

K. Schwanke, N. Podbregar, D. Lohmann, H. Frater

Landschaftsformen

Unsere Erde im Wandel –
den gestaltenden Kräften auf der Spur

2. Auflage



Präsentiert vom ZDF-Wissenschafts-
Moderator Karsten Schwanke

 Springer

Karsten Schwanke
Nadja Podbregar
Dieter Lohmann
Harald Frater

Landschaftsformen

Karsten Schwanke
Nadja Podbregar
Dieter Lohmann
Harald Frater

Landschaftsformen

**Unsere Erde im Wandel –
den gestaltenden Kräften auf der Spur**

2., vollständig erweiterte
und überarbeitete Auflage

 Springer



Nadja Podbregar ist Biologin und Wissenschaftsjournalistin und arbeitet als Redakteurin für das Wissensmagazin scinexx.de.



Dieter Lohmann ist Biologe und Wissenschaftsjournalist und arbeitet als Redakteur für das Wissensmagazin scinexx.de.



Harald Frater studierte Geowissenschaften und beschäftigt sich als Inhaber der MMCD NEW MEDIA GmbH seit vielen Jahren mit der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte.

ISBN 978-3-642-01312-6

e-ISBN 978-3-642-01313-3

DOI 10.1007/978-3-642-01313-3

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

© 2010 Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Grafik, Satz & Layout: MMCD NEW MEDIA GmbH, Düsseldorf

Umschlagbild: Harald Frater
Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1
springer.de

VORWORT

Wir stehen darauf! Unsere Erde ist mehr als ein Himmelskörper, ist mehr als eine deformierte Kugel. Unsere Erde ist Wasser, sehr viel Wasser. Und nur auf knapp einem Drittel unseres Blauen Planeten kommt die Erde zum Vorschein.

Aber dieses Drittel ist so facettenreich wie das gesamte Leben auf ihm. Das Land kann hart sein, weich, matschig, staubig, sandig, felsig, nass, trocken, sumpfig, kantig, dunkel oder hell, heiß oder kalt.

Die Böden sind unsere Lebensgrundlage – auf ihnen wächst, was wir sähen. Aber wie gehen wir mit ihnen um?! Auf ihnen errichten wir unsere Städte, ziehen unsere Straßen – wir vernachlässigen und zerstören sie. Der Schwarzboden – einer der fruchtbarsten Böden überhaupt – ist in Deutschland nur noch selten zu finden.

Die Erde bietet aber noch mehr: Sie formt sich, türmt sich auf, wird von den Naturgewalten bearbeitet und formt sich wieder neu. Dieses Buch

widmet sich dieser lebendigen Schönheit unseres Planeten. Die wir leider – allzu oft – keines Blickes würdigen. Aber die Urlaubsprospekte sind voll davon: ob Dünen, Wattenmeer oder Kreidefelsen am Meer oder beeindruckende Felsformationen in den Bergen. Am Bild vom Matterhorn kommt letztlich keiner so leicht vorbei.

Diese unterschiedlichen Landschaftsformen sind ein Buch – für diejenigen, die es lesen können. Sie erzählen etwas über die Geschichte unserer Erde und über den Lauf des Lebens: vom Entstehen (in der Nähe eines Vulkans) über Veränderungen (beim bröckelnden Permafrost der Alpen) bis hin zum Verschwinden – wenn letztlich selbst aus den größten Felsbrocken ein Staubkörnchen geworden ist.

Die „Landschaftsformen“ sind ein Kapitel unserer Erde – sie sind ihr Gesicht: von den Wüsten bis zur Mündung des Amazonas, von der Spitze eines Berges bis zur Unendlichkeit einer Salzwüste.

Karsten Schwanke



*Karsten Schwanke,
Meteorologe und
Moderator des
ZDF-Magazins
„Abenteuer Wissen“*

Highlights – Landschaftsformen der Erde

Formen, Falten, Feuerberge	10
Messel, Helgoland und Co. – Geoziele in Deutschland	28

Die Erde – Ein dynamischer Planet

Ganz am Anfang – die Geburt der Erde	36
Auf der Reise zum Mittelpunkt der Erde	42
Die gefleckte Kartoffel	51
Ein Planet in Bewegung	54

