

Auf einen Blick

Einführung	21
Teil I: Das Studium der Erde	27
Kapitel 1: Steine – nicht nur was für Sammler.	29
Kapitel 2: Die Erde durch die wissenschaftliche Brille betrachtet	37
Kapitel 3: Von jetzt an bis in alle Ewigkeit: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aus geologischer Sicht	49
Kapitel 4: Trautes Heim: Planet Erde	59
Teil II: Elemente, Minerale und Gesteine	67
Kapitel 5: Von elementarer Bedeutung: Eine sehr kurze Einführung in die Chemie der Elemente und Verbindungen	69
Kapitel 6: Minerale: Die Bausteine der Gesteine.	79
Kapitel 7: Gesteine bestimmen: Magmatite, Sedimentite und Metamorphite.	97
Teil III: Eine Theorie, die alles erklärt: Plattentektonik	133
Kapitel 8: Zahlreiche Beweise für die Plattentektonik	135
Kapitel 9: Wenn Lithosphärenplatten aufeinandertreffen, ist alles relativ	147
Kapitel 10: Welche Antriebskraft steckt dahinter? Mantelkonvektion und Plattenbewegung	167
Teil IV: Oberflächlich betrachtet: Oberflächenprozesse	181
Kapitel 11: Die Schwerkraft fordert ihren Tribut: Massenbewegungen.	183
Kapitel 12: Wasser: Über und unter der Erdoberfläche	193
Kapitel 13: Langsam, aber sicher Richtung Meer: Gletscher	213
Kapitel 14: Vom Winde verweht: Sedimenttransport ohne Wasser	229
Kapitel 15: Entwicklung von Küstenlinien.	241
Teil V: Vor langer, langer Zeit	253
Kapitel 16: Die geologische Zeit in den Griff bekommen.	255
Kapitel 17: Gesteine erzählen die Geschichte des Lebens.	273
Kapitel 18: Die Zeit, bevor die Zeit begann: Das Präkambrium.	283
Kapitel 19: Es wimmelt von Leben: Das Paläozoikum	297
Kapitel 20: Mesozoic Park: Als Dinosaurier die Welt beherrschten	315
Kapitel 21: Das Känozoikum: Säugetiere übernehmen die Weltherrschaft	329
Kapitel 22: Und dann gab's keines mehr: Massenaussterbeereignisse in der Erdgeschichte.	345

Teil VI: Welche Gesteine sind wo und warum? 357
Kapitel 23: Woher wir wissen, was wo ist. 359
Kapitel 24: Regionales Beispiel: Deutschland 365

Teil VII: Der Top-Ten-Teil..... 393
Kapitel 25: Zehn (plus 1) Wege, über die der Mensch als geologische Kraft wirkt 395
Kapitel 26: Zehn Anwendungen geologischer Kenntnisse. 401

Abbildungsverzeichnis.....413
Stichwortverzeichnis 419

Inhaltsverzeichnis

Einführung	21
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	21
Was Sie nicht lesen müssen	22
Törichte Annahmen über den Leser	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist	22
Teil I: Das Studium der Erde	22
Teil II: Elemente, Minerale und Gesteine	23
Teil III: Eine Theorie, die alles erklärt: Plattentektonik	23
Teil IV: Oberflächlich betrachtet: Oberflächenprozesse	23
Teil V: Vor langer, langer Zeit	23
Teil VI: Welche Gesteine sind wo und warum?	24
Teil VII: Der Top-Ten-Teil	24
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	24
Wie es weitergeht	25
 TEIL I	
DAS STUDIUM DER ERDE	27
 Kapitel 1	
Steine – nicht nur was für Sammler	29
Entdecken Sie den Forscher in sich	30
Wir machen Beobachtungen – Tag für Tag	30
Wir ziehen Schlüsse	30
Bildung und Umbildung von Gesteinen	30
Wie sich Gesteine bilden	31
Eine Reise durch den Gesteinskreislauf	31
Plattenbewegung in Slow Motion	31
Geologie und Plattentektonik im Einklang	32
Die Suche nach dem Mechanismus, der alles antreibt	32
Die Reise der Gesteine über die Erdoberfläche	33
Die lange Geschichte der Erde verstehen	34
Relative oder absolute Datierung?	34
Zeugen der Evolution im Fossilbericht	35
Die Verteilung der Gesteine verstehen	36
 Kapitel 2	
Die Erde durch die wissenschaftliche Brille betrachtet	37
Wissenschaft ist nicht nur etwas für Wissenschaftler	37
Ein methodischer Ansatz: Die wissenschaftliche Methode	38
Etwas Neues entdecken	40
Ich habe eine Hypothese!	40

