helgoländer Katzenpfötchen) seien es Fischabdrücke des Töck. Beliebt ist auch der Bernstein aus dem Tertiär, der - weil spezifisch leicht - weit oben am Strand gefunden wird.

Auf dem Weg über das Kliff blickt man von oben auf die **vielfältigen Erosionsformen**, die die Brandung geschaffen hat, als sie, noch von keiner Schutzmauer behindert, die Felsen umspülte. Horn, Felsturm, Brandungssofen, Brandungshohlkehle und Brandungsplattform sind nur einige dieser Erosionsformen.

Schließlich bietet Helgoland auch dem Aktuogeologen und biologisch Interessierten eine Besonderheit; nämlich das **Felswatt**, einzigartig in Deutschland. Ein Teil der felsigen Brandungsplattform fällt bei jeder Ebbe trocken und ermöglicht so den Einblick in einen marinen Lebensraum. Dort, unter dem Stress des ständigen Wechsels zwischen Ebbe und Flut, der starken Brandung und ohne die Möglichkeit, in schützendem Schlick Unterschlupf zu finden, hat sich eine besondere Lebewelt entwickelt, ganz darauf abgestellt, sich mit allen verfügbaren Mitteln am Gestein festzuklammern, in dünnen Spalten zu verkriechen oder gar sich ins Gestein hineinzubohren.

Literaturauswahl

- ATTILA, H. (1934): Felsabstürze auf Helgoland. - Die Reichsmarine, 1934/5, 21 - 22; Wilhelmshaven.
- BAHR, M. (1938): Die Veränderung der Helgoländer Düne und des angrenzenden Seegebietes.- Jb. Hafenbautechn. Ges., 17: 1 - 70; Berlin.
- BALDSCHUHN, R., BEST, G., BINOT, F., FRISCH, U., GROSS, U., JÜRGENS, U., KOCKEL, F., RÖHLING, H.-G. & SATTLER-KOSINOWSKI, S. (1995): Structural and Palaeogeographical Development of the German North Sea Sector.- In: KOCKEL, F. (Ed.) Beiträge zur regionalen Geologie der Erde, Bd. 26: 96 S., 16 Anl., 7 Abb. (Gebr. Bornträger); Stuttgart.
- BALDSCHUHN, R., BINOT, F., FRISCH, U. & KOCKEL, F. (2001): Geotektonischer Atlas von Nordwest-Deutschland und dem deutschen Nordsee-Sektor - Digital auf 3 CDs. - Geol. Jahrb. A 153: 60 S., 3 CD-ROM; Hannover.
- BARTENSTEIN, H. & KAEVER, M. (1973): Die Unterkreide von Helgoland und ihre mikropaläontologische Gliederung.- Senck. lethaea, 54(2/4): 207 -264; Frankfurt.
- BEHRE, K. E. (1970): Die Flora des Helgoländer "Süßwasser Töcks", eines Eem-Interglazials unter der Nordsee.- Z. Flora, 159: 133-146; Wilhelmshaven.
- BEST, G., KOCKEL, F. & SCHÖNEICH, H. (1983): Geological history of the Southern Horngraben. - In: KAASSCHIETER & REIJERS (eds.): Petroleum geology of the southeastern North Sea and the adjacent onshore areas. - Geologie en Mijnbouw, 62: 25-33, 4 Abb.; s'Gravenhage
- BEST, G. (1988): Die Grenze Zechstein/Buntsandstein in Nordwestdeutschland und in der südlichen deutschen Nordsee nach Bohrlochmessungen (Gamma-Ray- und Sonic- Log).- Geol. Jb. Hessen, 116: 1922, 1 Abb.; Wiesbaden.
- BEST, G. (1989): Die Grenze Zechstein/Buntsandstein in Nordwestdeutschland und in der südlichen deutschen Nordsee nach Bohrlochmessungen.- Z. dt. Geol. Ges. 140: 73-85; Hannover.
- BEST, G., ELSTNER, F. & KEMPER, E. (1989): Jüngere Unterkreide und Cenoman in der südlichen Nordsee und in Schleswig-Holstein.- Geol. Jb. A113: 317-336, 5 Abb.; Hannover.
- BINOT, F., KOCKEL, F. & STREIF, H. (1986): Exkursionsführer zur Geologischen Helgoland Exkursion.- Bundesanst. f. Geowiss. u. Rohst. mit Niedersächs. Landesamt f. Bodenforsch.(Hrsg.): 36 S., 16 Abb. Hannover.
