

# WUNDERKAMMER NATUR

Leopold Mathelitsch  
Christian B. Lang

Erstaunliche Phänomene:  
Feuer \* Erde \* Luft \* Wasser

VERLAG ANTON PUSTET

## Impressum

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.

© 2023 Verlag Anton Pustet  
5020 Salzburg, Bergstraße 12  
Sämtliche Rechte vorbehalten.

Lektorat: Markus Weiglein  
Layout, Grafik und Produktion: Nadine Kaschnig-Löbel  
Coverfoto: Ana Duque/shutterstock.com  
Druck: Floriančič tisk d.o.o.  
gedruckt in der EU

ISBN 978-3-7025-1076-3  
Auch als eBook erhältlich eISBN 978-3-7025-8103-9

Ausflüge in die Natur, Interessantes aus Kunst, Kultur und Geschichte, Inspiration und Genuss für Ihr Zuhause –  
entdecken Sie die Vielfalt unseres Programms auf [www.pustet.at](http://www.pustet.at)

Wir versorgen Sie gern mit allen Informationen zu Buch-Angeboten, Gewinnspielen und Veranstaltungen:

**Newsletter:** <https://pustet.at/de/kontakt/newsletter.html>

**Facebook:** [verlagantonpustet](https://www.facebook.com/verlagantonpustet)

**Instagram:** [verlagantonpustet](https://www.instagram.com/verlagantonpustet)



Wir bemühen uns bei jedem unserer Bücher um eine ressourcenschonende Produktion. Alle unsere Titel werden in Österreich und seinen Nachbarländern gedruckt. Um umweltschädliche Verpackungen zu vermeiden, werden unsere Bücher nicht mehr einzeln in Folie eingeschweißt. Es ist uns ein Anliegen, einen nachhaltigen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz zu leisten.

# INHALT

Einleitung.....	10
-----------------	----

## FEUER

»» Warum brennt die Sonne so heiß vom Himmel? .....	16	SONNENFEUER UND IROISCHES FEUER
»» Was ist der „Pazifische Feuerring“?.....	17	
»» Warum sind Vulkane immer noch unberechenbar? .....	18	
»» Was ist ein Hotspot?.....	19	
»» Was sind Beispiele für „tödliche Vulkane“? .....	19	
»» Wie kam das Feuer auf die Erde? .....	21	NÜTZLICHES FEUER
»» Woraus besteht Feuer? .....	22	
»» Wie wurde Feuer entzündet? .....	23	
»» Kann bei Schwerelosigkeit ein Feuer entfacht werden? .....	25	
»» Auf welche Weise nutzte der Mensch Feuer als Lichtquelle? ...	25	
»» Warum brennen immer mehr Wälder ab? .....	27	GEFÄHRLICHES FEUER
»» Was verführt zum Brandstiften?.....	29	
»» Was löst gefährliche Brände aus? .....	30	
»» Wie bildet sich eine Flamme? .....	32	FLAMMEN
»» Kann eine glühende Zigarette eine Benzinlache entzünden? ....	32	
»» Wie kann ein Metallgitter Leben retten? .....	33	
»» Wie entstehen Farben? .....	34	
»» Wie entstehen farbenfrohe Feuerwerke? .....	35	
»» Woher stammen die rätselhaften Linien im Sonnenfeuer? .....	36	
»» Gibt es besonders heiße oder kalte Flammen?.....	36	
»» Was sind Rennöfen? .....	37	FEUER UND EISEN
»» Was macht Stahl aus Österreich so besonders?.....	38	
»» Was ist so außergewöhnlich am „Schwert der Sarazenen“?.....	39	
»» Kann man brennendes Eisen als Treibstoff nutzen? .....	40	

»»	Wie funktionieren Feuerspucken und Feuerschlucken? .....	41	FEURIGE BESONDERHEITEN
»»	Warum bekommt man beim Feuerlaufen keine Brandblasen? .....	42	
»»	Was haben Feuerkäfer, -ameise und -salamander mit Feuer zu tun? ....	42	
»»	Was versteht man unter der Scoville-Skala? .....	44	
»»	Welche Rolle spielt Feuer in den Künsten? .....	45	
»»	Ist Wärme ein Stoff? .....	46	WÄRME UND TEMPERATUR
»»	Ist Wärme Bewegung? .....	46	
»»	Was also ist Wärme – und was ist Temperatur? .....	48	
»»	Wie misst man die Temperatur? .....	50	
»»	Wo werden extreme Temperaturen verzeichnet? .....	51	

