

Inhaltsverzeichnis

Einführung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	23
Was Sie nicht lesen müssen	24
Törichte Annahmen über den Leser	24
Wie dieses Buch aufgebaut ist	24
Teil I: Das Studium der Erde	24
Teil II: Elemente, Minerale und Gesteine	25
Teil III: Eine Theorie, die alles erklärt: Plattentektonik	25
Teil IV: Oberflächlich betrachtet: Oberflächenprozesse	25
Teil V: Vor langer, langer Zeit in ebendieser Galaxie	25
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	26
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26
Wie es weitergeht	26
 Teil I	
Das Studium der Erde	29
Kapitel 1	
Steine – nicht nur was für Sammler	31
Entdecken Sie den Forscher in sich	31
Wir machen Beobachtungen – Tag für Tag	32
Wir ziehen Schlüsse	32
Bildung und Umbildung von Gesteinen	32
Wie sich Gesteine bilden	32
Eine Reise durch den Gesteinskreislauf	33
Plattenbewegung in Slow-Motion	33
Geologie und Plattentektonik im Einklang	34
Die Suche nach dem Mechanismus, der alles antreibt	34
Die Reise der Gesteine über die Erdoberfläche	35
Die lange Geschichte der Erde verstehen	36
Relative oder absolute Datierung?	36
Zeugen der Evolution im Fossilbericht	37

Kapitel 2	
<i>Die Erde durch die wissenschaftliche Brille betrachtet</i>	39
Wissenschaft ist nicht nur etwas für Wissenschaftler	39
Ein methodischer Ansatz: Die wissenschaftliche Methode	40
Etwas Neues entdecken	41
Ich habe eine Hypothese!	42
Überprüfung Ihrer Hypothese: Experimente	42
Datenverarbeitung	43
Interpretation der Ergebnisse	44
Die Ergebnisse teilen	46
Das A und O: Eine wissenschaftliche Theorie	46
Es ist niemals »nur eine Theorie«	46
Wissenschaftliche Theorie und wissenschaftliches Gesetz	47
Der Weg zum Paradigma	47
In fremden Zungen reden: Warum Geologen eine andere Sprache zu sprechen scheinen	48
Schichtung versus Schieferung: Unterschiedliche Prozesse mit ähnlichen Folgen	48
Gabbro versus Basalt: Ähnliche Prozesse mit unterschiedlichen Folgen	48
 Kapitel 3	
<i>Von jetzt an bis in alle Ewigkeit: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aus geologischer Sicht</i>	51
Eine Katastrophe nach der anderen	51
Frühe Annahmen über die Entstehung von Gesteinen	52
Die Entwicklung des modernen geologischen Verständnisses	52
Aus Gesteinsschichten lesen: Stenos stratigrafische Gesetze	53
Diese Dinge brauchen Zeit! Huttons Hypothese	53
Was geschah, wird geschehen: Lyells Grundsätze	55
Aktua-was? Die Erde mithilfe des Aktualismus verstehen	55
Alles in Zusammenhang bringen: Die Theorie der Plattentektonik	56
Zu neuen Grenzen vorstoßen	56
Wie, wo und warum? Gebirgsbildung und Plattengrenzen	57
Geheimnisse aus der Vergangenheit: Schneeball Erde, erstes Leben und Massenaussterben	57
Die Zukunft voraussagen: Erdbeben und Klimaveränderung	58
 Kapitel 4	
<i>Trautes Heim: Planet Erde</i>	61
Die Sphären der Erde	61
Untersuchung der irdischen Geosphäre	62
Die Schalen der Erde	63
Jede Schale für sich betrachtet	65

Teil II

Elemente, Minerale und Gesteine

69

Kapitel 5

Von elementarer Bedeutung: Eine sehr kurze Einführung in die Chemie der Elemente und Verbindungen

71

Die kleinste Materie: Atome und Atomstruktur	71
Freunden Sie sich mit dem Periodensystem an	72
Isotope verstehen	75
Geladene Teilchen: Ionen	75
Chemische Bindung für Anfänger	77
Elektronen verschenken (ionische Bindungen)	77
Elektronen miteinander teilen (kovalente Bindungen)	78
Frei bewegliche Elektronen (metallische Bindungen)	78
Verbindungen in chemischen Formeln ausdrücken	79