- BINOT, F. (1988): Strukturentwicklung des Salzkissens Helgoland.- Z. dt. geol. Ges.,139: 51-62, 5 Abb.; Hannover.
- BINOT, F. & RÖHLING, H.-G. (1988): Lithostratigraphie und natürliche Gammastrahlung des Mittleren Buntsandsteins von Helgoland.- Ein Vergleich mit der Nordseebohrung J/18-1.- Z. dt. geol. Ges., 139: 33-49, 6 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- BINOT, F. (1991): Die Entwicklung des Salzkissens Helgoland im Hinblick auf den kretazischen Anteil an der Strukturbildung.- Geol. Jb. A 120: 9-18, 4 Abb.; Hannover.
- BINOT, F. & SPAETH, C. (1995): Eine Kernbohrung im Zentrum des Nordwestdeutschen Beckens –Poster.- Tagungsband der 62. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen in Hamburg-Bergedorf vom 6.-9.Juni 1995; Vorträge, Posterausstellung, Exkursionen, S. 73, Hamburg.
- BÖHMER, P., DAUT, G. GRAFENSTEIN, U. von, MÜCKE, T. von, MÜLLER, W. & PROHASKA, J. (1991): Geologische Karte des Seegebietes südwestlich der Insel Helgoland.- Maßstab 1:5000.- TU München. Faltkarte im Anhang des Geol. Jb. A120: Hannover.
- BOIGK, H., HEIMBACH, W. & SINDOWSKI, K.H. (1960): Bericht über die Untersuchung des Mittleren Buntsandsteins der Insel Helgoland. (unveröff., LBEG-Archiv-Nr.: 10411); Hannover.
- BOIGK, H. (1961): Ergebnisse und Probleme stratigraphischer Untersuchungen im Buntsandstein Nordwestdeutschlands.- Geol. Jb., 78: 123 - 134; Hannover.
- BRAUNER, H.-J., (1996): Tiefenrefraktion Norddeutschland.- In: Lithologieerkundung für den Tiefenaufschluß mit seismischen Methoden (LITASEIS).- DGMK Forschungsbericht 397-2/2: Teßmer, G. (Hrsg.), DGMK; Hamburg.
- BROHM, A. (1907): Helgoland in Geschichte und Sage. Seine nachweislichen Landverluste und seine Erhaltung.- 70 S., 36 Abb., 15 Ktn.; Verlag: Rauschenplat; Cuxhaven – Helgoland.
- BRUNN-PETERSEN, J. & KRUMBEIN, W. (1975): Rippelmarken, Trockenrisse und andere Seichtwassermerkmale im Buntsandstein von Helgoland.- Geol. Rundsch., 64: 126 - 143; Stuttgart.
- BOHRUNG HELGOLAND 1 (1938): Schichtenverzeichnis, Kernbeschreibungen, Bohrberichte, Schriftverkehr, Lagepläne und Interpretationen zur Bohrung Helgoland 1 – Reichsbohrung 503.- (unveröff., LBEG-Archiv-Nr.: 36861); Hannover.
- BOHRUNG HELGOLAND 2 (1993): Schichtenverzeichnis, geophysikalische Bohrlochmessungen, Bohrberichte, Lagepläne, Pumpteste und Interpretationen zur Bohrung

- Helgoland 2 (unveröff., LBEG-Archiv-Nr.: 111872); Hannover.
- BUNGENSTOCK, H., CLOSS, H. & HINZ, K. (1963): Geophysikalische Untersuchungen im südlichen Teil der Nordsee.- Erdöl und Kohle, 16: 450 -455; Hamburg.
- CLEMMENSEN, L.B. (1979): Triassic lacustrine red-beds and palaeoclimate: The "Buntsandstein" of Helgoland and the Malmros Klint Member of East Greenland.- Geol. Rundsch., 68: 748 - 774; Stuttgart.
- CONZE, A. (1904): Wie ist dem Abbröckeln der Insel Helgoland Einhalt zu gebieten? - Z. f. Prakt. Geologie, 12: 257 - 261; Berlin.
- ENGELHARD, L. (1998): 50 Jahre Helgolandsprengung.- Mittlg. dt. Geophys. Ges. 2/1998: 2-32, 17 Abb.; Frankfurt.
- ERNST, W. (1927): Über den Gault von Helgoland.- N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil. Bd. 58B: 113: 156; Stuttgart.