## ERDE

»»	Woher wissen wir, woraus die Erde zusammengesetzt ist? .....	56	UNSERE ERDE
»»	Woraus besteht die Erde? .....	57	
»»	Ist die Erde eine Birne? .....	58	
»»	Wie und wann entstand die Erde? .....	58	
»»	Welcher Entstehungszeitpunkt lässt sich aus der Bibel ableiten? ....	58	
»»	Warum ist die Erdoberfläche beweglich? .....	59	
»»	Wie stark kann sich die Erdoberfläche aufwölben? .....	60	
»»	Gibt es Magnetberge? .....	61	
»»	Wie stabil ist das Magnetfeld der Erde? .....	62	
»»	Wie alt wird die Erde? .....	63	KINDER DER ERDE
»»	Woraus bestehen wir? .....	64	
»»	Können wir noch größer werden? .....	65	
»»	Können wir noch klüger werden? .....	66	
»»	Können wir noch älter werden? .....	67	

»» Wie lässt sich Verborgenes unter der Erdoberfläche aufspüren? ...	68	
»» Was sind besonders berühmte Artefakte aus der Erde? .....	69	
»» Woher stammen die Bilder auf der Erdoberfläche? .....	72	
»» Wie entstehen Edelsteine? .....	73	EDLES AUS DER ERDE
»» Edel oder nicht? .....	73	
»» Worin unterscheiden sich natürliche und künstliche Diamanten? .....	74	
»» Können Diamanten verbrennen? .....	75	
»» Wie können Diamanten bearbeitet werden? .....	76	
»» Warum ändert ein Opal seine Farbe? .....	77	
»» Gibt es Steine biologischen Ursprungs? .....	78	
»» Wo finden wir Gold? .....	79	
»» Woraus besteht Ihr Goldring? .....	79	
»» Liegt Gold auf der Straße? .....	80	
»» Gibt es auch weißes oder schwarzes Gold? .....	80	
»» Wie alt ist feiner Sand? .....	81	AUF SAND GEBAUT
»» Was ist das Geheimnis von Sandburgen? .....	81	
»» Ist Sand gleich Sand? .....	82	
»» Kann sich Sand „verwandeln“? .....	83	
»» Können Sanddünen „singen“? .....	84	
»» Welche Strahlen sind physikalisch messbar? .....	86	STRAHLENDE ERDE
»» Gibt es Erdstrahlen? .....	87	
»» Warum strahlen manche Orte stärker als andere? ....	88	
»» Was sind Phantominseln? .....	90	SONDERBARE WELTEN
»» Wo liegt Argleton? .....	90	
»» Wer zweifelt an der Kugelgestalt der Erde? .....	91	
»» Was sind Asteroide, was Kometen? .....	92	DIE ERDE IM WIRKUNGSKREIS ANDERER HIMMELSKÖRPER
»» Was unterscheidet Meteoroiden von Meteoren und Meteoriten? .....	93	
»» Tod durch Asteroiden? .....	94	
»» Brachten Meteoriten Leben auf die Erde? .....	94	
»» Wie entstand der Mond? .....	94	
»» Was sind Exoplaneten? .....	95	

# LUFT

»»	Was ist Luft?.....	98	LUFT ALS LEBENSGRUNDLAGE
»»	In welcher Form kann Luft auftreten?.....	99	
»»	Wie schwer ist Luft und wie wird der Druck gemessen? .....	101	
»»	Kein hartes Ei am Mount Everest? .....	102	
»»	Wie oft müssen wir atmen? .....	103	
»»	Wie wird Atem sichtbar? .....	104	
»»	Wie viele Teilchen stecken in unserem Atem? .....	105	
»»	Wie schwer ist eine Wolke?.....	106	WOLKEN
»»	Warum fallen Wolken nicht vom Himmel? .....	106	
»»	Wie können Wolken trotzdem „herunterfallen“? ....	106	
»»	Was sind Beispiele für ungewöhnliche Wolken? ....	108	
»»	Wie entstehen die Farben des Regenbogens? .....	108	
»»	Gibt es Blitze auch über den Wolken?.....	110	
»»	Was sieht man am wolkenlosen Himmel?.....	111	
»»	Ist es im Himmel heißer als in der Hölle? .....	112	WIND
»»	Wie misst man den Wind? .....	113	
»»	Was sind besondere Winde? .....	114	
»»	Seit wann gibt es Windräder? .....	115	
»»	Wie viele Haushalte kann ein modernes Windrad versorgen? .....	115	
»»	Weshalb haben Windturbinen drei Blätter?.....	115	
»»	Warum gibt es Proteste gegen Windparks?.....	116	
»»	Tod durch Katzen oder Windräder? .....	117	
»»	Wann ist der Tag des Windes?.....	117	FLIEGEN
»»	Wie schaffen es Tiere zu fliegen? .....	118	
»»	Warum fliegen Vögel in Formation? .....	120	
»»	Wie träumten Menschen in früherer Zeit vom Fliegen? .....	121	
»»	Wie erhob sich der Mensch anfänglich in die Lüfte?.....	121	
»»	Wozu werden Flugdrachen verwendet? .....	122	

