



NATUR GEWALTEN

VULKANE | ERDBEBEN | WETTEREXTREME



DORLING KINDERSLEY

London, New York, Melbourne, München und Delhi

Programmleitung Jonathan Metcalf

Programmmanager Liz Wheeler

Cheflektorat Julie Ferris

Projektbetreuung Nicola Hodgson, Scarlett O'Hara

Redaktion Shaila Brown, Jenny Finch,

Wendy Horobin, Ashwin Khurana

Fachberatung David Rothery

Bildredaktion Owen Peyton Jones,

Owen Peyton Jones, Mandy Earey,

Richard Horsford, Clare Marshall

Gestaltung und Satz Daniela Boraschi, Vicky Short

Art Director Phil Ormerod

Bildrecherche Myriam Megharbi,

Roland und Sarah Smithies

Illustrationen Peter Bull Art Studio,

Berry Croucer/The Art Agency, Mike Garland,

Mick Posen/The Art Agency

Kartografie Encompass Graphics Ltd, Simon Mumford

Herstellung John Goldsmid, Erica Pepe

DK Delhi

Cheflektorat Rohan Sinha

Lektorat Kingshuk Ghoshal, Garima Sharma

Redaktion Megha Gupta,

Shatarupa Chaudhuri, Samira Sood

Gestaltung und Satz Shefali Upadhyay,

Arunesh Talapatra, Sudakshina Basu,

Arijit Ganguly, Amit Malhotra, Nidhi Mehra,

Kavita Dutta, Zaurin Thoidingjam

DTP Leitung Balwant Singh

DTP-Design Nand Kishor Acharya, Bimlesh Tiwary

Herstellung Pankaj Sharma

Für die deutsche Ausgabe:

Programmleitung Monika Schlitzer

Projektbetreuung Manuela Stern

Herstellungsleitung Dorothee Whittaker

Herstellung Kim Weghorn

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Titel der englischen Originalausgabe:
Violent Earth

© Dorling Kindersley Limited, London, 2011
Ein Unternehmen der Penguin-Gruppe

© der deutschsprachigen Ausgabe by
Dorling Kindersley Verlag GmbH, München, 2012
Alle deutschsprachigen Rechte vorbehalten

Übersetzung

Dr. Andrea Kamphuis, Dr. Stephan Matthiesen

Lektorat Ellen Astor

ISBN 978-3-8310-2231-1

Printed and bound in China by LEO

Besuchen Sie uns im Internet
www.dorlingkindersley.de

Hinweis

Die Informationen und Ratschläge in diesem Buch sind von den Autoren und vom Verlag sorgfältig erwogen und geprüft, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung der Autoren bzw. des Verlags und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

INHALT



1 DYNAMISCHER PLANET

Geburt der Erde	8
Erstes Land und Meere	10
Aufbau der Erde	12
Kern und Mantel	14
Die äußerste Schale	16
Tektonische Platten	20
Entstehung der Landmassen	22
Heutige Platten	26
Plattengrenzen	28
Hotspots	32
Geothermik & Erdwärme	34
Messung der Plattenbewegung	36
Die geologische Zeitskala	40

2 GEBIRGSBILDUNG

Gebirge der Welt	44
Die Wurzeln der Berge	46
Wie Berge entstehen	48
Berge in Bewegung	50
Lebenszyklus der Berge	52
Himalaja	56
Neuseeländische Alpen	58
Die Anden	60
Transverse Ranges	62
Basin and Range	66
Rocky Mountains	68
Ostafrikanischer Graben	70
Die Alpen	74

Der Ural	76
Transantarktisches Gebirge	80

3 VULKANE

Was ist ein Vulkan?	84
Vulkane der Welt	86
Vulkanausbrüche	88
Eruptionstypen	90
Vulkantypen	94
Lava	96
Auswurfmaterial	100
Pyroklastische Ströme	102
Schlammströme	106
Kontinentale Vulkanbögen	108
Vulkanische Inselbögen	110
Vulkanische Inselketten	112
Schildvulkane	114
Schlackenkegel	116
Schichtvulkane	120
Ätna	122
Ausbruch des Merapi 2010	124
Calderen	126
Supervulkane	128
Maare	130
Explodierende Seen	132
Tuffringe und -kegel	134
Staukuppen und Lavanadeln	136
Vulkanfelder	138
Vulkankomplexe	140
Spalteneruptionen	142
Hawaiianische Eruptionen	144