Kapitel 6

Minerale: Die Bausteine der Gesteine

81

Anforderungen an ein Mineral	81
Kristalle formen	82
Minerale mithilfe ihrer physikalischen Eigenschaften bestimmen	83
Bestimmung von Transparenz, Farbe, Glanz und Strich	83
Prüfung der Festigkeit von Mineralen	84
Wenn es salzig schmeckt, muss es Halit sein: Besondere Mineraleigenschaften erkennen	88
Untersuchung von Mineraleigenschaften im Labor	89
Silikate: Die häufigsten Minerale in Gesteinen	89
Die Formenvielfalt der Silikate	90
Silikate in Gruppen einteilen	94
Nicht zu vergessen: Nichtsilikate	94
Carbonate	94
Sulfide und Sulfate	95
Oxide	95
Gediegene Elemente	95
Evaporite	96
Edelsteine	96

Kapitel 7

Gesteine bestimmen: Magmatite, Sedimentite und Metamorphite

99

Auskristallisiert – so oder so: Magmatite	99
Klassifikation magmatischer Gesteine	100
Mama Magma: Die Geburt magmatischer Gesteine	103

Wenn aus Magma Lava wird: Kleine Vulkankunde	107
Was darunter liegt: Plutone	111
Eine Vereinigung vieler einzelner Sandkörner: Sedimentgesteine	112
Verwitterte Gesteine werden zu Sedimenten	114
Lasst Euch nieder (und verfestigt Euch)!: Die Verwandlung eines Sediments in ein Gestein	116
Korngrößen schätzen: Klassifikation von Sedimentgesteinen	118
Geschichten aus der Vergangenheit: Sedimentstrukturen	121
Irgendwas dazwischen: Metamorphite	123
Und Sie dachten, Sie wären angespannt! Hitze, Druck und Metamorphose	123
Metamorphosegrade und Indexminerale	124
Zwischen den Minerallagen: Schieferung – oder vielleicht doch nicht?	126
Klassifikation metamorpher Gesteine	127
Eine Reise durch den Gesteinskreislauf: Die Verwandlung der Gesteine	129

Teil III

Eine Theorie, die alles erklärt: Plattentektonik **131**

Kapitel 8

Zahlreiche Beweise für die Plattentektonik **133**

Sie driften auseinander: Wegeners Idee der Kontinentaldrift	133
Kontinente als Puzzleteile	134
Stratigrafische Geschichten	136
Eiszeitliches Klima der Vergangenheit	137
Treffpunkt am Äquator	138
Die Suche nach dem Antriebsmechanismus	139
Übereinkunft: Wie die Technologie Licht in die Plattentektonik bringt	140
Ozeanbodenkartierung oder »Wie der Zweite Weltkrieg die Theorie der Tektonik vorantrieb«	140
Magnetische Umpolung: Paläomagnetismus und Ozeanbodenspreizung	140
Plattenbewegungen messen	142
Eine alles vereinende Theorie	143

Kapitel 9

Wenn Lithosphärenplatten aufeinandertreffen, ist alles relativ **145**

Die Dichte ist der Schlüssel	145
Zwei von einer Sorte: Kontinentale und ozeanische Kruste	146
Dunkel und dicht: Ozeanische Kruste	146
Dick und locker: Kontinentale Kruste	147
Warum die Dichte wichtig ist: Isostasie	147
Plattengrenzen durch relative Plattenbewegungen festlegen	149
Auseinandertreiben: Divergierende Plattengrenzen	149
Zusammenstoßen: Konvergierende Plattengrenzen	152
Aneinander vorbeigleiten: Transformstörungen	155

Topografische Erscheinungsformen mit Plattenbewegungen erklären	156
Deformation der Erdkruste an den Plattengrenzen	156
Gesteine zusammenfallen	157
Faltung als Reaktion auf Spannung	159
Gebirgsbildung	161