➤➤	Warum ist Gleiten so faszinierend? .....	122
➤➤	Warum benötigen Hubschrauber zwei Rotoren? .....	124
➤➤	Up, up and away – wie lässt es sich sonst noch „abheben“? .....	125

➤➤	Wie entsteht ein Klang? .....	126	SCHALL
➤➤	Was ist der lauteste natürliche Schall? .....	126	
➤➤	Wie schnell ist der Schall? .....	127	
➤➤	„Soll ich dir was pfeifen?“ .....	128	
➤➤	Kann Schall bewegt werden? .....	128	
➤➤	Können wir uns vor Schall schützen? .....	129	
➤➤	Wie können Tiere Schall erzeugen? .....	130	
➤➤	Kann Schall schmerzen oder sogar töten? .....	130	
➤➤	Wie entsteht eine Fata Morgana? .....	131	LUFTHÄNOMENE
➤➤	Warum erscheinen grünbewaldete Berge blau? .....	132	
➤➤	Ist die Sonne immer rund? .....	133	
➤➤	Warum sieht man den grünen Blitz so selten? .....	134	
➤➤	Wie entstehen Polarlichter? .....	134	

## WASSER

➤➤	Ist die Erde ein Wasserplanet? .....	138	WASSER AUF DER ERDE UND IM ALL
➤➤	Wie viel Wasser braucht der Mensch? .....	140	
➤➤	Gibt es außergewöhnliches Wasser? .....	141	
➤➤	Wo findet sich Wasser im Weltall? .....	143	
➤➤	Können Flüsse bergauf fließen oder verschwinden? .....	145	FLIEßENDES WASSER
➤➤	Wie rauscht ein Wasserfall? .....	145	
➤➤	Wie viel Energie steckt im Wasser? .....	146	
➤➤	Wie hoch kann Wasser gehoben werden? .....	149	
➤➤	Wie bauen sich Wasserwellen auf? .....	151	WELLEN
➤➤	Welche Wellen sind die größten? .....	153	
➤➤	Was macht Solitonen so besonders? .....	154	
➤➤	Wie kann man auf Wellen reiten? .....	155	

»» Wie zuverlässig ist der Geysir Old Faithful? .....	156	HEISSES UND KALTES WASSER
»» Gefriert heißes Wasser schneller? .....	157	
»» Was ist „mathematischer Schaum“? .....	159	
»» Was lernt man von Seifenblasen? .....	159	
»» Liefern Eisberge Trinkwasser? .....	160	
»» Wie kalt kann Wasser werden? .....	160	
»» Warum ist der Nebel weiß? .....	161	NEBEL UND DAMPF
»» Weshalb verirrt man sich im Nebel? .....	162	
»» Was ist das Brockengespenst? .....	162	
»» Woraus bestehen Sternennebel? .....	163	
»» Wie lässt man Dampf arbeiten? .....	163	
»» Was sind Diamantstaub und Industrieschnee? .....	164	
»» Welche Formen haben Tropfen? .....	166	TROPFEN UND TRÄNEN
»» Wie klingen Tropfen? .....	167	
»» Tropft Pech? .....	168	
»» Können Tropfen tanzen? .....	168	
»» Wird man weniger nass, wenn man schneller geht oder läuft? .....	169	
»» Warum weinen wir? .....	169	
»» Gibt es unechte Tränen? .....	170	LEBEN MIT DEM WASSER
»» Was schützt Venedig vor Hochwasser? .....	171	
»» Leben unter dem Meeresspiegel? .....	172	
»» Wie tief kann man tauchen? .....	172	
»» Wo ist das Meer am tiefsten? .....	173	
»» Welche Fische sind besondere „Wasserkünstler“? .....	173	
»» Welche Tiere bestehen zu über 98 Prozent aus Wasser? .....	174	
Literatur und Quellen .....	176	
Bildnachweis .....	181	
Dank .....	184	