- FAHRENKROG T. (1996): Untersuchungen zur stratigraphischen Korrelation von Bohrkernmaterial im Mittleren Buntsandstein von Helgoland (Diplomarbeit).- 74 S.; Hamburg.
- FESSER, H. (1971): Kupfer-Mineralien auf Helgoland.- Der Aufschluß, 22, Heft 7/8: 221 - 225, Göttingen.
- FÜHRBÖTER, A. & DETTE, H. (1986): Zur Entwicklung der Düne Helgoland.- Die Küste. 43: 47-114, 46 Abb.; Heide/Holstein.
- GEISSE, A. (1928): Die Erhaltung Helgolands.- Jb. Geogr. Ges. Hannover, 1928: 95-111, 17 Abb.; Hannover.
- GELUK, M.C. & RÖHLING, H.-G. (1997): High-resolution sequence stratigraphy of the Lower Triassic „Buntsandstein“ in the Netherlands and northwestern Germany.- Geologie en Mijnbouw 76: 227-246; s'Gravenhage.
- GRAFENSTEIN, U. von, BÖHMER, P., DAUT, G. MÜCKE, T. von, MÜLLER, W. & PROHASKA, J. (1991): Zur Geologie Helgolands: Unterwasser-Kartierung des Gebietes südwestlich der Insel.- Geol. Jb. A120: 19-35, 1 Abb., 3 Taf.; Hannover
- GRALLA, P. (1988): Das Oberrotliegende in NW-Deutschland - Lithostratigraphie und Faziesanalyse -. Geol. Jb., A 106: 3-59, 34 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- GRUPE, O. (1929): Muschelkalk und Kreide und ihre Lagerungsverhältnisse im Untergrund der Düne von Helgoland.- Jb. preuss. geol. Landesanst., 50: 1 - 15; Berlin.
- HÄNSEL, B. & SCHULZ, H. D. (1980): Frühe Kupfer-Verhüttung auf Helgoland. - Spektrum der Wissenschaft, 1980 (2): 10-20, 13 Abb.; Weinheim.
- HARTUNG, W. (1964): Helgoland - merkwürdigste Insel der Nordsee. - Veröffentl. naturforsch. Ges. Emden, 105: 35 - 73; Emden.
- HEDEMANN, H.-A. (1980): Die Bedeutung des Oberkarbons für die Kohlenwasserstoffvorkommen im Nordseebecken.- Erdöl und Kohle, 33: 255 -266; Hamburg.
- HEDEMANN, H.-A., MASCHEK, W., PAULUS, B. & PLEIN, E. (1984): Mitteilung zur lithostratigraphischen Gliederung des Oberrotliegenden im Nordwestdeutschen Becken.- Nachr. dt. geol. Ges., 30: 100 - 107; Hannover.
- HEIMBACH, W. & SCHRÖDER, K.O. (1960): Szintillometermessungen im Buntsandstein Helgolands.- (unveröff., Anlage in BOIGK et al., 1960; LBEG-Archiv Nr.: 10411); Hannover.
- HINZ, K. (1964): Zur Geologie der südlichen Nordsee nach reflexionsseismischen Untersuchungen.- Diss. Bergakademie Clausthal, 87 S., 35 Abb.; Clausthal.
- (IVERS) IVERS BRUNNENBAU GMBH (1993): Bericht über die Erkundungsbohrung EBH 1 (Bohrung Helgoland 2) zur Wassergewinnung auf Helgoland.- Unveröff. Bericht für die Energieerzeugungswerke Helgoland GmbH, SCHLESWAG. 16. S. 10 Abb. 2 Anl., Archiv Nr. 111872 im Nieders. Landesamt f. Bodenforschung, Hannover; Rendsburg.
- JÜRGENS, U. (1996): Mittelmiozäne bis pliozäne Randmeersequenzen aus dem deutschen Sektor der Nordsee.- Geol. Jb., A146: 217-232, 4 Abb.; Hannover.
- KEMPER, E., RAWSON, P.F., SCHMID, F. & SPAETH, C. (1974): Die Megafauna der Kreide von Helgoland und ihre biostratigraphische Deutung.- Newsl. Stratigr., 3(2): 121 - 137; Leiden.
- KOCKEL, F. (1980): A Lithostratigraphic Scheme for the NW-European Tertiary Basin. IGCP Programm 124: The NW-European Tertiary Basin. - Newsl. Stratigr., 8(3): 236 - 237; Berlin.