Zeitzeugen – Das Alter der Gesteine

Eine Frage des Alters	62
Fossilien, Gesteine und Co. – die Zeugen	74

Innere Kräfte – Platten, Brüche, Berggiganten

Plattentektonik – eine Theorie setzt sich durch	84
Wenn Berge in den Himmel wachsen	98
Falten oder Brechen – das Verhalten des Gesteins	112
Massenbewegungen – wenn der Berg ins Rutschen kommt	118

Mit Feuer und Donner – Vulkanismus und Erdbeben

Vulkanismus – wenn die Erde Feuer speit	126
Bebende Erde	152

Äußere Faktoren – Der Einfluss der Elemente

Verwitterung	160
Sedimentation	166
Klima als Landschaftsgestalter	170

Die Kraft des Wassers – Flüsse, Fälle und Höhlen

Flüsse und Täler	180
Höhlen, Löcher und verschwindende Flüsse	194

Die Kraft des Meeres – Meeresgrund und Küstenformen

Eine Reise über den Meeresgrund	208
Küstenformen – Abgenagt und angelagert	216

Die Kraft des Eises – Gletscher und Inlandeis

Eiszeiten und ihre Landschaften	236
Gletscher – Flüsse aus Eis	244

Die Kraft des Windes – Unsichtbar, aber folgenreich

Der Wind als Transportmittel	224
Abgelagert – Dünen und Co.	260
Windabtragung – vom Wind geschliffen	269
Wüsten – Meere aus Sand und Stein	273

Meteoriteneinschläge – Kosmisches Bombardement

Meteoriten – von Risiken und Einschlägen	282
Krater, Tektite und Co. – die Spuren des Einschlags	287

Von Menschenhand – Veränderungen und Eingriffe

Bergbaulandschaften – Make-up für die Erde	298
Wasserstraßen und Energielieferanten	304
Erosion, Versalzung, Wüstenbildung	313
Künstliche Inseln	319

<i>Glossar</i>	322
-----------------------------	-----

<i>Index und Bildnachweis</i>	354
--	-----



Gebirgsbildung, Abtragung und Ablagerung: die südlichen Ausläufer der Anden im argentinischen Feuerland. © Harald Frater



Highlights

Landschaftsformen der Erde

Der Blaue Planet – nur einer der unzähligen Himmelskörper in unserem Sonnensystem, aber vielleicht der einzige, auf dem sich ein so artenreiches Leben entwickeln konnte. Die Vielfalt der irdischen Organismen ist nahezu unüberschaubar. Und genauso vielfältig, wie sich die belebte Umwelt darstellt, bieten auch die Landschaften der Erde einen vielgestaltigen und abwechslungsreichen Formenschatz.

Auf den folgenden Seiten erhalten Sie einen Überblick über die Formenvielfalt unseres Planeten. Dabei will dieses Buch kein Lehrbuch ersetzen. Es will vielmehr Interesse an den Geowissenschaften wecken und damit an der Frage, warum eine Landschaft eigentlich so ist, wie sie ist, und welche Faktoren an ihrer Entstehung und Formung beteiligt sind.



Formen, Falten, Feuerberge

Aus dem All gleicht die Erde einem glatten Planeten, doch in Wirklichkeit bietet sie einiges an Extremen. © NASA Goddard Space Flight Center/Reto Stöckli

Aus dem Weltraum betrachtet, sieht die Erde aus wie ein runder, glatter Planet. Auf den ersten Blick erkennt man vor allem die riesigen Ozeane und Kontinente. Je weiter man sich jedoch der Erdoberfläche nähert, desto mehr Details tauchen auf.

Besonders ins Auge fallen vor allem die vielen imposanten Hochgebirge, die sechs, sieben oder gar acht Kilometer in den Himmel ragen. Alle anderen Bergmassive und Hochebenen überragt dabei das Dach der Welt – der Himalaya. Zehn der 14 mächtigsten Gipfel des blauen Planeten liegen hier. Darunter der Mount Everest, mit 8.848 Metern über dem Meeresspiegel der höchste Berg der Welt. Im Vergleich zur Gesamtfläche des Planeten ist das allerdings eher unbedeutend.

