

DIE BESTEN SEITEN DER NATUR.



Jetzt im Handel oder
kostenloses Probeheft unter:
www.geo.de/wohlleben-heft

NR 6738

GEOkompakt

Die Grundlagen des Wissens

Die Alpen

**Auf in unser
wildes Paradies!**

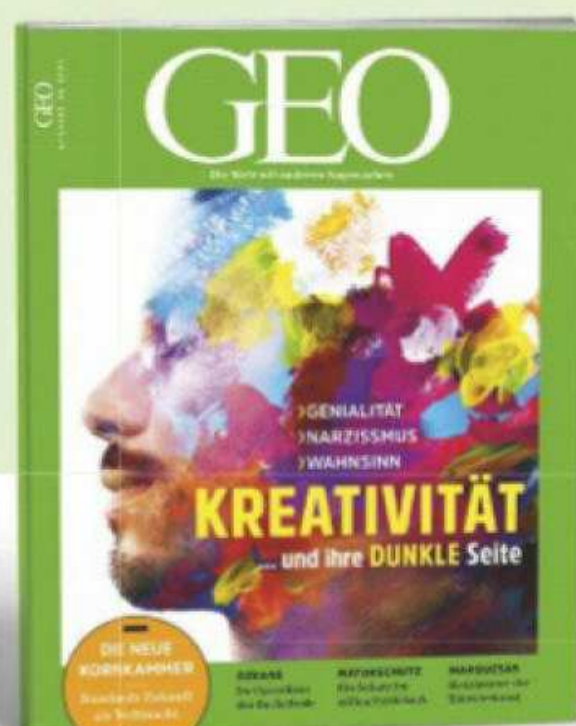
Geheimtipp: Die schönsten
Wanderwege durch die Bergwelt

Forschung: Von Eishöhlen,
Lawinen und Fallwinden

Hotspot: Warum die
Artenvielfalt rasant steigt

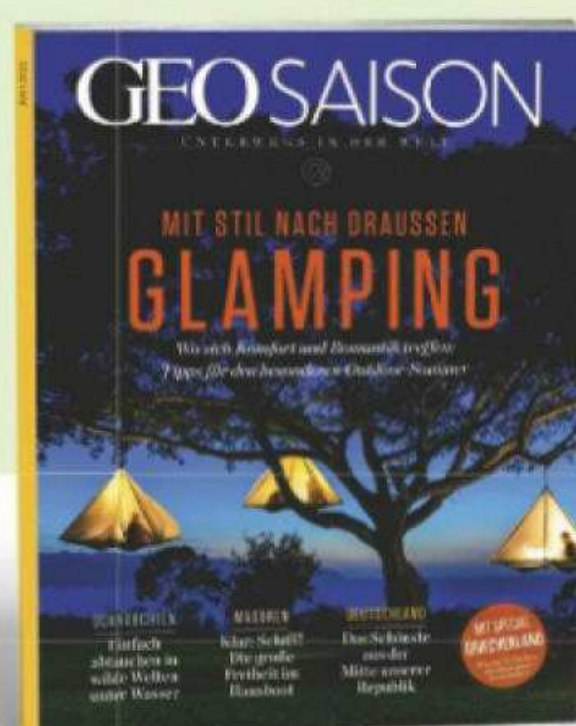
Mehr wissen, erfahren und erleben – die Vielfalt von GEO

**Jetzt Wunsch-Magazin aus der GEO-Familie portofrei
liefern lassen und Prämie zur Wahl sichern!**



Deutschlands Reportage-
magazin Nr.1 mit opulenten
Bildern und starken Geschichten,
die einen die Welt mit anderen
Augen sehen lassen.

3 x GEO für 16,90 €



Inspirierende Reisetipps
für nah und fern mit
anspruchsvollen Berichten
und hervorragenden Bildern
aus der ganzen Welt.

3 x GEO SAISON für 14,90 €



Den Menschen ver-
stehen: die neuesten
Erkenntnisse der
Humanwissenschaft in
informativen Reportagen.

2 x GEO WISSEN für 22,- €



Das innovative Kinder-
magazin ab 9 Jahren vermit-
telt charmant und lebendig
Wissen und Werte rund um
Mensch, Tier sowie Umwelt.

4 x GEOLino für 18,80 €



1 GEO-Baumspende, GEO pflanzt
einen Baum in Nepal
Ohne Zuzahlung



2 Amazon.de-Gutschein,
Wert: 5,- €
Ohne Zuzahlung



3 Broste Copenhagen-Bowl
„Nordic Sea“, Ø ca. 11 cm
Zuzahlung: nur 1,- €

Weitere GEO-Magazine und Prämien zur Wahl finden Sie online

Jetzt bestellen:

www.geo.de/familie oder **+49 (0) 40 / 55 55 89 90**

Bitte Bestell-Nr. angeben:
GEO 200 8326
GEO SAISON 200 8386
GEO WISSEN 200 8406
GEOLino 200 8486

Alle Preisangaben inklusive MwSt. und Versand – ggf. zzgl. einmalig 1,-€ Zuzahlung für die Prämie. Änderungen vorbehalten. Es besteht ein 14-tägiges Widerrufsrecht.
Zahlungsziel: 14 Tage nach Rechnungserhalt. Anbieter des Abonnements ist Gruner+Jahr GmbH. Belieferung, Betreuung und Abrechnung erfolgen durch DPV Deutscher
Pressevertrieb GmbH als leistenden Unternehmer.



Liebe Leserin, lieber Leser,

sie sind der Inbegriff des Sehnsuchtsorts: Mit ihren gigantischen Massiven, der üppigen Tier- und Pflanzenwelt, glitzernden Eisfeldern und urgemütlichen Almhütten locken die Alpen Jahr für Jahr Abermillionen Fans an. Kaum ein anderes Gebirge auf der Welt ist derart beliebt, so gut erschlossen und intensiv erforscht wie die Alpen.

Und doch bergen die Gipfel vor unserer Haustür noch immer Rätsel. So versuchen Wissenschaftler etwa, dem Schnee seine letzten Geheimnisse zu entlocken. Denn die weiße Pracht kann sich mitunter in gewaltigen Lawinen von den Hängen lösen. Um besser vorhersagen zu können, wie, wo und wann sie talwärts donnern, setzen Lawinenforscher neuartige Messmethoden ein, analysieren Schneeprofile, simulieren Verwehungen.

Ebenfalls Fragen werfen Winde und Gewitter, Nebel und Hagelstürme auf: Zwar haben die Alpen ohne Zweifel einen Einfluss auf das Wetter Europas – hier entscheidet sich nicht selten der weitere Verlauf von Hoch- und Tiefdruckgebieten. Doch das Geschehen am Himmel ist derart komplex, dass Meteorologen immer wieder überrascht werden. Selbst der allseits bekannte Föhn ist noch nicht vollends verstanden.

Und wie verändern sich die Alpen im Zuge des Klimawandels? Dass die Gletscher nach und nach schmelzen, ist klar. Aber wie verhält es sich mit verborgenen Eismassen im Inneren der Berge? Erstaunlicherweise nimmt das Eis in etlichen Höhlen zu. Und ebenfalls überraschend: Erste Forschungsergebnisse zeigen, dass die Klimaerwärmung einen Anstieg der Biodiversität mit sich bringt – zumindest mittelfristig.

Auf den folgenden Seiten haben wir die neuesten Erkenntnisse der Alpenforschung zusammengetragen. Und präsentieren Ihnen die Schönheit der grandiosen Gipfel. Lassen Sie beim Blättern Ihrer Sehnsucht freien Lauf. Und schmieden Sie schon mal gebirgige Reisepläne.

Herzlich, Ihre

Rainer Harf

Sebastian Witte

Redaktion GEOkompakt



GEO+

Die ganze Wissenswelt
von GEO auf einer
neuen Onlineplattform:
geo.de/plus



GEOkompakt erscheint viermal
pro Jahr. Hier geht's zum Abo:
geo.de/kompakt-im-abo



Was uns auf
neue Ideen bringt:
in der aktuellen
Ausgabe von
GEO WISSEN



Das Sommerheft
von **WOHLLEBENS
WELT** über die
verblüffenden Selbst-
heilungskräfte der
Natur



[56]

Lawinen

Forscher versuchen, die Gefahr der weißen Naturgewalt zu minimieren – indem sie ihre Geheimnisse ergründen

[66]

Alpines Wissen

Von wandernden Gletschern und begehbaren Gipfelkreuzen: verblüffende Phänomene zum Staunen



[84]

Der Berg ruft!

Welche Wanderwege empfehlen Menschen, die Bergsteigen zu ihrem Beruf gemacht haben?

[128]

Nationalparks

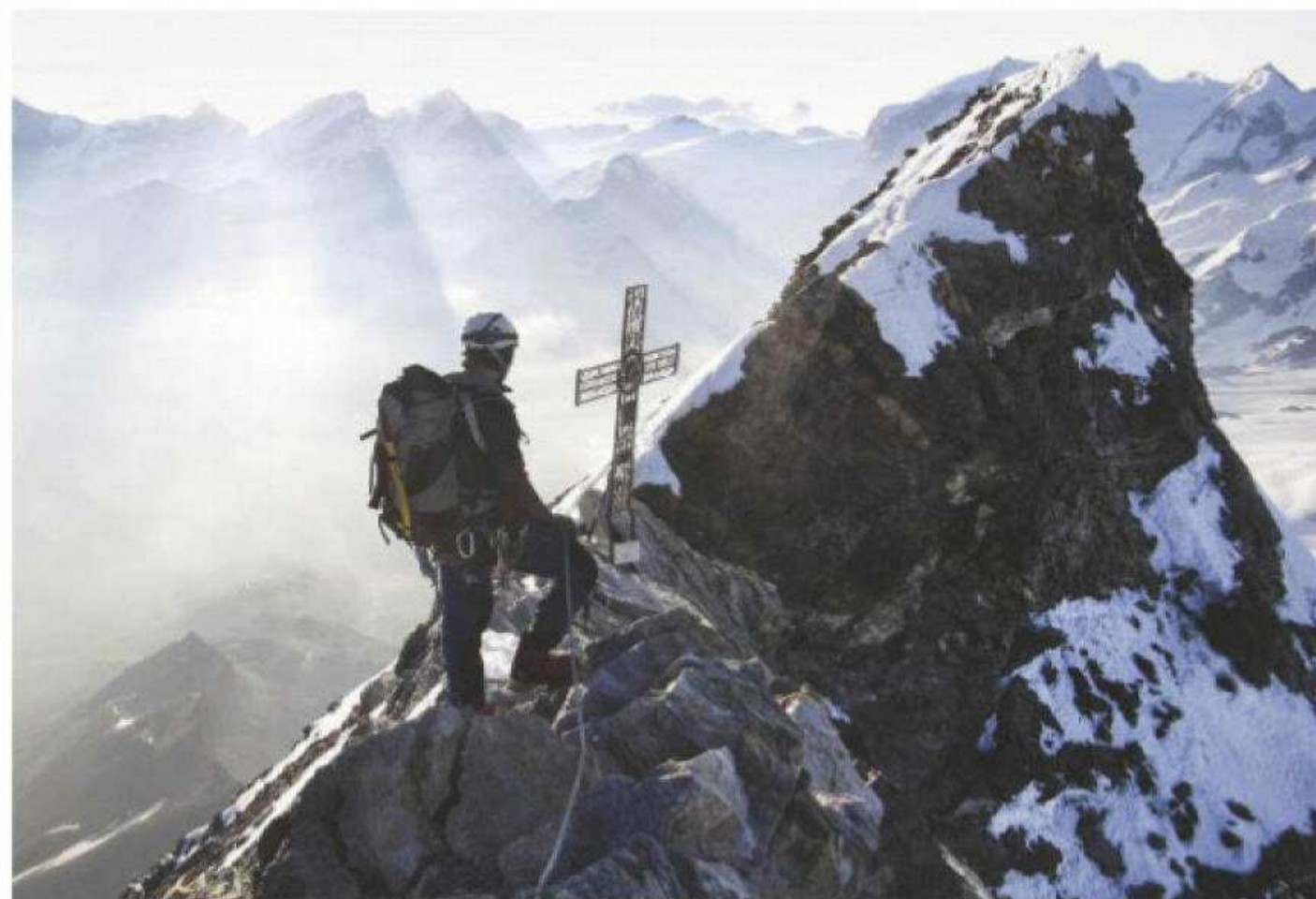
Alles Wissenswerte über die schönsten Flecken der Alpenregion



[42]

Wilde Kerle

Steinböcke, Murmeltiere, Bartgeier und Co. trotzen den Höhen – und stehen vor neuen Herausforderungen



[06]

Gipfelglück

Die Panoramen und Bergspitzen der Alpen sind im wahrsten Sinne atemberaubend. Worin liegt ihr besonderer Reiz?



[112]

Wetterküche

Blitze, Hagel, Schneestürme, Nebel: Kaum irgendwo ist das Wetter so dynamisch wie in den Alpen – und so einflussreich

[94]

Drama am Berg

Die Erstbesteigung des Matterhorns geriet zur Tragödie – und zur Geburtsstunde des Alpinismus



NR. 67

Was die Alpen so phänomenal macht

Erdgeschichte	Wo heute Gipfel thronen, war einst ein Meer. Was geschah dann?	24
Wandel	Die Klimaerwärmung verändert das Hochgebirge auf überraschende Art	32
Wildtiere	Wie geht es den prominentesten Alpenbewohnern?	42
Lawinen	Wodurch Schnee ins Rutschen kommt, ist zuweilen noch rätselhaft	56
Wissen	Eine Horizonterweiterung in sieben Fragen und sieben Antworten	66
Matterhorn	Die tragisch-triumphale Geschichte des ersten Gipfelsturms	94
Wetterküche	Wie Forscher versuchen, Ordnung ins himmlische Chaos zu bringen	112

Wie sich das Gebirge am besten erleben lässt

Hochgefühle	Spektakuläre Landschaften machen die Alpen zum Sehnsuchtsziel	06
Eishöhlen	Welche frostigen Kavernen einen Besuch wert sind	74
Wandern	Wo sind Bergsteiger unterwegs, wenn sie Freunde führen?	84
Alpenpässe	Auf faszinierenden Straßen die Berge erklimmen	104
Schatzsuche	Um Kristalle zu finden, scheuen Abenteurer keinen Aufwand	122
Nationalparks	Die Perlen der Alpen im Überblick	128

Die Welt von GEO 146 Impressum, Bildnachweis 73

Fakten und Daten in diesem Heft sind vom Quality Board für GEOkompakt auf Präzision, Relevanz und Richtigkeit überprüft worden. Kürzungen in Zitaten werden nicht kenntlich gemacht. Redaktionsschluss dieser Ausgabe: 7. Mai 2021. Weitere Informationen zum Thema und Kontakt zur Redaktion: www.geokompakt.de. Titelbild: Basti Heckl



[122]

Finderlohn

Wo gibt der Fels Schätze wie diesen frei? Auf Kristallsuche in eisigen Höhen



[32]

Spezialisten

Was macht der Klimawandel mit Nischenbewohnern wie der Zirbelkiefer?



[74]

Eishöhlen

In unterirdischen Kavernen lassen sich Hunderte Jahre alte Eisformationen bestaunen

Gipfel des Glücks

Text: Rainer Harf und Sebastian Witte

Höchster Genuss

Diese atemberaubend schöne Gebirgslandschaft ist wahrlich Weltklasse

WAS FÜR EIN TRAUM! Was für ein Gefühl von Freiheit und von Demut vor einer umwerfenden Natur! Wohl niemand kann sich dem magischen Bann dieser grandiosen Bergwelt entziehen. Die Alpen, sie sind ein Ort der Superlative: Das mächtigste Hochgebirge im Inneren Europas erstreckt sich über acht Staaten in einem rund 1200 Kilometer langen und bis zu 250 Kilometer breiten Bogen.

Seine spektakulären Gipfel, die (noch) gut 3500 Gletscher, die reichhaltige Tier- und Pflanzenwelt und die zahlreichen kulturellen Highlights locken Jahr für Jahr weit mehr als 100 Millionen Begeisterte an. Ja, so reizvoll sind diese Berge, dass mehr als jede zehnte Gästeübernachtung weltweit in dem Gebirgsraum vor unserer Haustür stattfindet.

Kein Wunder, dass so vielen Menschen das Herz aufgeht, wenn sie am Horizont die Berge sehen: **Die Alpen sind ein spektakulär vielfältiges Gebirge** – und noch dazu bestens erschlossen. Wer hier auf Entdeckungstour geht, findet schroffe Höhen, saftige Täler, eisige Kavernen, kristallklare Seen. Und erlebt Momente purer Daseinsfreude







Die Stille am Wasser

Mal türkisblau, mal smaragdgrün, aber fast immer kalt: Gebirgsseen

WIE EIN SCHIMMERNDER EDELSTEIN ist der Hintersee im Nationalpark Berchtesgaden zwischen Bergwäldern und Felsgipfeln eingebettet. Am frühen Morgen liegt noch ein leichter Dunst über dem Wasser, umso transparenter erscheint der flache Uferbereich. Der Grund für das klare Wasser: Bergseen sind oft sehr nährstoffarm, trüben daher kaum ein. Schätzungsweise 3000 bis 4000 gibt es im gesamten Alpenraum.

Etliche der Gebirgsseen entstanden am Ende der Eiszeit, als sich mächtige Gletscher zurückzogen. Einige gehen auch auf Bergstürze oder Erdrutsche zurück, die einen zuvor vorhandenen Wasserabfluss blockieren. Der Eibsee unterhalb der Zugspitze auf etwa 970 Meter Höhe gilt als Deutschlands höchstgelegener See. Der Matscherjochsee in Italien liegt gar auf 3188 Metern.



Ein Segen auf vier Hufen

Die Alpen sind auch Kulturlandschaft – geprägt von Mensch und Tier

OFT BEDEUTEN DIE EINGRIFFE des Menschen in die Natur nicht viel Gutes – im Gebirge sind sie jedoch vielerorts von Vorteil. Denn erst Mäh- und Viehwirtschaft (hier auf der Krottenalm am Spitzingsee) sorgen etwa dafür, dass Wiesen und Weiden nicht verkräutern und verbuschen. Das Ergebnis: mehr Pflanzenvielfalt und damit mehr Nahrungsangebot für zahllose Schmetterlinge, Käfer, Spinnen, Vögel.

Von über 300 000 Rindern auf den Alpen ist nur jedes sechste eine Milchkuh – die aufwendige Betreuung von Milchvieh schreckt viele Bauern ab. Umso mehr bemühen sich die Alpenländer seit Jahren, die Alm als Kulturgut zu schützen und Bauern gezielt zu unterstützen. Der Auf- und Abtrieb der Tiere ist in Österreich seit 2019 sogar immaterielles Weltkulturerbe.



Durch eisige Tunnel

Auch sommers glitzert das Eis – in zahlreichen Höhlen

SCHNEE UND EIS sind im Gebirge aufgrund der Erwärmung vielerorts auf dem Rückzug. Anders in den über 900 Eishöhlen der Alpen: Weil dort mehr Schmelzwasser eindringt, nimmt die Dicke der teils bizarren Eisformationen in etlichen Kavernen umso stärker zu, je milder das Klima wird. Aus den erstarrten Skulpturen können Forscher wichtige Rückschlüsse auf die klimatische Entwicklung der gesamten Alpenregion ziehen.

Neugierig auf die eisigen Unterwelten sind auch viele Sportler. In der Eishöhle am Pitztaler Gletscher in Tirol etwa können sich Wagemutige im Eisklettern behaupten – oder auf Snowboards durch fantastische Gänge fahren.



Wo das Leben sprießt

Von wegen karg! In puncto Artenvielfalt liegen die Alpen ganz weit vorn

SATTGRÜNE MATTEN SAUMEN den Schrecksee auf gut 1800 Metern hoch über dem Ostrachtal. Hier gedeiht eine Vielzahl von Pflanzen – vom Alpendost bis zur Trollblume. Verglichen mit dem Flachland ändern sich im Gebirge auf kleinem Raum die Lebensbedingungen mitunter dramatisch. Sonnige Almwiesen grenzen an schattige Inseln aus Wald, Bergbäche plätschern durch schroffe Geröllfelder, Schluchten und Spalten durchschneiden Süd- oder Nordhänge – und mit jedem Höhenmeter ändert sich die Temperatur minimal.

Schon auf einer einzigen Alm mit ihren Buckeln und Mulden existieren mitunter etliche sogenannte Mikrohabitate: Winzige Lebensräume, die nur wenige Meter voneinander entfernt liegen und sich doch in ihrem Bewuchs voneinander unterscheiden. Kein Wunder, dass die alpine Welt der Wissenschaft als Paradies der Biodiversität bekannt ist.



Brilliante Aussichten

Das ideale Terrain für sportliche Abenteuer

GESCHAFFT! WELCH EIN HOCHGENUSS! Ein Bergsteiger hat den Gipfel des 4478 Meter hohen Matterhorns erklommen. Der ikonische Berg, den Waghalsige erstmals im Jahre 1865 erfolgreich bestiegen, ist einer von 82 Alpengipfeln mit einer Höhe von über 4000 Metern. Den Höhenrekord mit 4809 Metern hält der Mont Blanc an der Grenze zwischen Frankreich und Italien. Allein an der Besteigung dieses Giganten versuchen sich rund 30 000 Alpinisten – jedes Jahr!

Ob Klettern oder Wandern, Mountainbiken oder Kajaken in wilden Gewässern: Die Alpen sind ein Mekka für Sportler. Mehr als ein Drittel aller Skigebiete der Welt liegen in unserem Zentralgebirge. Und der weltgrößte Bergsport-Verband – der Deutsche Alpenverein – zählt bald 1,4 Millionen Mitglieder.





Im Einklang mit der Natur

Besucher helfen, bäuerliche Traditionen zu bewahren

ALM- UND LANDWIRTSCHAFT prägen seit jeher unser Bild von den Alpen. Bergbauernhöfe wie diese in Innervillgraten (Tirol) haben maßgeblich zur Besiedlung höherer Lagen beigetragen. Heute spielt der Tourismus eine wichtige Rolle für den Erhalt der bäuerlichen Kultur: Je mehr Besucher in eine Region kommen, desto weniger Betriebe werden aufgegeben. Landwirte profitieren etwa vom Verkauf regionaler Produkte oder durch Übernachtungsangebote auf ihren Höfen.

Längst zählen die Alpen zu den wichtigsten Urlaubsregionen der Welt. Um die negativen Effekte des Tourismus – insbesondere auf die Umwelt – zu verringern, arbeiten immer mehr Bergdörfer an nachhaltigen Ferienkonzepten.



Die perfekte Stunde

Beinahe magisch leuchten die Gipfel an den Grenzen des Tages

WENN AM FRÜHEN MORGEN oder späten Abend die Sonne tief am Horizont steht und nur die Spitzen der höchsten Berge trifft (hier das Zinalrothorn in den Walliser Alpen), entsteht jene besondere Lichtstimmung, die als »Alpenglühen« Sehnsüchte weckt. Zugleich ruft sie in Erinnerung, wie sehr die Bedingungen im Gebirge von Licht und Schatten, von Wärme und Kälte geprägt sind. Schon eine einzelne Flanke, die etwas mehr Sonnenstrahlung erreicht als eine andere, kann etwa bestimmten Gewächsen eine Nische bieten, die wenige Meter entfernt keine Chance hätten.

Auch für das atmosphärische Geschehen spielt die Wärmeausbeute eine bedeutsame Rolle: An sonnenbeschienenen Hängen entsteht eine Thermik, die wiederum die Luftströme in größeren Höhen beeinflusst. Und damit die Frage, welche Witterung, welche Stimmung sich am Berg ausbreitet •





Immer wieder spannende Grundlagen des Wissens erhalten

**1 Jahr GEOkompakt für nur 44,–€ lesen oder
verschenken und Wunsch-Prämie sichern!**

**Prämie
zur Wahl!**



GEOkompakt-Bestseller

- Zwei besonders beliebte Ausgaben
- „Das geheime Leben der Pflanzen“
- „Unser Wald“

Ohne Zuzahlung



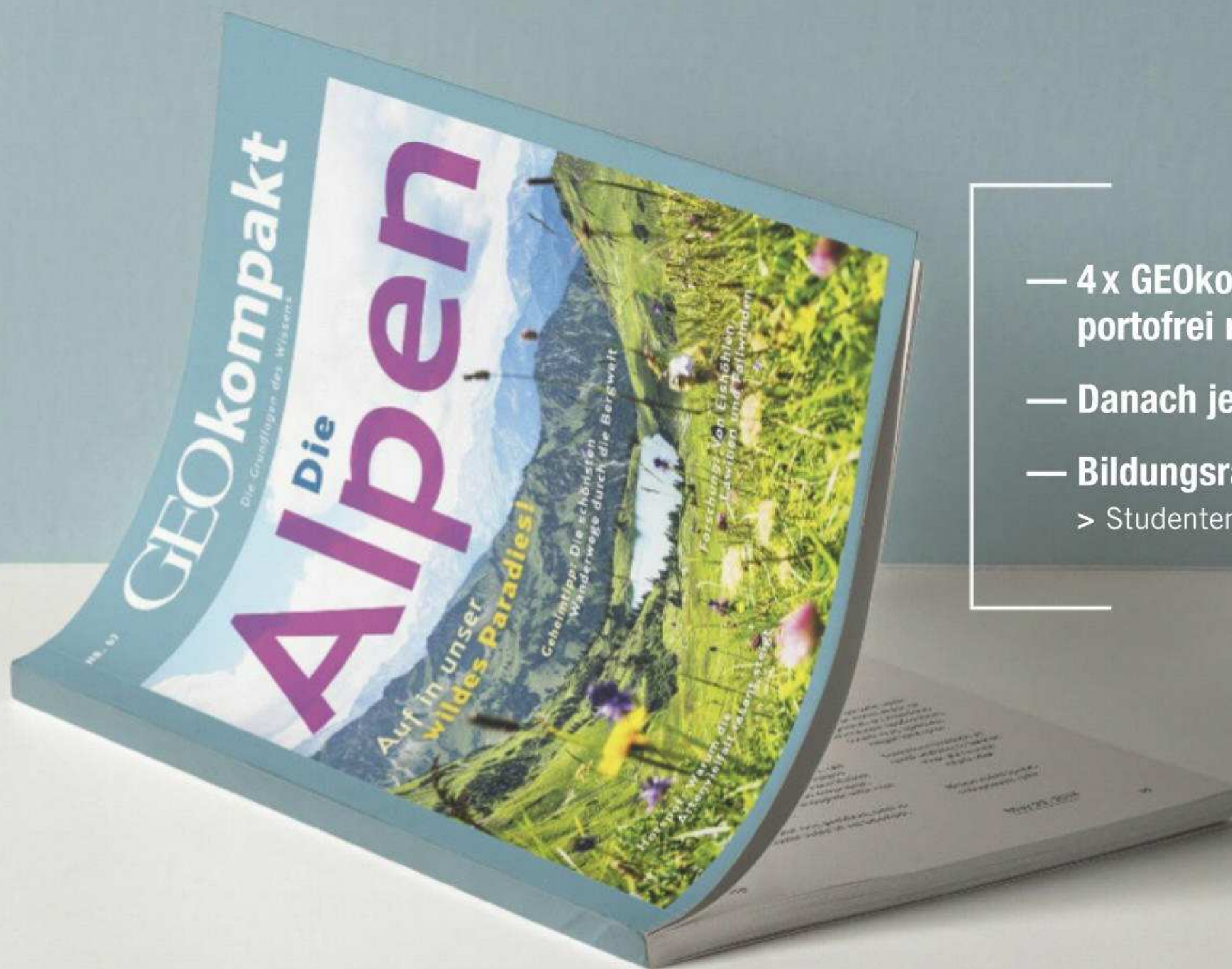
Amazon.de-Gutschein, Wert: 10,– €

- Gutschein für die nächste Online-Shopping-Tour
- Riesige Auswahl, täglich neue Angebote
- Technik, Bücher, DVDs, CDs u. v. m.