- KOCKEL, F. (1988): Interregional Lithostratigraphic Correlation.In: VINKEN, R. (Ed.): The Northwest European Tertiary Basin.Geol. Jb., A 100: 104-113; Hannover.
- KRUMBEIN, W. E. (1975): Verwitterung, Abtragung und Küstenschutz auf der Insel Helgoland.- Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (N.F.) 18/19: 5 - 31; Hamburg.
- LONG, D., LABAN, C., STREIF, H., CAMERON, T., & SCHÜTTENHELM, R. (1988): The sedimentary record of climatic variation in the southern North Sea. - Phil.

- Trans. Royal Soc. London, B318: 523-537, 4 Abb.; London.
- LORENZEN, W. (1965): Helgoland und das früheste Kupfer des Nordens. Ein Beitrag zur Aufhellung der Anfänge der Metallurgie in Europa.- 102 S., 19 Abb., 4 Tab., Niederelbe-Verlag; Otterndorf/Niederelbe.
- LUDWIG, G., MÜLLER, H. & STREIF, H. (1981): New dates on Holocene sealevel changes in the German Bight.- Spec. Publ. int. Ass. Sediment., 5: 211 - 219; London.
- MEJER, J. (1652): Neue Landesbeschreibung der zwey Herzogthümer Schleswich und Holstein zusambt vielen dabey gehörigen Newen Landkarten.- Original im Reichsarchiv Kopenhagen. Farbige Reproduktionen z.B. in: Helgoland – Schicksal einer Heimat. (Niederelbe Verlag); Otterndorf.
- MEMPEL, G. (1960): Neue Funde von Uran-Vanadium-Kernen mit Entfärbungshöfen.- Geol. Rundsch., 49: 263 - 276; Stuttgart.
- MINTROP, L. (1930): Zur Geschichte des seismischen Verfahrens zur Erforschung von Gebirgsschichten und nutzbaren Lagerstätten. Seismos 1930: 114 S.; Hannover.
- (LBEG-GGA) NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG – GEOWISSENSCHAFTLICHE GEMEINSCHAFTSAUFGABEN – (1998): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 1997.- 52 S., 29 Tab., 42 Anl.; Hannover
- PLEIN, E. (1978): Rotliegend-Ablagerungen im Norddeutschen Becken.- Z. dt. geol. Ges., 129: 71 - 97; Hannover.
- PRATJE, O. (1923): Geologischer Führer für Helgoland und die umliegenden Meeresgründe.- Sammlung geol. Führer, 23: 128 S., 10 Abb., 5 Ktn.; Berlin.
- RABEL, W., FÖRSTE, K., SCHULZE, A., BITTNER, R., RÖHL, J., REICHERT, J. C. (1995): A high-velocity layer in the lower crust of the North German Basin, Terra Nova 7, p. 327-337.
- REICH, H. (1950): Geologische Ergebnisse der seismischen Beobachtung der Sprengung auf Helgoland.- Geol. Jb., 64: 243 266; Hannover.
- RICHTER-BERNBURG, G. (1980): Salt Tectonics. Interior Structures of Salt Bodies.- Bull. Centr. Rech. Explor. Prod. ELF-Aquitaine, 4/1: 373 -393; Pau, France.
- RÖHLING, H.-G. (1991a): A Lithostratigraphic subdivision of the Early Triassic in the Northwest German Lowlands and the German Sector of the North Sea, based on Gamma Ray and Sonic Logs – Geol. Jb. 119: 2-23; Hannover.
- RÖHLING, H.-G. (1991b): Lithostratigraphie und Paläogeographie des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im Nordwestdeutschen Becken – Eine Analyse der Schichtenfolge mit Hilfe geophysikalischer Bohrlochmessungen (Gamma-Ray und Sonic-Log) – Diss. Univ. Heidelberg, 336 S.; Heidelberg.
- RÖHLING, H.-G. (1993): Der Untere Buntsandstein in Nordost- und Nordwestdeutschland – Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der stratigraphischen Nomenklatur.- Geol. Jb. A142: 148-181; Hannover.