Kapitel 10

Welche Antriebskraft steckt dahinter? Mantelkonvektion und Plattenbewegung

165

Alles dreht sich im Kreis: Modelle der Mantelkonvektion	165
Mantel-Plumes: Das Gleiche wie die Flüssigkeit in Ihrer Lavalampe	166
Tauziehen: Plattenzug- gegen Rückendruck-Modell	168
Konvektion als Erklärung für Magma, Vulkane und untermeerische Gebirge	169
Reibungskräfte an den Plattengrenzen: Aufschmelzen der Gesteine unter der Erdkruste	169
Bildung von Vulkanbögen und Hotspots	170
Die Geburt neuen Ozeanbodens an den Mittelozeanischen Rücken	173
Shake, Rattle & Roll: Wie Plattenbewegungen Erdbeben verursachen	174
Elastische Reaktion	174
Wellen durch die Erde schicken	175
Die Erdbebenstärke messen	176

Teil IV

Oberflächlich betrachtet: Oberflächenprozesse

179

Kapitel 11

Die Schwerkraft fordert ihren Tribut: Massenbewegungen

181

Festhalten oder hinunterfallen: Reibung gegen Schwerkraft	181
Betrachtung der beteiligten Materialien	182
Lockermaterial: Verweilen am Böschungswinkel	183
Festgestein: Wenn es seine Standfestigkeit verliert	183
Massenbewegungen auslösen	184
Wasserzufuhr	184
Veränderung der Hangneigung	185
Die Dinge aufrütteln: Erdbeben und Vulkane	186
Rückgang der Vegetation	186
Schnelle Bewegungen großer Erdmassen	186
Bergstürze	187
Rutschungen	187
Fließende Massenbewegungen	188
Eine weitaus bedachtsamere Vorgehensweise: Bodenkriechen und Bodenfließen (Solifluktion)	188

Kapitel 12

Wasser: Über und unter der Erdoberfläche

191

Der Wasserkreislauf	191
Antrieb des Wasserkreislaufs durch Evaporation	192
Eine Reise über den Kontinent	193
Fließgewässer: Sedimenttransport in Richtung Meer	194
Abfluss aus dem Einzugsgebiet	194
Zwei Strömungstypen	195
Strömungseigenschaften erfassen	195
Sedimentpartikel verfrachten	196
Messen, was transportiert wird	197
Abtragung eines Flussbetts bis zur Erosionsbasis	198
Nach einer Veränderung der Erosionsbasis das Gleichgewicht wiederfinden	198
Spuren hinterlassen: Wie Fließgewässer Landschaften formen	199
Entwässerung	199
Fließmuster	201
Ablagerung von Sedimenten	202
Sie haben Ihr Ziel erreicht: Das Meer	203
Was unter unseren Füßen fließt: Grundwasser	203
Versickerung in winzige unterirdische Hohlräume	204
Erfassung von Porosität und Permeabilität	204
Bestimmung der Grundwasseroberfläche	205
Aus Gesteinen entsprungen	206
Eingesunken: Karste, Höhlen und Dolinen	209

Kapitel 13

Langsam, aber sicher Richtung Meer: Gletscher

211

Drei Gletschertypen erkennen	211
Eis als geologische Kraft	212
Schnee wird zu Eis	212
Den Gletscherhaushalt ausgleichen	212
Plastisch den Berg hinabfließen	214
Erosion im Schnecken tempo: Durch glaziale Erosion geschaffene	
Landschaftsformen	215
Detraktion und Detersion	215
Das eigene Tal formen	216
Kare, Felsgrate und Rundhöcker	217
Alles zurücklassen: Glaziale Ablagerungen	218
Ablagerung von Geschiebemergel und Geschiebelehm	218
Sander, Esker und Kames	219
Erratisch: Große Blöcke an ungewöhnlichen Orten	221
Sag mir, wo die Gletscher sind	221
Erosionslücken füllen	221
Periodisches Auftreten von Eiszeiten	222
Isostatischer Ausgleich	224