Ohne Zuzahlung

Gleich Prämie wählen und bestellen:

4 Ausgaben GEOkompakt für zzt. nur 44,–€ (inkl. MwSt. und Versand) – ggf. zzgl. 1,–€ Zuzahlung. Es besteht ein 14-tägiges Widerrufsrecht. Zahlungsziel: 14 Tage nach Rechnungserhalt. Anbieter des Abonnements ist Gruner + Jahr GmbH. Belieferung, Betreuung und Abrechnung erfolgen durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistenden Unternehmer.



- 4 x GEOkompakt portofrei nach Hause
- Danach jederzeit kündbar
- **Bildungsrabatt**
 > Studenten sparen 40 %



SONY Kopfhörer

- Faltbarer Kopfhörer in attraktivem Design
- Mit dynamischen 30 mm-Treibern
- Gepolsterte Ohrmuscheln für mehr Komfort

Zuzahlung: 1,-€



**GEO SCHÜTZT
DEN REGENWALD e.V.**


GEO-Baumspende

GEO pflanzt für Sie im Rahmen des Projektes „GEO schützt den Regenwald e.V.“ einen Baum in Sunaulo Bazaar/Nepal.
 Mehr dazu unter: www.regenwald.de

Ohne Zuzahlung

www.geo-kompakt.de/abo

+ 49 (0) 40 / 55 55 89 90



So unverrückbar und beständig die Gipfel der Alpen auch erscheinen mögen: Sie sind das Ergebnis eines **Jahrmillionen währenden geologischen Prozesses**, der bis heute anhält. An einigen Felswänden lässt sich die wechselvolle – und unglaubliche – Entstehungsgeschichte des Gebirges nachvollziehen

BLICK IN DIE URZEIT

Zwei grundlegende Prozesse formen Gebirgslandschaften wie hier die Savoyer Alpen in Frankreich: Einerseits heben geologische Kräfte Gesteinsmassive empor. Andererseits trägt die Erosion sie mit unterschiedlichem Tempo wieder ab. Wer die Spuren dieser Vorgänge zu deuten weiß, kann in ihnen die Erdgeschichte lesen

Text: Katharina von Ruschkowski



Die

BUURT

DER
ALPEN



Natürlich liebe auch er die grandiosen Ausblicke, die die Dolomiten ermöglichen. Doch mindestens genauso schätze er die Einblicke, die sie lieferten, sagt Peter Daldos – tief in die Erdvergangenheit.

Und so führt er an einem Frühjahrs-morgen hinab in einen steinernen Spalt, der inmitten der Dolomiten, dem südlichen Alpenzipfel, klafft. Zu allen Seiten: rote, braune, graue, gelbliche Felsschichten, die sich teils Hunderte Meter hoch auftürmen. Manche Lagen wirken wie aus Beton gegossen, andere haben eine blätterteigähnliche Struktur. Und dort, wo der Bletterbach in schäumenden Kaskaden zu Tal stürzt, jenes Flüsschen, das die Schlucht erschuf und ihr den Namen gab, glänzt das Gestein wie Speck.

Peter Daldos, Leiter des Geologischen Parks, der rund um den Canyon entstanden ist, sieht aber noch viel mehr: nicht allein die Landschaft, wie sie heute ist, sondern auch jene, die sich hier vor Hunderten von Millionen Jahren einmal ausgebreitet hat. Jede Gesteinsschicht, so unterschiedlich in Farbe, Form und Beschaffenheit, offenbart versunkene Phasen der Erdgeschichte.

Die rötlichen, riesenhaften Steine am Sockel der Schlucht etwa: „erstarrte Lava, Hinweise auf heftige Vulkanausbrüche, die die Landschaft einst prägten“, erklärt Daldos.

Später müssen Flüsse die gesamte Region geflutet haben, auch Meere entstanden und verschwanden. Was sie an Sediment hinterließen, lagerte sich Lage für Lage für Lage auf dem Vulkangestein ab. „Es ist das Material, aus dem sich später die Alpen formten“, so Daldos.

Es fällt anfangs schwer, ihm zu folgen: Für Nicht-Geologen, gewohnt, in Stunden, Tagen und Wochen zu denken, sprengt der Takt der Jahrmillionen, in denen sich die Erde veränderte, alle Vorstellungskraft.

Überhaupt: Wie kann ein Gebirge, das ewig und unverrückbar erscheint, einmal etwas ganz anderes gewesen sein?

Es gibt, zum Glück, in den Alpen einige Orte, an denen die gewaltigen Ausmaße der Erdgeschichte begreifbar werden. Die Bletterbachschlucht, in der Südtiroler Gemeinde Aldein gelegen, ist einer davon. Denn hier begann der Bach vor rund 18 000 Jahren, eine Schneise in den Untergrund zu fräsen, eine bis zu 400 Meter tiefe Schlucht – durch etliche Schichten und Erdzeitalter hindurch. Wer in den Spalt absteigt, taucht damit zugleich ein in die Geschichte unseres Planeten. Und: in die bewegende Biografie der Alpen.

„Los geht's also“, ermuntert Daldos am Startpunkt, dem Besucherzentrum des „Geoparc“ – und bringt per Mausklick

die Bilder in Bewegung. Der acht Kilometer lange Canyon ist geschlossen dieser Tage, zu groß ist im Winterhalbjahr die Gefahr von Felsstürzen. Doch man kann die Schlucht jederzeit auf einer virtuellen Tour erkunden, kann sie mittels Videos und 360-Grad-Animationen durchmessen, oft direkt am glucksenden Bletterbach entlang. Es ist gewiss kein gleichwertiger Ersatz für eine wahrhaftige Wanderung. Und dennoch eindrucksvoll, schon gleich am Beginn.

Nur ein paar Hundert Meter hinter dem Eingang verengt sich der Himmel zu einem schmalen blauen Band. Nah und immer näher rücken die Felswände einander. Bald ist da das Gefühl, durch eine steinerne Halle zu schreiten.

Die Felsen am Grund, scheinbar geschnitten und gestapelt wie gewaltige Bruchsteine, seien bereits vor mehr als 280 Millionen Jahren entstanden, erklärt Daldos, im Zeitalter des Perm, als das Alpengebiet noch im Zentrum eines wüstentrockenen Superkontinents lag, über den monströse Echsen mit Riesensegeln auf ihren Rücken hinweghuschten. Und allüberall brodelten Vulkane, ergossen ihre Lava über die Ebenen – und ließen eine unwirkliche, leere Landschaft zurück. „Eine andere Welt“, sagt Daldos.

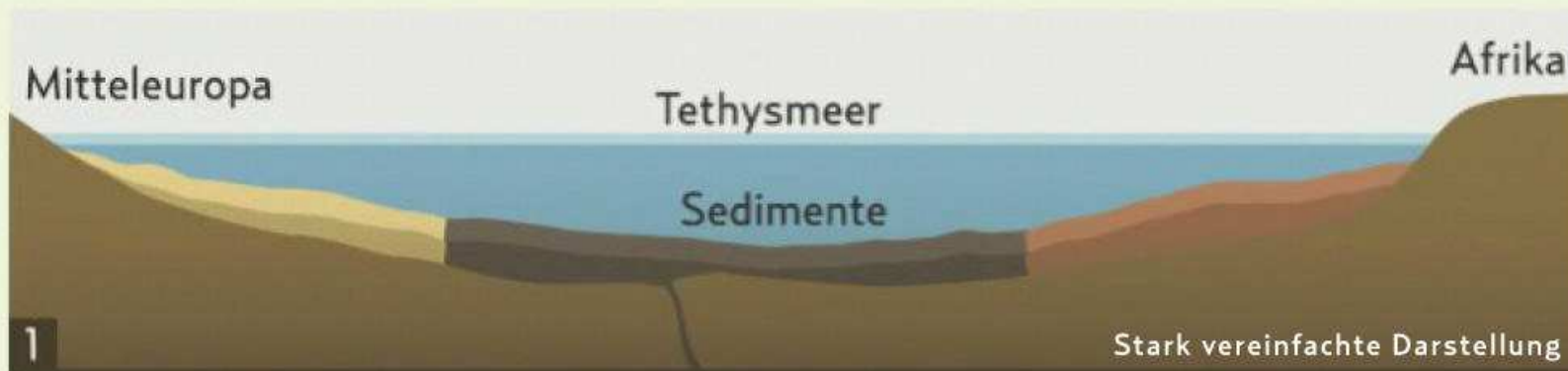
Auch hier nun: Kaum dass Daldos eine kleine Rechtsbiegung erreicht, durch die Licht und Wasser in das schmale Eingangsportal der Schlucht strömt, ändert sich die Landschaft vollkommen, wird weiter, lichter. Der Canyon ist von brüchigerem Gestein eingefasst: Zeugnisse eines anderen Erdzeitalters.

Denn nach den Vulkanen prägten träge Flüsse das Land, an deren Ufern erste Pflanzen siedelten, später Tiere. Vor allem aber transportierten sie Sand und

In den heutigen **Südalpen**
errichteten **Korallen**
einst gewaltige **Riffe**

Aufstieg aus dem Meer

Gewaltige geologische Kräfte ließen die Alpen entstehen



VOR 200 MILLIONEN JAHREN: Wo heute die Alpen sind, dehnt sich im Zeitalter des Jura unter anderem das Tethysmeer zwischen afrikanischer und euro-päischer Kontinentalplatte aus. Auf dem Grund des Ozeans lagern sich Sedimente ab – aus Schlamm, Schotter und Skelettresten von Meerestieren



100 MILLIONEN JAHRE SPÄTER schiebt sich die afrikanische Scholle gen Norden und presst dabei die Sedimentschichten zu wellenförmigen Gebilden zusammen. Druck und Hitze lassen das Gestein härten. Aus dem Wasser ragen nur die Rücken der Faltenwürfe, kaum höher als Mittelgebirge



DAS MEER SCHWINDET, der Druck aus dem Süden nicht: Vor 20 Millionen Jahren lagern sich Schichten wie Dachziegel aufeinander. Von der Basis drängen Gesteinsmassen nach oben (Pfeil). Das Bauwerk gerät zudem ins Mahlwerk der Erosion – sie lässt komplexe Strukturen entstehen



HEUTE presst die afrikanische Platte noch immer gegen Europa, schiebt die Alpen weiter in den Himmel. Doch Verwitterung und Erosion arbeiten unvermindert am Niedergang des in Nord-Süd-Richtung 250 Kilometer breiten Gesteinsbollwerks. Die Folge: Es gewinnt nur noch wenig an Höhe

Schutt herbei, die sich auf dem Boden absetzen, die mit der Zeit zu Sandstein gepresst wurden – jenem brüchigen Material. Die Wanderung geht weiter: Je tiefer Daldos nun in den Canyon vordringt, desto höher werden die Wände, desto bunter: Indizien einer Umwelt, die sich ständig verändert haben muss. Flüsse kamen und verdunsteten in enormer Hitze: So blieben die hellen Gipsschichten zurück, die sich nun entdecken lassen.

Die hellbraunen sandsteinähnlichen Schichten hingegen: verdorrter Schlamm. Ein Hinweis auf eine Jahrzehntausende währende trockene Klimaphase – von der letztlich ein paar Zentimeter dickes Gestein übrig geblieben sind.

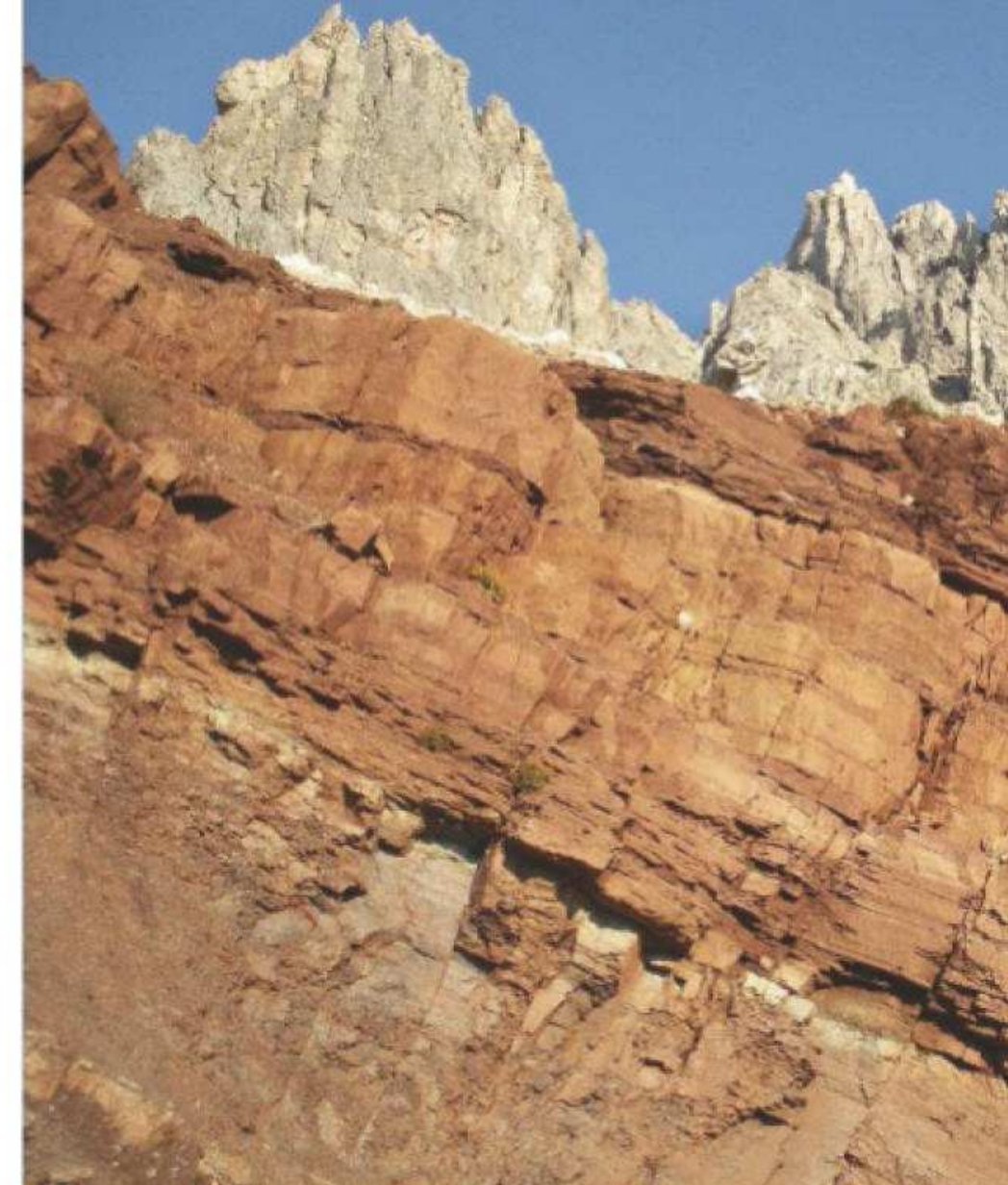
Und dort, die millimeterdünnen dunklen Filme: versteinerte Holzkohle, die von immensen Waldbränden berichtet.

Peter Daldos nennt die Schlucht darum auch „ein Geschichtsbuch aus Gestein“ – und weist dann auf ein bedeutendes Kapitel. Er lotst den Blick auf den Gipfel des Weißhorns, der den Canyon wie ein Wächter überragt. Die Gebirgsspitze und auch die Schichten darunter: auffallend hell. „Es sind die Überreste von Kalkalgen, die einst ein warmes, flaches Meer bewohnten. Wer auf die Gipfel steigt, marschiert also auf uraltem Meeresgrund“, deutet er.

Erneut versagt, zunächst, die Vorstellungskraft: Wie und warum wird aus Meeresboden ein Berg? Oder anders gefragt: Was ließ einst die Alpen erwachsen?

Als Adrian Pfiffner in den 1960er Jahren begann, Geologie zu studieren, hörte er noch von alten Theorien: Sogenannte Kontraktionskräfte modellierten die Erdoberfläche. „Man ging davon aus, dass die Erde – dieser einstige Feuerball – langsam abkühlte, dabei schrumpfte und Falten warf wie ein schrumpeliger Apfel. Und das waren dann die Gebirge“, so Pfiffner.

Während eines Studienaufenthalts in Kanada befasste er sich erstmals intensiv mit der Theorie der Plattentektonik. Danach bewirken gewaltige Umwälzungen innerhalb des glühend heißen Erdmantels, dass die Erdplatten mit den Kontinenten und Ozeanböden obenauf in Bewegung geraten. Dass sie bersten, aneinanderrempeln, sich aufschieben – und so das Antlitz der Welt fortwährend verändern. Pfiffner begann, diese Theorie an



Einem Krater gleich öffnet sich die Bletterbachschlucht am Weißhorn in den Dolomiten. Aufgrund ihrer vielfältigen Gesteinsformationen gewährt sie einen über 280 Millionen Jahre weiten Blick in die Erdgeschichte

den Alpen nachzuvollziehen. Heute kennt sich kaum jemand besser aus mit ihrer Geschichte, „an deren Anfang zunächst einmal ihr Untergang stand“, so Pfiffner.

Vor rund 200 Millionen Jahren nämlich habe monströses Brodeln und Wälzen im Untergrund den Superkontinent Pangäa reißen und schließlich bersten lassen. „Die europäische und die adriatische Platte, auf der etwa Italien liegt, drifteten fortan auseinander. Und mitten dazwischen öffneten sich mächtige Ozeane – unter anderem das urzeitliche Tethysmeer“, erklärt der Geologe.

Fast ganz Europa bedeckte die warme Thetys, in der Fische und Schwämme und Massen an Ammoniten trudelten, ausgestorbene Verwandte der Kopffüßer. Kalkalgen, Schwämme und Korallen er-

richteten vor allem in den heutigen Südalpen, wo auch die Bletterbachschlucht klafft, gewaltige Riffe. Bald schon wurden diese – jedenfalls im Zeitmaß der Geologie – trockengelegt. Denn vor rund 100 Millionen Jahren veränderten die Turbulenzen im Erdinneren die Drift der Platten erneut. Mit dramatischen Folgen.



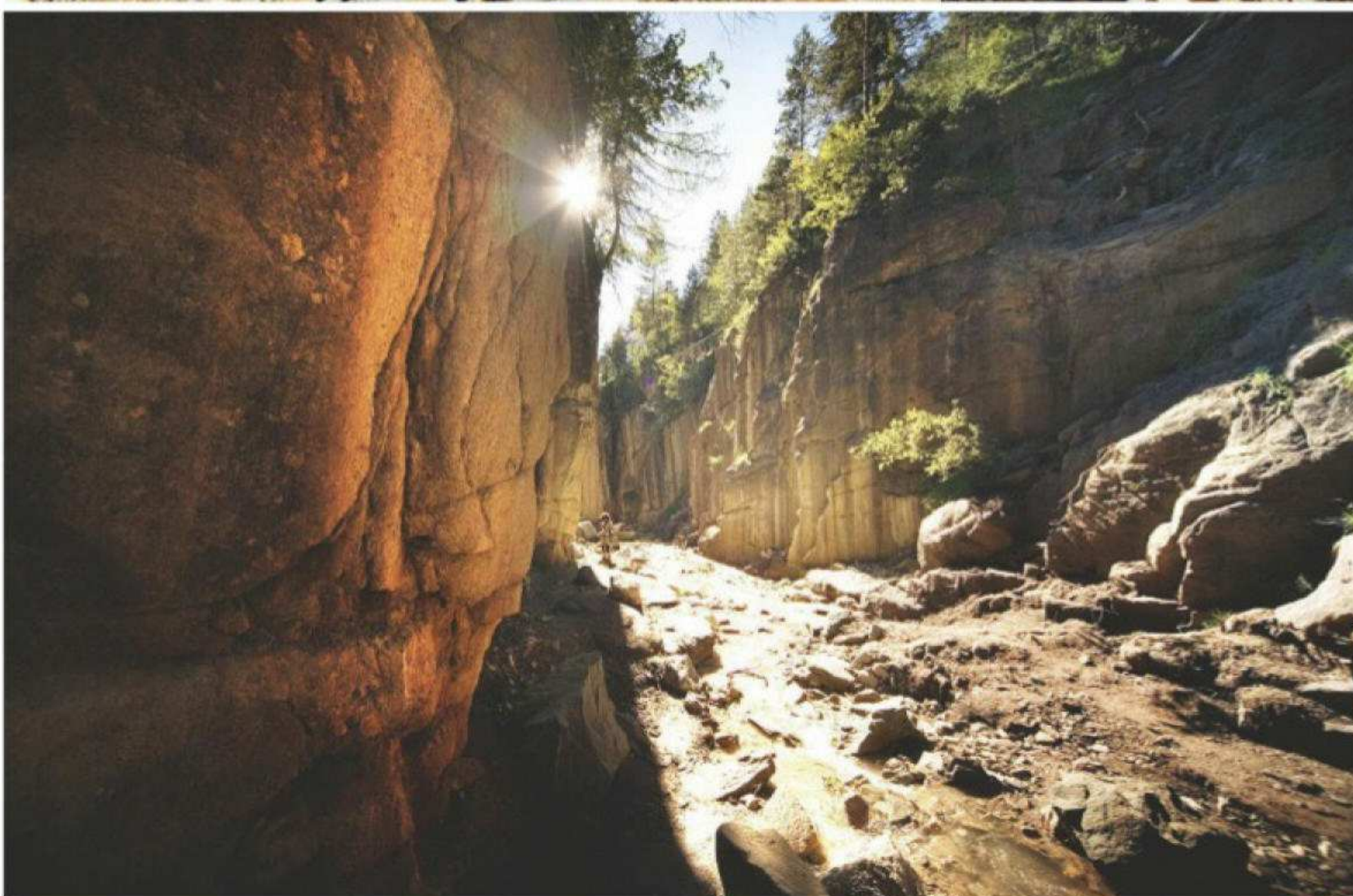
Unaufhaltsam steuerte nun die adriatische Platte Richtung Norden, auf die europäische zu. Und Tethys, dieser einst 1000 Kilometer breite, bananenförmige Meeresarm zwischen den Platten, wurde zusammengepresst. Kräfte aus dem Erdinneren drückten den Meeresgrund mit all seinen Schichten aus Sand-, Ton- und Vulkan-



gestein und abgelagertem Riff- und Lagunenkalk in- und übereinander. Sie quetschten und knautschten sie auf ein Drittel ihrer ursprünglichen Ausdehnung.

Leichteres Erdkrustenmaterial wurde dabei tief in den Erdmantel gedrängt, drückte jedoch bald – „wie ein Luftballon im Wasser“, so Pfiffner – wieder nach oben. Vor allem dieser Mechanismus stemmte schließlich vor spätestens 30 Millionen Jahren den Alpenbogen – der seine Form Tethys verdankt – allmählich in die Höhe. „Wenn man so möchte, ist das Gebirge damit nichts anderes als die Knautschzone eines immensen geologischen Crashes, der allerdings in Megazeitlupe stattfand“, so

Das Gebirge ist die **Folge**
eines **heftigen**
geologischen **Crashs**



Marine Fossilien wie archaische Kopffüßer deuten auf den Ursprung etlicher verschiedenfarbiger Gesteinslagen der Schlucht hin: Einst bildeten sie sich am Grunde eines urzeitliches Meeres. Seit einigen Tausend Jahren schürft sich der Bletterbach durch die emporgehobenen Schichten – und legt sie somit frei w

Pfiffner. Die Erdplatten bewegen sich schließlich ähnlich langsam, wie unsere Fingernägel wachsen.

Und genau wie bei einem Auffahrunfall sei es bisweilen verblüffend, wie sich Trümmerteile ineinander verhaken, wo sie landeten. Beispiel: Während die obere Pyramide des Matterhorns aus Granit der adriatischen Platte besteht, der auf Vulkangestein des Tethysozeans liegt, bilden nur ein paar Hundert Meter Luftlinie entfernt Bruchstücke der europäischen Platte die Gebirgsspitzen.

In den Schweizer Alpen, zwischen den Kantonen Sankt Gallen und Graubünden, scheint die Bergwelt gar kopfzustecken. Dort überlagert 300 Millionen Jahre altes Vulkan- und Sedimentgestein blutjungen Flysch, vor 35 bis 50 Millionen Jahren aus angespülten Quarz- und Tonpartikeln entstanden. Deutlich – wie von einer magischen Linie getrennt – hebt sich das alte, dunklere von dem hellen, jüngeren Gestein ab.

Rund um die Bletterbachschlucht hingegen ein anderes Bild: Hier lagern

die Gesteinsschichten noch weitgehend in ihrer ursprünglichen Anordnung. „Der Meeresboden, der heute die Dolomiten bildet, lag etwas hinter der Alpenknautschzone und wurde darum kaum gefaltet, sondern wie ein Block aus dem Meer gehoben“, erläutert Peter Daldos.

Auf seiner virtuellen Tour ist er mittlerweile knapp unterhalb des Weißhorns angelangt. Von hier aus geht der Blick in die Ferne, auf Berge wie Schlern, Latemar, den Rosengarten, die allesamt ihre Vergangenheit als Korallenriff kaum verbergen können: hellgraues, sprödes Gestein mit Myriaden von Muschel- oder Ammonitenabdrücken darauf. Seitlich fallen die Gipfel oft steil ab, bis zu 800 Meter in die

Von Marmor, Granit und Schieferton

Was Gesteine über die Erdgeschichte verraten

„Steine erzählen Geschichten“, sagt der Schweizer Geologe Adrian Pfiffner. „Durch Farbe, Form und Zusammensetzung geben sie ihre eigene Herkunft preis – und das Werden ihrer Umgebung.“

So vielfältig wie die Erdoberfläche ist darum auch das Gestein, aus dem sie aufgebaut ist. Grundsätzlich unterscheidet man jedoch drei Hauptgruppen von Gestein – je nach ihrer Entstehung.