Strombolianische Eruptionen	148
Vulkanianische Eruptionen	150
Peleanische Eruptionen	152
Plinianische Eruptionen	154
Vesuv	156
Novarupta 1912	158
Mount St. Helens	160
Phreatische Eruptionen	164
Subglaziale Vulkane	166
Eyjafjallajökull	168
Vulkane in der Antarktis	172
Afrikanische Riftvulkane	174
Nyiragongo-Katastrophe	176
Intrusivkörper	178
Überwachung von Vulkanen	180
Leben mit Vulkanen	182
Thermalquellen	186
Fumarolen	188
Geysire	192
Schlammvulkane	196
Lusi-Katastrophe	198

4 ERDBEBEN

Was ist ein Erdbeben?	202
Erdbebenzonen	204
Ursachen von Erdbeben	206
Haiti 2010	208
Bewegungen und Verwerfungen	210
Messung von Erdbeben	212
Erdbeben durch Subduktion	216
Concepción 2010	218

Sichuan 2008	220
Blattverschiebungen	224
Izmit 1999	226
Christchurch 2011	228
Erdbebenschäden	232
Bam 2003	234
Erdbeben durch Beben	236
Mit Erdbeben leben	238

5 RUHELOSE MEERE

Wie ein Meer entsteht	242
Der Meeresboden	244
Tektonik des Meeresbodens	246
Hydrothermalquellen	250
Submarine Vulkane	252
Kurzlebige Inseln	254
Surtsey 1963	256
Atolle, Seamounts und Guyots	258
Monsterwellen & extremer Tidenhub	260
Tsunamis	262
Tsunami im Indischen Ozean 2004	264
Tsunami in Japan 2011	266

6 WETTEREXTREME

Was ist Wetter?	272
Luftdrucksysteme	274
Winde der Welt	276
Fronten und Jetstreams	278

Niederschläge	280
El Niño und La Niña	284
Queensland-Hochwasser 2010/2011	286
Monsun	288
Pakistan 2010	290
Tropische Wirbelstürme	292
Zyklon Nargis 2008	296
Hurrikan Katrina 2005	298
Außertropische Tiefs	302
Der »perfekte Sturm« 1991	304
Schnee und Schneetreiben	306
Lawinenkatastrophe von Galtür 1999	308
Eisstürme	310
Gewitter	312
Tornados	318
Oklahoma 1999	320
Sandstürme und Staubstürme	324
Staubsturm in China 2010	326
Flächenbrände	328
Buschfeuer in Victoria 2009	330
Klimawandel	332

7 ANHANG

Die Erde	336
Berge	338
Meere	339
Vulkane	340
Erdbeben	342
Wetter	344
Glossar	346
Register	349

DIE GEOLOGISCHE ZEITSKALA

Ein System zur Gliederung der Erdgeschichte – eine geologische Zeitskala – und Methoden, das Alter der Erde zu bestimmen, wurden seit Jahrhunderten gesucht. Doch die intensive wissenschaftliche Arbeit an diesen Problemen begann vor etwa 200 Jahren.

GLIEDERUNG DER ERDGESCHICHTE

Im späten 18. Jh. hatten Wissenschaftler bereits erkannt, dass Schichten von Sedimentgestein zu verschiedenen Zeiten abgelagert worden waren, wobei ältere Schichten unter jüngeren liegen. Indem man Gesteinsabfolgen, oder Formationen, an verschiedenen Orten miteinander verglich, konnte man langsam verstehen, in welcher Reihenfolge die verschiedenen Formationen in größeren Gebieten der Erde entstanden waren. Dabei halfen auch Fossilien, mit denen man oft belegen konnte, dass Schichten an verschiedenen Orten gleich alt sind, sodass man überlappende Abfolgen identifizieren konnte. Beispielsweise zeigt ein Vergleich der Schichtfolgen in drei Canyons im Westen der USA, dass bestimmte Formationen des Zion Canyons auch im Grand Canyon auftreten, andere aber im Bryce Canyon. So ließ sich eine Abfolge rekonstruieren, die alle drei Stellen umfasste.

ZION CANYON

In diesem Canyon sind Gesteinsschichten aufgeschlossen, die vom Perm bis zum Jura reichen.



Als das Wissen über die gesamte Schichtabfolge zunahm, begannen Geologen, einzelnen Abschnitten Namen zu geben. So nannten sie eine recht weit unten auftretende Abfolge »Devon«, da sie einige Formationen umfasste, die in der Grafschaft Devon (England) auftraten. Eine höher liegende Abfolge, die im Schweizer Jura auftritt, wurde »Jura« genannt, und eine noch jüngere, kreidereiche Schicht wurde »Kreide« genannt. Die Forscher, die diese Namen vergaben, hatten jedoch nur eine vage Vorstellung von dem wahren Alter der Schichten.