- ROSS, (1990): Beitrag zur Ingenieurgeologie Helgolands.- Die Küste, 49: 71-80; Heide.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1937): Der Tektonische Bau und die morphologische Gestaltung von Helgoland aufgrund einer Untersuchung der kleintektonischen Erscheinungsformen.- Abh. u. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg (N.F.) 1: 215 - 249; Hamburg.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1982): Geologische Karte von Helgoland mit Erläuterungen.- Geol. Jb. A 62: 3 - 17, 4 Abb., 3 Taf., Hannover.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1987): Helgoland. Seine Dünen-Insel, die umgebenden Klippen und Meeresgründe.- In: GWINNER, M. (Hrsg.) Sammlung Geol. Führer 82: 111 S., 53 Abb., 1 Beil.; (Borntraeger) Stuttgart.
- SCHMID, F. & SPAETH, C. (1978): zur Altersstellung des braun-roten Kreide-Feuersteins von Helgoland.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1978: 427 - 429; Stuttgart.
- SCHMID, F. & SPAETH, C. (1981): Erster Nachweis von Schwarzschiefern im Unter-Turon Helgolands (Nordsee, NW-Deutschland).- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1980 (11): 703 - 706; Stuttgart.
- SCHMID, F. & SPAETH, C. (1981): Feuerstein-Typen der Oberkreide Helgolands, ihr stratigraphisches Auftreten und ihr Vergleich mit anderen Vorkommen in NW-Deutschland.- Staringia, 6: 35 - 38; Sittard (NL).
- SCHMID, F. & SPÄTH, Chr. (1991): Die Kreide der Insel Helgoland. Geol. Jb. A 120; Hannover.
- SCHRÖDER, H. (1914): Ein Stegocephalen-Schädel von Helgoland.- Jb. k. preuß. geol. L. A., 33, 2. Teil: 232 - 264; Berlin.
- SCHRÖDER, L., PLEIN E., BACHMANN, G. H., GAST R. E., GEBHARDT U., GRAF, R., HELMUTH H.-J., PASTERNAK, M., PORTH, H., SÜSSMUTH, S. (1995): Stratigraphische Neugliederung des Rotliegend im Norddeutschen Becken.- Geol. Jb. A 148; Hannover.
- SCHULZ, H.D. (1981): Die Kupferverhüttung auf Helgoland im Mittelalter.- Offa 38: 365-376; (Wachholtz) Neumünster/Holstein.

- SCHWARZ, C. (1996a): Die Bohrungen 89/3, 89/4 und 89/9 auf dem deutschen Nordseeschelf – Sedimentologische und magnetostratigraphische Befunde sowie lithostratigraphische Konnektierung.- Geol. Jb. A 146: 33-137, 38 Abb. 6 Tab. 3 Taf.; Hannover.
- SCHWARZ, C. (1996b): Neue Befunde zur Verbreitung und Dimension pleistozäner Rinnensysteme auf dem deutschen Nordseeschelf.- Geol. Jb. A 146: 233-244, 4 Abb. 1 Tab.; Hannover.
- SLOTTA, R. (1983): Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland.- Der Metallergbergbau, Teil 1, 852 S., Deutsches Bergbaumuseum Bochum (Herausg.); Bochum.
- SPAETH, C. & SCHMID, F. (1984): Helgoland. Stratigraphie und Fossilfaunen, Tektonik und morphologische Entwicklung des Inselkomplexes.- Exkursionsführer des Nordsee- und Ostseeraumes (Herausg. E.T. DEGENS, G. HILLMER & C. SPAETH, Hamburg. Selbstver. Geol.-Pal. Inst. Univ. Hamburg), 575 S.; Hamburg.
- STEPHAN, W. (1930): Die ältesten Karten der Insel Helgoland.- Z. Ges. Schlesw.-Holst. Gesch., 60: 96 - 101; Kiel.
- STREIF, H. (1985): Südliche Nordsee im Eiszeitalter.- Forschung - Mitteilungen der DFG, 1/85: 9 - 11; Weinheim.
- STREIF, H. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet.- Slg. Geol. Fü. 70: 375 S. Borntraeger Verl.; Berlin.
- STREIF, H. (1996a): Die Entwicklung des südlichen Nordseebeckens im Quartär – Geowissenschaftliche Ausgangsbasis des „EG-Southern North Sea Project“.- Geol. Jb. A 146: 5-20; Hannover.
- STREIF, H. (1996b): Deutsche Beiträge zum „EG-Southern North Sea Project“.- Geol. Jb. A 146: 21-32, 2 Abb. 1 Tab.; Hannover.