SEDIMENTGESTEINE (Ablagerungsgesteine): Sie entstehen vor allem aus verwittertem, also durch Frost, Regen oder Sonne zerlegtem Material, das davongetragen und an geeigneter Stelle Schicht für Schicht abgelagert wird – etwa auf dem Meeresgrund. Unter der Last immer neuer Ablagerungen werden die unteren Schichten verdichtet.

Durch geringere Druck- und Temperatureinwirkungen sind Sedimentgesteine meist weicher und poröser als andere Gesteinsarten. Im Sediment haben sich auch darum viele Fossilien über die Zeit erhalten. Sedimentgesteine lassen sich – je nach Herkunft der Sedimente – noch einmal unterteilen, etwa in:

Sandstein – wird durch die Ablagerungen feiner Sande aufgebaut; kann durch Beimengungen anderer Stoffe wie Eisenoxid in reicher Farbenvielfalt auftreten;

Kalkstein – bildet sich aus den kalkhaltigen Schalen oder Gehäusen mariner Tiere, die auf den Meeresgrund absinken;

Schieferton – entsteht etwa, wenn sich Schlamm und Schlick Lage für Lage in Schwemmlandschaften und alten Flusstälern auftürmen und ineinander pressen.



Sandstein



Kalkstein



Schieferton

MAGMATISCHE GESTEINE (Erstarrungsgesteine): Sie bilden sich, wenn glutflüssiges Magma aus dem Erdmantel aufsteigt – und beim Abkühlen erstarrt. Vollzieht sich dieser Vorgang tief im Inneren der Erde, sprechen Geologen von Tiefengestein: Plutonit. Dringt der Gesteinsbrei an die Erdoberfläche, ist von Vulkanit die Rede. Letzteres verwittert sogleich nach seiner Bildung; Plutonit erst, wenn darüber liegende Schichten durch Erosion oder Umwälzungen im Erdinneren abgetragen wurden. Im Detail:

Bimsstein – helles, sehr poröses Gestein, das an der Erdoberfläche durch die rasche Abkühlung einer sehr zähflüssigen, durch Gase aufgeschäumten Lava entstand. Hohlräume deuten oft noch die Fließrichtung der Lava an;

Basalt – kühlte an der Erdoberfläche rasch ab – und bildete dabei oft typische Basaltsäulen mit sechseckigem Querschnitt;

Granit – typisches Tiefengestein. Härtete langsam in einer verborgenen Magmakammer aus; erhielt dadurch seine grobkörnige Struktur.



Bimsstein



Basalt



Granit

METAMORPHE GESTEINE (Umwandlungsgesteine): Sie entstehen tief im Erdinneren unter hohen Temperaturen und Drücken. Die können dafür sorgen, dass Bestandteile des Gesteins miteinander reagieren und sich in Neues verwandeln. Hoher Druck entsteht oft bei der Kollision von Erdplatten, was letztlich zur Hebung der Alpen führte. Im Einzelnen: **Marmor** – geht unter anderem aus Kalk hervor, ist aber viel härter als das Ausgangsmaterial. „Marmorierungen“ entstehen durch beigemengte Mineralien;

Gneis – kann durch Aufschmelzung und Neukristallisation von Sedimentgesteinen und magmatischen Gesteinen entstehen;

Tonschiefer – gepresster Ton. Hat anders als Schieferton unter Druck und Hitze seine Quellfähigkeit verloren – und ist dadurch sehr hart.



Marmor



Gneis



Tonschiefer

Druck aus der Tiefe lässt das Gebirge weiter wachsen

Tiefe. Es sind gewaltige Strukturen – und doch nur noch Ruinen einstiger Größe.

Denn parallel zum Gebirgswachstum setzte die Erosion ein – und sorgte dafür, dass die kilometerdicken Erdplatten, die dort zusammenkrachten, nicht in den Himmel wuchsen. Regen nagte am Gestein, spülte kontinuierlich kleine Partikel talwärts, sammelte sich zu Flüssen, die Kerben in den Fels schliffen. Auch Gletscher schürften die Bergflanken ab und verliehen ihnen so ihr imposantes Relief.

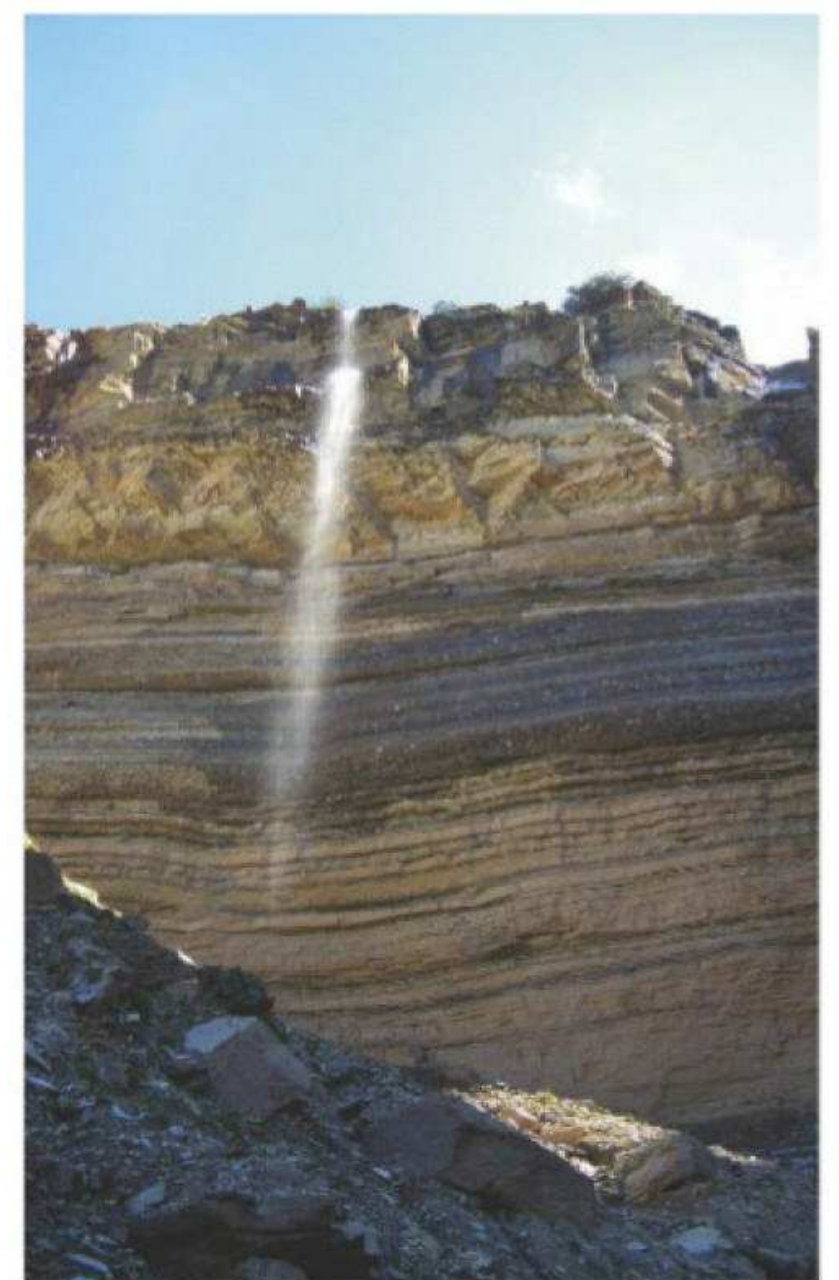
Und all diese Prozesse, die die Alpen über die Jahrtausende hinweg formten, halten bis heute an. Kurzum: Der Crash nimmt kein Ende.

Durch den Druck der adriatischen Platte und das Aufströmen der versenkten, leichten Krustenteile wächst das Gebirge noch immer in die Höhe – stellenweise um bis zu 1,5 Millimeter pro Jahr. Macht 1500 Meter in einer Million Jahren!



Aber noch ein Grund treibt die Alpen in die Höhe: Denn hier, so ermittelten Geologen, ruhten einst die mächtigsten Gletscher, die seit Jahrtausenden zusehends schwanden. Von der kühlen Last befreit, hebt sich das Gebirge dort nun wie ein entladenes Schiff.

In den Südalpen, den Dolomiten, neutralisiert die Erosion das Höhen-



Lage um Lage haben sich Sedimente abgesetzt und zu Stein verdichtet

wachstum. Doch die monströsen Kräfte im Untergrund schieben das Gebirge weiterhin auch nordwärts, jährlich um fast einen Zentimeter.

„Wenn das so weitergeht“, hat Daldos kalkuliert, „werden die Dolomiten in 20 Millionen Jahren dort stehen, wo heute München ist.“

Ob es die Bletterbachschlucht dann noch gibt? Daldos zuckt mit den Schultern. Sogar die gesamte Menschheitsgeschichte könnte dann, vielleicht, schon Vergangenheit sein. „Eine Episode, von der dünne Lagen Sediment und Abdrücke im Gestein erzählen.“ •

Ein Paradies

wan

Oberhalb des Schweizer Ortes Sur erstreckt sich auf knapp 2000 Meter Höhe ein weitläufiges Plateau von beinahe unwirklicher Pracht. Hunderte verschiedene Blütenpflanzen haben Botaniker hier auf der Alp Flix nachgewiesen

Ausgerechnet die schroffen Höhen sind Hotspots der Biodiversität: Zahllose Pflanzen und Tiere finden an Geröllhängen, auf Almwiesen und in Bergwäldern eine **Nische zum Leben**. Der Klimawandel könnte diese Vielfalt sogar noch erhöhen – zumindest kurzfristig

im

de

Interview: Katharina von Ruschkowski

GEOkompakt: Herr Seibold, haben Sie einen Lieblingsort in den Alpen?

Sebastian Seibold: Wenn ich mich für einen entscheiden muss, dann ist es sicher das Wimbachtal oberhalb von Ramsau, bei Berchtesgaden. Ein spektakulärer Ort.

Lassen Sie uns mal in Gedanken dahin reisen ...

Am Eingang die Klamm: Wasser hat sich hier tief ins Gestein gefressen. Durchschreitet man die rund 200 Meter lange Schlucht über Brücken und Stege, tost und spritzt und tropft es von allen Seiten. Gleich dahinter weitet sich die Schlucht zum Tal. Inmitten ein Geröllstrom, aus dem der Wimbach hervorsickert. Beidseits strebt Wald aus Laub- und Nadelbäumen die gewaltigen Gebirgsflanken hinauf – rechts zum Hochkalter, links zum Watzmann. Im Talchluss findet sich schließlich das einzigartige Wimbachgries, eine dynamische Naturlandschaft aus beweglichem Geröll, Latschen und kargen Wiesen. Ich habe zuvor lange im Bayerischen Wald gearbeitet, ebenfalls eine spektakuläre Landschaft – wenn man ins Detail geht, wenn man ein Auge für die wunderbaren Pilze, seltenen Käfer und Bäume dort hat. Die Alpen bieten offensichtlich jedem etwas. Im Wimbachtal ballt sich auf wenigen Ki-

lometern ihre landschaftliche Vielfalt.

Was haben wir den Alpen zu verdanken, außer diesem wunderbaren Natur- und Erholungsraum?

Enorm viel. Wäre der Alpenbogen nicht dort, wo er heute ist, Mitteleuropa sähe anders aus. Das Gebirge bildet eine wichtige Klimascheide, es riegelt den klimatisch rauerer Norden vom mediterranen Süden ab. Die Alpen sind Wettermacher und Trinkwasserreservoir für Mitteleuropa. Nicht zuletzt verdanken wir ihnen eine gewaltige Artenvielfalt. Die Alpen, die kaum zwei Prozent der Landfläche Europas ausmachen, bergen einen Gutteil aller Pflanzenarten, die wir auf dem Kontinent kennen. Dazu Zehntausende Tierarten, vor allem Insekten.

Weshalb ist die Artenvielfalt ausgerechnet im Gebirge so groß?

Verschiedenste Vegetationszonen verteilen sich im Flachland über Tausende von Quadratkilometern. Im Gebirge türmen sie sich gewissermaßen auf kleinstem Raum auf – von den mediterranen Hartholzwäldern bis hin zu vergletscherten Bereichen. Man braucht darum nur ein paar Hundert Höhenmeter hinauf oder hinabsteigen, schon sieht die Tier- und Pflanzenwelt ganz anders aus. Hinzu kommt: Gebirgsökosysteme funktionieren fast wie Inseln.

Wie meinen Sie das?

In isolierten Gebirgsmassiven oder auf entlegenen Gipfelstöcken entwickeln sich fortlaufend neue endemische Arten, die nur dort beheimatet sind. Der Zitronenzeisig zum Beispiel ist allein in den Alpen und Pyrenäen zu Hause. Die bernsteingelbe Spinne *Mughiphantes variabilis* hat ein winziges Verbreitungsgebiet in den Ostalpen. Auch einige Laufkäferarten wie *Carabus fabricii* sind exklusive Alpenbewohner. Was sich im Größeren abspielt, lässt sich auch aufs Kleine herunterbrechen. Schon an einem einzelnen Hang mit all seinen sonnenbeschienenen Kup-



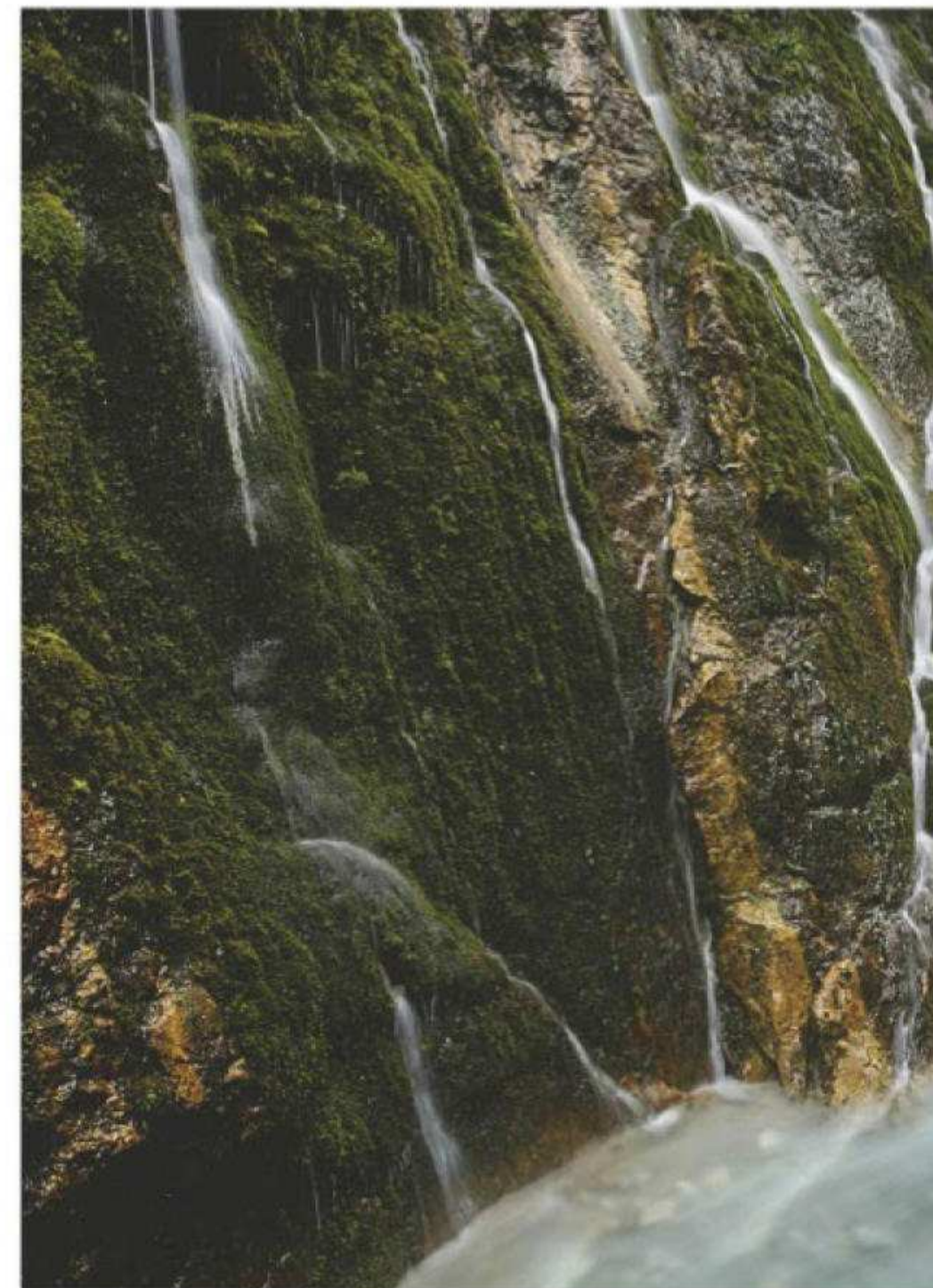
Dr. Sebastian Seibold forscht am Lehrstuhl für Ökosystemdynamik der TU München und betreut ein Langzeit-Monitoring-Projekt zur Biodiversität in den Alpen.

pen und verschatteten Mulden können Mikrohabitate entstehen: Kleinstlebensräume, in denen sich die Temperaturen und mit ihnen Bewuchs und Bewohner vollkommen unterscheiden – obwohl sie nur wenige Meter auseinanderliegen.

Der Lebensraum der Alpenbewohner verändert sich derweil dramatisch: Vegetationszonen verschieben sich nach oben – weil es immer wärmer wird.

In den Alpen sind die Temperaturen seit Ende des 19. Jahrhunderts im Mittel um zwei Grad Celsius gestiegen, beinahe doppelt so viel wie im globalen Durchschnitt. Warum schreitet der Klimawandel im Gebirge schneller voran als im Flachland?

Ein Hang bietet der Sonne eine große Angriffsfläche auf kleinem Raum. Ähnlich wie ein Dachgeschoss erwärmen sich darum auch die oberen Flächen der



»Schon ein paar
Meter weiter
kann der
Bewuchs
ein völlig
anderer
sein«



Während im Flachland viele Nadelbäume steigenden Temperaturen ausgeliefert sind, können sie im Gebirge wie hier im Wimbachtal bei Berchtesgaden prinzipiell in höhere Lagen ausweichen



Dort, wo sich Wasser durch den Fels schürft, entstehen Mikrohabitate für seltene Pflanzen wie spezielle Moose oder Farne, die Halt am dauerfeuchten Stein finden (Wimbachklamm)

Alpen besonders stark. Wichtig zu betonen ist allerdings: Zwei Grad gilt für die Alpen als Ganzes, aber nicht für jeden einzelnen Lebensraum. Da stellen wir teils gewaltige Unterschiede fest. Auf dem Watzmann etwa, dem zentralen Gipfel der Berchtesgadener Alpen, ist die Temperatur seit 1900 im Jahresmittel nur um ein Grad Celsius gestiegen. Am Blau-eisgletscher dagegen, dessen Zunge am Nordhang des benachbarten Hochkaltermassivs liegt, sind die Temperaturen über die vergangenen 120 Jahre um 3,7 Grad Celsius angestiegen. Allgemeine Klimadaten spiegeln darum oft nicht die tatsächlichen Bedingungen im Gebirge mit seinen kleinteiligen Strukturen wider.

Wo und wie zeigen sich bereits die Folgen der Erwärmung?

Am deutlichsten sicher an den Gletschern: Bis 2050, so haben Schweizer Forscher ermittelt, wird die Hälfte aller Alpengletscher geschmolzen sein; der Blau-eisgletscher oder vielmehr: die paar Eisfelder, die noch von ihm geblieben sind, könnten schon in kurzer Zeit verschwinden. Im weiterhin regenreichen Bayern ist das keine existenzielle Bedrohung für den Lebensraum – die Gletscher sind hier keine bedeutsamen Wasserspeicher. Auch die Vielfalt der Arten im Nationalpark hängt nicht unmittelbar vom Blau-eisgletscher ab.

Und trotzdem verlieren die Menschen hier etwas mit dem Gletscher: einen seit Generationen vertrauten Anblick, einen touristischen Anziehungspunkt. Denn Berge ohne Gletscher sind eben nichts Besonderes mehr.

Was verändert sich unterhalb der vergletscherten Gipfelregion?



Vieles ist in Bewegung – wobei momentan nicht jede Veränderung einen negativen Effekt hat. Manche Säugetiere etwa profitieren womöglich von milden Temperaturen: Gämsen bringen in wärmeren, schneearmen Wintern mehr Jungtiere durch. Insekten wie der berühmte Buchdrucker überstehen mittlerweile in größerer Höhe den Winter, wo bisher Frost ihr Vorkommen limitierte. Aus Sicht des Naturschutzes ist das weitgehend positiv, für die Waldbauern aber natürlich negativ.

Wegen des zeitigeren Frühlings treiben die bayerischen Bauern ihr Vieh heute zwei bis drei Wochen früher als noch vor hundert Jahren auf die Almen. Auf den Almen finden wir zudem längst Arten, die aus den wärmer gewordenen Tälern hinaufgewandert sind; bestimmte Hummeln oder der Nachtigall-Grashüpfer, die vor zwanzig Jahren allenfalls in den Tieflagen des Nationalparks umherflogen und -hüpften, sind mittlerweile in relativ großen Höhen zu finden.

Tiere treten also die Flucht nach oben an, wo es kühler ist als in ihren angestammten Gebieten?

Für viele Tiergruppen fehlen noch verlässliche Langzeitdaten; bei Vögeln und Insekten aber lässt sich dieser Trend tatsächlich ausmachen, umso deutlicher, je länger wir hinschauen.

Und was machen jene Arten, die nicht weiter hinauf können – weil sie schon

Etliche Spezialisten (hier ein Steinbrech) vermögen noch die kleinste Spalte zu besetzen. Der Vorteil: Konkurrenz ist an diesem Ort rar

Kaum ein anderer Baum wagt sich so weit hinauf wie die Zirbelkiefer. Sie trotz eisigen Temperaturen und bildet erst nach Jahrzehnten die ersten Zapfen



Jeder Berg lässt sich in voneinander abgrenzbare Höhenstufen einteilen, in denen jeweils ganz bestimmte Gewächse gedeihen

Schneestufe (2500–4000 Meter)

Zum Teil liegt ganzjährig Schnee. Nur raffinierte Spezialisten sowie Moose und Flechten können hier bestehen

Alpine Stufe (2000–2500 Meter)

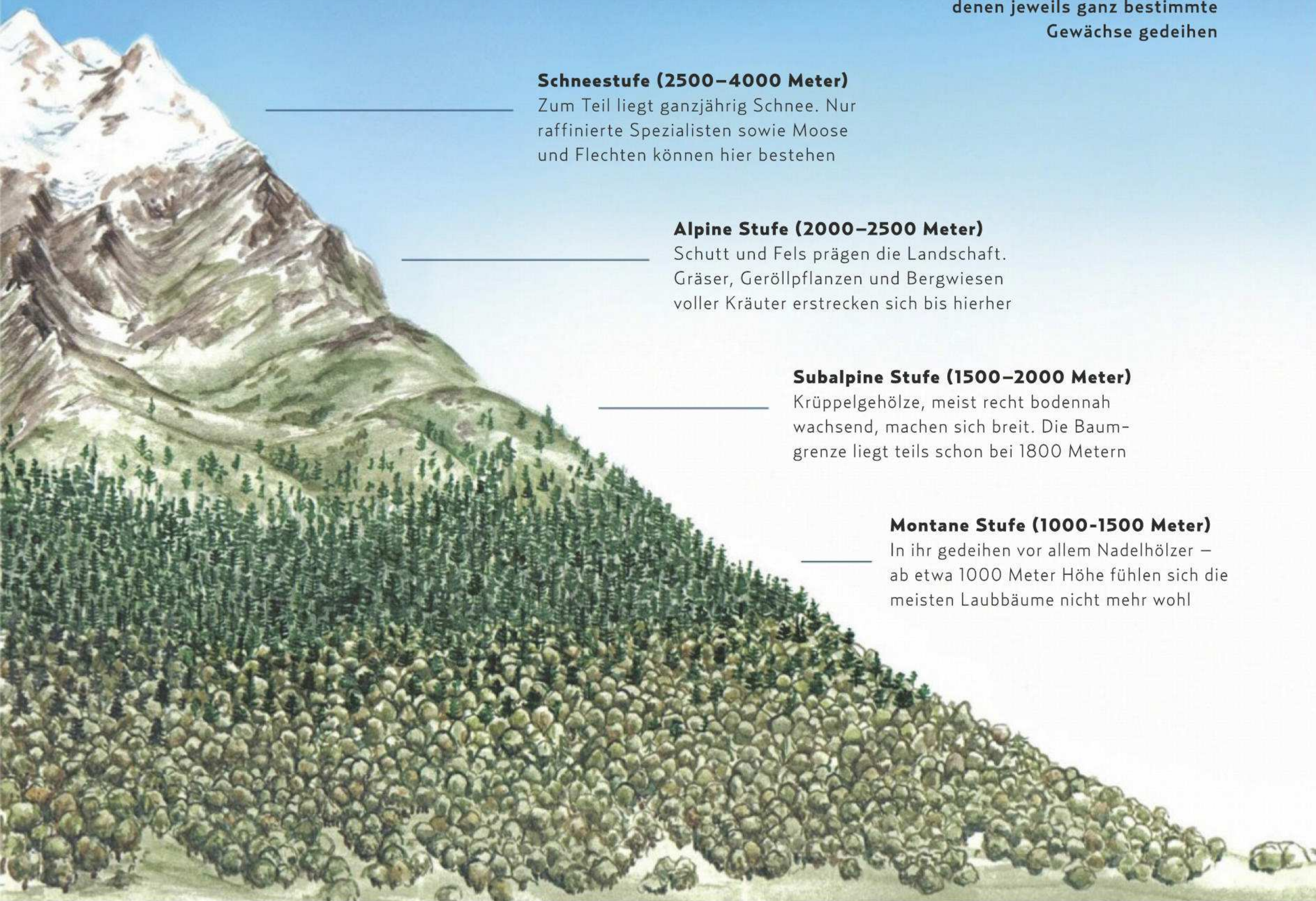
Schutt und Fels prägen die Landschaft. Gräser, Geröllpflanzen und Bergwiesen voller Kräuter erstrecken sich bis hierher

Subalpine Stufe (1500–2000 Meter)

Krüppelgehölze, meist recht bodennah wachsend, machen sich breit. Die Baumgrenze liegt teils schon bei 1800 Metern

Montane Stufe (1000–1500 Meter)

In ihr gedeihen vor allem Nadelhölzer – ab etwa 1000 Meter Höhe fühlen sich die meisten Laubbäume nicht mehr wohl



weit oben leben: das Alpenschneehuhn, die Alpendohle, der Schneehase ...?