HORSESHOE BEND IM GRAND CANYON
Die Gesteinsschichten im Grand Canyon (Arizona) reichen von präkambrischen Schiefen am Grund bis zu den Sedimentgesteinen des Perms an der oberen Kante.

GEOLOGISCHE FORMATIONEN UND PERIODEN			
Paläogen	Grand Canyon	Zion Canyon	Bryce Canyon
Kreide			
Jura			
Trias		Navajo-Sandstein	Navajo-Sandstein ältere Gesteine, nicht sichtbar
Perm	Kaibab-Formation	Kaibab-Formation ältere Gesteine, nicht sichtbar	
Karbon			
Devon			
Kambrium			
Proterozoikum (Präkambrium)	Vishnu-Schiefer		



ÜBERLAPPENDE GESTEINSABFOLGEN
Die überlappenden Abfolgen im Grand Canyon, Zion Canyon und Bryce Canyon erstrecken sich über viele geologische Perioden, wobei es einige Schichtlücken gibt (so fehlt etwa die Periode des Silur) – in diesen Zeiten wurden keine neuen Gesteine abgelagert, oder sie haben sich nicht erhalten.

DAS ALTER DER ERDE

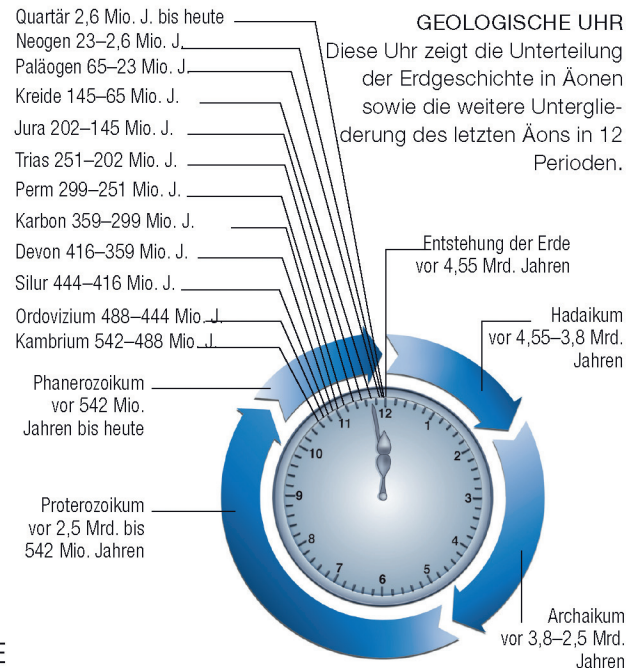
Mitte des 19. Jhs. verstanden Geologen zwar die relativen Altersbeziehungen zwischen verschiedenen Gesteinen, doch ihr absolutes Alter oder das Alter der Erde selbst waren unbekannt. Doch im frühen 20. Jh. wurde eine Methode zur Datierung von Gestein entwickelt, die auf dem Zerfall radioaktiver Substanzen im Gestein beruht. Mit dieser sog. radiometrischen Datierung konnte man bald die geologischen Perioden mit genauen Altersangaben versehen. Das Alter der Erde selbst zu bestimmen, war jedoch schwieriger, da aus ihrer Entstehungszeit keine Gesteine erhalten sind. In den 1920er-Jahren berechnete Arthur Holmes, ein Pionier der radiometrischen Datierung, das Erdalter auf 3,0 Mrd. Jahre. Schließlich konnte man in den 1950er-Jahren Meteoriten datieren – also Gesteine, die bei der Bildung des Sonnensystems entstanden waren und später zur Erde fielen. Nimmt man an, dass sie gleich alt wie die Erde sind, ergibt sich ein Alter von 4,55 Mrd. Jahren, ein Wert, der auch heute noch gültig ist.

METEORIT »CANYON DIABLO«

Das Alter unseres Planeten wurde schließlich ermittelt, indem man das Alter von Meteoriten und damit das Alter des Sonnensystems bestimmte, etwa des Meteoriten »Canyon Diablo«, von dem hier ein Fragment gezeigt ist.