12 Inhaltsverzeichnis

Überprüfung Ihrer Hypothese: Experimente	40
Datenverarbeitung	41
Interpretation der Ergebnisse	43
Die Ergebnisse teilen	44
Das A und O: Eine wissenschaftliche Theorie	44
Es ist niemals »nur eine Theorie«	44
Wissenschaftliche Theorie und wissenschaftliches Gesetz	45
Der Weg zum Paradigma	45
In fremden Zungen reden: Warum Geologen eine andere Sprache zu sprechen scheinen	46
Schichtung versus Schieferung: Unterschiedliche Prozesse mit ähnlichen Folgen	46
Gabbro versus Basalt: Ähnliche Prozesse mit unterschiedlichen Folgen	47

Kapitel 3

Von jetzt an bis in alle Ewigkeit: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft aus geologischer Sicht..... 49

Eine Katastrophe nach der anderen	50
Frühe Annahmen über die Entstehung von Gesteinen	50
Die Entwicklung des modernen geologischen Verständnisses	51
Aus Gesteinsschichten lesen: Stenos stratigrafische Gesetze	51
Diese Dinge brauchen Zeit! Huttons Hypothese	52
Was geschah, wird geschehen: Lyells Grundsätze	53
Aktua-was? Die Erde mithilfe des Aktualismus verstehen	54
Alles in Zusammenhang bringen: Die Theorie der Plattentektonik	54
Zu neuen Grenzen vorstoßen	55
Wie, wo und warum? Gebirgsbildung und Plattengrenzen	55
Geheimnisse aus der Vergangenheit: Schneeball Erde, erstes Leben und Massenaussterben	56
Die Zukunft voraussagen: Erdbeben und Klimaveränderung	57

Kapitel 4

Trautes Heim: Planet Erde..... 59

Die Sphären der Erde	59
Untersuchung der irdischen Geosphäre	61
Die Schalen der Erde	61
Jede Schale für sich betrachtet	63

TEIL II

ELEMENTE, MINERALE UND GESTEINE 67

Kapitel 5

Von elementarer Bedeutung: Eine sehr kurze Einführung in die Chemie der Elemente und Verbindungen..... 69

Die kleinste Materie: Atome und Atomstruktur	70
Freunden Sie sich mit dem Periodensystem an	70
Isotope verstehen	73
Geladene Teilchen: Ionen	74

Chemische Bindung für Anfänger	75
Elektronen verschenken (ionische Bindungen)	75
Elektronen miteinander teilen (kovalente Bindungen)	76
Frei bewegliche Elektronen (metallische Bindungen)	76
Verbindungen in chemischen Formeln ausdrücken.	77

Kapitel 6

Minerale: Die Bausteine der Gesteine..... 79

Anforderungen an ein Mineral	79
Kristalle formen	81
Minerale mithilfe ihrer physikalischen Eigenschaften bestimmen	81
Bestimmung von Transparenz, Farbe, Glanz und Strich	82
Prüfung der Festigkeit von Mineralen	83
Wenn es salzig schmeckt, muss es Halit sein: Besondere Mineraleigenschaften erkennen	87
Untersuchung von Mineraleigenschaften im Labor	87
Silikate: Die häufigsten Minerale in Gesteinen	88
Die Formenvielfalt der Silikate	89
Silikate in Gruppen einteilen	92
Nicht zu vergessen: Nichtsilikate	93
Carbonate	93
Sulfide und Sulfate	93
Oxide	94
Gediegene Elemente	94
Evaporite	94
Edelsteine	95