Für Spezies wie diese, die es gern kühl haben und eine offene Landschaft zum Überleben benötigen, könnte es in der Tat eng werden. Die Baumgrenze verschiebt sich zusehends nach oben. Nachrückende, teils auch eingeschleppte, invasive Arten machen ihnen Konkurrenz, der sie kaum mehr ausweichen können.

Allerdings: Arten wandern ja nicht einfach stupide bergan, wenn sich ihr Lebensraum verändert – wenn es dort etwa wärmer oder belebter wird. Sie schauen

zunächst einmal, wie die Situation links und rechts von ihnen aussieht, ob sich dort Mikrohabitate auftun, die für sie auch noch infrage kommen. Oder sie versuchen, um den Berg herumzuwandern, von der Süd- auf die kühlere Nordseite, um dort Zuflucht und neue Standorte zu finden. Und manche Arten bewegen sich dabei sogar hinab: Gämsen zum Beispiel halten sich bei hohen Temperaturen mehr im kühleren, schattigen Wald auf.

Bei aller Anpassungsgabe: Etliche Experten behaupten trotzdem, der

Klimawandel bedrohe beinahe die Hälfte aller alpinen Tier- und Pflanzenarten in ihrer Existenz.

Wir können solche Prognosen heute noch nicht mit Gewissheit treffen. Denn zum einen wissen wir nicht, wie stark der Klimawandel ausfallen wird: zwei oder vier Grad? Zum anderen haben wir kaum Daten darüber, wie Artengemeinschaften mit der Erwärmung umgehen. Bislang gibt es etliche Einzeluntersuchungen zu bestimmten Arten und dazu, wie sie individuell auf den Klimawandel reagieren. Doch eine Art kann nicht für sich allein



Gewächse wie die Alpenrose sind in komplexe Ökosysteme eingebunden: Hat etwa ein bestäubendes Insekt mit Veränderungen zu kämpfen, kann dies viele andere Arten beeinträchtigen



»Das Gebirge
zeigt uns, wie
**Flora und
Fauna**
auf höhere
Temperaturen
reagieren«

überleben: Sie braucht Nahrung, Bestäuber, kurzum: ein funktionierendes Ökosystem. Es ist darum wichtig zu ermitteln: Wie gehen ganze Artengemeinschaften mit den Klimaveränderungen um? Wie verändern diese die Beziehungen zwischen den Arten?

Was heißt das konkret?

Beispiel: Was geschieht, wenn ein Schmetterling wärmetolerant ist, seine Nahrungspflanzen aber nicht – und verschwinden? Wandert er, oder weicht er auf andere Pflanzen in seinem Lebensraum aus? Daraus ergeben sich weitere Fragen: Vermag sich ein artenreicheres System besser neu zu organisieren als eines, das aus weniger Arten besteht? Gibt es Kippunkte, sprich: Bricht ein System beim Überschreiten einer bestimmten Temperaturmarke zusammen? Oder weil einzelne bedeutsame oder zu viele Arten ausfallen? Gibt es Unterschiede zwischen den Landschaftsräumen? Ist eine strukturreiche Waldfläche resilienter als eine offene Fläche?

Ein großes, gerade eben gestartetes Forschungsprojekt in den Berchtesgadener Alpen will diese Fragen beantworten. Wie?



Schon an einem einzelnen Hang kann das Mikroklima deutlich variieren. Ändern sich die Bedingungen, müssen Pflanzen wie der Enzian umsiedeln

Als Pionierpflanze ist das Weidenröschen ideal an die Bergwelt angepasst, in der durch Felsrutsche immer wieder neu zu besiedelnde Flächen entstehen

Wir wollen eine Inventur der Arten im Nationalpark vornehmen – vom Tal bis hinauf zu den kahlen Gipfeln. Dazu haben wir 215 Flächen von rund 25 Meter Durchmesser ausgewiesen, die die verschiedenen Lebensräume in allen Höhenstufen des Nationalparks abbilden. Diese Flächen werden wir in den kommenden beiden Jahren ganz genau in den Blick nehmen: Mit Audiorekordern identifizieren wir Vögel und Fledermäuse, größere Tiere bis hin zum Rothirsch tapen – so der Plan – in Fotofallen, Insekten in „Malaise-Fallen“, das sind große Netze. Pflanzen zählen wir aus, Pilzarten werden über die Analyse von Boden- und Totholzproben ermittelt. Eine solch umfangreiche Untersuchung über alle Höhenlagen hinweg hat es in den Alpen bislang nicht gegeben.

Aber damit ermitteln Sie die Situation, wie sie ist. Nicht, wie sie sein wird ...

Ja und nein. Tatsächlich dient das Monitoring zunächst einer umfassenden Bestandsaufnahme. Wir wollen wissen, was im Nationalpark lebt, was es zu schützen gilt. Die Daten bilden den Grundstock für eine anschließende langfristige Beobachtung.

Doch die aktuellen Daten lassen uns auch schon jetzt in die Zukunft blicken,

**Ein Spezialist für karge Höhen:
Mit seinem dichten Flaum filtert das
Edelweiß die Sonnenstrahlen
und schützt sich so vor UV-Licht**



jedenfalls ein Stück weit. Wie gesagt: Im Gebirge schreitet der Klimawandel schneller voran, auf manchen Flächen rasant. Hier bekommen wir eine mögliche Vorstellung davon, wie ein Lebensraum, wie eine Lebensgemeinschaft auf zwei, drei oder vier Grad Erwärmung reagiert. Verschwindet sie, organisiert sie sich neu, oder wandert sie? Und wenn ja, wohin? Dadurch können wir grobe Annahmen treffen wie: Wenn die Temperatur um X Grad steigt, wird künftig auf 1200 Metern wachsen und leben, was heute auf 800 Metern beheimatet ist.

»Die Alpen könnten eine Zuflucht für viele bedrohte Arten werden«

Warum ist es wichtig, das zu wissen?

Etwa um herauszufinden, welche Lebensräume und -gemeinschaften durch die Erwärmung besonders betroffen sind – weil sie sich nicht oder zu langsam anpassen, auch nirgends ausweichen können. Für den Naturschutz ergeben sich dadurch ganz konkrete Fragen: Muss ein Nationalpark das Aussterben etwa des Schneehuhns hinnehmen, wenn alpine Lebensräume verschwinden? Sollte er lokal für den Erhalt der Art kämpfen oder sich darum bemühen, dass anderswo passende Klimabereiche unter Schutz gestellt werden?

Wie lautet Ihre Antwort?

Ganz grundsätzlich bin ich kein Freund des Käseglockendenkens – des Denkens, dass alles so bleiben muss, wie es ist. Das ist falsch, und das ist auch nicht natürlich. Wir erleben das gerade im Wald: Dürre, Stürme, Borkenkäferausbrüche empfinden wir Menschen als Katastrophe, im Wald aber führen sie zu mehr Vielfalt, er wird wieder naturnäher, wilder.

Gewiss, der Klimawandel hat eine ganz andere Dimension. Derzeit noch positive Effekte könnten sich bei ansteigender Temperatur rasch ins Gegenteil verkehren. Und trotzdem denke und

hoffe ich: Statt zum Schauplatz des Artensterbens könnten die Alpen auch zur Zufluchtsstätte für zahlreiche Arten werden – durch die Vielfalt und Kleinteiligkeit des Geländes. Genau darum haben viele im Gebirge beheimatete Arten historische Klimaschwankungen gut überstanden: Sie fanden im Kleinen Klima-Nischen.

Ob das nun wieder gelingt, hängt allerdings in hohem Maße davon ab, wie hoch die Erwärmung sein wird. Bei vier, fünf Grad Erwärmung reichen auch die Pufferzonen des Gebirges kaum aus.

Wie können wir das Schlimmste verhindern?

Die Hauptstellschraube ist unser Kohlendioxid-Ausstoß. Was Fabriken, Flugzeuge, Heizungen und Autos, aber auch die Landwirtschaft in die Luft pusten, erreicht jeden Winkel der Welt – auch naturbelassene Räume wie die Kernzone der Nationalparks, in denen der direkte Einfluss des Menschen gering ist.

Sollten wir die Alpen vielleicht auch umgehen, um sie zu bewahren? Schadet ihnen der Tourismus?

Nein, nicht zwangsläufig. Denn erstens ist es wunderbar, dass sich so viele für diesen Lebensraum interessieren. Und zweitens ist es eine gute Entwicklung, wenn die Menschen in die nahe Natur gehen, statt in die Karibik zu fliegen.

Trotzdem sollten Besucher achtgeben, dort keine allzu großen Spuren zu hinterlassen – im konkreten und im übertragenen Sinn. Das heißt: Sie sollten auf ausgewiesenen Wegen bleiben, keinen Müll hinterlassen und zum Beispiel auf Pausenplätzen nicht den Ghetoblaster aufdrehen. Ein Dauerthema ist natürlich auch die An- und Abreise, die für Treibhausgase und zugeparkte Flächen sorgt.

Also lieber mit der Bahn zum Berg statt mit dem Auto ...

... oder mit dem Bus. Der Nationalpark Berchtesgaden etwa ist durch öffentliche Verkehrsmittel erschlossen. Die Wimbachklamm hat im Übrigen eine eigene Haltestelle.



STOP TALKING. START PLANTING.

Die Klimakrise ist ein Wettlauf gegen die Zeit. Aber es gibt etwas, was uns wertvolle Zeit verschafft um Emissionen zu reduzieren: Bäume.

Hannes Jaenicke hat gerade 1000 Bäume gepflanzt.

Pflanz mit – mit einem Klick.

plant-for-the-planet.org



DIE ALPI

A close-up photograph of a chamois head, showing its large, textured horn and its eye. The background is a soft, out-of-focus green.

Text: Barbara Lich

Das Hochgebirge ist ein überwältigender Schauplatz tierischer Überlebenskünstler. Hier leben Spezies wie Steinbock, Bartgeier oder Murmeltier, die mit **erstaunlichen Strategien** den Extrembedingungen der schroffen Gipfelwelt trotzen. Wie ist es um ihre Zukunft bestellt?

NISTEN

A close-up photograph of an ibex head, showing its large, spiraling horn and a large, hairy ear. The ibex's eye is visible, and its fur is a mix of brown and grey. The background is a solid, muted green color.

Auf der Hut: Sensible Lauscher und Augen, die fast einen Rundumblick gewähren, helfen dem Steinwild dabei, Gefahren im Gebirge auszumachen – zum Beispiel Raubtiere

Schwindelfrei: Steinböcke liefern sich selbst in steilstem Gelände Rangeleien. Ihre speziellen Hufe geben den hochalpinen Ziegen einen felsenfesten Tritt



Mit ihrem dichten Fell sind
Braunbären gut gegen klirrende
Gebirgskälte geschützt. Einst kamen
die großen Raubtiere zahlreich
in den Alpen vor. Heute findet man
sie eher vereinzelt, zum Beispiel
im norditalienischen Trentino

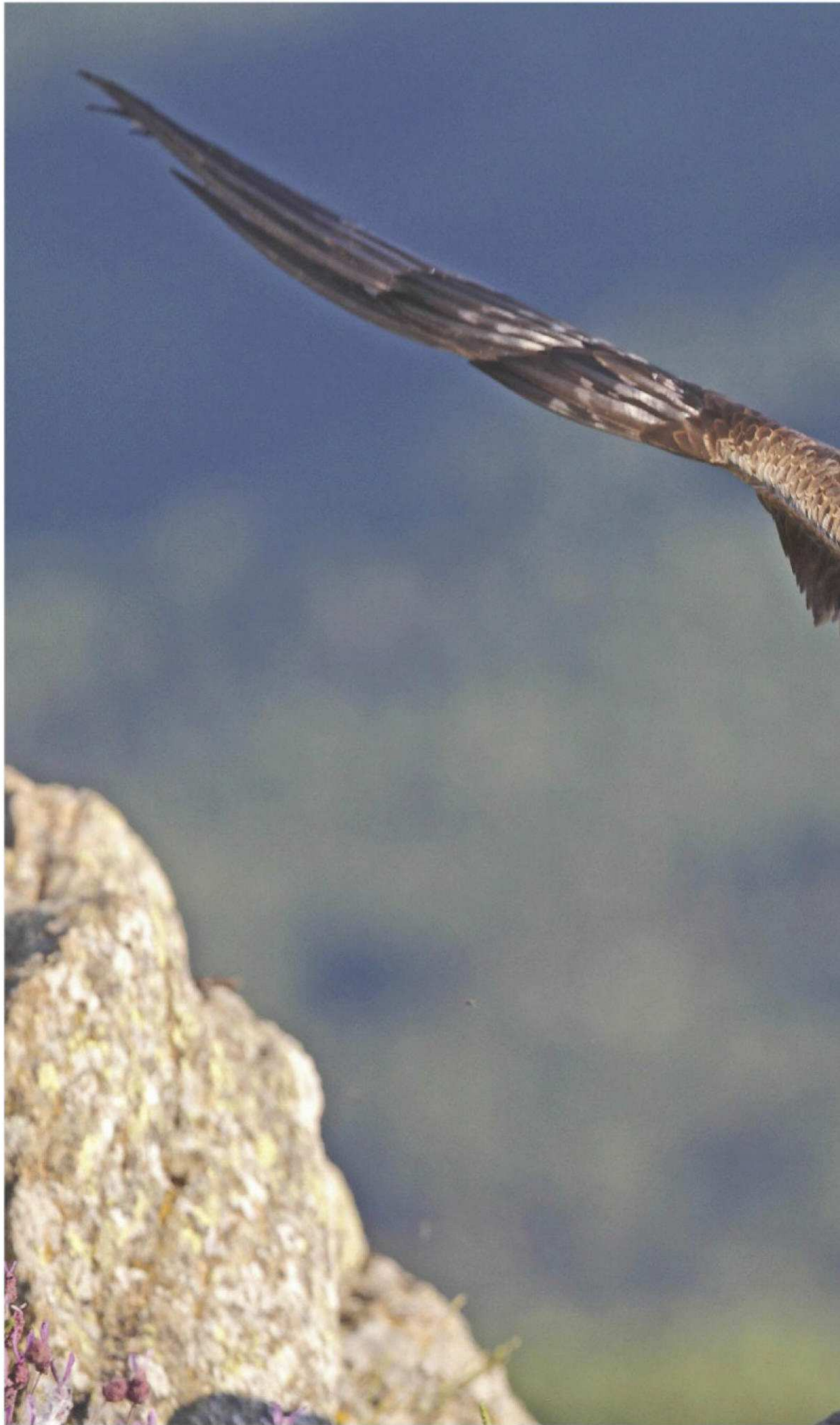


D

Die Alpen machen kaum zwei Prozent der Landfläche Europas aus. Doch die Vielfalt tierischen Lebens, die sich dort offenbart, ist schier überwältigend. Rund 30 000 Arten beherbergt das Gebirge – darunter zig Überlebenskünstler, die dank ihrer Anpassungsfähigkeit in den verschiedenen Höhenlagen außerordentliche Leistungen vollbringen. Murmeltiere etwa, die im Energiesparmodus überwintern. Oder Alpensalamander, die lebend gebären und daher kein Gewässer für die Fortpflanzung benötigen wie fast alle anderen Amphibien. Doch insbesondere die Erderwärmung hat massive Folgen für den Alpenraum: Wetterextreme, Muren, Gletscherschmelze verändern die Landschaft, gestiegene Temperaturen verursachen Klimastress für ihre Bewohner.

Tatsächlich kann im Gebirge der Temperaturunterschied von einem halben Grad Celsius im Jahresmittel etwa 100 Meter Höhendifferenz entsprechen. Für viele Tier- und Pflanzenarten bedeutet das: Sie müssen umziehen – hoch hinaus. „Wir beobachten, dass etwa Birkhühner ihre Balzplätze immer höher wählen“, sagt Michael Schödl, Alpenreferent beim Landesbund für Vogelschutz. „Die Raufußhühner suchen offene Fläche. Davon wird es künftig weniger geben, wenn die Waldgrenze aufsteigt, weil Almen aufgegeben und nicht mehr beweidet werden und sich das Klima ändert.“ Manche Forscher prognostizieren eine Verschiebung um mehrere Hundert Meter. In dichtem Wald aber kann das Birkhuhn nicht leben.

Ohnehin ist die Flucht nach oben nur begrenzt möglich. Murmeltiere zum Beispiel könnten in Wohnungsnot geraten: Die Humusschicht in den oberen Lagen der Alpen ist nicht dick genug zum Untertunneln. Und auch der Lebensraum der Schneehasen wird laut einer Schweizer Studie bis 2100 im Mittel um ein Drittel schrumpfen und sich zunehmend

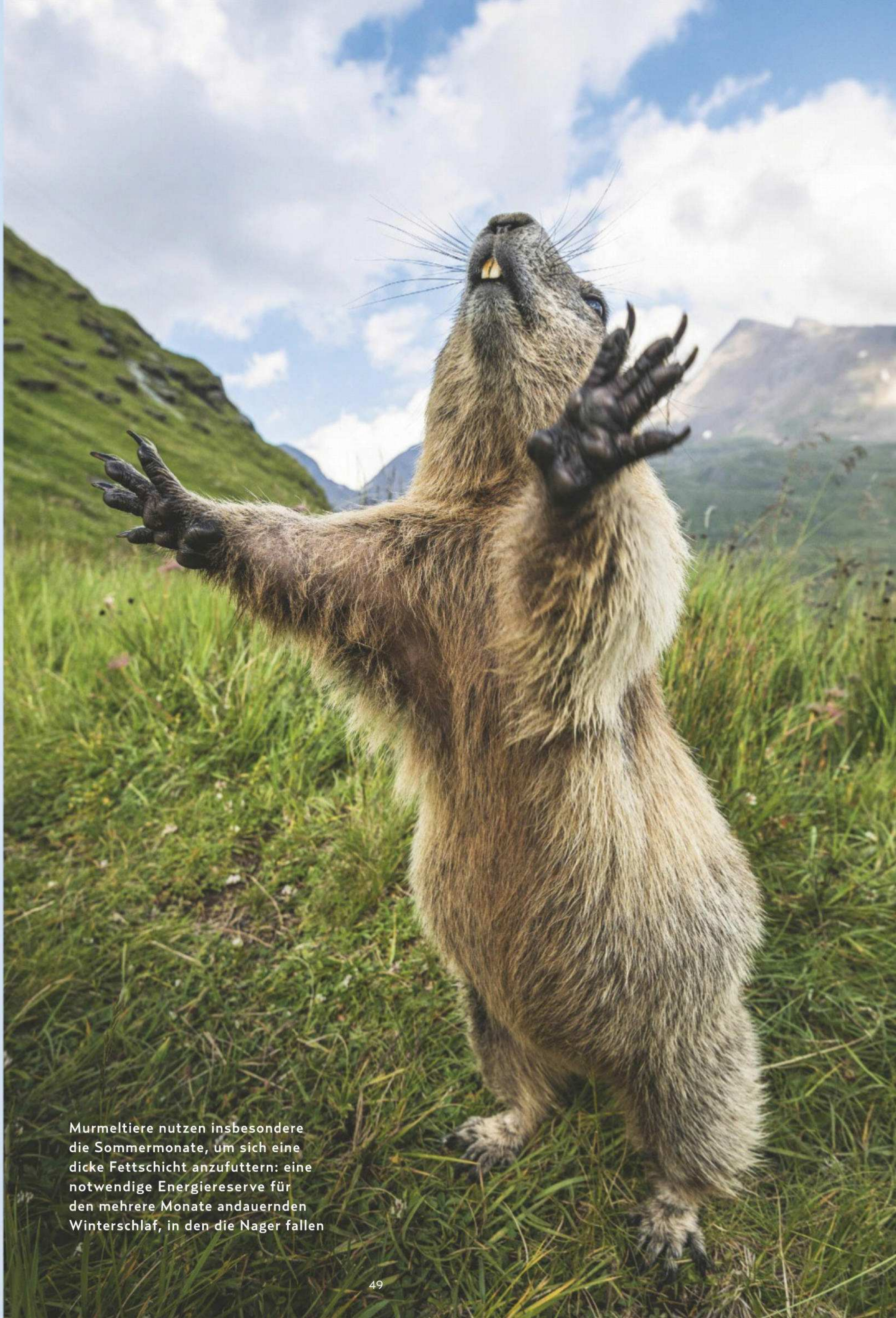




König der Berge: Mit einer Flügelspannweite von bis zu knapp 2,3 Metern, rasiermesserscharfen Krallen und einem Blick, dem fast nichts entgeht, ist der Steinadler eine Ikone der Alpen

Spreizbare Hufe und hartgummiartige
Sohlen geben der Gämse die nötige
Trittsicherheit, um im felsigen Gelände
bis zu zwei Meter hohe und sechs
Meter weite Sprünge zu absolvieren





Murmeltiere nutzen insbesondere die Sommermonate, um sich eine dicke Fettschicht anzufuttern: eine notwendige Energiereserve für den mehrere Monate andauernden Winterschlaf, in den die Nager fallen

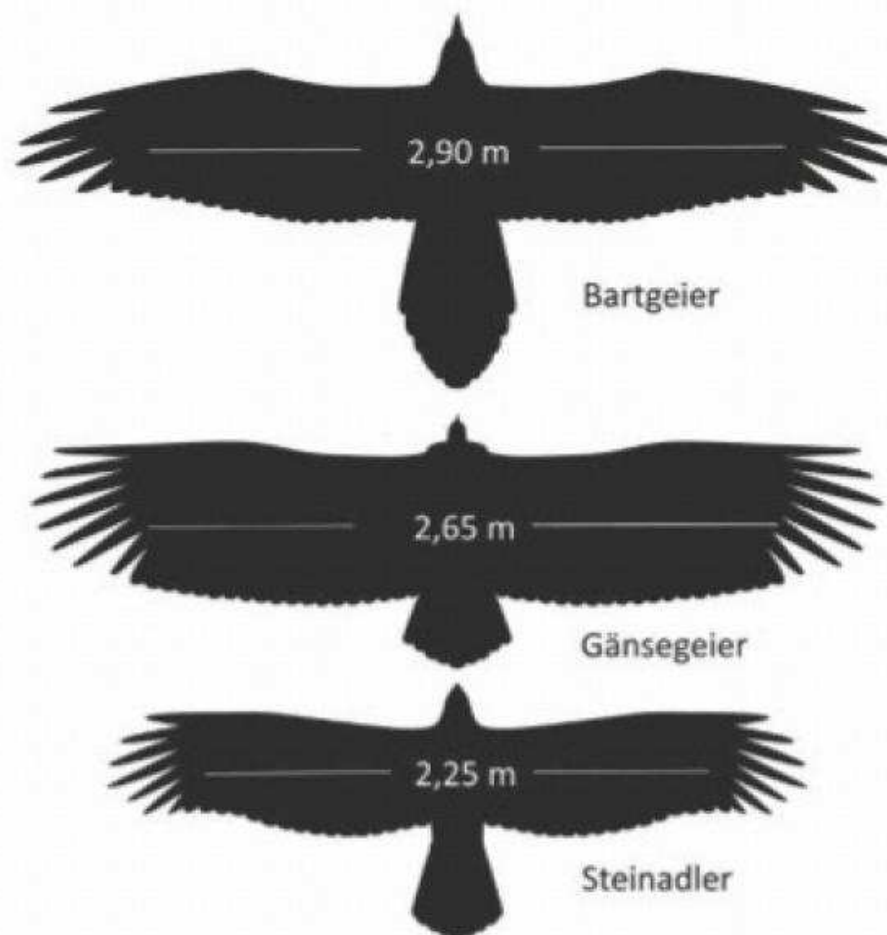
zerstückeln. Dann wären die Hasen schlechter vernetzt. Das kann langfristig zu einer Verarmung des Genpools führen, weil sich die Tiere unterschiedlicher Populationen nicht mehr mischen und nur innerhalb ihrer kleineren Gruppe paaren könnten. So würde sich die genetische Vielfalt reduzieren, und das könnte Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit der Hasen haben.

Zudem macht die frühe Schneeschmelze Schneehasen zu leichter Beute: Als Fellwechsler, die sich winters ganz in Weiß tarnen, fallen sie bei früherer Schneeschmelze Fressfeinden schon aus der Ferne ins Auge, ebenso wie Alpenschneehühner. Denn auch diese Kältespezialisten schmücken sich im Winter von Kopf bis Raufuß mit weißen Federn. Höhere Temperaturen haben für sie viele Folgen: Schneehühnerküken etwa jagen als Nestflüchter sofort eiweißreiche Spinnen und Insekten. Diese schlüpfen in der Masse jedoch immer früher und nicht unbedingt dann, wenn die Küken auf die Welt kommen.

Nicht zuletzt gehört zur aufsteigenden Fauna auch der Mensch: Je kürzer die Winter, desto früher ziehen Wanderer, Kletterer, Gleitschirmflieger und Hobbyfotografen los. „Das Mountainbikefahren entwickelt sich sprunghaft“, sagt Schödl. „Und mit E-Bikes radeln die Menschen auch mal schnell vor oder nach der Arbeit in die Berge. Auch Ungeübte erreichen entlegene Orte.“ Solche Störungen setzen manche Wildtiere unter Stress. Und letztlich ist dies gleichfalls ein Effekt des Klimawandels.

Die Knochenjäger

Weiße der Geier, warum ihm der schlechte Ruf pfeilschnell vorausflog. Vielleicht weil der Bartgeier den Menschen im 19. Jahrhundert schon aufgrund seiner imposanten Optik Angst einflößte: Die aufgespannten Tragflächen messen bei manchem Exemplar nahezu drei Meter. Die Augen, signalrot eingefasst, mögen zudem Quelle von Furcht und Vorurteil gewesen sein. Dazu die schwarzen Federn des Kopfgefieders, die ihm am scharfen Schnabel wie ein borstiger Bart herabzoteln. „Man traute dem Vogel einiges zu“, sagt Daniel Hegglin, Wildtierbiologe und Geschäftsleiter der Schweizer Stiftung „Pro Bartgeier“.



Geier und Adler nutzen thermische Strömungen, um mit ihren großen Schwingen über die Berge zu gleiten

Lämmer töte dieser „blutrünstige Gyr“, hieß es, sogar Kinder würde er verschleppen. „Dabei kann der Bartgeier seine Krallen gar nicht in den Körper größerer Tiere schlagen. Aber es war halt eine gute Geschichte, der gern Glauben geschenkt wurde“, sagt Hegglin. Der letzte Abschuss eines wilden Bartgeiers in den Alpen ist aus dem italienischen Aostatal dokumentiert.