# EINLEITUNG

## Die Natur als Wunderkammer

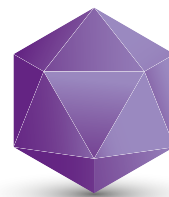
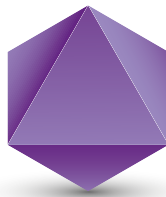
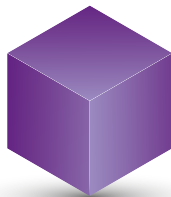
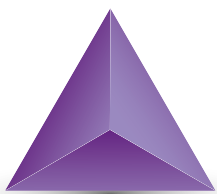
Die Faszination für außergewöhnliche Phänomene, Kuriositäten und Besonderheiten aus Natur, Handwerk und Kunst führte im 14. Jahrhundert dazu, dass Raritätenkabinette angelegt wurden. Diese Sammlungen, meist von Fürsten oder wohlhabenden Bürgerfamilien geschaffen, bereicherte man um Exponate, die im Zuge der Entdeckungsreisen der Frühen Neuzeit nach Europa kamen. Und so fand bald eine oft bunte, unsystematische Mischung von (mal mehr, mal weniger) Wertvollem und Kuriosum ihren Weg in die Kunst- oder Wunderkammern der Spätrenaissance und des Barock. Heute gelten sie als Vorform von Naturkundesammlungen und Museen. Ihre Objekte wurden mit der Zeit zunehmend einer Systematisierung unterzogen, Fragen wurden gestellt und Erklärungen gesucht – und damit die Grundlagen der modernen Naturwissenschaften gelegt.



links: Holzschnitt einer Wunderkammer aus Ferrante Imperato's *Dell' historia naturale* (1672).  
rechts: Ausschnitt aus der Kunstkammer des Landesmuseums Württemberg, Stuttgart.

### Die vier Elemente als Wegweiser

In der Antike fragten sich große Denker, aus welchen Grundstoffen unsere Welt bestehen könnte – ihre Antwort lautete: Feuer, Erde, Luft und Wasser. Derart reihten sie den Elementen die platonischen Körper zu, beginnend mit der einfachsten Figur, dem Tetraeder (Feuer), hin zum Würfel (Erde), Oktaeder (Luft) und Ikosaeder (Wasser).



Um Struktur in unsere „Wunderkammer Natur“ zu bringen, wählten auch wir diese vier Urstoffe als Ordnungsprinzip.

Schon die alten Ägypter verbanden die Idee der vier Elemente mit ihrer Kenntnis über chemische Prozesse, und über die arabische Welt kam diese „Geheimlehre“ als Alchemie nach Europa. In den Visionen Hildegard von Bingen und im Werk *De occulta philosophia* des Universalgelehrten Agrippa von Nettesheim im 16. Jahrhundert spielten die vier Elemente ebenfalls eine wichtige Rolle. Das galt nicht nur in Bezug auf die Naturbetrachtungen selbst, sondern auch hinsichtlich künstlerischer Umformung. In populären Vorstellungen ist heute immer noch der Gedanke eines engen Zusammenwirkens der vier Grundelemente gegenwärtig.

Die Anzahl der Elemente ist allerdings seit jeher umstritten gewesen: Bereits Aristoteles betrachtete die vier Elemente als irdisch und veränderbar – und führte als fünftes, nicht veränderliches Element den Äther ein. Gemeint waren damit der Himmel oder das Universum; die lateinische Bezeichnung war im Altertum „Quintessenz“. Die chinesische Philosophie stellt hingegen fünf andere Elemente in den Mittelpunkt: Holz, Feuer, Erde, Metall und Wasser.

In der modernen Wissenschaft steht der Begriff „Element“ für eine Menge chemisch gleichartiger Atome. Auf der Erde sind 94 Elemente nachgewiesen, Ordnung und Namen richten sich nach der Anzahl der Protonen im Atomkern: von Wasserstoff (1 Proton) bis Plutonium (94 Protonen). In den vergangenen Jahrzehnten konnten weitere Elemente künstlich geschaffen werden. Das bislang schwerste ist mit 118 Protonen das Oganesson, das 2006 im Kernforschungszentrum Dubna in Russland erzeugt wurde.