Kapitel 7

Gesteine bestimmen: Magmatite, Sedimentite und Metamorphite..... 97

Auskristallisiert – so oder so: Magmatite	98
Klassifikation magmatischer Gesteine	98
Mama Magma: Die Geburt magmatischer Gesteine	102
Wenn aus Magma Lava wird: Kleine Vulkankunde	106
Was darunter liegt: Plutone	110
Eine Vereinigung vieler einzelner Sandkörner: Sedimentgesteine	111
Verwitterte Gesteine werden zu Sedimenten	112
Lasst Euch nieder (und verfestigt Euch)! Die Verwandlung eines Sediments in ein Gestein	115
Korngrößen schätzen: Klassifikation von Sedimentgesteinen	116
Geschichten aus der Vergangenheit: Sedimentstrukturen	120
Irgendwas dazwischen: Metamorphite	122
Und Sie dachten, Sie wären angespannt! Hitze, Druck und Metamorphose	123
Metamorphosegrade und Indexminerale	124
Zwischen den Minerallagen: Schieferung – oder vielleicht doch nicht? ...	124
Klassifikation metamorpher Gesteine	126
Eine Reise durch den Gesteinskreislauf: Die Verwandlung der Gesteine	129
Und wenn etwas von oben kommt? Meteorite und Impaktgesteine	131

TEIL III
EINE THEORIE, DIE ALLES ERKLÄRT: PLATTENTEKTONIK 133

Kapitel 8
Zahlreiche Beweise für die Plattentektonik 135

Sie driften auseinander: Wegeners Idee der Kontinentaldrift	136
Kontinente als Puzzleteile	136
Stratigrafische Geschichten	138
Eiszeitliches Klima der Vergangenheit	139
Treffpunkt am Äquator	140
Die Suche nach dem Antriebsmechanismus	141
Übereinkunft: Wie die Technologie Licht in die Plattentektonik bringt.....	142
Ozeanbodenkartierung oder »Wie der Zweite Weltkrieg die Theorie der Tektonik vorantrieb«.....	142
Magnetische Umpolung: Paläomagnetismus und Ozeanbodenspreizung ...	142
Plattenbewegungen messen	144
Eine alles vereinende Theorie	145

Kapitel 9
**Wenn Lithosphärenplatten aufeinandertreffen,
ist alles relativ** 147

Die Dichte ist der Schlüssel	148
Zwei von einer Sorte: Kontinentale und ozeanische Kruste	149
Dunkel und dicht: Ozeanische Kruste	149
Dick und locker: Kontinentale Kruste	149
Warum die Dichte wichtig ist: Isostasie	150
Plattengrenzen durch relative Plattenbewegungen festlegen	151
Auseinandertreiben: Divergierende Plattengrenzen	152
Zusammenstoßen: Konvergierende Plattengrenzen	155
Aneinander vorbeigleiten: Transformstörungen.....	158
Topografische Erscheinungsformen mit Plattenbewegungen erklären	160
Deformation der Erdkruste an den Plattengrenzen	160
Gesteine zusammenfalten	161
Verwerfungen als Reaktion auf Spannung.....	162
Gebirgsbildung.....	165

Kapitel 10
Welche Antriebskraft steckt dahinter?
Mantelkonvektion und Plattenbewegung 167

Alles dreht sich im Kreis: Modelle der Mantelkonvektion	168
Manteldiapire: Das Gleiche wie die Flüssigkeit in einer Lavalampe	170
Tauziehen: Plattenzug- gegen Rückendruck-Modell	170
Konvektion als Erklärung für Magma, Vulkane und untermeerische Gebirge ...	171
Reibungskräfte an den Plattengrenzen: Aufschmelzen der Gesteine unter der Erdkruste.....	171
Bildung von Vulkanbögen und Hotspots	172
Die Geburt neuen Ozeanbodens an den Mittelozeanischen Rücken.....	175

Schütteln und Rütteln: Wie Plattenbewegungen Erdbeben verursachen.....	176
Elastische Reaktion	177
Wellen durch die Erde schicken.....	177
Die Erdbebenstärke messen	178