Heutzutage durchstreifen wieder rund 300 dieser Spitzenflieger den Luftraum der Alpen, bisweilen mit Tempo 130. Bei ihrer Wiederansiedlung seit 1986 hat sich die Hacking-Methode bewährt: Jungvögel, die in Gehegen von Zoos und Tierparks schlüpfen, werden im Alter von 90 bis 100 Tagen aus dem elterlichen Horst entnommen und in einer gut geschützten „Auswilderungsnische“ im Alpenraum freigesetzt. „Damit erreichen wir die Bindung an eine Region, denn Bartgeier kehren häufig dorthin zurück, wo sie herkommen“, sagt Hegglin. Ein Überwachungsteam übernachtet dann in nahe gelegenen Hütten und versorgt die Küken bis zur Selbstständigkeit morgens und abends mit Futter. Bis 2020 wurden im gesamten Alpenraum 229 Jungvögel ausgewildert und beringt.

Bartgeier durchstreifen Reviere von etwa 200 bis 700 Quadratkilometern. Wichtig ist für sie die Thermik, denn sie nutzen Hangaufwinde für ihren Flug. Zudem brauchen die Vögel offene Flächen, um aus der Geierperspektive die skelettieren Reste von Gämsen und Alpensteinböcken auszumachen: Die Vögel sind auf Knochen spezialisiert, ihr extrem saurer Magensaft löst den Kalk auf. Zudem reicht die XL-Luftröhre fast bis zur Schnabelspitze.



Harte Kost: Bartgeier sind auf Knochen spezialisiert. Die Magensäure der großen Vögel ist derart sauer, dass sie den Kalk auflöst. Am Ende der Nahrungskette können sie so auch den letzten Rest eines Kadavers verwerten, den andere Aasfresser verschmäht haben



Perfekte Tartracht: Erst auf den zweiten Blick sind die Gämsen erkennbar, die an der Felswand entlangkraxeln. Die Huftiere sind so besser vor Feinden geschützt – zum Beispiel Steinadlern, die über den Gipfeln ihre Kreise ziehen

ze: Selbst wenn mal ein Bruchstück feststeckt, ersticken sie nicht. Hüftknochen und allzu sperrige Teile zerkleinern sie, indem sie sie wiederholt aus großer Höhe fallen und auf schluckbare Größe zersplittern lassen. Zum Knochenbrechen also benötigen Bartgeier auch Geröllhalden.

Mittlerweile gilt: „In den Auswilderungsgebieten ist die Akzeptanz in der Bevölkerung hoch“, sagt Hegglin. Nicht zuletzt engagieren sich seit Jahren Laien bei den alpenweiten Bartgeierbeobachtungstagen im Oktober. Wichtig sei es nun, touristische Störungen wie Gleitschirm- oder Drohnenflüge im Bereich der Horste zu vermeiden.

Fressfeinde müssen Bartgeier übrigens nicht fürchten. Doch wie bei den Alpensteinböcken ist auch ihre genetische Vielfalt gering. „Inzucht kann sicher Probleme bereiten“, sagt Hegglin. Darum sollen weiterhin Jungvögel aus Zoos ausgewildert werden, „damit wir neues Blut in die Wildpopulation bringen“.

Die Felsenfesten

Hoch sollen sie leben, die Alpensteinböcke! In Gebirgslagen von bis zu 3500 Metern sind sie zu Hause – allerdings zu Ende des 19. Jahrhunderts längst nicht mehr in der Schweiz. Bis zur Ausrottung hatte man die Böcke und Geißen gejagt, oft aus magischen Motiven. Die

Menschen glaubten etwa, das knöcherne „Herzkreuz“ mache unverwundbar. Fast jedem Körperteil – Blut, Knochenmark, Hörnern – schrieben sie Heilkräfte zu, und darüber hinaus galt das Fleisch der Tiere als Köstlichkeit. So geriet das Steinwild unter Dauerbeschuss – bis die Schweiz um 1850 keinen einzigen Bock

mehr hatte. Die weltletzten reinrassigen Vertreter lebten in Norditalien, unter royalen Aufsicht von König Viktor Emanuel II.

Doch dann war da Robert Mader, ein Hotelier und Mäzen aus St. Gallen, der es sich in seinen Kopf gesetzt hatte, das Steinwild zurück in die Schweiz zu holen. Weil das Nachbarland zu keinem offiziellen „Wildwechsel“ bereit war, ging Mader illegale Wege. Im Jahr 1906 heuerte er den Wilderer Giuseppe Bérard an, der königliche Kitze stahl. In Kisten schmuggelte er die Tiere über die Alpen, nach und nach mehr als 50 Stück. Mader brachte sie in einem Wildpark unter und ließ die ersten „Felsenfesten“ im Jahr 1911 auswildern.

Heutzutage gibt es im gesamten Alpenraum wohl mehr als 50 000 Steinböcke. Sie alle sind Nachfahren der royalen „Ur-Herde“ aus dem Gran-Paradiso-Gebiet. Und das bedeutet: „Die genetische Vielfalt der Alpensteinböcke ist sehr gering. Sie ist geringer als die der Sibirischen Tiger, von denen es in den 1940er-Jahren nur noch 50 Individuen gab“, sagt die Biologin Iris Biebach, die über die Populationsgenetik der Alpensteinböcke in der Schweiz promoviert hat.

Die Population an der Benediktenwand in Bayern geht laut Biebach vermut-

In Kisten
schmuggelte er
nach und nach
mehr als fünfzig
Steinböcke
über die Alpen

lich auf gerade einmal sechs Tiere zurück. „Allgemein reduziert geringe genetische Vielfalt die Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen“, sagt Biebach. „Eine Population mit hoher genetischer Vielfalt ist zum Beispiel besser gegen neue Krankheitserreger gerüstet.“

Und die Inzucht, also das Paaren innerhalb einer Population, bereitet weitere Probleme: Im Gran-Paradiso-Gebiet werden Steinböcke seit 1999 in einer Langzeitstudie untersucht. Dabei zeigte sich, dass Böcke mit höherem Inzuchtgrad leichter sind und stärker von Parasiten befallen, zudem ist ihr Hornwachstum geringer. Letzteres lässt die Böcke auch in der internen Rangfolge sinken – und das beeinträchtigt ihren Fortpflanzungserfolg. Schließlich setzen sich bei den Rankämpfen vor der Paarung nur die dominanten Herren durch. Womöglich wird sich ein reduziertes Populationswachstum erst in Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten zeigen, denn die Generationszeit ist bei Alpensteinböcken mit acht Jahren relativ lang.

Damit Steinbockpopulationen genetisch besser für die Zukunft gerüstet sind, schauen die Forscher, welche Steinböcke sie an welchen Ort umsiedeln können, um einzelne Gruppen aufzustocken.

Die Überflieger

Sie schweben über den Dingen, und doch verlieren Steinadler nie den Blick fürs Detail. Zwei Sehgruben auf der Netzhaut ermöglichen ihnen, sowohl nach vorn zu blicken als auch seitlich alles wahrzunehmen: zeitgleich das Panorama zu erfassen und dazu selbst klein erschei-

nende Beute in spe, etwa ein Murmeltier, aus einem Kilometer Entfernung oder mehr zu erkennen. Dicht gepackt tummeln sich extravielle lichtempfindliche Sinneszellen in den Augen der Adler, die ihnen buchstäblich Scharfsinn verleihen – und sie zu geschickten Gebirgsjägern machen.

„Wann dieses Jagdverhalten wirklich startet, wissen wir aber noch nicht“, sagt die Biologin Julia Hatzl von der schweizerischen Vogelwarte Sempach. In Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Radolfzell untersucht die Doktorandin, wie sich junge Steinadler im dicht besiedelten Alpenraum bewegen – und überleben. Denn: „Der Bestand ist praktisch gesättigt“, erläutert Projektleiter David Jenny. Etwa 360 Brutpaare leben in den Schweizer Alpen, knapp 50 in Bayern, rund 1300 im gesamten Alpenraum. Jedes Paar besetzt ein Revier. „Mehr als die Hälfte der Paare brüten aktuell im Engadin jedoch nicht, und relativ häufig brechen Paare die Brut ab“, sagt Jenny. Der Hauptgrund sei die Konkurrenz untereinander, also zwischen Brutpaaren und Jungadlern um die Reviere.

Revierpaare warnen Eindringlinge mit einem Girlandenflug, einem wellenartigen Auf und Ab. Lässt sich ein Jungvogel davon nicht abschrecken, kommt es zu aggressiven Attacken. Im Kanton Graubünden seien 62 Prozent der tot aufgefundenen Steinadler Kampfpfer, sagt Jenny. „Und über 60 Prozent davon sind Jungadler.“ Um deren Biografien zu verfolgen, haben Hatzl, Jenny und ihre Kollegen bereits 61 Tieren in der Schweiz, in Italien, Deutschland und Slowenien noch im Horst solarbetriebene Sender auf den

Untersuchungen haben gezeigt: **Junge Steinadler** ernähren sich eher geierartig

Rücken geschnallt, die GPS- und Beschleunigungsdaten via Handynetz in eine Datenbank speisen.

Dank dieser können die Wissenschaftler auf die Bewegungen und sogar das Verhalten der Vögel schließen. Und so haben sie zum Beispiel festgestellt, dass die Jungadler nach Verlassen des elterlichen Reviers vorerst eben nicht jagen, sondern sich geierartig von Fallwild ernähren. Dabei ist die soziale Toleranz zwischen den Singles offenbar groß. „Sie fliegen nah hintereinander her, attackieren sich scheinbar spielerisch“, sagt Hatzl. Bilder aus Fotofallen zeigten zudem, wie Jungadler nacheinander an einem Kadaver fraßen; möglicherweise herrscht untereinander eine gewisse Rangfolge. Ferner lassen einige Daten darauf schließen, dass sich Jungadler gezielt Rückzugsorte zwischen Revieren suchen.

„Die Steinadlerpopulation ist vital und reguliert sich derzeit natürlich“, sagt Jenny. Und doch sei sie verletzlich. Noch immer bereiten den Tieren Vergiftungen durch Bleimunition Probleme. Sie gelangt durch die Jagd etwa auf Gämsen oder Rothirsche in die Nahrungskette, weil Jäger die Wildreste nach dem Ausweiden zurücklassen. Dazu seien die Adler gerade in der frühen Brutzeit sehr störungsanfällig. „Die Winter werden immer kürzer. Der Spätwinter aber ist für brütende Steinadlerpaare eine Schutzzeit“, sagt Jenny. „Wenn sich die Leute immer früher in den Bergen bewegen, wird es heikel am Horst.“



Einst waren Alpensteinböcke fast ausgerottet. Durch Schutzprogramme sind sie nun wieder verbreitet



Der Luchs ist die größte Katze Europas: Auf der Suche nach Nahrung oder auch Partnern durchstreifen die scheuen Jäger teils riesige Reviere von bis zu 450 Quadratkilometern



Bis zu vier Jahre wächst die Larve des Alpenbocks heran. Dann, nach der Verpuppung, verwandelt sie sich Anfang Juli in den attraktiven Käfer. Der hat nur wenige Wochen vor sich: Bis August versucht er Nachwuchs zu zeugen, dann ist sein kurzes Käferleben vorbei

Die Teamplayer

Auf Bergwiesen und Geröllfeldern leben Alpenmurmeltiere das Großfamilienidyll: Bis zu zwanzig Tiere umfasst eine Sippe, meist angeführt von einem älteren Paar, das von seinen jüngeren Verwandten umwuselt wird.

Eine gute Figur sichert ihnen in der rauen Gebirgswelt – vereinzelt in bis zu über 3000 Meter Höhe – das Überleben. Das bedeutet: Sie müssen sich im Frühjahr und Sommer bestmöglich aufpolstern. Bis zu anderthalb Kilogramm Pflanzenmasse, bestehend etwa aus Wurzeln, Gräsern und Kräutern, dazu Früchte, Samen und gelegentlich auch Insekten schieben sich die Tiere täglich zwischen ihre vier lebenslang wachsenden Nagezähne. Ab April haben sie rund sechs Monate Zeit, an Masse zuzulegen und in Form zu kommen. Im besten Fall erreichen sie die Sechs-Kilo-Marke.

Denn der Winterschlaf verschlankt die Bergbewohner jedes Mal drastisch: Nicht selten ein Drittel ihrer Körpermasse verlieren Alpenmurmeltiere in der kalten Jahreszeit. Im Bau zehren sie etwa ab Oktober allein von ihren Fettreserven. Dazu drosseln sie den Herzschlag auf manchmal nur zwei-, dreimal pro Minute, sie senken die Körpertemperatur auf rund acht Grad Celsius, und Atempausen können minutenlang werden. Magen und Darm verkleinern sich um die Hälfte. Die

Köpfe zwischen die Hinterbeine bugsiiert, schlafen die Nager im Kollektivknäuel dem Frühjahr entgegen, die wenig winterharten Jungtiere in der Mitte platziert.

Tatsächlich zeigen sich die Hörnchen aber auch zu jeder anderen Jahreszeit häuslich: Die Mehrgenerationentunnel, die sie oft in sonniger Südhanglage oberhalb der Baumgrenze in den Berg graben, messen bisweilen um die 100 Meter. Bei Neu- oder Erweiterungsbau lockern die Tiere das Erdreich zunächst mit den Nagezähnen auf

Im Winterschlaf
senken
Murmeltiere ihre
Körpertemperatur
auf etwa **acht**
Grad Celsius

und setzen dann ihre kräftigen Grabpfoten ein. So entsteht ein weitverzweigtes Netz aus Wohnröhren mit mehreren Kammern und Gängen. Häufig benutzen sie verschiedene Baue: eine Sommerresidenz dicht unter der Erde und ein mit kiloweise Heu gepolstertes Winterquartier in bis zu sieben Meter Tiefe. Geschäftliches erledigt die Sippe in den eigens abgezweigten Sanitär-einrichtungen, den Klokammern. Ferner dienen diverse Fluchtröhren im Territorium als fressfeindsicheres Versteck, droht oberirdisch Gefahr.

Tiefenentspannt sind Alpenmurmeltiere tatsächlich einzig im Untergrund. Außerhalb ihres Baus wagen sie sich nur ungern weiter als 15 Meter von seinen Eingängen fort, fürchten sie doch, ein Steinadler könnte über ihrem Revier kreisen oder ein Fuchs sich heranpirschen. Ob im Frühsommer geworfener Nachwuchs nager oder ausgewachsenes Schwergewicht: Gerade den „Gebirgsjägern“ aus der Luft fallen so einige Exemplare zum Opfer.

Deshalb bevorzugen Murmeltiere grundsätzlich den Stehimbiss. Stellen sie sich auf die Hinterbeine und recken ihre rund 50 Zentimeter in die Höhe, können sie das Alpenpanorama scannen. Dank ihrer guten Augen erspähen sie Eindringlinge wie Wanderer selbst in einigen Hundert Metern Entfernung. Fix stoßen sie dann kurze Warnschreie aus, die sie im Kehlkopf erzeugen. In unseren Ohren hören sich diese an wie Pfiffe.

Lassen sie hingegen einen langgezogenen Schrei durchs Revier gellen, signalisieren sie dem Clan, umgehend unter Tage zu verschwinden: Der Fressfeind ist nah.

Die Energiesparer

Überleben ist im Bergwinter buchstäblich hohe Kunst – erst recht für Einzelgänger wie Alpen-Schneehasen, die oberhalb des Waldgürtels, bevorzugt in Lagen zwischen 1400 und 2300 Metern leben.

Steinadler etwa krallen sich die 45 bis 60 Zentimeter großen Pelzträger gern, auch Uhus jagen sie nächtens. Dazu stellen ihnen Marder, Wölfe, Luchse und vor allem Füchse nach. Gerade im Winter haben es die Räuber leicht, sie müssen nur den Spuren im Schnee folgen.

Einer Y-Reihe gleich pressen die Hasen ihre zwei großen, länglichen Hinterpfoten neben-, die beiden kleineren, runden Vor-

derpfoten hintereinander in den Schnee. Für den Rückweg nutzen sie gern die eigene Spur, um kurz darauf Haken zu schlagen. Eine gute Taktik, um Füchse abzuschütteln: Die wissen bald nicht mehr, wo vorn oder hinten, links oder rechts ist.

Überhaupt können sich die Hasen auf ihre Füße verlassen. Droht Gefahr, schießen sie explosionsartig aus der Deckung. Dabei beschleunigen sie zuweilen gar auf über Tempo 60. Und wenn sie im Oktober und November das hellbraune Sommerfell gegen den bis auf die schwarzen Ohrspitzen reinweißen „Sicherheitspelz“ mit Tarnungs- und Isolationsschutz tauschen, sprießt auch auf den Hinterpfoten ein Plus an langen Borstenhaaren.

Diese bieten nicht nur einen optimalen Kälteschutz, sondern verstärken auch den Schneeschuheffekt, der die Tiere gewissermaßen zu Gebirgssportlern macht. Die Pfoten nämlich können die Hasen weit spreizen. So gelingt ihnen der perfekte Auftritt, verteilen sie doch ihre rund drei Kilogramm Körpergewicht auf eine größere Fläche. Folglich sinken sie weniger tief in den Schnee ein, mag dieser auch noch so locker sein. Und das ist eine wichtige Energiesparmaßnahme.

Energieeffizienz sichert das Überleben der im Winter weißen Hochalpinisten. Verglichen mit ihrer Flachlandverwandtschaft, den Feldhasen, haben die Kältespezialisten kürzere Löffel – für eine optimale Körpertemperatur in der Höhe. Schließlich gilt: je kleiner die Ohren, desto geringer der Wärmeverlust.



Apollofalter erreichen eine Flügelspannweite von fast neun Zentimetern. Die roten Flecken dienen als Warnung für Fressfeinde, denn die Schmetterlinge sind giftig – Vögel lassen die schönen Insekten daher meist in Ruhe

Schlauer Geier

Stimmt es eigentlich, dass Bartgeier tatsächlich ganz gezielt sperrige Skeletteile etwa eines Hirsch-Kadavers aus großer Flughöhe auf Fels fallen lassen, um sie so in „schnabelgerechte“ Splitter zu zerlegen? Oder rutscht dem Vogel womöglich nur hin und wieder ein glatter Knochen versehentlich aus den Fängen?

Bei der Überprüfung der Fakten im nebenstehenden Beitrag stieß die Verifikationsredakteurin **Regina Franke** aus dem G+J Quality Board auf ein faszinierendes Slow-Motion-Video (bartgeier.ch/news/knochenbrecher-aktion), das eindeutig beweist: Der mächtige Vogel wiederholt den Abwurf über ausgewählten „Knochen-schmieden“ – so oft, bis die Bruchstücke schließlich bequem zu schlucken sind.

Zudem schränken die Tiere winters ihren Bewegungsradius ein, wenn sie vor allem nachts und in der Morgen- und Abenddämmerung zum Äsen ausrücken. Nadeln, Rinde, ein paar Zweige – viel mehr hat das saisonale Buffet nicht zu bieten. Daher bio-recyceln Schneehasen teilweise ihre eigenen Hinterlassenschaften: In ihrem Blinddarm bilden sie aus der spärlichen, aber verdaulichen Nahrung weiche Kotpillen, die sie direkt nach dem Ausscheiden noch einmal fressen. Beim zweiten Verdauen lösen sie auch die letzten Nährstoffe heraus: alles für die perfekte Energiebilanz.

Die Flatterhaften

Auf den Wiesen führen sie ein flatterhaftes Leben, und doch sind Tagfalter, in großen evolutionären Zeiträumen betrachtet, äußerst ausdauernd. Vermutlich starten und landen bereits seit mehr als 200 Millionen Jahren Schmetterlinge auf unserem Planeten, zumindest lassen fossilisierte Flügelschuppen in Gesteinschichten aus der späten Trias und dem frühen Jura dies vermuten, aus frühen Erdzeitaltern also.

Doch wie ist es um die Faltervielfalt in den Alpen bestellt? „Dazu haben wir

bisher kaum systematische Daten“, sagt Johannes Rüdiger von der Universität Innsbruck. Vor gut vier Jahren hat der Landschaftsökologe darum in Tirol das Monitoring „Viel-Falter“ (viel-falter.at) initiiert. „Schmetterlinge reagieren sehr sensibel auf ihren Lebensraum. Ein Vogel etwa kann erst einmal ausweichen und woanders Futter suchen. Doch wenn sich die Wiesen verändern, dann gibt es dort lokal einfach keine Falter mehr.“

Für das Monitoring haben Rüdiger und seine Kollegen in Tirol und Vorarlberg 200 Standorte definiert, die verschiedene Wiesentypen repräsentativ abdecken: flache Wiesen, meist im Tal, die intensiv genutzt werden. Hangwiesen, oft mittelmäßig bewirtschaftet. Und Wiesen oberhalb der Baumgrenze, teils bewirtschaftete Almen, teils alpine Matten. Pro Jahr erheben Experten an 50 Standorten viermal, welche Arten dort genau vorkommen. Nach vier Jahren beginnen sie wieder am ersten Standort. Zusätzlich zählen geschulte Laien alle Tagfalter, die sie an diesen Standorten sehen.


Einst tummelten sich viele der rund 170 Tiroler Tagfalterarten vor allem auf den Wiesen in den Tälern. Die intensive Bewirtschaftung, die starke Düngung und die häufige Mahd, also das häufige Mähen, führen dort jedoch zu einem massiven Artenrückgang, sagt Rüdiger. „Wir haben in den Tallagen derzeit durchschnittlich 8 Arten, in den Hangwiesen etwa 14, 15 und in Schutzgebieten über 26.“

Ob manche Falterarten in Zukunft auch infolge des Klimawandels in die Höhe wandern, „das können wir mit unserem Monitoring hoffentlich in zehn Jahren beantworten. Auswertungen zufälliger Beobachtungen der Vergangenheit geben aber Hinweise, dass das tatsächlich so ist“. Entscheidend dabei ist, dass die Schmetterlinge nicht zu sehr spezialisiert sind auf einen Lebensraum und sich umstellen können, wie etwa der Hochalpine Schillernde Mohrenfalter, *Erebia nivalis*. Sie suchen ihre Nahrungspflanzen zwar gezielt aus, adaptieren sich aber schnell an das lokale „Buffet“ der Wiesen.

Damit sind die Vielflieger nicht auf ein bestimmtes Habitat beschränkt – eine wichtige Voraussetzung für den Überlebenskampf auf höchstem Niveau.

Wenn Schnee zur Gefahr wird Lawe

Tödliche Wucht: Unkontrollierte Lawinenabgänge fordern heute kaum weniger Menschenleben als vor Jahrzehnten. Die Gefahr besser vorherzusehen ist daher ein Hauptanliegen der Forscher



**Sie sind eine vertraute
Naturgewalt, doch noch immer
tun sich Wissenschaftler schwer
damit, Lawinen zu verstehen.
Mittels neuer Messmethoden
wollen sie das ändern – und so
mehr Menschenleben schützen**

Text: Christian J. Meier

ne



Peter Höller deutet durch das Seitenfenster des Wagens schräg nach oben. „Da drüben könnte eine auf die Bahnstrecke gehen“, sagt der Lawinenexperte besorgt. Gipfel, Felsen und Bergwälder oberhalb des Tiroler Schmirntals leuchten weiß.

Es ist Mitte November 2019, und auf den flach geneigten Dächern der Häuser im Tal liegt bereits ein halber Meter Schnee. Doch viele der steilen Hänge an den Talrändern zeigen das Grün der Wiesen – das winterliche Weiß ist zu Tal gerutscht und türmt sich an manchen Stellen direkt hinter Häusern. „Der Boden ist warm vom milden Herbst“, sagt Höller. Das Sorge für einen Gleitfilm aus Wasser unter der Schneedecke, auf dem ganze Schneebretter zu Tal sausten, erklärt der Forscher vom Institut für Naturgefahren im nahen Innsbruck. „Dieser Winter könnte eine Saison für Gleitschneelawinen werden“, befürchtet er. „Sie sind äußerst unberechenbar.“ Ein Zustand, mit dem er sich nicht abfindet.

Lawinen sind Höllers Leben – aus dem Kopf weiß er, an welchen Tagen es 1999 stark geschneit hatte, bevor eine Lawine im Tiroler Galtür 31 Menschen in den Tod riss. Die Schneemassen lassen den Forscher auch nach 30 Dienstjahren nicht zur Ruhe kommen. Denn die Naturgefahr zu bändigen ist alles andere als leicht. „Lawinen sind wie scheue Tiere“, erklärt Höllers Mitarbeiter, der Physiker Jan-Thomas Fischer. Es sei schwer, sie systematisch zu beobachten. Niemand weiß, wo und wann die nächste abgeht. Und keine zwei Lawinen ereignen sich unter den exakt gleichen Bedingungen.

Mit Messinstrumenten dringt man nur mühsam in ihr Inneres vor. Dennoch versuchen die Innsbrucker Forscher, ihr

Gespür für Lawinen zu schärfen, mit neuen Methoden, Laborversuchen und Computermodellen. Ihre Vision: die Naturgefahr aus aktuellen Wetterdaten punktgenau vorherzusagen. Zudem wollen sie prognostizieren, wie weit Lawinen schlimmstenfalls in ein Tal vordringen können, um neue Siedlungen sicher zu planen oder Schutzvorrichtungen wie Schneenetze oder Dämme zu optimieren. Zwar gab es in vergangenen Jahrzehnten Erfolge im Kampf gegen die weißen Massen, aber dadurch hat sich der Schrecken der Lawinen bloß verlagert. Früher zogen sie ihre Spur der Verwüstung bis in die Dörfer und töteten Menschen oft in deren Häusern. Dank Schutzbauten sind solche Katastrophen selten geworden. Oberhalb des Siedlungsraums aber bleiben Lawinen gefährlich – und dort halten sich immer mehr Menschen auf. Zwei Drittel der Lawinenopfer sind Wintersportler, die sich abseits der Pisten befinden, Skitourengeher und Freerider. In Österreich und der Schweiz kommen jährlich jeweils etwa 20 Personen so ums Leben. Auch Sachschäden bleiben trotz Schutzvorrichtungen nicht aus: Allein in der Schweiz betragen sie 58 Millionen Euro jährlich.