Die Zahl 4 ist allerdings auch in den Naturwissenschaften von heute zu finden, wenn man die sogenannten Aggregatzustände der Materie betrachtet. Mit der Zuordnung Erde/fest, Luft/gasförmig und Wasser/flüssig nähern wir uns wieder den vier Elementen der alten Griechen an. Aber auch für das Feuer gibt es eine Entsprechung, das Plasma: Bei sehr hohen Temperaturen, wie sie etwa in der Sonne vorherrschen, lösen sich die stabilen Atome auf und Elektronen aus der Hülle werden frei. Vor wenigen Jahren wurde sogar ein noch exotischeres Plasma nachgewiesen: Übersteigt die Temperatur 100 000-mal die des Sonnenkerns, lösen sich die Bestandteile des Atomkerns auf und es entsteht ein Gemisch aus den Elementarteilchen Quarks und Gluonen.

### **Was erwartet Sie in diesem Buch?**

Zahlreiche bekannte und weniger bekannte Naturereignisse, Entdeckungen und Objekte erschienen uns als Ausstellungsstücke in einer „Wunderkammer Natur“ würdig – geordnet nach den vier Elementen Feuer, Erde, Luft und Wasser.

Bei der Wanderung durch die Welt dieser Grundelemente bleiben wir immer wieder stehen, stellen besondere bis spektakuläre Phänomene vor und erweitern damit stetig unsere Sammlung. Dabei soll auch die Frage nach dem *Warum?* gestellt und beantwortet werden, weshalb das Buch im Frage-Antwort-Format aufgebaut ist. Wir haben uns bemüht, selbst die komplexesten Zusammenhänge in verständlicher Form zu beantworten. Denn erst das Verstehen führt vom Wundern zum Bewundern. Und eines ist gewiss: Die natürliche Umwelt und unsere damit in Zusammenhang stehenden Entdeckungen und technischen Errungenschaften sind es wert, bewundert zu werden.

Leopold Mathelitsch und Christian B. Lang  
Graz, im Winter 2022/23



**FEUER**



# FLAMMEN

## »» Wie bildet sich eine Flamme?

Feste und flüssige Stoffe müssen genügend heiß sein, um zu „verdampfen“ und zu brennen. Wenn sich dieser Dampf entzündet, nennen wir den leuchtenden Teil „Flamme“. Eine Flamme zeigt daher jenen Bereich an, in dem gasförmiges Material mit Sauerstoff reagiert, also verbrennt.

Der Flammpunkt eines Stoffes ist die niedrigste Temperatur, bei der sich ein zündfähiges Gas-Luft-Gemisch bilden kann. Allerdings bedarf es einer Zündung von außen. Dieser Punkt ist besonders bei Flüssigkeiten bedeutsam, weil sich bereits unter dem Siedepunkt Dämpfe und ein Dampf-Luft-Gemisch bilden können.

Der Brennpunkt eines Stoffes bezeichnet die Temperatur, bei der dessen Dampfdruck so hoch ist, dass die Verbrennung weiter fortschreitet, selbst wenn die Zündquelle entfernt wird.

Die Zündtemperatur gibt an, wann sich ein Stoff ohne Zündquelle von selbst entzündet. Damit beispielsweise Holz brennt, müssen zuerst die Zellulose-Moleküle durch Erhitzung „aufgebrochen“ werden. Die Zellulose zerfällt in brennbare, gasförmige Kohlenwasserstoffe. Der Flammpunkt liegt für die meisten Holzsorten bei 200–270 Grad Celsius, der Brennpunkt bei 260–280 Grad. Die Zündtemperatur liegt mit 280–400 Grad meist mehr als 100 Grad darüber. Papier entzündet sich je nach Qualität bei 180–360 Grad.

## »» Kann eine glühende Zigarette eine Benzinlache entzünden?

Benzin weist – abhängig von der Sorte – einen Flammpunkt zwischen -45 und 10 Grad, Dieselöl über 55 Grad Celsius auf. Die Zündtemperatur von Benzin liegt bei 220–500 Grad, jene von Diesel bei 220–350 Grad. Zigaretten glühen bei 430 Grad. Der Benzindampf einer Lache müsste sich daher bei Kontakt mit einer glühenden Zigarette explosionsartig entzünden.

Nun haben aber Forscher\*innen des US-amerikanischen Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms, and Explosives (ATF) im Jahr 2013 im Rahmen eines Experiments 4 500-mal versucht, durch eine glühende Zigarette in verschiedenen Situationen das Benzindampf-Luft-Gemisch zur Explosion zu bringen. Es gelang nicht ein einziges Mal!