TEIL IV OBERFLÄCHLICH BETRACHTET: OBERFLÄCHENPROZESSE 181

Kapitel 11 Die Schwerkraft fordert ihren Tribut: Massenbewegungen..... 183

Festhalten oder hinunterfallen: Reibung gegen Schwerkraft.....	184
Betrachtung der beteiligten Materialien	185
Lockermaterial: Verweilen am Böschungswinkel	185
Festgestein: Wenn es seine Standfestigkeit verliert	186
Massenbewegungen auslösen	186
Wasserzufuhr	186
Veränderung der Hangneigung	187
Die Dinge aufrütteln: Erdbeben und Vulkane	188
Rückgang der Vegetation	188
Schnelle Bewegungen großer Erdmassen.....	189
Rutschungen.....	189
Bergstürze.....	190
Fließende Massenbewegungen	190
Eine weitaus bedachtsamere Vorgehensweise: Bodenkriechen und Bodenfließen (Solifluktion).....	191

Kapitel 12 Wasser: Über und unter der Erdoberfläche..... 193

Der Wasserkreislauf	194
Antrieb des Wasserkreislaufs durch Evaporation.....	194
Eine Reise über den Kontinent.....	195
Fließgewässer: Sedimenttransport in Richtung Meer	196
Abfluss aus dem Einzugsgebiet	196
Zwei Strömungstypen	197
Strömungseigenschaften erfassen	197
Sedimentpartikel verfrachten.....	198
Messen, was transportiert wird	199
Abtragung eines Flussbetts bis zur Erosionsbasis	200
Nach einer Veränderung der Erosionsbasis das Gleichgewicht wiederfinden. .	200
Spuren hinterlassen: Wie Fließgewässer Landschaften formen.....	201
Entwässerung	201
Fließmuster	202
Ablagerung von Sedimenten	204
Sie haben Ihr Ziel erreicht: Das Meer	205
Was unter unseren Füßen fließt: Grundwasser	205
Versickerung in winzige unterirdische Hohlräume.....	206
Erfassung von Porosität und Permeabilität	206

16 Inhaltsverzeichnis

Bestimmung der Grundwasseroberfläche	207
Aus Gesteinen entsprungen	208
Eingesunken: Karste, Höhlen und Dolinen	211

Kapitel 13

Langsam, aber sicher Richtung Meer: Gletscher 213

Drei Gletschertypen erkennen	214
Eis als geologische Kraft	214
Schnee wird zu Eis	214
Den Gletscherhaushalt ausgleichen	215
Plastisch den Berg hinabfließen	216
Erosion im Schnecken tempo: Durch glaziale Erosion geschaffene Landschaftsformen	217
Detraktion und Detersion	217
Das eigene Tal formen	218
Kare, Felsgrate und Rundhöcker	219
Alles zurücklassen: Glaziale Ablagerungen	220
Ablagerung von Geschiebemergel und Geschiebelehm	221
Sander, Esker und Kames	222
Erratisch: Große Blöcke an ungewöhnlichen Orten	223
Sag mir, wo die Gletscher sind	223
Erosionslücken füllen	224
Periodisches Auftreten von Eiszeiten	224
Isostatischer Ausgleich	226

Kapitel 14

Vom Winde verweht: Sedimenttransport ohne Wasser 229

Wassermangel: Aride Regionen der Erde	229
Windtransport	230
Kriechen und springen: Geröllfracht und Saltation	230
Partikel in Suspension verwehen	232
Deflation und Korrasion: Erosionsformen, die durch Wind entstehen	232
Sedimente abtragen	232
Die Oberfläche abschleifen	233
Dünen und andere Windablagerungen	233
Wandernde Sandhaufen: Dünen	234
Sand formen	234
Löss in Schichten ablagern	236
Steinflaster: Ablagerung oder Erosion?	238

Kapitel 15

Entwicklung von Küstenlinien 241

Befreiungsschlag: Wellen und Wellenbewegung	241
Eine Welle in ihre Einzelteile zerlegen	241
Alles dreht sich im Kreis	242
Mit dem Strom schwimmen: Strömungen und Gezeiten	244
Küstenlinien formen	246
Brandungsformen	246
Sedimente für den Bau von Sandbänken sammeln	247
Küstenlinien klassifizieren	248