Doch nicht nur auf den Kontinenten, sondern auch in den Ozeanen ist die „Haut der Erde“ keineswegs ebenmäßig glatt. Auch hier zeigt sie uns ein Gesicht mit unendlich vielen Dellen, Falten und Schluchten. Zu den auffälligsten und mysteriösesten gehören dabei die Tiefseegräben, die Geowissenschaftlern und Biologen heute noch immer viele Rätsel aufgeben. Erst ein einziges Mal sind Menschen nahe an den tiefsten Punkt, den Marianengraben im Pazifik (11.034 Meter unter dem Meeresspiegel), herangekommen. Am 23. Januar 1960 waren es der Schweizer Tiefseepionier Jacques Piccard und der amerikanische Marineleut-

nant Don Walsh, die – eingepfercht in die winzige Stahlkugel des Bathyscaphen Trieste – in 10.910 Meter Tiefe auf dem Boden aufsetzten: Weltrekord.

Eis oder heiß?

Aber es sind nicht nur diese Extreme nach oben und nach unten – zwischen dem Gipfel des Mount Everest und dem Grund des Marianengrabens liegen rund 20 Kilometer –, die der Erde ihr besonderes Profil verleihen. Da gibt es beispielsweise gewaltige Wüstengebiete wie die Atacama in den chilenischen Anden, die als gelbliche Bänder oder Flecken große Teile der Kontinente bedecken. Die Atacama gilt sogar als trockenste Wüste überhaupt. Obwohl sie auf über 1.000 Kilometern Länge unmittelbar an den Pazifik grenzt, gibt es hier nur äußerst selten und vielerorts sogar gar keine Niederschläge.



*Extreme Gegensätze: Oben die Oase San Pedro de Atacama in der trockensten Wüste der Welt, der Atacama. Unten das Ross-Schelfeis in der Antarktis mit mehr als 100 Meter dickem Eis.
© gemeinfrei, NOAA NESDIS/ORA (SSC)/Michael Van Woert*

Schon mehr, wenn auch nicht wirklich viel Regen fällt da schon am Toten Meer und in der Turpan-Senke. Mit –420 beziehungsweise –154,5 Metern unter Normalnull handelt es sich dabei um die beiden tiefsten Senken der Erde. Ein ebenso auffälliges „Fenster in die Erde“ ist aber auch Death Valley – der tiefste (–85,5 Meter) und zugleich heißeste Punkt Amerikas. Hier sind im Laufe der Jahrtausende massive Salzablagerungen und bizarr geformte Berge entstanden. Das Tal des Todes ist ein abgeschlossenes Becken, Niederschläge und Zuflüsse aus den umgebenden Bergen können nicht abfließen. Während die große Hitze heute fast alles Wasser sofort verdunsten lässt, zeigen die abgelagerten Sedimente, dass sich im Zentrum des Beckens noch vor 2.000 Jahren ein neun Meter tiefer See befand.

Eine ebenso unwirtliche wie gegensätzliche „Parallelwelt“ tut sich dagegen in der Antarktis auf. Der kälteste und eisreichste Kontinent der Erde ist noch heute mit einer zum Teil kilometerdicken Eisschicht bedeckt. Darin versteckt sind das über 4.500 Meter hohe Transantarktische Gebirge und zahlreiche untereisische Seen wie der Lake Vostok. Dem Festland vorgelegt sind fast vier Millionen Quadratkilometer Schelfeis. Dazu gehört eine der spektakulärsten Landschaften der Erde: das Ross-Schelfeis mit seinen über 60 Meter hohen Eisklippen. Es ist der Ursprung vieler Eisberge, die bis zu 160 Kilometer lang werden können.



Rechte Seite oben: Extrem hoch – der Mount Everest in Nepal.
Rechte Seite unten: Extrem von Wind und Wasser geformt – der Bryce-Canyon im US-Bundesstaat Utah. © Evert Wesker, Jonathan Zander/GFDL