ERDE





Wasserlösliche Sandrosen finden sich vor allem in heißen und trockenen Wüstengebieten.

### Kann sich Sand „verwandeln“? ◀◀

Von Flüssen auf Land oder im Meer abgelagerter Sand kann sich zu Sandstein verfestigen (Zementation). Bindemittel und starker Druck beschleunigen diesen Prozess. Da Sandstein relativ weich und leicht zu bearbeiten ist, war er lange Zeit ein weit verbreitetes Baumaterial. Fassaden von bekannten Bauwerken wurden aus Sandstein gefertigt, das gilt etwa für den Kölner Dom, das Freiburger Münster oder das Brandenburger Tor. Die geringe Witterungsbeständigkeit ist allerdings ein Nachteil eines solchen weichen Gesteins. So ist der Dom in Köln schon sehr stark vom sauren Regen beeinträchtigt. (Achtung: Auf Bodenplatten aus Sandstein sollte man kein Tausalz streuen!)

Sandrosen findet man in heißen, trockenen Wüsten. Sie bestehen aus in kristallisiertem Gips oder Baryt (Schwerspat) eingebettetem Sand. Auch in Wüsten gibt es Grundwasser, das durch Poren im Gestein nach oben gelangt. Durch Verdunstung kristallisieren die im Wasser gelösten Mineralien und bilden mit dem Sand blättrige Formen. Sandrosen sollte man nicht waschen, sie sind wasserlöslich!

Durch Blitzeinschlag in Sand oder Gestein entstehen sogenannte Blitzröhren (Fulgurite) mit etwa zwei Zentimeter Durchmesser. Die dabei auftretenden Temperaturen bis zu 30 000 Grad Celsius verglasen die Wandungen.

Lechatelierit ist ein natürliches Kieselglas (amorphes Siliziumdioxid), das in der Natur durch das Aufschmelzen von Quarzsand bei Temperaturen von über 1 700 Grad Celsius entsteht.



LUFT



# WOLKEN

## »» Wie schwer ist eine Wolke?

Obwohl die Masse des Wassers in einem bestimmten Volumen der Wolke nur ein Tausendstel der Masse der Luft ausmacht, wiegt das Wasser in einer Wolke mit einer Ausdehnung von 1 Kubikkilometer dennoch zwischen 300 und 5 000 Tonnen! Wolken vermögen aber noch viel größere Ausmaße vorzuweisen: So können Gewitterwolken bis in eine Höhe von 10 Kilometern reichen, einige Kilometer breit sein und eine Wassermenge von jeweils rund 500 000 Tonnen enthalten. Diese schiere Menge klingt unwahrscheinlich, wird aber anhand einer Überschlagsrechnung plausibel: Nehmen wir an, bei einem Unwetter fallen auf einen Landstrich von 5 Quadratkilometern im Mittel 2 Zentimeter Wasser, also 20 Liter pro Quadratmeter. Das sind insgesamt  $5 \times 10^6 \times 20$  Liter Wasser oder 100 000 Tonnen, die an der entsprechenden Stelle abgerechnet werden.

## »» Warum fallen Wolken nicht vom Himmel?

Wasserdampf steigt mit der warmen Luft auf, kühlt sich dabei ab und kondensiert in der Höhe zu mikroskopisch kleinen Wassertröpfchen, die wir als Wolke wahrnehmen. Für kleine Teilchen wie etwa Blütenstaub erscheint die Luft zäh. Das gilt auch für die kleinen Wassertröpfchen. Sie fallen zwar hinunter, aber nur sehr langsam. Es bildet sich ein Gleichgewicht zwischen dem aufsteigenden Wasserdampf in der umgebenden Luft und den hinunterfallenden Tröpfchen. Daher ist es nicht möglich, dass uns eine Wolke auf den Kopf fällt.

## »» Wie können Wolken trotzdem „herunterfallen“?

Regentropfen entstehen durch Anlagerung von kleineren Tröpfchen an Kondensationskernen oder durch Schmelzen von Eiskörnern auf ihrem Weg zur Erde. Die Tropfen sind meist 1–3 Millimeter groß, wobei die kleineren Tröpfchen rund sind, die größeren unten abgeplattet. Regentropfen erreichen Geschwindigkeiten bis zu 30 km/h.