Kapitel 14	
<i>Vom Winde verweht: Sedimenttransport ohne Wasser</i>	227
Wassermangel: Aride Regionen der Erde	227
Windtransport	228
Kriechen und springen: Geröllfracht und Saltation	228
Partikel in Suspension verwehen	229
Deflation und Korrasion: Erosionsformen, die durch Wind entstehen	230
Sedimente abtragen	230
Die Oberfläche abschleifen	230
Dünen und andere Windablagerungen	231
Wandernde Sandhaufen: Dünen	232
Sand formen	233
Löss in Schichten ablagern	234
Steinpflaster: Ablagerung oder Erosion?	236
Kapitel 15	
<i>Entwicklung von Küstenlinien</i>	239
Befreiungsschlag: Wellen und Wellenbewegung	239
Eine Welle in ihre Einzelteile zerlegen	239
Alles dreht sich im Kreis	240
Mit dem Strom schwimmen: Strömungen und Gezeiten	241
Küstenlinien formen	244
Brandungsformen	244
Sedimente für den Bau von Sandbänken sammeln	245
Küstenlinien klassifizieren	246
Teil V	
<i>Vor langer, langer Zeit in ebendieser Galaxie</i>	249
Kapitel 16	
<i>Die geologische Zeit in den Griff bekommen</i>	251
Die Schichttorte der Zeit: Stratigrafie und relative Altersdatierung	251
Relativ gesehen	252
Einordnung der Gesteinsschichten	252
Gesteinsschichten in die richtige Reihenfolge bringen	253
Zeitverlust in Gesteinen	254
Verrat mir die Zahlen: Absolute Datierungsmethoden	256
Messung des radioaktiven Zerfalls	256
Radioaktive Isotope für die geologische Datierung	260
Weitere genaue geologische Datierungsmethoden	262
Relativ absolut: Die besten Ergebnisse mit einer Kombination aus Methoden erzielen	264
Äonen, Ären und Epochen (Meine Güte!): Die Gliederung der geologischen Zeitskala	265

Kapitel 17

Gesteine erzählen die Geschichte des Lebens

269

Den Wandel erklären, nicht den Ursprung: Die Evolutionstheorie	269
Die Evolution einer Theorie	270
Erworbene Eigenschaften sind es nicht	270
Überleben durch natürliche Selektion	270
Mendels Erbsen	271
Das A und O der Gene	271
Spontan mutierende Gene	272
Artbildung – so oder so	273
Die Evolution auf die Probe stellen	274
Allen Widrigkeiten zum Trotz: Die Fossilisation von Lebensformen	274
Knochen, Zähne und Schalen: Körperfossilien	274
Nur auf der Durchreise: Spurenfossilien	275
Berücksichtigung der Verzerrung im Fossilbericht	276
Hypothetische Beziehungen: Kladistik	277

Kapitel 18

Die Zeit, bevor die Zeit begann: Das Präkambrium

279

Am Anfang ... Die Entstehung der Erde aus einer Nebelwolke	279
Archaische Gesteine zu Rate ziehen	280
Die Bildung von Kontinenten	281
Den Gesteinskreislauf in Gang bringen	281
Unerträglich heiß: Beweise für extreme Temperaturen	283
Gemeinsam mit Gebirgen entstanden: Die Superkontinente des Proterozoikums	283
Einzeller, Algenmatten und die frühe Atmosphäre	284
Auf der Jagd nach frühen Prokaryoten und Eukaryoten	285
Sie kennen sie unter dem Namen »Teichschlamm«: Cyanobakterien	285
Fertig machen zum Atmen: Die Bildung der Erdatmosphäre	289

Kapitel 19

Es wimmelt von Leben: Das Paläozoikum

293

Explodierendes Leben: Das Kambrium	293
Härtet Euch ab! Die Entwicklung von Schalen	294
Als Kellerrasseln die Welt regierten	295
Riffe, überall Riffe	296
Eurypteriden (Seeskorpione)	297
Ammonoiten und Nautiliden	298
Die Entwicklung der Wirbelsäule: Tiere mit Rückgrat	299
Fische entwickeln einen Körperpanzer, Zähne und ... Beine?	299
Teilzeitlandbewohner: Amphibien wagen sich aus dem Wasser	302
Anpassung an das Landleben: Die Reptilien	303