TEIL V VOR LANGER, LANGER ZEIT

253

Kapitel 16

Die geologische Zeit in den Griff bekommen 255

Die Schichttorte der Zeit: Stratigrafie und relative Altersdatierung	256
Relativ gesehen.	256
Einordnung der Gesteinsschichten	256
Gesteinsschichten in die richtige Reihenfolge bringen	257
Zeitverlust in Gesteinen	258
Verrate mir die Zahlen: Absolute Datierungsmethoden	261
Messung des radioaktiven Zerfalls	261
Radioaktive Isotope für die geologische Datierung	264
Weitere genaue geologische Datierungsmethoden	267
Relativ absolut: Die besten Ergebnisse mit einer Kombination aus Methoden erzielen.	269
Äonen, Ären und Epochen (meine Güte!): Die Gliederung der geologischen Zeitskala	270

Kapitel 17

Gesteine erzählen die Geschichte des Lebens 273

Den Wandel erklären, nicht den Ursprung: Die Evolutionstheorie	274
Die Evolution einer Theorie	274
Erworbene Eigenschaften sind es nicht	274
Überleben durch natürliche Selektion	275
Mendels Erbsen	275
Das A und O der Gene.	276
Spontan mutierende Gene	276
Artbildung – so oder so	277
Die Evolution auf die Probe stellen.	278
Allen Widrigkeiten zum Trotz: Die Fossilisation von Lebensformen	278
Knochen, Zähne und Schalen: Körperfossilien	278
Nur auf der Durchreise: Spurenfossilien	279
Berücksichtigung der Verzerrung im Fossilbericht.	280
Hypothetische Beziehungen: Kladistik	281

Kapitel 18

Die Zeit, bevor die Zeit begann: Das Präkambrium 283

Am Anfang ... Die Entstehung der Erde aus einer Nebelwolke.	284
Archaische Gesteine zurate ziehen.	285
Die Bildung von Kontinenten	285
Den Gesteinskreislauf in Gang bringen	286
Unerträglich heiß: Beweise für extreme Temperaturen	287
Gemeinsam mit Gebirgen entstanden: Die Superkontinente des Proterozoikums	288
Einzeller, Algenmatten und die frühe Atmosphäre	289
Auf der Jagd nach frühen Prokaryoten und Eukaryoten	289
Sie kennen sie unter dem Namen »Teichschlamm«: Cyanobakterien.	290
Fertig machen zum Atmen: Die Bildung der Erdatmosphäre	293

Kapitel 19

Es wimmelt von Leben: Das Paläozoikum 297

Explodierendes Leben: Das Kambrium	298
Härtet Euch ab! Die Entwicklung von Schalen	298
Als Kellerasseln die Welt regierten	299
Riffe, überall Riffe	300
Eurypteriden (Seeskorpione)	302
Ammonoiten und Nautiliden	302
Die Entwicklung der Wirbelsäule: Tiere mit Rückgrat	304
Fische entwickeln einen Körperpanzer, Zähne und ... Beine?	304
Teilzeitlandbewohner: Amphibien wagen sich aus dem Wasser	307
Anpassung an das Landleben: Die Reptilien	307
Pflanzen mit Wurzeln: Die frühe Evolution der Pflanzen	308
Verfolgung der geologischen Ereignisse im Paläozoikum	310
Der Bau von Kontinenten	310
Aus den Gesteinen lesen: Transgressionen und Regressionen	311
Entstehung fossiler Brennstoffe	314
Pangäa – der größte aller Superkontinente	314

Kapitel 20

Mesozoic Park: Als Dinosaurier die Welt beherrschten 315

Pangäa zerbricht	316
Aus einem Kontinent werden viele	316
Auswirkungen auf das Klima rund um den Globus	317
Die Entstehung der nordamerikanischen Gebirge	317
Und was geschah in Europa?	318
Die Neubesiedlung der Meere nach dem Aussterbeereignis	319
Die Symbiose der Blütenpflanzen	320
Unterscheidungskriterien der mesozoischen Reptilien	322
Wenn es fliegt oder schwimmt, ist es kein Dinosaurier	322
Die Suche nach den Vorfahren der Vögel	324
Der Stammbaum der Dinosaurier	325
Vogelbeckendinosaurier (Ornithischia)	325
Echsenbeckendinosaurier (Saurischia)	327
Das Fundament für die spätere Vorherrschaft: Die frühe Evolution der Säugetiere	328