Warum ist es so schwer, Lawinen endgültig zu verstehen? Eine ihrer Tücken verbirgt sich unter der Oberfläche der Schneedecke. Peter Höller stapft durch den Schnee abseits der schmalen Straße am Ende des Schmirntals, packt eine Schaufel aus und gräbt, bis Grashalme freiliegen. Die Abbruchkante glättet



Auf einem Versuchsfeld des Schweizer WSL-Instituts analysieren Forscher Schneeprofile – etwa, indem sie das Gewicht von Proben bestimmen

Um einzuschätzen, wie stabil und damit sicher ein Hang ist, ermitteln Experten die Dicke verschiedener Schneesichten





Niemand kann
vorhersagen,
wo die nächste
Lawine
abgeht

Experimente im Labor: In einem Windkanal lassen sich Verwehungen mit Neuschnee simulieren – hier justiert ein Mitarbeiter einen Sensor

er: „Das ist das Profil der Schneedecke“ – an ihr lässt sich die Lawinengefahr beurteilen. Sofort fällt eine dünne, waagerechte, grobkörnige Zwischenschicht im sonst homogenen Weiß auf. Der Forscher fährt mit dem Zeigefinger hindurch. Körnchen rieseln. „Das ist Eis“, erklärt er.

Vor einiger Zeit habe es auf die Schneedecke geregnet, das Wasser sei gefroren, dann habe es wiederum darauf geschneit. Womöglich habe sich hier eine Schwachschicht gebildet, sagt Höller. So nennen Lawinenexperten eine Zwischenlage aus Schnee- oder Eiskristallen, die weniger stark an den Schichten darüber oder darunter haftet. Wird solch eine Schneedecke belastet, etwa durch Neuschnee oder einen Skifahrer, kann die Schwachschicht großflächig reißen. Ein viele Tonnen schweres Schneebrett löst sich dann und rauscht talwärts. Solche Lawinen fordern 90 Prozent der Todesopfer.

Schwachschichten können sich auch anders bilden: Der Schnee kann sich nachträglich gewandelt haben, er ist keineswegs „eisesstarr“. Im Gegenteil ist das winterliche Weiß aus physikalischer



Sicht eher „heiß“: Die Temperatur von Schnee liegt nur wenige Grad unterhalb seines Schmelzpunktes. Von der Oberfläche der filigranen Eiskristalle dampfen stetig Wassermoleküle ab. So verändern die Schneepartikel langsam ihre

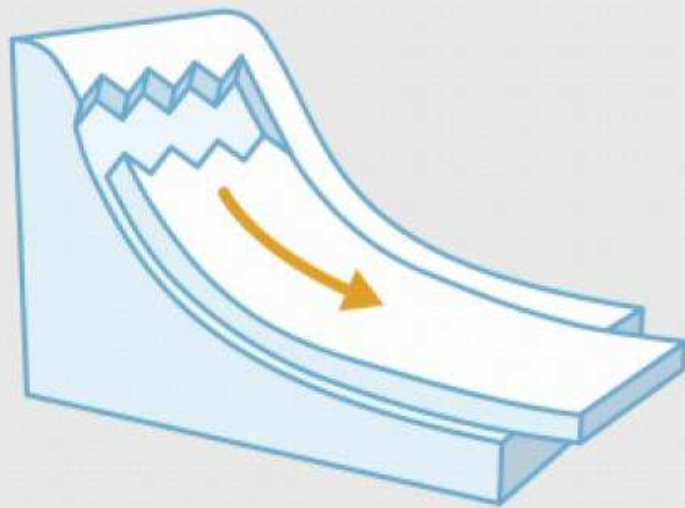
Form und damit ihre Fähigkeit, aneinander zu haften.

Neuschneekristalle verhaken sich mit ihrer sechseckigen Sternform ineinander; die Festigkeit ist da noch hoch. Mit der Zeit dampfen aber Wassermoleküle

Lawinentypen

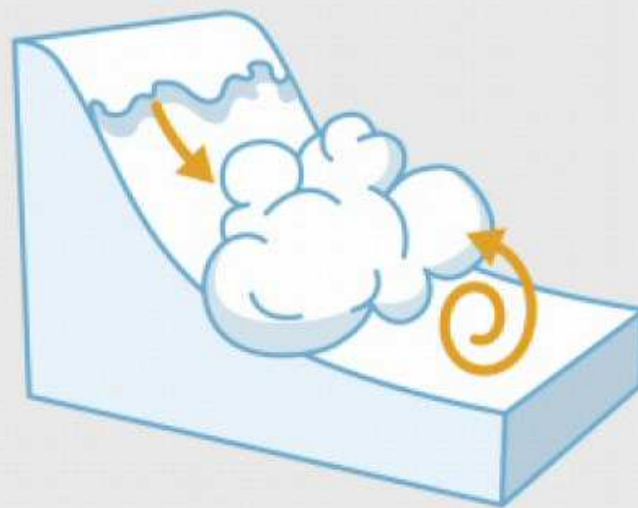
So kommt Schnee ins Rutschen

Je nach Wetterlage türmt sich Schnee unterschiedlich übereinander. Besonders gefährlich wird es, wenn eine Schwachschicht entsteht, die unzureichend an den Lagen darüber oder darunter haftet. Fünf Schneeprofile gelten als instabil



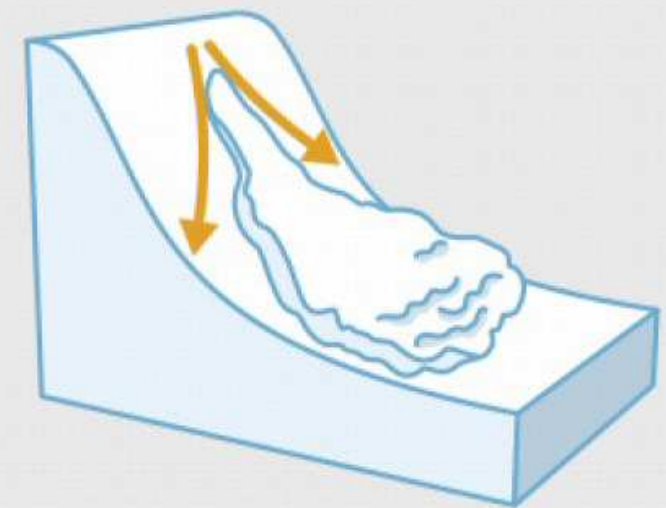
Schneebrettlawine

Liegt eine feste Schneeschicht auf einer Schwachschicht, kann sie als Ganzes den Abhang hinunterrutschen. Solch ein Schneebrett misst typischerweise rund 50 mal 200 Meter



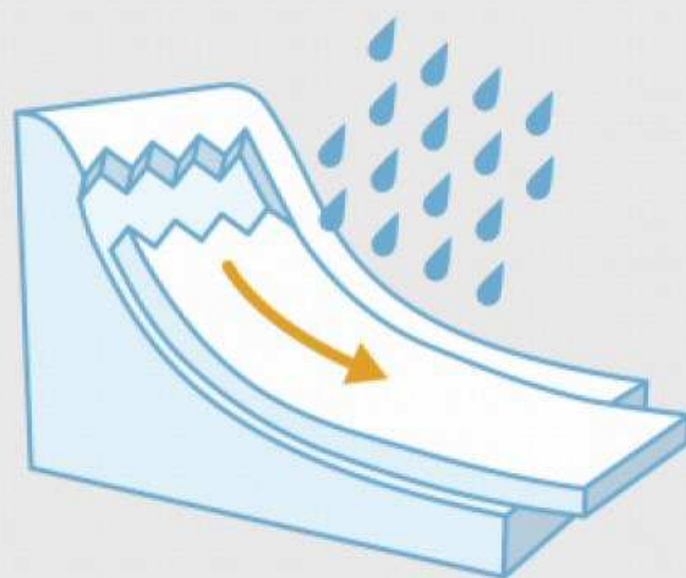
Staublawine

Solche Lawinen entstehen, wenn der Schnee aufgewirbelt wird und sich mit Luft mischt. Sie sind bis zu 300 Kilometer pro Stunde schnell und besonders zerstörerisch



Lockerschneelawine

Ausgehend von einem Punkt breitet sie sich in einer Kettenreaktion in mehrere Richtungen aus, indem weiterer Schnee mitgerissen wird – vor allem bei unverfestigtem Schnee



Nassschneelawine

Sie entsteht meist im Frühjahr, wenn Regen den Schnee durchdringt und die Schwachschicht reißen lässt, aber auch nach Sonnenschein, dann vor allem in der zweiten Tageshälfte



Gleitschneelawine

Ähnlich den Schneebrettern hat sie einen breiten, linienförmigen Anriss. Hier aber rutscht die gesamte Schneedecke hinab, wenn sie auf glattem Untergrund lag, etwa auf nassem Gras

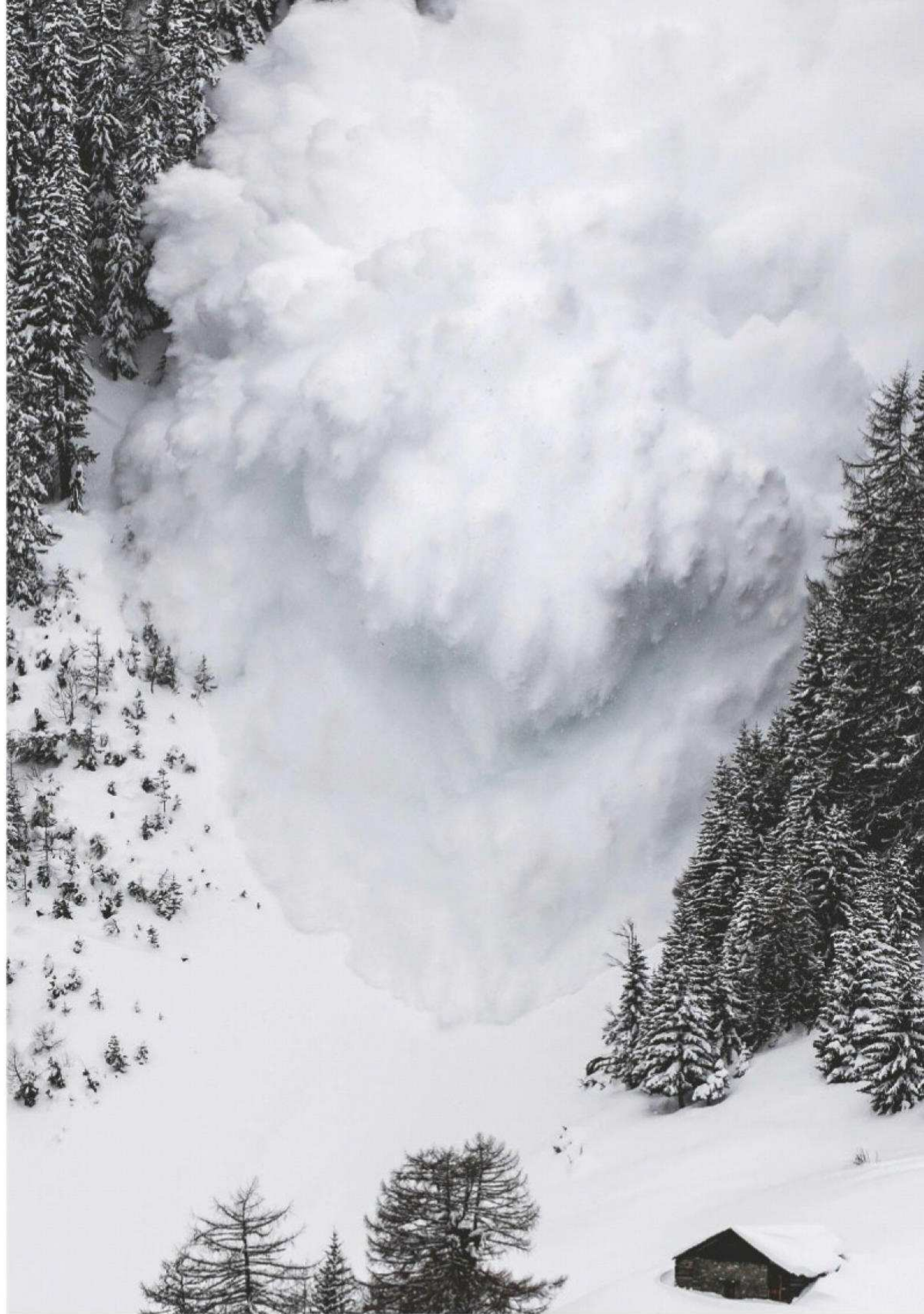
Auch durch kontrollierte Sprengungen
erforschen Wissenschaftler Lawinen,
wie hier auf diesem Testgelände im
schweizerischen Anzère

von den Ästen der Kristalle ab und lagern
sich weiter in der Mitte der Flocken wie-
der an. Langsam wandeln diese sich zu
kompakten Kristallen mit kürzeren Zweigen.
Der nun filzige Schnee hat nur eine
geringe Festigkeit und kann Schwach-
schichten bilden. Im weiteren Verlauf des
Winters glättet sich die Oberfläche der
Körner zwar noch mehr, doch nun bieten
sie sich gegenseitig immer mehr Kontakt-
fläche. Dadurch haften sie wieder stärker
aneinander, besser sogar als Neuschnee:
Fester Altschnee ist entstanden.



Eine Schwachschicht kann sich auch bilden, wenn strenger Frost hereinbricht. Der obere Teil der Schneedecke kühlt dann ab. Weil Schnee isoliert, steigt aber die Temperatur der bodennahen Schichten bis auf fast null Grad Celsius. Diese Altschneekörner geben Dampf ab, der durch die poröse Schneedecke in den kalten Bereich aufsteigt. Dort gefrieren die Wassermoleküle wieder, grobe Reifkörner wachsen heran. „Die rieseln wie Zucker“, so Höller – wo sie sind, verliere sich fast jede Festigkeit.

Auch die
Vegetation am
Hang spielt eine
wichtige
Rolle



Wie sich die Lagen aus Schnee übereinandertürmen, lässt sich im komplexen Spiel des Wetters kaum vorhersehen. „Besonders kritisch wird es, wenn eine obere feste Schicht abrupt in eine untere schwache übergeht“, sagt Höller. „Kopflastig“ nennt er solche Lagen. In zehn Typen teilt das Schweizer Institut für Schnee- und Lawinenforschung Schneeprofile ein. Fünf gelten als instabil.

Für eine sichere Prognose reicht das Schneeprofil an einer Stelle aber

nicht, sagt Höller. Er deutet Richtung Hang. „Das kann da drüben schon alles anders aussehen“, sagt er. Gerne würde er wissen, wie das Profil an vielen Punkten des Hangs aussieht, noch besser wäre ein flächendeckendes Bild der Schneesichtung. Doch eine Art Röntgengerät, um durch den Schnee zu blicken, gibt es nicht.

Gleitschneelawinen, vor denen Höller warnen will, lassen sich also nicht von außen identifizieren (bei ihnen liegt die

Schneebrücken, die sich wie stabile Zäune weit oben am Berghang reihen, geben den Schneemassen Halt und verhindern so, dass große Lawinen Richtung Tal donnern



Schwachschicht an der Grenze zum Boden – dort, wo Schneekristalle anschmelzen). Höller muss einen anderen Weg gehen: Anhand beobachtbarer Kriterien will er ganze „Gleitschneewinter“ vorhersagen, also Winter mit besonders vielen dieser Lawinen. Daten aus der Vergan-

genheit legen nahe, dass starker Schneefall nach einem milden Herbst Gleitschneelawinen begünstigt. Der warme Boden schmilzt den Schnee an und dampft Feuchtigkeit aus. Auf diese Weise entsteht ein Gleitfilm unter der Schneedecke – diese kann rutschen.

Um die These zu untermauern, sammelt Höllers Team Daten, etwa auf dem Wildkogel, einem mit Gras bewachsenen Berg im Salzburger Land. Die Forscher messen das langsam steigende Tempo des Gleitens mit Ankern im Schnee, die eine im Boden befestigte Rolle abspulen.



Sie bestimmen Temperatur und Feuchte der Erde und was darauf wächst – Gras, Sträucher oder Moos. Erste Ergebnisse bestätigen, dass ein warmer Untergrund das Gleiten fördert. Feuchter, schwerer Schnee gleitet eher als trockener. Überrascht waren die Forscher vom Einfluss der Vegetation. Moose bremsen das Gleiten deutlich. Sie wachsen auf bewirtschafteten Flächen und gehen zurück, wenn die Bewirtschaftung endet. „Das Auflösen (Aufgeben) von Almen und Weiden hat also eine ungünstige Wirkung“, sagt Höller. Brachen sollten daher schnell aufgeforstet werden.

Obwohl der milde Herbst 2019 eine Saison voller Gleitschneelawinen befürchten ließ, traf Höllers Prognose bis Januar zum Glück nicht ein – die Schneefälle waren in diesem Winter recht gering.

Die Basis für eine gute Prognose sind möglichst viele Daten



Wie und warum sich eine Lawine löst, ist der eine Teil des Rätsels. Wie sie zu Tal stürzt, der andere. Jan-Thomas Fischer macht dort weiter, wo die Arbeit seines Kollegen Höller endet: nach dem Brechen der Schwachschicht. Fischer erforscht die Dynamik in einer abgehenden Lawine. Saust sie als trockener Schneesturm zu Tal und knickt – mit 300 Kilometern pro Stunde – Bäume um oder deckt Dächer ab? Oder wälzt sie sich wie zähe Flüssigkeit, durchsetzt mit Klumpen, zu Tal? „Beides kann katastrophal sein“, sagt Fischer. Und auch ineinander übergehen. Wenn eine Lawine einmal unterwegs ist, entwickelt sie eine kaum vorhersehbare Eigendynamik: Im Südtiroler Passeiertal begann 2014 ein Abgang als schnelle Staublawine und wandelte sich unterwegs in einen trägen, nassen und schweren Klumpenfluss, der ein Gehöft beschädigte.

Per Computer will Fischer das Geschehen in der fließenden Schneemasse simulieren. Sein Ziel: vorhersagen, wie weit Lawinen an bestimmten Stellen in die Täler vordringen können. Die Basis dafür sind viele Daten. Fischer sammelt sie in Archiven, durch Beobachtung im

Vor allem wenn einzelne Schneeschichten nicht ausreichend miteinander verbunden sind, steigt die Gefahr von Abgängen





Um für den Ernstfall vorbereitet zu sein, lassen sich Teilnehmer eines Lawinentrainings im Schnee eingraben

Feld und im Labor. Alte Beschreibungen stecken einen groben Rahmen ab, wie häufig katastrophale Ereignisse an bestimmten Bergflanken sind. „Im Feld wiederum wollen wir in Lawinen live hineinschauen“, sagt Fischer. Denn auch wenn Radargeräte in kompakte Schneeschichten nicht eindringen, können sie die in der Luft herumwirbelnden Eispartikel direkt im Abgang einer Staublawine durchleuchten.

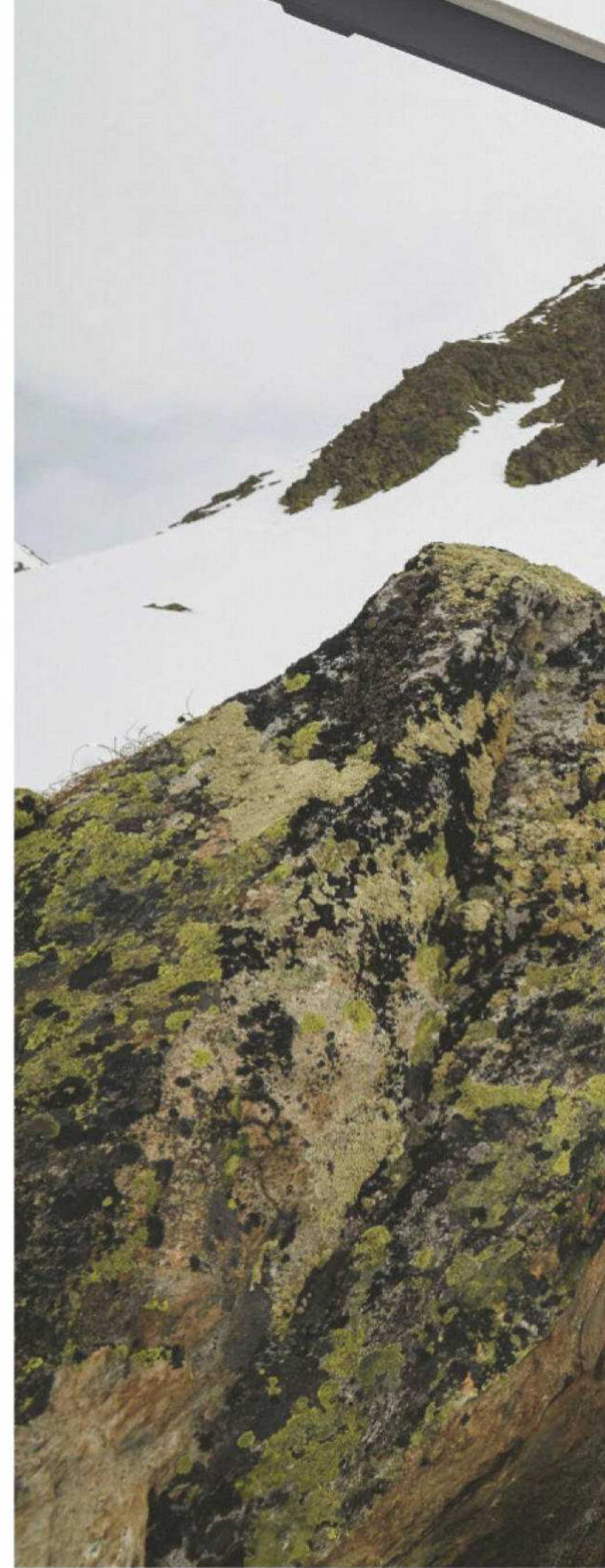
Das Testfeld der Forscher ist ein Berghang am Weissfluhjoch in der Schweiz. Lawinen werden hier per Sprengung kontrolliert ausgelöst – und dabei nach allen

**Durch Reibung
am Untergrund
nimmt die Lawine
Wärme
auf**

Regeln der Kunst vermessen. Ergebnis: Unter der Schneewolke ist meist ein dichter Kern, der körnigem Schüttgut ähnelt, das eine schiefe Ebene hinabrutscht. Er reißt Luft mit, die Eiskristalle aufwirbelt – so entsteht der Staubsturm. „Durch die Reibung am Untergrund nimmt die Lawine Wärme auf“, erklärt Fischer. Der Strom wird dabei nasser, schwerer und langsamer, und es bilden sich große Brocken, wie damals im Passeiertal.

Die Wandlung der Lawine kann aber auch ausbleiben. Um das zu verstehen, machten die Forscher einen Versuch in ihrem Labor. Dabei drehten sie eine Trommel mit pulvrigen Schnee im Dauerbetrieb. Zunächst bildeten sich durch die Reibung wie erwartet Klumpen. Als die Forscher die Temperatur im Labor aber auf unter minus ein Grad Celsius senkten, floss das Weiß weiter locker in der Trommel – der Schnee gab die Reibungswärme gleich wieder an die kalte Luft ab.

Laborversuche wie dieser, erklärt Fischer, könne man aber nur schwer auf



die Realität übertragen. Um dort an mehr Daten zu kommen, lassen sich die Innsbrucker viel einfallen. Um zu erfahren, wie ein Schneeklumpen in einer Lawine Fahrt aufnimmt, statteten sie eine Kugel in Handballgröße mit Beschleunigungssensoren aus. Diesen Ball ließen sie dann von einer Lawine mitreißen.

Um Schneehöhen flächendeckend zu messen oder Lawinenschäden in Wäldern zu kartieren, experimentieren die Forscher auch mit Drohnen. Diese über-

Der Lawinenwarndienst in den Tiroler Alpen inspiziert auch per Helikopter die Lage auf den Bergen – hier nach der Landung auf einer Hochebene unterhalb des Grieskogels



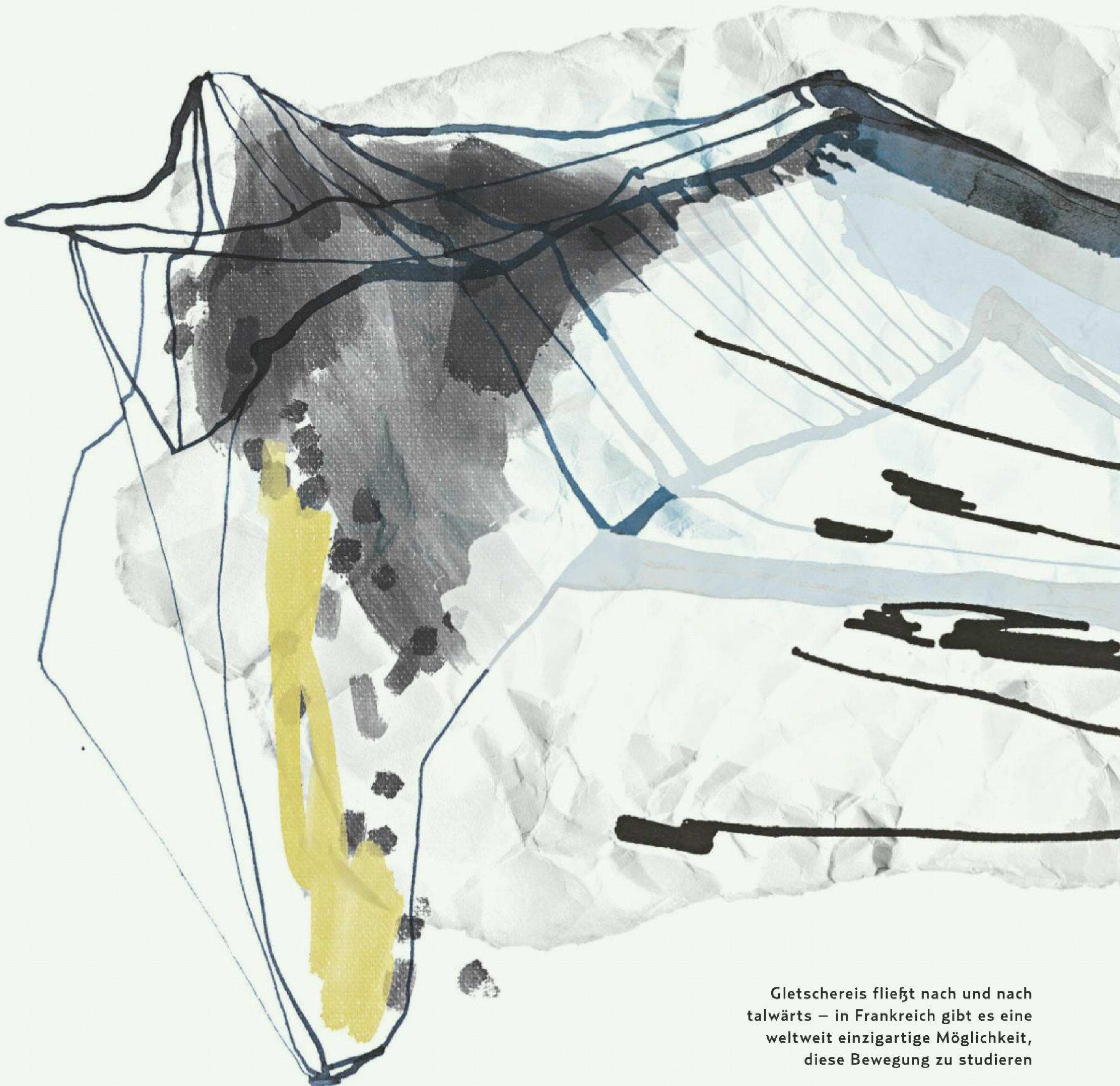
fliegen in einem festen Raster den Hang und messen den Abstand zur Schneedecke. Da das Profil des nackten Geländes bekannt ist, lassen sich die Schneehöhen exakt kartieren. Auch nach einem Lawinenabgang vermessen die Drohnen so den abgelagerten Schnee. Dabei zeigt

Ersticken gilt als häufigste Todesursache bei Lawinenopfern. Eine schnelle Rettung ist daher unabdingbar

sich, wie viele Tonnen weiße Masse von wo nach wo gerutscht sind. Mit solchen Daten verbessert Fischer stetig seine Computersimulation. Doch nach seiner Schätzung wird es noch 15 Jahren dauern, bis diese anhand aktueller Daten wirklich vorhersagen kann, wo Lawinen abgehen und wie weit sie reichen.