Explosiv oder feucht

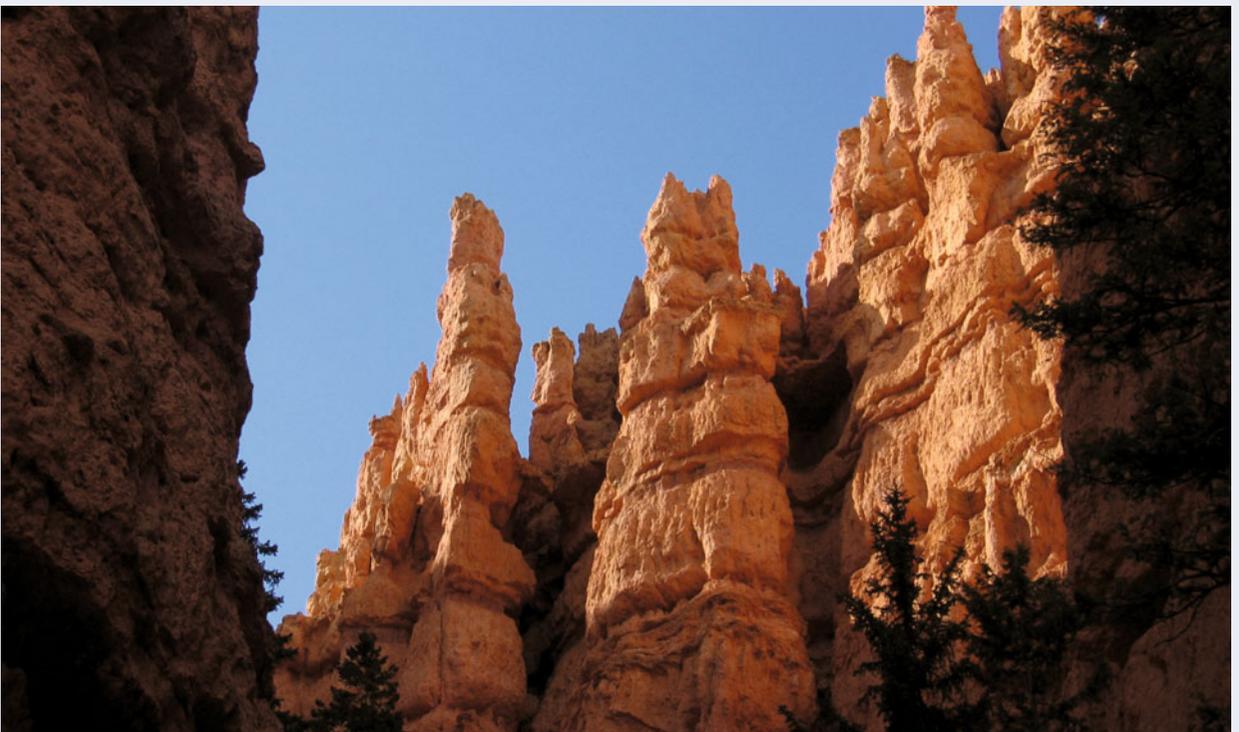
Aber nicht nur Eis kann einzigartige Szenarien erschaffen, auch Feuer hat in vielen Regionen weltweit seine Spuren hinterlassen. So wie in Italien, wo mit dem Ätna einer der bekanntesten Vulkane der Erde über 3.350 Meter hoch in den Himmel ragt. Dass er seit Jahrhunderten regelmäßig und nur von kurzen Ruhephasen unterbrochen Lava und Asche speit, verdankt er seiner Lage im Bereich einer Plattengrenze zwischen Europa und Afrika.

Ungewöhnliche Formen und Phänomene sind nicht nur typisch für die Oberfläche des Blauen Planeten, auch der „Keller“ der Erde hat reichlich davon zu bieten. So findet man im Südosten von New Mexico eines der faszinierendsten Höhlensysteme weltweit – die Carlsbad Caverns. Die riesigen Tropfsteinhöhlen und Tunnelsysteme reichen mehr als 300 Meter unter die Erdoberfläche; die größte heute zugängliche Kammer ist fast 80 Meter hoch. Die bislang erforschten Gänge – vermutlich erst ein Bruchteil des gesamten unterirdischen Netzwerks – haben eine Länge von über 30 Kilometern. Die Tropfsteinhöhlen sind etwa 60 Millionen Jahre alt.

Eine ganz besondere Kultur- und Naturlandschaft ist dagegen im Laufe der Jahrtausende am mit 6.671 Metern längsten Fluss der Welt, dem Nil, entstanden. Das langsam fließende Wasser und die damit verbundene Ansammlung von feinen Sedimenten führten mit der Zeit dazu, dass sich entlang des Flusses fruchtbare Böden bildeten. Vor allem in den kargen und öden Wüstenregionen des Nordsudans und Ägyptens bildet der Nil eine bis zu 20 Kilometer breite Flussoase, die fast vollständig im Zeichen der Landwirtschaft steht.