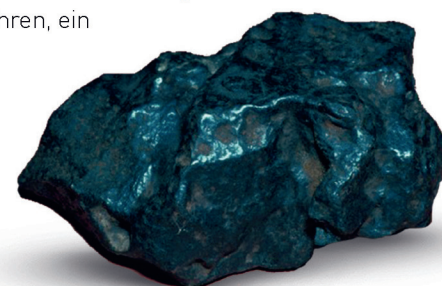
GEOLOGISCHE PERIODEN

Als immer mehr Sedimentabschnitte benannt waren, begannen Geologen, formale Regeln für die Gliederung der geologischen Zeitskala aufzustellen. Wesentliche Abschnitte der Schichtfolge nannte man Perioden. Sie wurden später in Epochen unterteilt. Andererseits wurden einige Perioden zu längeren Intervallen, den Ären, und diese wiederum zu Äonen zusammengefasst. Heute sind vier Äonen der Erdgeschichte offiziell anerkannt – das Hadaikum, das Archaikum, das Proterozoikum und das Phanerozoikum. Die drei Äonen vor dem Phanerozoikum nennt man auch Präkambrium.



BRYCE CANYON

Die in den Wänden des Bryce Canyon (Utah) aufgeschlossenen Gesteinsschichten reichen von der Trias bis ins Paläogen.



LEBEN MIT VULKANEN

Etwa 8 Prozent der Weltbevölkerung leben in Vulkannähe, was angesichts der Gefahren überrascht. Doch Millionen von Menschen nehmen das Risiko hin, vor allem aus wirtschaftlichen Gründen.

GEFAHREN

Eine Analyse der Todesursachen durch Vulkane zeigt, dass die größte Gefahr von pyroklastischen Strömen (siehe S. 102–103) und bei einigen Vulkanen von Schlammströmen (siehe S. 106–107) ausgeht. Manchmal kommt es zu Gasvergiftungen, große Ausbrüche in Küstennähe können Tsunamis auslösen. Auch Ascheregen kann gefährlich sein. Lavaströme verursachen oft sehr große wirtschaftliche Schäden.

WIEDERAUFBAU AUS DEN TRÜMMERN

Ein Mann birgt ein Stück Zinkdach drei Tage nach dem Ausbruch des Nyiragongo (siehe S. 176–177), der große Verwüstungen verursachte.



POSITIVE EFFEKTE

Den Gefahren durch Vulkane steht oft ein wirtschaftlicher Nutzen gegenüber. In Vulkanregionen ist der Wärmestrom aus dem Erdinneren sehr hoch (geothermische Energie), was als (kohlendioxidfreie) Energiequelle genutzt werden kann (siehe S. 34–35). Einige Vulkane liefern Rohstoffe wie Schwefel oder Diamanten. Vulkane können auch als Touristenattraktion wirtschaftlich wichtig sein. Die Schönheit und der Nervenkitzel von aktiven Vulkanen ziehen Tausende Schaulustige an.



SCHWEFELABBAU
Am Ijen auf Java (Indonesien) entstand eine Industrie, die Schwefeldämpfe sammelt und abkühlen lässt, wobei Schwefel ausfällt. Dieser kann per Hand am Krater abgebaut werden. Dies schafft Arbeitsplätze, doch die Arbeit ist mühsam und gesundheitsschädlich.

LANDWIRTSCHAFT

Ein Vulkanausbruch erzeugt meist große Mengen an Asche und Lava oder beides. Kurzzeitig kann dies die Umgebung schädigen, doch langfristig verwittern sie zu sehr fruchtbaren Böden, die reich an wichtigen Mineralstoffen sind. Um aktive Vulkane leben oft erstaunlich viele Menschen, die den Boden bebauen. Selbst nach großen und todbringenden Ausbrüchen kehren sie zurück und richten ihr Leben wieder neu ein. Dies erklärt die hohe Bevölkerungsdichte auf Vulkaninseln wie Java und die Siedlungen um gefährliche Vulkane wie den Merapi in Indonesien.

FRUCHTBARER VULKAN

Terrassen mit Weizenfeldern schmücken die Hänge eines kleinen, vermutlich erloschenen Vulkankegels in Ruanda. Dass jedes Stück der Oberfläche genutzt wird, zeigt deutlich, wie fruchtbar der Boden ist.



VULKAN MAYON

Um den perfekten Kegel des Mayon (Philippinen) liegt fruchtbares Ackerland. Menschen leben neben dem gefährlichen Vulkan, da er ihnen ein Auskommen ermöglicht, und auch wegen der schönen Landschaft.



BEOBACHTUNG EINES AUSBRUCHS

Touristen bewundern und fotografieren den Ausbruch des Eyjafjallajökull (Island) im April 2010. Über 100 000 Menschen, viele aus anderen Ländern, besuchten den Vulkan. Der Touristenstrom gab der Wirtschaft Islands Aufschwung.

PIONIERPFLANZEN AUF ASCHE UND LAVA

Trotz der Zerstörungen werden Lavaströme und Aschefelder gewöhnlich sehr schnell wieder von Pflanzen besiedelt. Die Wiederbesiedlung beginnt meist innerhalb von 10 Jahren bei Lavaströmen und 3–4 Jahren bei Asche, was deren Fruchtbarkeit zeigt.