Peter Höller müsste dann vielleicht nicht mehr so besorgt zur Bahnlinie am schneebedeckten Hang blicken. Der Rechner würde melden, wann die Linie gesperrt werden muss •

Von wandernden **GLETSCHER** und begehbaren



Gletschereis fließt nach und nach talwärts – in Frankreich gibt es eine weltweit einzigartige Möglichkeit, diese Bewegung zu studieren

RN GIPFELKREUZEN

Die Alpen versprechen spektakuläre Ausblicke, bergen besondere Gefahren und sind voller verblüffender Phänomene, die uns das **Staunen lehren**. Eine Auswahl höchst interessanter Fakten über ein faszinierendes Gebirge im Wandel

Illustrationen: **Claudia Meitert**

Wie schnell wandern Gletscher?

Der Glacier d'Argentières im französischen Teil des Montblanc-Massivs gehört nicht nur zu den großen Gletschern der Alpen. Er ist auch einer der meistbesuchten. Immer wieder können Besucher spektakuläre Eisabbrüche beobachten, die über eine Felsstufe in den unteren Teil des Gletschers krachen. Das beweist augenscheinlich, dass Gletscher sich hangabwärts bewegen. Doch wie schnell tun sie dies und warum? Um Antworten darauf zu finden, wird der Argentières-Gletscher auf den Zusammenhang zwischen dem Schmelzwasserabfluss an der Basis des Gletschers und der Gleitgeschwindigkeit hin untersucht. Dies geschieht mit einem Kavitometer, einer Art Rad, das die Forscher unter dem Gletscher befestigen konnten. Das Rad dreht sich entsprechend der Geschwindigkeit des Eises darüber. Die dazugehörige Apparatur befindet sich in einem Hohlraum unter dem Gletscher. Er wurde vor rund 50 Jahren beim Errichten eines Schmelzwassertunnels entdeckt. „Das gibt es weltweit nur einmal“, weiß der Glaziologe Luc Moreau. „Es ist der einzige Ort, an dem man direkt die Kontaktfläche von fließendem Eis und Fels untersuchen kann.“ Messungen zeigen, dass der rund neun Kilometer lange Gletscher im Durchschnitt 200 Meter pro Jahr talwärts fließt.

Noch viel schneller als der Argentières-Gletscher sind Grönlands Gletscher unterwegs. Mehrere Kilometer pro Jahr fließt der Jakobshavn-Gletscher ins Meer, und er wurde im Laufe der Messungen immer schneller. 2012 beschleunigte er auf 17 Kilometer pro Jahr.





Dass die Alpen heute zu den besterschlossenen Gebirgen der Welt zählen, ist maßgeblich dem Einsatz ehrenamtlicher Helfer zu verdanken

Die Gründe für das unterschiedlich schnelle Gleiten der Gletscher sind vielfältig. Ihre Topografie, der Untergrund sowie dessen Verformung durch den Eisdruck und die geothermische Erwärmung von unten spielen ebenso eine Rolle wie Art und Menge der Niederschläge, die auf ihn fallen.

Gletscher lassen sich nicht über einen Kamm scheeren – auch nicht bezüglich ihres Verhaltens im Klimawandel. Der Jakobshavn-Gletscher begann nach jahrelangem Schrumpfen 2019 zu wachsen. Auch in großen Höhen gelegene Montblanc-Gletscher wachsen. Leider lässt sich keine allgemeine Trendwende herauslesen. Dahinter stecken wohl lokale Phänomene: vorübergehend abnehmende Wassertemperaturen vor Grönland beziehungsweise mehr nasser Schneefall auf das Montblanc-Massiv. Tiefer gelegene Gletscher schmelzen weiterhin ab. Der Argentièr-Gletscher verliert durchschnittlich einen Meter Eisdecke pro Jahr.

Wofür steht der Deutsche Alpenverein?

Nah dem Münchner Marienplatz treffen sich vor mehr als 150 Jahren 36 Männer in einem Lokal, es ist der 9. Mai 1869 und die Geburtsstunde des heutigen Deutschen Alpenvereins (DAV). Anlass ist die Unzufriedenheit mehrerer Bergfreunde mit dem bereits seit 1862 bestehenden Österreichischen Alpenverein. Ihrer Ansicht nach setzt er sich kaum für die praktische Erschließung des Gebirges ein, zudem beschränken sich die Zusammenkünfte auf Wien. Paragraph 1 der 1869er-Satzung lautet somit: „Zweck des Deutschen Alpenvereins ist es, die Kenntnis der deutschen Alpen zu verbreiten und zu erweitern und die Bereisung derselben zu erleichtern.“

Aus den 36 Männern sind inzwischen beinahe 1,4 Millionen Mitglieder geworden. Davon sind 42,8 Prozent weiblich, gut ein Viertel sind Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene unter 26 Jahren, rund 19 Prozent der Mitglieder sind über 60 Jahre alt. Bislang sind im Bundesgebiet 357 regionale Vereine (Sektionen) entstanden.

Der DAV wird ehrenamtlich geführt und vom Ehrenamt getragen. Mehr als 29 000 Menschen leisten im Jahr rund 2,02 Millionen Stunden Arbeit für den Verein, zum Beispiel für den Erhalt der Wege und Steige. Das entspricht einem Gegenwert von über 30 Millionen Euro. Die wichtigsten Einnahmen kommen aus den Mitgliedsbeiträgen, die zunächst bei den regionalen Sektionen landen. Diese geben einen Beitrag an den Bundesverband ab. Weitere Einnahmequellen: 321 Hütten mit 890 000 Übernachtungen pro Jahr. Die größten Ausgaben fallen an für die Sanierung der Hütten und die Ausbildung von Trainern.

In den ersten Jahren nach der Gründung ging es dem DAV vorrangig um die touristische Erschließung der Alpen mit Hütten- und Wegebau. Heute betrachtet



Der Effekt ist winzig klein, aber tatsächlich ticken die Uhren auf hohen Gipfeln etwas schneller als im Tal

der Verein das Gebirge als grundsätzlich erschlossen. „Wir setzen uns stattdessen für den Schutz der noch unerschlossenen Gebiete in den Alpen ein“, sagt Pressesprecher Thomas Bucher. Gleich geblieben sei, dass der DAV für den Bergsport eintrete. So ist der Verein der größte Bergsportverband der Welt und zählt zu den größten Naturschutzverbänden in Deutschland.

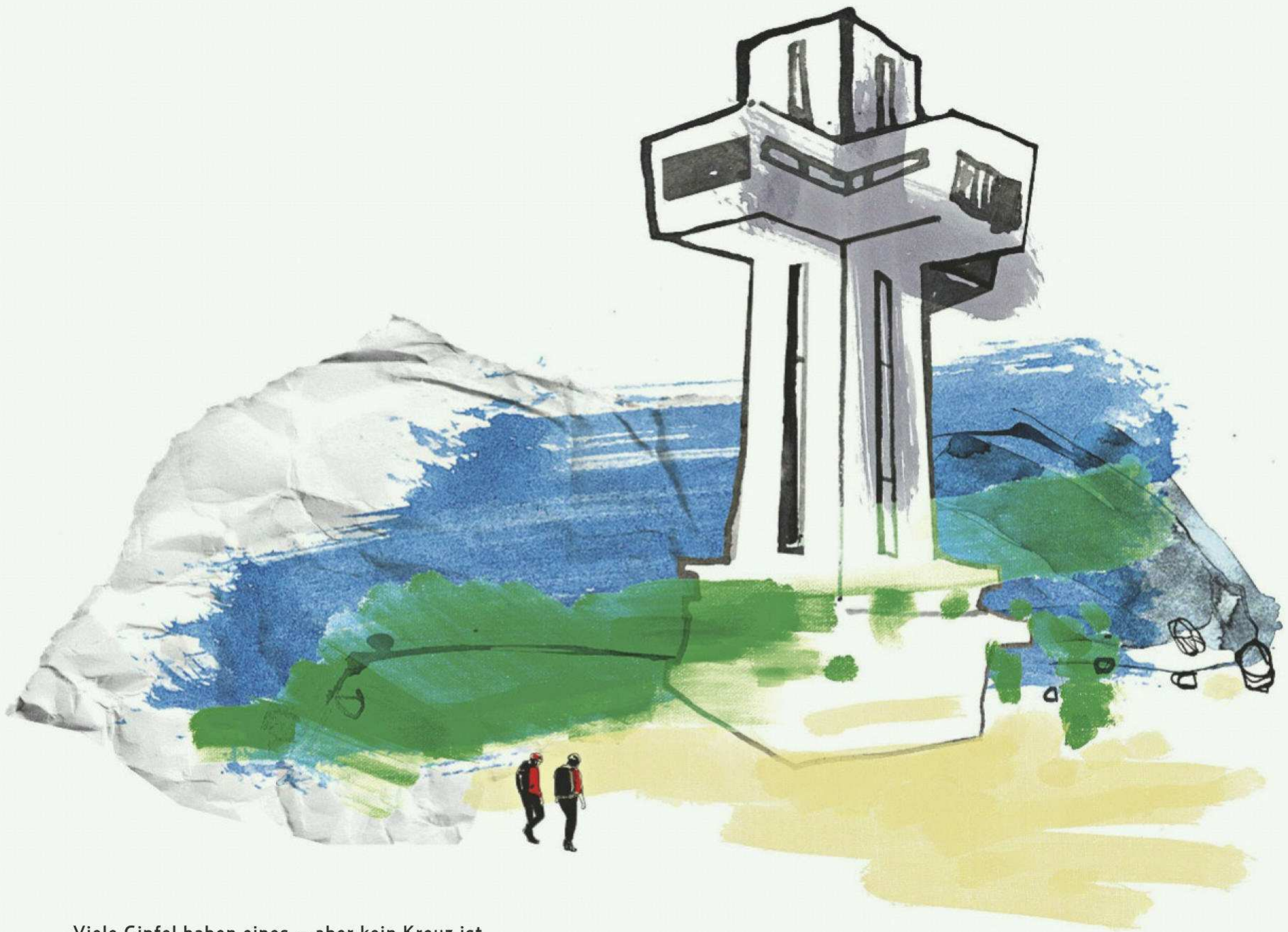
Warum vergeht die Zeit im Gebirge schneller?

Eigentlich sollten wir uns nach einem ausgiebigen Urlaub in den Bergen wieder jünger fühlen. Nun hat ein Forschungsteam von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig jedoch gemessen, dass die Uhren in großen Höhen schneller ticken. Tatsächlich altern wir also im Bergurlaub ein unvorstellbar kleines bisschen rascher: allerdings weniger als eine Millionstelsekunde bei einem zweiwöchigen Aufenthalt.

Das internationale Team um den Physiker Christian Lisdat unternahm dazu aufwendige Experimente in den französischen Alpen. Dafür synchronisierten die Wissenschaftler zwei Atomuhren. Eine befand sich in der unterirdischen Versuchsstation Laboratoire Souterrain de Modane nahe der französisch-italienischen Grenze, die andere im Anhänger eines Lkw, der in einer Entfernung von 90 Kilometern rund 1000 Meter über der Station parkte. Durch den Abgleich beider Uhren über ein entsprechend langes Glasfaserkabel stellten die Forscher fest, dass die Uhr in der unterirdischen Forschungsstation ein klein wenig langsamer tickte.

Die Erklärung liefert Albert Einstein: Laut seiner Allgemeinen Relativitätstheorie beschleunigt sich der Lauf der Zeit in der Nähe eines massereichen Objekts, wie zum Beispiel unserer Erde. Je weiter wir uns vom Zentrum der Erde entfernen, desto weniger ist der Effekt zu spüren.

Mithilfe der neuen Erkenntnisse können die Forscher durch den Abgleich zweier Atomuhren auf deren



Viele Gipfel haben eines – aber kein Kreuz ist so geräumig wie das auf der Buchensteinwand nahe Kitzbühl. Man kann darin sogar Feste feiern

Höhenunterschied schließen. Eine mögliche Anwendung der mobilen Atomuhren ist daher die Landvermessung, die zukünftig mit einer Genauigkeit von zehn Zentimetern möglich sein soll.

Welches Gipfelkreuz kann man mieten?

Seit Sommer 2014 steht das weltweit größte komplett begehbare Gipfelkreuz, das Jakobskreuz, auf der 1456 Meter hohen Buchensteinwand in den Kitzbüheler Alpen. Die Stahlkonstruktion des weithin sichtbaren Doppelkreuzes ist ganz mit Holzschindeln verkleidet. Der Grundpfeiler misst 29,60 Meter, die vier Arme mit den Panoramafenstern sind 19 Meter

hoch. Hier befinden sich Aussichts- und Ausstellungsräume mit je um die 30 Quadratmeter Fläche und spektakulärem Rundumblick, bei klarer Sicht bis zum Großglockner und Großvenediger. Erreichbar sind sie über einen eingebauten Aufzug. Eine Etage höher gibt es offene Aussichtsplattformen und fast ganz oben, in etwa 29 Meter Höhe, eine Terrasse für Schwindelfreie. Auch der Kopf des Kreuzes ist begehbar, hier können sich Wanderer ins Gipfelbuch eintragen. Neu hinzugekommen ist im Oktober 2020 die Antonius-Kapelle, eine puristische kleine Bergkapelle direkt im Sockel des Kreuzes.

Seit seiner Eröffnung ist das Jakobskreuz eine Attraktion – nicht nur für Bergwanderer und Touristen, die sich mit der Pillersee-Bergbahn zum Gipfel bringen

lassen, sondern auch für Menschen, die ein besonderes Event planen. Denn die Räume kann man mieten, der halbe Tag kostet 250 Euro, der ganze Tag 400 Euro – pro Raum. Für diesen Preis können Veranstalter jeweils rund 20 bis 45 Leute für Lesungen, Vorträge, Vernissagen oder – sehr beliebt – Hochzeitsfeiern unterbringen.

Welche Pflanze ist die giftigste, die in den Alpen vorkommt?

Er wächst an sehr vielen feuchten Stellen in den Alpen und Mittelgebirgen, blüht zwischen Juni und August mit wunderhübschen endständigen Trauben aus helmförmigen violetten bis blauen Blüten, ja er ziert sogar viele Gärten, und er steht im Freiland unter Naturschutz. Zugleich ist er die giftigste Pflanze Mitteleuropas: der Blaue Eisenhut.

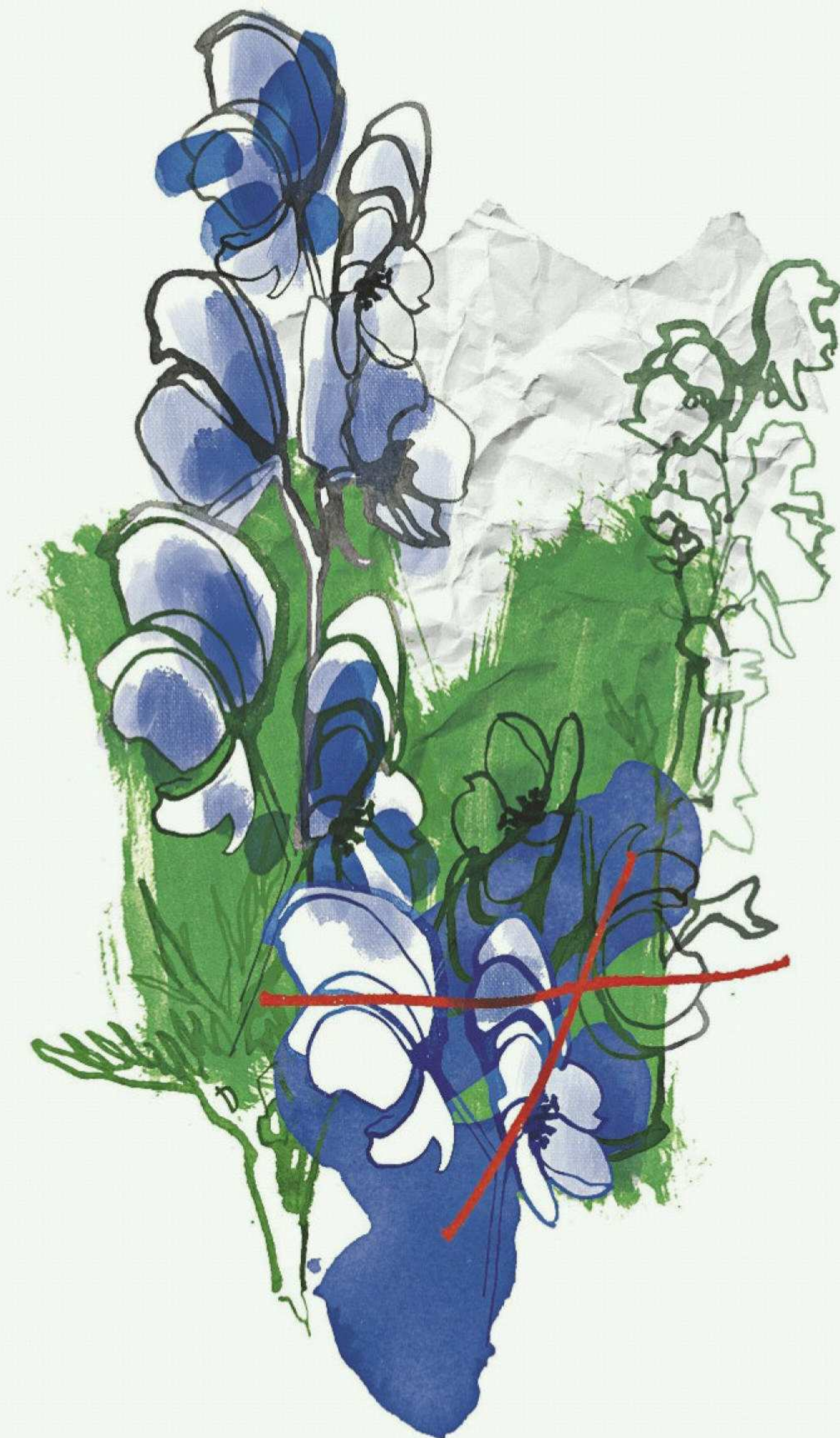
Bereits wenige Milligramm dieser Pflanze können, wenn man sie verschluckt, für einen Erwachsenen tödlich sein. Die auch Echter Sturmhut genannte Staude, die bis zu 1,5 Meter hoch werden kann, enthält in allen Teilen das Alkaloid Aconitin, eines der stärksten Pflanzengifte überhaupt. Die höchsten Konzentrationen stecken in der Wurzel, in den Blättern sind sie nicht ganz so hoch. Das Gift kann aber bei längerem Kontakt auch über die Haut in den Körper gelangen, wenn man etwa die Blätter zwischen den Fingern verreibt. Aconitin führt zu Krämpfen, wiederholtem Erbrechen, Herzrhythmusstörungen sowie Lähmungserscheinungen.

Kein Wunder, dass der Blaue Eisenhut früher Bestandteil von Hexensalben war und als Mordgift eingesetzt wurde. Der römische Kaiser Claudius und auch Papst Hadrian VI. sollen ihm zum Opfer gefallen sein. Wer – aus welchen Gründen auch immer – Blauen Eisenhut zu sich genommen hat, sollte sofort den Notarzt verständigen und bis zu dessen Eintreffen maximal ein Glas stilles Wasser trinken.

Warum wird Wandern in den Alpen gefährlicher?

Anfang Juli vergangenen Jahres starben in der Bärenschützklamm in der österreichischen Steiermark drei Wanderer, neun weitere wurden verletzt. Die Ursache war Steinschlag: Ein oder mehrere Gesteinsbrocken hatten sich oben in der Schlucht gelöst, zersplitterten beim Aufprall und trafen die Wanderer, die auf dem Steig durch die Klamm unterwegs waren.

Der Eindruck, dass sich solche Meldungen häufen, täuscht nicht. In ihrem Bericht „Sicher Wandern 2040“ warnen Forscher vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft in der Schweiz: Der Klimawandel macht das Wandern in den Alpen tatsächlich riskanter.

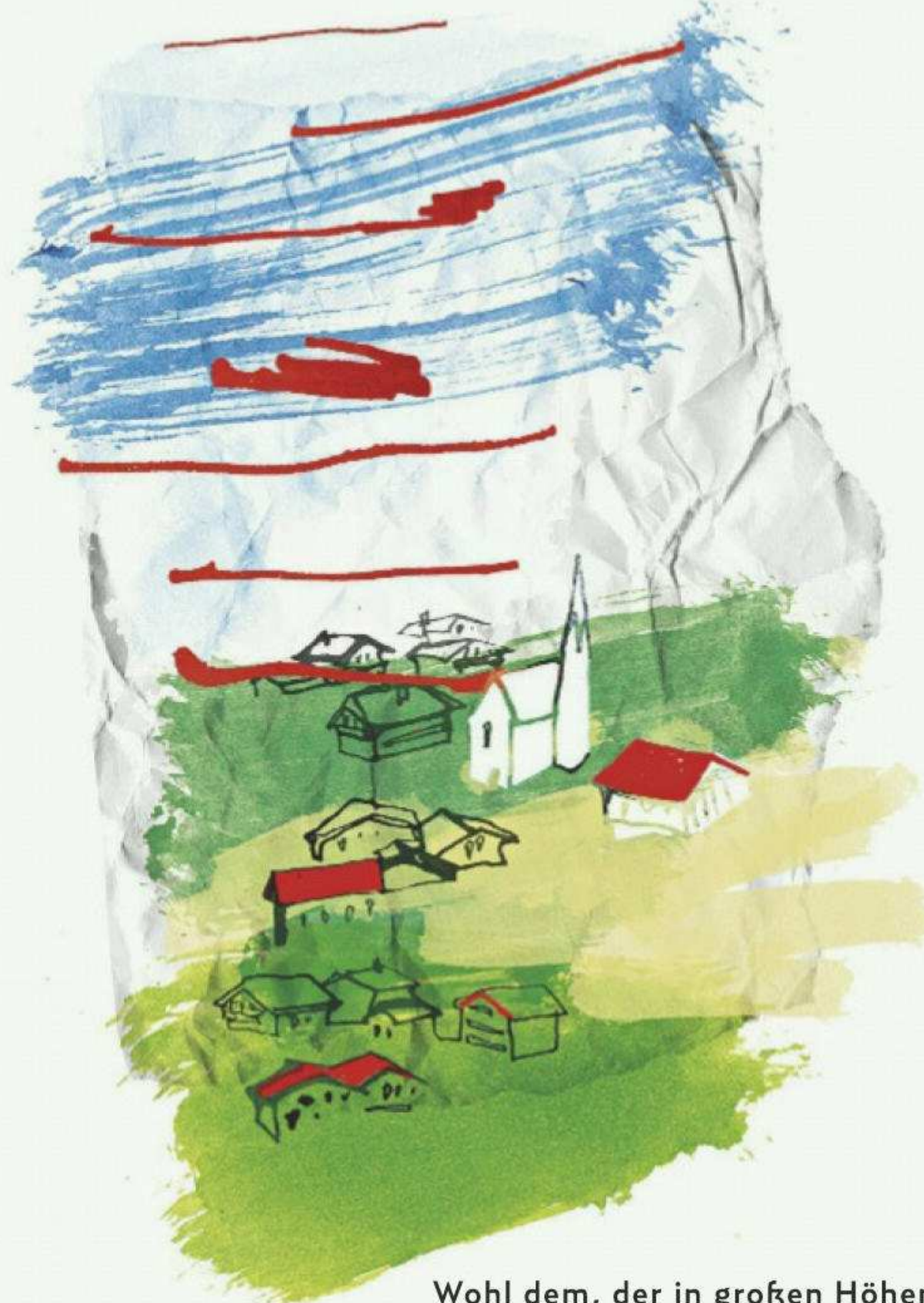


Seine Schönheit ist verführerisch. Doch Vorsicht: Das Gift des Blauen Eisenhuts wirkt so stark, dass schon winzige Mengen töten können

Mehr Steinschlag und Felsstürze gefährden vor allem hochalpine Wege. Erdrutsche und Schlamm-lawinen betreffen auch die tieferen Regionen und Täler. Diese Naturgefahren werden durch die Begleiterscheinungen der allgemeinen Erwärmung begünstigt: trockenere Sommer, mehr Hitzetage, schneeärmere Winter, heftigere Niederschläge und auftauender Permafrost. Außerdem häufen sich Ereignisse wie Stürme, Brände oder Insektenbefall, die den Wäldern zusetzen. Und weniger Bäume bedeuten weniger Schutz gegen Lawinen, abrutschende Hänge, Steinschlag.

Ihr Risiko reduzieren können Wanderer, indem sie ihre Route umsichtig planen. Zum Beispiel sollten sie nach Tagen mit Starkniederschlägen oder großen Temperaturschwankungen freie Felswände meiden.

Der Klimawandel hinterlässt vielfältige Spuren im Gebirge. Eine davon: Hänge werden instabiler, Wege und Pässe damit gefährdeter



Wohl dem, der in großen Höhen
wärmende Kleidung dabei
hat, denn rasch wird es frisch.
Warum eigentlich?

Warum ist es auf dem Gipfel so kalt,
obwohl warme Luft aufsteigt?

Oben am Berg liegt schon Schnee, während im Tal noch die Sommerblumen blühen – denn etwa bis zur Wolkenunterseite wird es alle hundert Höhenmeter je nach Luftfeuchtigkeit zwischen 0,65 und knapp einem Grad Celsius kälter.