- STÜHMER, H., SPAETH, C. & SCHMID, F. (1982): Fossilien Helgolands.- Teil 1: Trias und Unter-Kreide.- 70 Taf., 184 S., Niederelbe-Verlag; Otterndorf/Niederelbe.
- STÜHMER, H., SPAETH, C. & SCHMID, F. (1986): Fossilien Helgolands.- Teil 2: Oberkreide.- 208 S., 8 Abb., 22 Farbb., 78 Taf., Niederelbe-Verlag; Otterndorf/Niederelbe.
- TSE, P. H. (1983): Die submarine Schichtenfolge des Unteren Muschelkalks von Helgoland.- 39 S., 1 Kt. (unveröff. Diplomkartierung); Hamburg.
- WIEBEL, R. & FRIIS, H. (2004): Opaque minerals as keys for distinguishing oxidising and reducing diagenetic conditions in the Lower Triassic Bunter Sandstone, North German Basin. - Sedimentary Geology 169: 129-149.
- WIEBEL, K.W.M. (1848): Die Insel Helgoland. Untersuchungen über deren Größe in Vorzeit und Gegenwart.- 213 S., 1 Taf., 2 Ktn., Herold-Verlag; Hamburg.
- WURSTER, P. (1960): Kreuzschichtung im Buntsandstein von Helgoland.- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 29: 61 - 65; Hamburg.
- WURSTER, P. (1962): Geologisches Portrait Helgolands.- Die Natur, 70: 135 - 150; Stuttgart.
- ZIEGLER, P. A. (1982): Geological Atlas of Western and Central Europe. - Elsevier Scient. Publ., 130 S., 40 Anl.; Den Haag.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1** Die Strukturen auf dem Festlandssockel der Deutschen Nordsee und in den angrenzenden Gebieten.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 2** Stratigraphische Schichtenabfolge in der Deutschen Nordsee.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 3** Vergleich der Schichtenfolge im Görtelgebiet und dem Klippengebiet nördlich der Düne Helgolands.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 4** Links: Gliederung der Weichsel Kaltzeit**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 5** Paläogeographische Rekonstruktion der Eisrandlagen in den Kaltzeiten von Elster (Anglian), Saale (Wolstonian) und Weichsel (Devensian) im Bereich der Nordsee und des umgebenden Festlands.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 6** Vorkommen typischer Fossilien in Trias und Unterkreide Helgolands.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 7** Geologische Karte, Perm und Jüngerer abgedeckt, der Nordsee**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 8** Oberrotliegendmächtigkeiten in der Deutschen Nordsee.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 9** Zechsteinmächtigkeitsvariation auf dem West-Schleswig-Block.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 10** Paläogeographie des Zechstein2 (Staßfurt Zyklus) in Nordeuropa.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 11** Verteilung der verschiedenen Zechsteinzyklen in NW-Deutschland und der Deutschen Nordsee.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 12** Beispiel für das Rotliegend im Salinarbereich des Beckenzentrums mit Gamma Ray Log..**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 13** Gammalog- und Soniclogkorrelation der höheren Zechsteinzyklen in der Deutschen Nordsee.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 14** Gliederung des Unteren Buntsandstein (Calvörde- und Bernburg-Folge) im Standardprofil der Bohrung Mölln-Tief-1. Holstein-Westmecklenburg-Trog.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 15** Lageplan von Bohrlokationen, die im geologischen Führer genannt sind.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 16** Gamma Ray Logkorrelation im Bereich des Mittleren Buntsandsteins. Gegenüberstellung der Bohrlochmessung J/18-1 und der Aufschlussmessung Helgoland.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 17** Aufschlussfotos im Buntsandstein Helgolands.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 18** Ein Katersandstein der Volpriehausen-Folge und seine Position innerhalb eines Kleinzyklus.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 19** Oben: Aufschlussfoto eines Kleinzyklus im Buntsandstein Helgolands mit zugehöriger Gamma Ray Messkurve. Unten: Detail aus Foto von oben.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 20** Durch Taucher aufgenommenes geologisches Profil des Unteren Muschelkalk Helgolands.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 21** Logkorrelation (Gamma Ray- und Sonic-Log) von Teilen der Unter- und Oberkreide (Top Hauterivian bis Top Cenomanian) von Schleswig-Holstein zum Horn Graben. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 22** Gliederung der Unterkreide Helgolands.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 23** Die Entwicklung der Lithofazies und das Vorkommen von Feuerstein (Flint) in den oberkretazischen Sedimenten von Helgoland.