An aerial photograph of a river with white water rapids. The water is a deep, dark blue, and the rapids are a bright, frothy white. The rapids are scattered throughout the river, creating a complex, organic pattern. The word "WASSER" is printed in white, bold, sans-serif capital letters across the upper right portion of the image, partially overlapping the dark water and the white rapids.

**WASSER**



# FLIESENDES WASSER

## Können Flüsse bergauf fließen oder verschwinden? <<

Pororoca wird eine bis zu vier Meter hohe Welle genannt, die am Amazonas, verursacht durch starke Gezeitenkräfte, bis zu 300 Kilometer gegen den Strom ins Landesinnere strömt. Stehen Sonne und Mond in einer Linie zur Erde, dann überlagern sich die Flutwirkungen von Sonne und Mond – und es kommt zu einer sogenannten Springflut. Der hohe Wasserstand bewirkt, dass sich eine Welle flussaufwärts ausbreitet. Dieser Effekt tritt nicht nur am Amazonas auf, mit fast 9 Metern besonders hoch kann die Welle („Silberner Drache“) am chinesischen Qiantang werden. Der englische Schriftsteller William Somerset Maugham wäre in einer solchen Welle am Lupar Benak (Malaysia) einst beinahe ertrunken.

Der slowenische Fluss Reka ergießt sein Wasser nach etwa 50 Kilometern in die Höhle Škocjan (St. Kanzian). Dort scheint der Fluss regelrecht zu verschwinden, denn in der Umgebung der Höhle gibt es keinen Abfluss. In dem karstigen Gelände fließt die Reka 35 Kilometer unterirdisch und kommt als Timavo in der Nähe von Duino im Nordosten Italiens wieder zum Vorschein. Nach 2 Kilometern mündet der Timavo, der gemeinhin als kürzester Fluss der Welt gilt, ins Meer. An dieser Mündung soll Aeneas, der mythologische Stammvater der Römer, nach der Flucht aus Troja an Land gegangen sein.

## Wie rauscht ein Wasserfall? <<

Oft hört man das Rauschen eines Wasserfalls schon, bevor dieser zu sehen ist. Allerdings gibt es verschiedene Arten von Rauschen: Bei einem sogenannten weißen Rauschen ist die Lautstärke bei allen Frequenzen in etwa gleich, bei einem rosa Rauschen sinkt die Energiedichte proportional  $1/F$  ( $F$  = Frequenz), beim braunen Rauschen proportional  $1/F^2$ .

Die Farbgebung bezieht sich auf die Gewichtung der Frequenzen der Spektralfarben. Rosa hat einen höheren Rot-Anteil als Weiß. Rauscht ein Wasserfall rosa, bedeutet das, dass die tieferen Töne im Geräusch lauter sind, die höheren Frequenzanteile leiser. Die Lautstärke eines Wasserfalls hängt interessanterweise jedoch nicht von seiner Fallhöhe ab, sondern sehr stark davon, wie viel Wasser in Bewegung ist. Klingt das Rauschen doppelt so laut, müssen achtmal so große Wassermassen hinabstürzen.