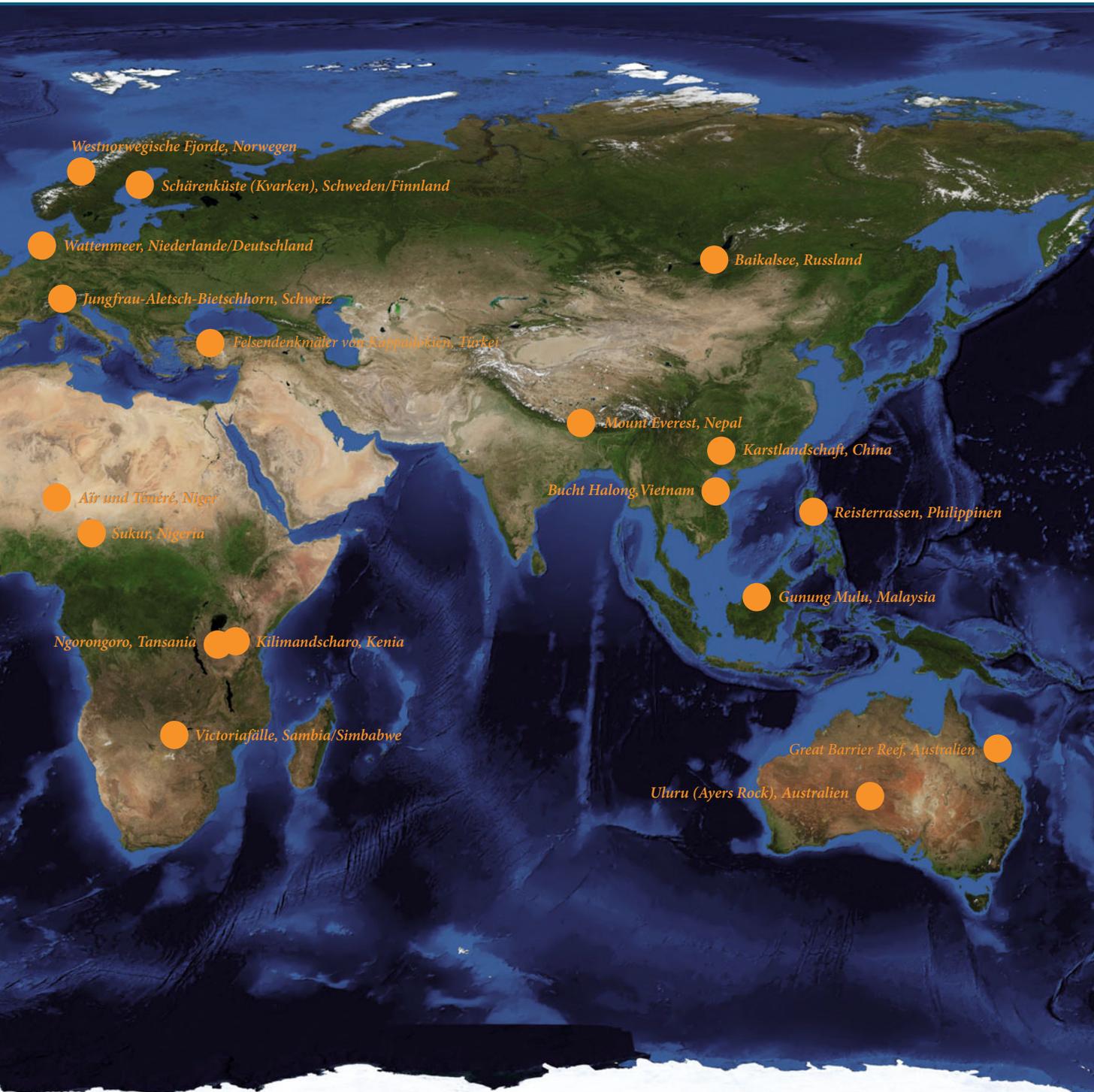
Links: Extrem gefährlich – der Vulkan Ätna in Italien. Rechts: Extrem fruchtbar – der Nil.
© NASA/JSC/Image Science & Analysis Laboratory, Jerzy Strzelecki/GFDL







Berge, Höhlen, Wüsten, Vulkane und Gletscher gibt es viele auf der Erde. Doch was sind die interessantesten Landschaftsformen der Erde? Welche Regionen und Phänomene sind ein „must-see“ – sowohl für jeden Geowissenschaftler als auch für jeden naturbegeisterten Menschen? Diese Frage lässt sich weder pauschal noch ein für alle Mal beantworten. Ein Blick in die Liste der Welterbe-Stätten und Biosphärenreservate der UNESCO gibt allerdings einen guten Überblick darüber, wohin die Reise gehen könnte.



Highlights der UNESCO-Welterbe-Stätten