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 24** Morphologische und geologische Gliederung Helgolands und der umgebenden Meeresgründe.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 25** Karte des Inselraumes von Helgoland mit dem submarin ausstreichenden Mesozoikum.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 26** Abgedeckte geologische Karte von Helgoland, Mittelmiozän (Reinbek) und Jüngerer abgedeckt, basierend auf Offshore-Reflexionsseismik und bekannter Inselgeologie.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 27** Oben - Heute: Geologischer Schnitt A-B durch die Struktur Helgolands. Unten – Beginn Unterkreide: Abwicklung des Geologischen Schnitts A-B auf Basis Unterkreide.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 28** Tiefenlage der Unterkreide-Basis bei Helgoland und unter transgressiver Unterkreide anstehende Schichten.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 29** Oben: Grundriss in der Höhe des Felsfußes „Lange Anna“.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 30** Die tektonischen Strukturen an der Helgoländer Felsküste.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 31** Die Hauptrichtung der Klüfte auf Helgoland, ihre Lage zum Schichtstreichen. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 32** Die Entwicklung Helgolands in Blockbildern.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 33** Werkstoff, Struktur und Skulptur der Helgoländer Felsküste.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 34** Helgoland im 17. Jahrhundert (J. Mejer, 1639; erschienen 1652). Links die Felseninsel, rechts das Witt-Kliff mit späterer Düne, beide noch verbunden durch den Steinwall. Die Brandungsterrasse und die Klippenzüge sind gerastert.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 35** Schrägschichtung in Sandsteinlagen in der Volpriehausen-Folge (Mittlerer Buntsandstein) von Helgoland. 45 Messwerte. a) Bereichsdiagramme mit Messwerten vor und nach geometrischer Kippung. b) Sammeldiagramm der gekippten Messwerte. Linien prozentualer Belegdichte.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 36** Die Veränderungen an der Hauptinsel seit des Übernahme 1890.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 37** Veränderungen der Helgoländer Düne seit 1718.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 38** Plan eines geschützten Kriegshafens aus der Zeit des 2. Weltkrieges. Als Ergebnis der Vorarbeiten zu diesem Hafenprojekt entstanden das Nordostgelände und die Vergrößerung der Düne.**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 39** Die Strandlinien (M_{Sp}T_{nw}) der Düne und ihre Entwicklung von 1933 bis 1982. (M_{Sp}T_{nw} ⇒ Mittleres Springtideniedrigwasser ⇒ Seekarten Null ⇒ liegt bei Helgoland ca. 1,3 m unter NN.)**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 40** Vereinfachtes Profil durch den Mittleren Buntsandstein von Helgoland.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

- Abbildung 41** Die Bohrung Helgoland 1 (1938). Zusammenfassung des Bohrprotokolls von 1938. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 42** Vergleich von Gamma Ray Log, Kern- und Cuttingmessungen an der Bohrung Helgoland 2 mit der Aufschlussmessung. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 43** Spektralgamma Ray Messungen an Kernen und Cuttings der Bohrung Helgoland 2 zur Identifikation der Gamma Marker. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 44** Nordwest Spitze Helgolands mit Gamma Ray Messung an der Aufschlusswand. Mittlerer Buntsandstein, Höhere Volpriehausen-Folge und untere Detfurth-Folge. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 45** Historische Kartendarstellungen des Husumer Karthographen J. MEJER aus dem Jahre 1649 (erschienen: 1652). Während die obere Karte die tatsächlichen beobachtbaren Fakten wieder gibt, zeigt MEJER in der unteren Karte zusätzlich 2 Entwicklungsstadien der Insel aus den Jahren 800 und 1500, die jedoch historisch nicht belegt sind. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 46** Seismostratigraphische Korrelation im Schichtpaket Basis Zechstein - Basis Lias in einem seismischen Profil aus Nordwestdeutschland. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 47** Diagenese Abfolge und Versenkungsgeschichte von rot-weiß-gestreiften Schichten im Buntsandstein des deutschen Nordseebeckens. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- Abbildung 48** Korrelation von Lithologie und Gammastrahlung eines Kleinzyklus 4. Ordnung aus der Volpriehausen-Folge von Helgoland. Katersand: basale Sandsteine der Kleinzyklen 4. Ordnung. 80
- Abbildung 49** Helgoland gestern und heute. (Quelle: unbekannt) 81