Pflanzen mit Wurzeln: Die frühe Evolution der Pflanzen	303
Verfolgung der geologischen Ereignisse im Paläozoikum	305
Der Bau von Kontinenten	305
Aus den Gesteinen lesen: Transgressionen und Regressionen	306
Entstehung fossiler Brennstoffe	309
Pangäa – der größte aller Superkontinente	310

Kapitel 20

Im falschen Film? Mesozoic Park: Als Dinosaurier die Welt beherrschten 311

Pangäa zerbricht	311
Aus einem Kontinent werden viele	312
Auswirkungen auf das Klima rund um den Globus	313
Die Entstehung der nordamerikanischen Gebirge	313
Und was geschah in Europa?	314
Die Neubesiedlung der Meere nach dem Aussterbeereignis	315
Die Symbiose der Blütenpflanzen	316
Unterscheidungskriterien der mesozoischen Reptilien	318
Wenn es fliegt oder schwimmt, ist es kein Dinosaurier	319
Die Suche nach den Vorfahren der Vögel	320
Der Stammbaum der Dinosaurier	320
Vogelbeckendinosaurier (Ornithischia)	321
Echsenbeckendinosaurier (Saurischia)	323
Das Fundament für die spätere Vorherrschaft: Die frühe Evolution der Säugetiere	324

Kapitel 21

Das Känozoikum: Säugetiere übernehmen die Weltherrschaft 325

Die Kontinente in ihre richtige (okay, heutige) Position bringen	325
Die Entwicklung der heutigen Geografie	325
Das langsame Verschwinden der Farallon-Platte	328
Hebung hilft beim Einschneiden des Grand Canyons	329
Vereisung der nördlichen Kontinente	329
Wir betreten das Zeitalter der Säugetiere	331
Regulierung der Körpertemperatur	332
Jede Nische ausfüllen	333
Tiere mit Übergröße: Große Säugetiere damals und heute	334
In der Evolution der Elefanten herumschnüffeln	334
Rückkehr ins Meer: Wale	336
Überlebensgroß: Riesige eiszeitliche Säugetiere	337
Hier und jetzt: Die Herrschaft des Homo sapiens	337

Kapitel 22

Und dann gab's keines mehr: Massenaussterbeereignisse in der Erdgeschichte

341

Ursachen für Aussterbeereignisse	341
Gefahr aus dem Weltall: Meteoriteneinschläge	342
Lava, überall Lava: Vulkanische Eruptionen und Flutbasalte	343
Meeresspiegelschwankungen	344
Klimaveränderungen	345
Endzeitstimmung – mindestens fünfmal	345
Abkühlung tropischer Gewässer	346
Verringerung des Kohlendioxidgehalts	346
Das große Sterben	346
Den Weg für die Dinosaurier ebnen	347
Der Niedergang der Dinosaurier: Die Kreide/Tertiär-Grenze	348
Heutiges Aussterben und Biodiversität	349
Jagd auf die Megafauna	349
Rückgang der Biodiversität	350

Teil VI

Der Top-Ten-Teil

353

Kapitel 23

Zehn (plus 1) Wege, über die der Mensch als geologische Kraft wirkt

355

Staudämme	355
Begradigung und Eintiefung von Wasserläufen	356
Strandaufspülung	356
Veränderung von Küstenlinien	356
Destabilisierung von Hängen	357
Erdgasförderung durch Fracking	357
Abtragung von Berggipfeln	357
Entwicklung von Wüsten	358
Künstlich geschaffene Hohlräume	358
Transport von geologischem Material	358
Klimawandel	359

Kapitel 24

Zehn geologische Gefahren

361

Richtungsänderung: Flussüberschwemmungen	361
Einsturzgefahr: Dolinen	362

Abrutschgefahr: Erdrutsche	362
Aufrüttelnd: Erdbeben	362
Küstenstädte wegsülen: Tsunamis	363
Zerstörung von Ackerland und Steilufern: Erosion	363
Feurige Explosionen von geschmolzenem Gestein: Vulkanausbrüche	364
Eis durch Feuer schmelzen: Jökulhlaups	365
Schlammströme: Lahare	365
Ein Blick auf die Pole: Geomagnetismus	365

Stichwortverzeichnis

367