Kapitel 21

Das Känozoikum: Säugetiere übernehmen die Weltherrschaft

329

Die Kontinente in ihre richtige (okay, heutige) Position bringen	330
Die Entwicklung der heutigen Geografie	330
Das langsame Verschwinden der Farallon-Platte	332
Hebung hilft beim Einschneiden des Grand Canyons	333
Vereisung der nördlichen Kontinente	333
Wir betreten das Zeitalter der Säugetiere	335
Regulierung der Körpertemperatur	336
Jede Nische ausfüllen	336

Tiere mit Übergröße: Große Säugetiere damals und heute	338
In der Evolution der Elefanten herumschnüffeln	338
Rückkehr ins Meer: Wale.	340
Überlebensgroß: Riesige eiszeitliche Säugetiere.	340
Hier und jetzt: Die Herrschaft des Homo sapiens	341

Kapitel 22

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

345

Ursachen für Aussterbeereignisse	346
Gefahr aus dem Weltall: Meteoriteneinschläge	346
Lava, überall Lava: Vulkanische Eruptionen und Flutbasalte.	347
Meeresspiegelschwankungen	348
Klimaveränderungen.	349
Endzeitstimmung – mindestens fünfmal	349
Abkühlung tropischer Gewässer	350
Verringerung des Kohlendioxidgehalts.	350
Das große Sterben	350
Den Weg für die Dinosaurier ebnen	351
Der Niedergang der Dinosaurier: Die Kreide/Tertiär-Grenze	352
Heutiges Aussterben und Biodiversität	353
Jagd auf die Megafauna.	353
Rückgang der Biodiversität.	354

TEIL VI

WELCHE GESTEINE SIND WO UND WARUM?

357

Kapitel 23

Woher wir wissen, was wo ist.....

359

Geologische Karten und Profilschnitte.	359
Geologische Karten	360
Geländearbeit beim Kartieren	361
Ergänzung der Geländedaten.	362
Geologische Profilschnitte	363
Was früher wo war – Paläogeografische Rekonstruktion	364

Kapitel 24

Regionales Beispiel: Deutschland

365

Geologischer Aufbau Deutschlands	366
Überreste von den Anfängen.	369
Ein ehemaliges Hochgebirge schaut hier und da heraus: Das Variszikum	369
Warum Teile hinausschauen: Bruchschollentektonik.	370
Das Variszikum lässt sich in Zonen gliedern	372
Nachvariszische (permomesozoische) Schichtstufenlandschaften	380
Mittendurch – Mineralgänge	383
Mitten drin – Impaktkrater.	385
Hohe Berge ringsumher: Alpen und Alpenvorland	385
Vom Aufbrechen und Einsinken: »Tertiäre« Senken	387

20 Inhaltsverzeichnis

Jüngere Vulkangebiete	389
Was die Eiszeiten hinterließen	391
Fast alles flach im Norden	391
Und weiter südlich?	391
Beständig ist nur der Wandel – was heute passiert	392
Erdbeben in Deutschland	392

TEIL VII

DER TOP-TEN-TEIL

393

Kapitel 25

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

395

Staudämme	395
Begradigung und Eintiefung von Wasserläufen	396
Strandaufspülung	396
Veränderung von Küstenlinien	397
Destabilisierung von Hängen	397
Erdgasförderung durch Fracking	397
Abtragung von Berggipfeln	398
Entwicklung von Wüsten	398
Künstlich geschaffene Hohlräume	398
Transport von geologischem Material	399
Klimawandel	399

Kapitel 26

Zehn Anwendungen geologischer Kenntnisse

401

Standicherheit	401
Rohstoffe für alles Mögliche: Steine, Erden, Erze und Salze	403
Energierohstoffe: Kohle, Erdöl und Erdgas	404
Geothermie – Energie der Erde nutzen!	405
Sauberes Trinkwasser für alle	406
Der Boden, auf – von – dem wir leben	406
Vulkanausbrüche vorhersagen	407
Erdbeben und Tsunamis vorhersagen	408
Aufrüttelnd: Erdbeben	408
Küstenstädte wegschütten: Tsunamis	410
Den Klimawandel verstehen – und bremsen	410
Die »richtige« Nutzung finden	412

Abbildungsverzeichnis

413

Stichwortverzeichnis

419