## Bildnachweis

C. B. Lang: 30, 33, 48, 82, 133, 149; commons.wikimedia.org: S. 10, 70; Landesmuseum Württemberg: 11; Shutterstock.com: A G Baxter: 72 (rechts), ABCDstock: 38, Adrien Ledeul: 104, alb2018: 96–97, Alberto Carnelli: 139, Alexander Tolstykh: 136–137, AliMohajeri: 89, Andrey Bocharov: 133, Asifgraphy: 85, Audy39: 35, AV\_photo: 171, Barbara Ash: 174 (rechts unten), Bildagentur Zoonar GmbH: 174 (rechts oben), bogdan ionescu: 109, Brais Seara: 27, Brastock: 146, Breck P. Kent: 167, Brent Barnes: 174 (links), Che Media: 28, Claudio Divizia: 166, Daniel Dror: 37, Dmitry Abezgauz: 77, Dmytro Vikarchuk: 127, dugdax: 161, Dzmitry Melnikau: 154, effective stock photos: 113, Evgheni Manciu: 41, first vector trend: 65, fluke samed: 14–15, FooTToo: 59, GalapagosPhoto: 54–55, Gorodenkoff: 99, grossishut: 49, Guido Vermeulen-Perdaen: 131, Hoika Mikhail: 21, ImageBank4u: 18, Irina Anashkevich: 12, isabel kendzior: 148, J\_UK: 125 (rechts), J. Lekavicius: 26 (links), Jarek Pawlak: 26 (rechts), kaetana: 39, Ke Wang: 71, Keneva Photography: 119 (rechts oben), Krieng Meemano: 43 (Mitte), Loic Salan: 31, LouieLea: 141, loveyousomuch: 175, Lukasz Pawel Szczepanski: 16, makieni: 158, Marochkina Anastasiia: 169, Mathias Berlin: 142, maxtimofeev: 24, Melanie Metz: 114, MihOlga: 120, Mikhail Cheremkin: 53, Miriam Doerr Martin Frommherz: 74, Mny-Jhee: 123, Morphart Creation: 34 (oben), Naeblys: 125 (links), Naeblys: 95, nEwyyy: 100, nnattalli: 107, ntv: 78, OlegRi: 68, Paulrommer SL: 119 (rechts unten), Petr Salinger: 43 (rechts), petroleum man: 102, Piotr Krzeslak: 135, Prachaya Roekdeethaweesab: 50 (unten), robert\_s: 138, Roberto La Rosa: 72 (links), Ross Ellet: 52 (unten), Rost9: 57, Rottlaender: 43 (links), Ryan Janssens: 151, Samak Bootsinoi: 111, Sebastian Janicki: 73, Sinesp: 124, Stockerz: 52 (oben), tawin bunkoed: 130, tommaso lizzul: 83, TonLammerts: 50 (oben), tunasalmon: 17, turtix: 93, Vixit: 61, Vladimka production: 116, Volkv: 156, Volodymyr Baleha: 165, Wildlife-World: 119 (links), YummyBuum: 34 (unten)

## Dank

Wir danken unseren Familien, besonders unseren Ehefrauen – dass sie uns beiden trotz unseres offiziellen Ruhestands ein Weiterarbeiten nicht nur nachgesehen, sondern dieses Buchprojekt auch mit Rat und Tat unterstützt haben.

Ohne kluge Lektoren fühlen sich Autoren zuweilen ein wenig verloren. Das traf in unserem Fall nicht zu, wir wollen daher Dr. Markus Weiglein für seine Hilfe herzlich danken. Bei einem Buch wie diesem spielt auch die Grafik eine wesentliche Rolle. Mag. Nadine Kaschnig-Löbel hat sich professionell darum gekümmert, auch ihr gilt unser herzlicher Dank.



### Leopold Mathelitsch

Univ.-Prof. i. R., hat das Lehramtsstudium Physik und Mathematik absolviert und in Theoretischer Physik promoviert. Nach Auslandsaufenthalten habilitierte er in theoretischer Teilchenphysik an der Universität Graz. Er ist Autor von Schulbüchern sowie von Sachbüchern zu Sport und Physik bzw. zu akustischen Phänomenen.



### Christian B. Lang

Univ.-Prof. i. R., ist Theoretischer Physiker und Universitätsprofessor im Unruhestand der Universität Graz. Seine Begeisterung gilt der Elementarteilchenphysik, zu deren Erforschung er als Autor und Co-Autor mit zahlreichen Fachpublikationen und zwei Lehrbüchern beigetragen hat. Privat hat er Länder auf fast allen Kontinenten mit seiner Fotokamera bereist.

Liefern Eisberge Trinkwasser? Kann man brennendes Eisen als Treibstoff nutzen? Ist die Erde eine Birne? Wie entstehen Polarlichter? Können Sanddünen „singen“? Warum fliegen Vögel in Formation? Wie viel Wasser braucht der Mensch? Warum bekommt man beim Feuerlaufen keine Brandblasen? Wie stark kann sich die Erdoberfläche aufwölben? Wie viele Teilchen stecken in unserem Atem? Wie bildet sich eine Flamme? Wie stabil ist das Magnetfeld der Erde? Wie schwer ist eine Wolke? Wird man weniger nass, wenn man schneller geht oder läuft? Wie alt ist feiner Sand? Was ist ein Hotspot?

Sie betrachten die Welt und stehen immer wieder staunend vor diesen Fragen?  
Dann treten Sie ein in die „Wunderkammer Natur“ und folgen dem einzigartigen  
Zusammenspiel von Feuer, Erde, Luft und Wasser.

Zwei renommierte österreichische Physiker ordnen rund 160 verblüffende  
Phänomene den vier Urstoffen zu und geben auf sehr anschauliche und  
kurzweilige Art Auskunft, was es damit auf sich hat.

**ALLES, WAS SIE SCHON IMMER ÜBER DIE NATUR WISSEN WOLLTEN!**