Farne in der Lava

Der Riss in der Pahoehoe-Lava, in dem sich Farnpflanzen ansiedeln, wurde an der Küste von Puna auf der Hauptinsel Hawaiis aufgenommen.





EISDECKEN

Im schweizerischen Versoix lagerten sich 2005 infolge starker Winde, die über den kalten Genfer See fegten, überall dicke Eisschichten am Seeufer ab. Bei frostigen Temperaturen entstanden bizarre Eisskulpturen.

EISSTÜRME

Eisstürme können vor allem in den mittleren Breiten großflächig ein Chaos verursachen. Wenn bei Minusgraden Regen fällt, bildet sich über allem, worauf er fällt, ein Überzug aus Eis. Das dicke Eis kann Stromleitungen zerstören und Straßen unpassierbar machen.

ENTSTEHUNG

Eisstürme gehen normalerweise mit großflächigem Niederschlag aus Tiefdruckgebieten einher. Der gefrierende Regen setzt in großer Höhe (meist über 2 km) zunächst als Schnee ein. Die Flocken passieren eine etwa 1 km mächtige Luftschicht, die mehr als 0°C warm ist, und schmelzen. Unter dieser Warmluftschicht befindet sich eine dünne Oberflächenschicht, in der Temperaturen

unter dem Gefrierpunkt herrschen, sodass die Tröpfchen wieder unterkühlt werden und sofort gefrieren, sobald sie irgendetwas berühren. Ist der Niederschlag stark und anhaltend, so bilden sich dicke Eisschichten, die alles überziehen. Dieser Vorgang führt zu gefährlichen Verhältnissen, die etliche Tage andauern können – bis das Wetter mildere Luft heranholt.

KATASTROPHALE EISSTÜRME

BEZEICHNUNG UND JAHR	ZEITRAUM	REGION	KOSTEN IN US-\$
Großer Eissturm von 1998	4.–10. Januar	Atlantische Provinzen Kanadas, Quebec, Osten von Ontario, New York und Neuengland, USA	5–7 Mrd.
Nordamerikanischer Eissturm im Januar 2007	11.–24. Januar	Kanada, östliche und mittlere USA	380 Mio.
Eissturm vom Dezember 2008	11.–12. Dezember	Neuengland und Bundesstaat New York, USA	2,5–4 Mrd.
Eissturm in den Central Plains und im Mittleren Westen, 2009	25.–30. Januar	Oklahoma, Arkansas, Missouri, Illinois, Indiana und Kentucky, USA	125 Mio.

AUSWIRKUNGEN

Glatteisablagerungen auf Gehwegen und Straßen werden manchmal »schwarzes Eis« genannt, weil sie nahezu unsichtbar sind. Sie sind extrem reibungsarm und bringen Fußgänger und Fahrzeuge ins Rutschen. Sehr dicke Eisschichten können auch Pflanzen schwer

beschädigen: Das Gewicht des Eises lässt Äste brechen und schneidet Ackerpflanzen vom lebensnotwendigen Kohlendioxid und Wasser ab. Einige Eisstürme, die in den letzten Jahrzehnten über Nordamerika fegten, haben zu großflächigen Stromausfällen geführt, weil

Masten und Leitungen unter dem Eisgewicht zusammenbrechen. Millionen saßen tagelang im Kalten und Dunkeln. Das etwa 5 cm dicke Eis verursachte Milliarden-schäden. Auch für Flugzeuge ist Eisregen gefährlich; Flügel und Rumpf müssen regelmäßig enteist werden. Eisablagerungen verändern die Flügelform und damit die Aerodynamik des Flugzeugs.

FROSTIGE WINDE

Eiskalte Nordostwinde wehten im Januar 2005 über den Genfer See. Die frostigen Windstöße formten auf Bäumen und Gebäuden skurrile Überzüge aus Eis.



Erdbeben, Vulkanausbrüche, Orkane, Flutwellen sowie andere extreme Wetterbedingungen – das Buch zeigt und erklärt die unglaubliche und verheerende Wirkung dramatischer Naturereignisse.

Eine spektakuläre Dokumentation mit Hintergrundinformationen, Augenzeugenberichten, Expertenmeinungen – auf dem neuesten Stand der Forschung



Mehr als 1000 beeindruckende Farbfotografien, Illustrationen und Karten



DORLING KINDERSLEY
Besuchen Sie uns im Internet
www.dorlingkindersley.de

29,95 € [D] 30,80 € [A]
ISBN 978-3-8310-2231-1



9 783831 022311