Logischer erschiene es uns andersherum, denn warme Luft steigt bekanntlich auf. Auch kann die Luft im Tal mehr Wärme aufnehmen, da sie auf einer größeren Fläche als der Gipfel Kontakt mit dem durch Sonneneinstrahlung erwärmten Boden hat. Doch die Erklärung des Phänomens liegt woanders.

Die eigentliche Ursache für die kühleren Gipfel lässt sich mithilfe der physikalischen Definition von Temperatur zeigen: Wärme entsteht, weil die frei beweglichen kleinen Teilchen der Luft aneinanderstoßen und -reiben. Hinzu kommt: Das Gewicht aller Luftteilchen der Atmosphäre lastet auf allem und übt Druck aus. Auf dem Talgrund ist dieses Gewicht höher als auf dem Gipfel, man kann auch sagen: In höheren Schichten ist der Luftdruck geringer, und in einem bestimmten Volumen sind weniger Luftteilchen. Weniger Teilchen haben einen geringeren Kontakt miteinander, und so verlangsamt sich auch ihre Bewegung – es wird kühler.

POSTANSCHRIFT DER REDAKTION:
BRIEFFACH 24, 20444 HAMBURG.
TELEFON: 0049/40/37 03 20 84
E-MAIL: BRIEFE@GEOKOMPAKT.DE
INTERNET: WWW.GEOKOMPAKT.DE

CHEFREDAKTEURE: Jens Schröder, Markus Wolff

REDAKTIONSLEITUNG: Meike Kirsch (Reise), Christiane Löll, Jürgen Schaefer (Wissen), Katharina Schmitz (Natur und Nachhaltigkeit), Joachim Telgenbüscher (Geschichte)

VISUAL DIRECTOR: Andreas Pufal

INNOLAB: Margitta Schulze Lohoff

STELLY. VISUAL DIRECTOR (FOTOGRAFIE): Lars Lindemann

MANAGING DESIGNER: Arne Kluge (P. M.), Torsten Laaker (GEO WISSEN, GEO kompakt), Tatjana Lorenz (GEOEPOCHE), Eva Mitschke (GEO Saison), Daniel Müller-Grote (GEO)

TEXTLEITUNG: Stephan Draf, Birte Lindlahr, Katharina Priebe

GESCHAFTSFÜHRENDE REDAKTEURE: Maike Köhler, Bernd Moeller

LTG. DIGITALE MAGAZINE/SONDERPRODUKTE: Rainer Droste

TEXTREDAKTION: Jörg-Uwe Albig, Jörn Auf dem Kampe, Klaus Bachmann, Jens-Rainer Berg, Kirsten Bertrand, Insa Bethke, Tilman Botzenhardt, Dr. Anja Fries, Marlene Göring, Gesa Gottschalk, Rainer Harf, Lara Hartung, Gunnar Herbst, Maria Kirady, Diana Laarz, Fred Langer, Barbara Lich, Dr. Mathias Mesenhöller, Dr. Vivian Pasquet, Ines Possemeyer, Samuel Rieth, Nora Saager, Martin Scheufens, Katja Senjor, Iona Marie Schlußmeier, Claus Peter Simon, Johannes Teschner, Bertram Weiß, Sebastian Witte

ABENTEUER & EXPEDITIONEN: Lars Abromeit

REDAKTEUR FÜR BESONDERE AUFGABEN: Siebo Heinken

GEO-TAG DER NATUR: Dr. Mirjam S. Gleßmer, geo-tagdernatur@geo.de

BILDREDAKTION: Julia Franz, Mareile Fritzsche, Christian Gargerle, Christian Gogolin, Anja Jöckel, Frauke Körting, Chantal Alexandra Pils, Roman Rahmacher, Jochen Raiß, Simone Thürnau, Katrin Trautner, Carla Rosorius, Trixi Rossi, Carina Weirauch

GRAFIK: Sharare Amirhassani, Ulrike Darwisch, Dennis Gusko,

Anja Klingebiel, Jan Krummrey, Anna Primavera, Christina Schäfer, Christina Stahlke, Marco Stede, Frank Strauß, Nele Wievelhove

KARTOGRAFIE: Stefanie Peters

CHEF VOM DIENST/KOORDINATION: Ralf Schulte

QUALITY BOARD – VERIFIKATION, RECHERCHE, SCHLUSSREDAKTION:

Leitung: Tobias Hamelmann, Norbert Höfler

Sven Barske, Lenka Brandt, Regina Franke, Hildegard Frilling, Dr. Götz Froeschke, Thomas Gebauer, Susanne Gilges, Cornelia Haller, Dagny Hildebrandt, Sandra Kathöfer, Judith Ketelsen, Petra Kirchner, Dirk Krömer, Michael Lehmann-Morgenthal, Jeanette Langer, Dirk Liedtke, Kirsten Maack, Jörg Melander, Melanie Moenig, Andreas Mönnich, Adelheid Molitoris, Susan Molkenbühr, Alice Passfeld, Christian Schwan, Andreas Sedlmair, Stefan Sedlmair, Corinna Sloty, Olaf Stefanus, Bettina Süsssemilch, Torsten Terraschke, Elke v. Berkholz, Antje Wischow

SEKRETARIAT: Ümmük Arslan, Judith Swiderek, Silvia Wiekling

USA-KORRESPONDENT: Karl Teuschl

HONORARE/SPESEN: Angelika Györfy, Heidi Hensel, Daniela Klitz, Katrin Schäfer, Carola Scholze, Katrin Ullerich, Andrea Zysno

GEO.DE: Leitung: Julia Großmann, Jan Henne

Redaktion: Peter Carstens, Jaane Christensen (Bildredaktion), Solvejg Hoffmann, Malte Joost

VERANTWORTLICH FÜR DEN REDAKTIONELLEN INHALT: Jens Schröder, Markus Wolff

PUBLISHER: Frank Thomsen, Toni Willkommen (Stellvertreter)

PUBLISHING MANAGER: Patricia Hildebrand, Svenja Urbach, Eva Zaher

DIGITAL BUSINESS DIRECTOR: Carina Laudage

SALES DIRECTOR: Franziska Bauske, Betsy Edakkamannil, Sarah Engelbrecht, DPV Deutscher Pressevertrieb

DIRECTOR BRAND PRINT + DIRECT SALES: Heiko Hager, Ad Alliance GmbH

MARKETING DIRECTOR: Sandra Meyer, Frank Thomsen

MARKETING MANAGER: Pascale Victoir

PRESSE- UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT: Isabelle Haesler

HERSTELLUNG: G+J Herstellung, Heiko Belitz (LtG.), Oliver Fehling

VERANTWORTLICH FÜR DEN ANZEIGENTEIL: Fabian Rother,

Head of Brand Print+Direct Sales, Ad Alliance GmbH, Am Baumwall 11, 20459 Hamburg.
 Es gilt die jeweils aktuelle Preisliste. Infos hierzu unter www.ad-alliance.de

Der Export der Zeitschrift GEO WISSEN und deren Vertrieb im Ausland sind nur mit Genehmigung des Verlages statthaft. GEO WISSEN darf nur mit Genehmigung des Verlages in Lesezirkeln geführt werden. Alle Rechte vorbehalten. Insbesondere dürfen Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet und Vervielfältigung auf Datenträger, wie CD-ROM, DVD-ROM etc., nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung des Verlages erfolgen.

Bankverbindung: Deutsche Bank AG Hamburg,
 IBAN: DE30 2007 0000 0032 2800 00, BIC: DEUTDEHH

ISSN: 0933-9736

Druckvorstufe: 4mat Media Hamburg

Druck: appli druck GmbH, Wemding

GEOkompakt wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Die Papierfasern stammen aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung.

Die Nachhaltigkeit ist nach ISO 14001 zertifiziert.

© 2021 Gruner + Jahr, Hamburg,

Printed in Germany

USA: GEO (German) (USPS no 00011476) is published monthly by Gruner+Jahr GmbH. Known Office of Publication: Data Media (A division of Cover-All Computer Services Corp.), 2221 Kenmore Avenue, Suite 106, Buffalo, NY 14207-1306. Periodicals postage is paid at Buffalo, NY 14205. Postmaster: Send address changes to GEO (German), Data Media, P.O. Box 155, Buffalo, NY 14205-0155.

E-Mail: service@roltek.com, Toll free: 1-877-776-5835

Kanada: Sunrise News, 47 Silver Shadow Path, Toronto, ON, M9C 4Y2,
 Tel. + 1 647-219-5205, E-Mail: sunriseorders@bell.net

ABONNEMENT- UND EINZELHEFTBESTELLUNG
ONLINE-KUNDENSERVICE: www.geo.de/kundenservice
POSTANSCHRIFT: GEOkompakt-Kundenservice,
 20080 Hamburg
 Tel.: 0049/40/55 55 89 90
SERVICE-ZEITEN: Mo–Fr 7.30–20 Uhr, Sa 9–14 Uhr

PREIS JAHRESABONNEMENT:
 44,00 € (D), 50,00 € (A), 74,40 sfr (CH);
 Preise für weitere Länder auf Anfrage erhältlich.

BESTELLADRESSE FÜR GEO-BÜCHER, GEO-KALENDER, SCHUBER ETC.:
 GEO-Versand-Service, 74569 Blaufelden
 Tel.: 0049/40/422 36 427

BILDNACHWEIS

Anordnung im Layout: l. = links, r. = rechts,
 o. = oben, m. = Mitte, u. = unten

TITEL Basti Heckl/stock.adobe.com

EDITORIAL Sebastian Witte: 3 l.; Rainer Harf: 3 r.

INHALT siehe entsprechende Seiten

BILDESSAY Jakub Perlikowski: 6/7, Stefan Hefele: 8/9 und 14/15; Hans-Bernhard Huber/laif: 10/11; Christoph Jorda/Lookphotos: 12/13; Blickwinkel/Imago: 16/17; Berthold Steinhilber/laif: 18/19; Imageboker/Imago: 20/21

GEBURT DER ALPEN Cavalier Michel/hemis.fr/laif: 24/25; Illuteam für GEO: 27; Peter Daldos: 28 o.; Christian Weber: 28 m., 29 o., 31 m.; Georg Tappeiner: 29 r.; De Agostini/Getty Images: 29 m.; iStock: 31 m.; Zbynek Burival /Shutterstock: 30 m.; Alamy: 30 o., 30 m. (2); Joachim Moog/OKAPIA: 30 u.; Federica Grassi/Moment/Getty Images: 30 u.; Panther Media/action press: 31 l.o.; Sascha Steinach/dpa/Picture-Alliance: 31 l.u.

EIN PARADIES IM WANDEL Iris Kuerschner & Dieter Haas/Powerpress: 32/33 und 38/39; privat: 34 o.; Yury Kirillov/Alamy: 34/35 u.; Westend61/Imago: 35 o. und 36 o.; Felix Gugerli: 36 u.; Wolfgang Privitzer/dieKLEINERT.de: 37; Bernd Römmelt/mauritus images: 40 o.; Margit Wild/Imago: 40 m.; H. Bellmann/F. Hecker/blickwinkel: 40 u.

DIE ALPINISTEN Nature Picture Library/Alamy: 42/43; BO/Mc Photo/ddp images: 44; Robert Haasmann: 45; Paolo Manzi/Shutterstock: 46/47; Olivier Born/BIOS/OKAPIA: 48; Robert Haasmann/BIOS/OKAPIA: 49; Nationalpark Hohe Tauern: 50 o.; Hansruedi Weyrich: 50 u.; Ashley Cooper Pics/Alamy: 51; Thomas Wachter/GEO/Picture Press: 52; Alexandra Giese/Shutterstock: 53; Andreas Volz: 54; blickwinkel/Imago: 55

LAWINEN Maygutyak/stock.adobe.com: 56/57; Alessandro della Bella/Keystone/dpa Picture-Alliance: 58 u. und 59 u.; Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF: 58/59 o.; Axel Kock: 60; Jean-Christoph Bott/Keystone/dpa Picture-Alliance: 61; imageBROKER/Alamy: 62; Roland Mühlanger/Imago: 63; Franziska Gilli/laif: 64; Enno Kapitza/Agentur Focus: 65 o.; Eric Beracassat/Gamma-Rapho/Getty Images: 65 u.

VON GLETSCHERN UND GIPFELKREUZEN Claudia Meitert für GEO kompakt: 66–72

KATHEDRALEN AUS EIS Philippe Crochet: 74/75 und 83 o.; Richard Taylor/Schapowalow: 76/77; imageBROKER/dpa Picture-Alliance: 78/79; Bernhard Edmaier/Science Photo Library: 80; Tim Howell/SWNS/action press: 81 u.; GEO: 82; Thomas Exel/APA/picture alliance: 83

AUF DIE PROFESSIONELLE TOUR Dirk Bruniecki: 84, 86 o., 87 u., 89, 90 u., 91 o.; Thomas Koy: 85; Berthold Steinhilber/laif: 86 u.; Andreas Strauß/Lookphotos: 87 o.; Jens Schwarz/laif: 88; Dietmar Denger/laif: 90 o.; Keystone Schweiz/laif: 91 u.

WETTLAUF ZUM GIPFEL Joe Vella/Alamy: 94/95; Zermatt Tourismus: 95; The Granger Collection NYC/ullstein bild: 96; Artokoloro/Imago: 97; Kharbine-Tapabor/Imago: 98; akg-images: 99; GEO Epoche: 100; Gustave Doré/Creative Commons: 101; Sunny Celeste/Alamy: 102; Chris Hellier/Alamy: 103

BERGPÄSSE Bertholf Steinhilber/laif: 104–111

EIN HIMMEL VOLLER CHAOS Heinz Schmidbauer/imageBROKER/Okapia: 112/113; Christophe Suarez/BIOS/OKAPIA: 114; Johanna Besseling: 115; Marmota Maps: 116 und 119; Franz Marc Frei/Lookphotos: 117 o.; Photodisc/Getty Images: 117 u.; imageBROKER/action press: 118 o.; Johannes Pfatschbacher/imageBROKER/Okapia: 118 u.; Thomas Hoflacher/imageBROKER/Okapia: 120; Stanislas Fautre/Le Figaro Magazine/laif: 121

JÄGER DER FUNKELDEN STEINE Gaetan Bally/Keystone/dpa Picture-Alliance: 122–127

NATIONALPARKS JFL Photography/stock.adobe.com: 128/129; Rainer Harf für GEO kompakt: Illustrationen und Karten 128-145; Andreas Strauß/Lookphotos: 130/131; Mara Brandl/Imago: 131 o.; Davide Carlo Cenadelli/Huber Images: 132/133; Konrad Klaunzer/Nationalpark Hohe Tauern: 134/135 o.; Emanuel Egger/Nationalpark Hohe Tauern: 134 u.; Johannes Geyer/Nationalpark Hohe Tauern: 135 u.; Roland Mayr: 136; Michael Kronsteiner/Nationalpark Kalkalpen: 137 u.; Marc Julien/Imago: 138 u.; Biosphoto/juniors@wildlife: 139 o.; Markus Kirchgessner/laif: 139 u.; Hans Lozza/Schweizerischer Nationalpark: 140/141; Francesco Bergamaschi/Schapowalow: 142/143; AGF-Foto/ddp images: 143 o.; Charton Franck/hemis/laif: 144; EyeEm/mauritus images: 145 u.

Für die Wissenschaft bilden die eisgefüllten Kavernen in den Felswänden der Alpen ein einzigartiges Archiv voller Hinweise auf das Klima vergangener Epochen. **Winzige »Zeitkapseln«** machen dabei sogar künftige Katastrophen vorhersehbarer

Text: Daniele Palu

Kathedralen aus

Eis

Kein Sonnenstrahl und kein Sturm kann dem Höhleneis (hier in der Dachsteinhöhle in Obertraun) etwas anhaben. Es überdauert oft viele Jahrhunderte

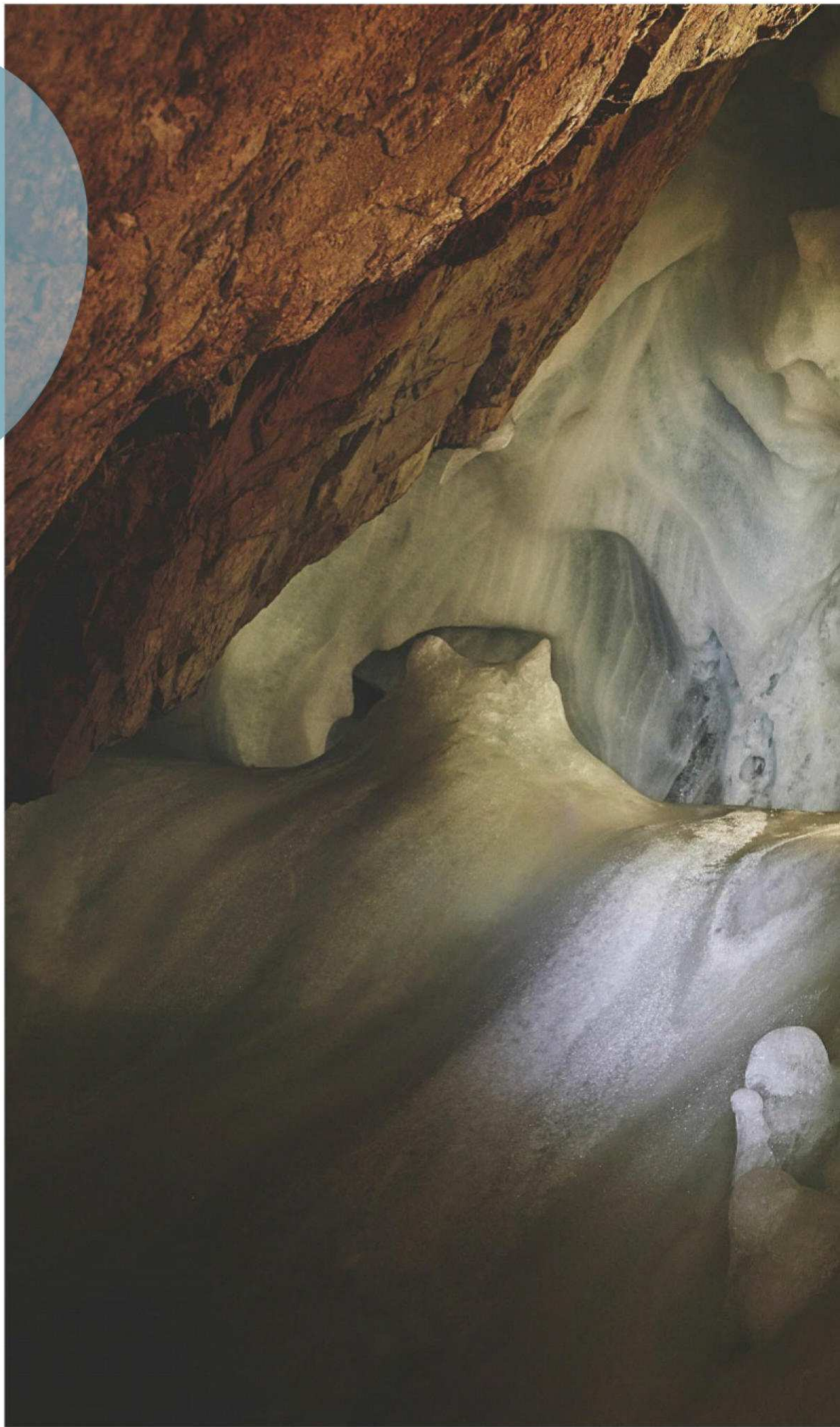
D

Der Eingang zur Eisriesenwelt gähnt dunkel in einer steilen Felswand am Tennengebirge bei Salzburg. Ein eiskalter, fröstelnder Hauch strömt heraus, der Wind pfeift und heult. Fast wirkt es, als wolle die Höhle verhindern, dass man einfach so in sie eindringt. Ist man erst mal drin, plätschert, tropft und rumort es überall. Können Berge „leben“? Tatsächlich, der Bergführer erklärt, dass die größte Eishöhle der Welt atmet, weil in ihr kalte Luft zirkuliert.

Kaum vorstellbar, dass die Eiskathedralen im Innersten der Alpen einst aus Korallenstöcken entstanden. Aus riesigen Feldern, die den Boden der Urmeere bedeckten. Als es zu Verschiebungen der Erdplatten kam und die sich aufwölben, entstanden große Risse und Spalten. Vor vier bis sechs Millionen Jahren müssen dort gewaltige Wassermassen eingeströmt sein, die mit enormem Druck große Gänge ausgewaschen und all die skurrilen Räume geschaffen haben.

Erst viel später, vor ein paar Tausend Jahren, entstanden in einem kleinen Abschnitt jene mikroklimatischen Faktoren, die eine Eishöhle bildeten. Von den wohl weit mehr als eine Million Höhlen weltweit erfüllen nur wenige die Bedingungen dafür. Eishöhlen sind vergleichsweise selten.

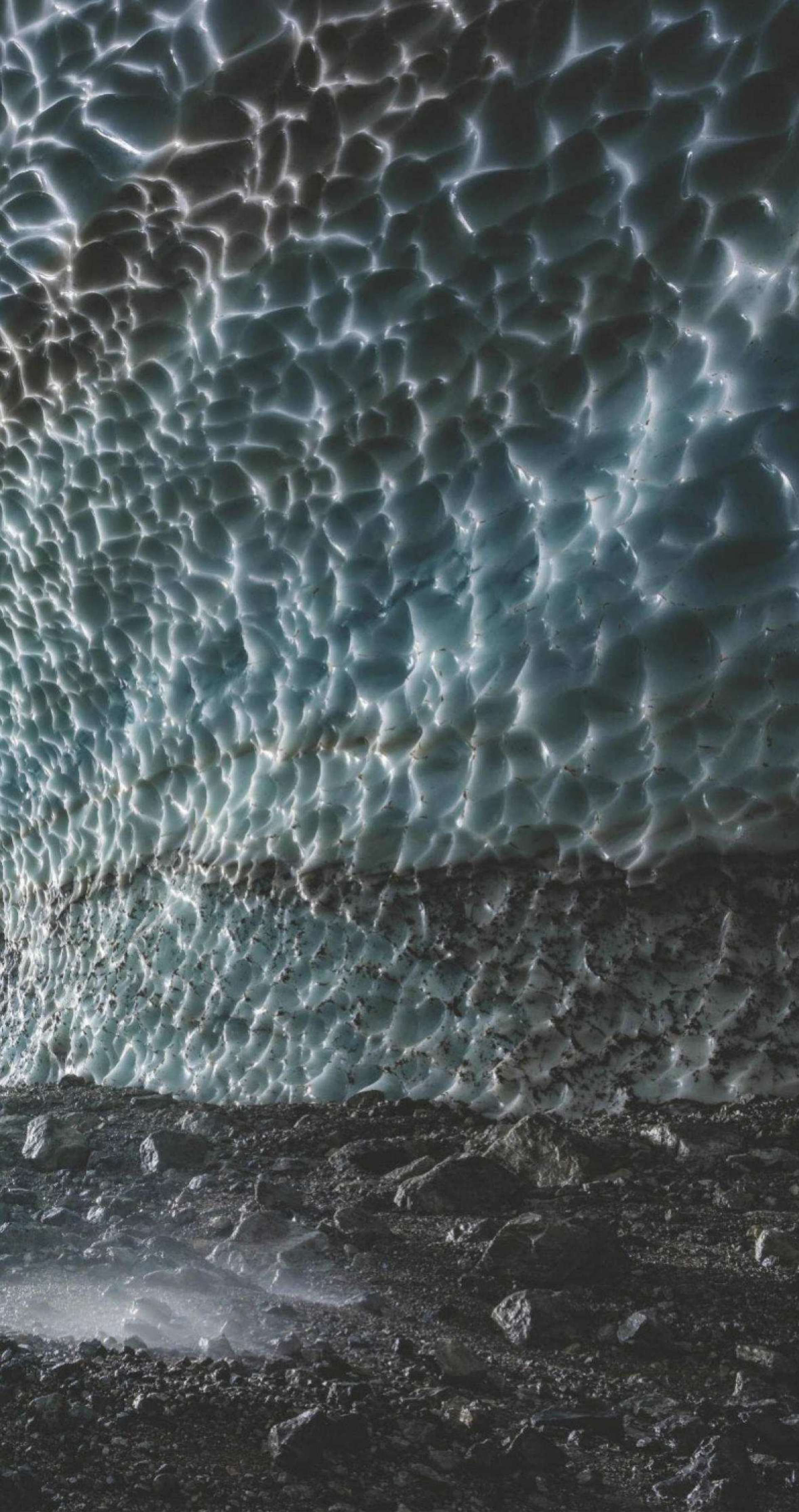
1641 Meter über dem Meeresspiegel liegt der Eingang der Eisriesenwelt. In dem 42 Kilometer langen Höhlensystem erreicht das Eis stellenweise eine Dicke





Von den vermutlich
weit mehr als eine Mil-
lion Höhlen weltweit
erfüllen nur relativ we-
nige die Bedingungen
für eine Eisbildung
im Inneren. Die ältes-
ten Schichten in der
Eisriesenwelt-Höhle
werden auf rund 1000
Jahre geschätzt

Am Ende eines
permanenten Eis-
felds an der Watz-
mann-Ostwand
hat Schmelzwasser
einen geräumigen
Hohlraum geschaffen:
die sogenannte
Eiskappelle



von mehr als 20 Metern. Mächtige blaugrüne Säulen und Vorhänge, Eisbüschel und glitzernde Raureifkristalle kleiden den vorderen Höhlenteil aus. Besucher steigen über 1400 Stufen durch die düstere und nur spärlich beleuchtete Unterwelt.

E

Erst wenn der Höhlenführer seine Magnesiumbänder entzündet, schälen sich im gleißenden Licht die Konturen heraus: ein meterdicker Eisstalagmit, der sich der Decke entgegenstreckt. Kaskaden aus gefrorenem Wasser, die die Wände in ein glitzerndes Korsett hüllen. Eisquallen, die über Säulenstümpfen erstarrt sind.

Das Zusammenspiel der aus unterschiedlichen Höhen einströmenden Winde mit Luftdruck und Temperatur bewirkt eine starke Dynamik. Sie bietet dem einsickernden Wasser ideale Voraussetzungen, zu dauerhaftem Eis zu gefrieren. Diesen Vorgang, der bei den meisten Höhlen für die Eisbildung sorgt, bezeichnen Wissenschaftler als „Kamineffekt“. Im Winter strömt die wärmere Höhlenluft zu den höher gelegenen Ausgängen. Dadurch wird an den tiefer gelegenen Öffnungen weitere Kaltluft angesogen und fließt in die Höhle ein – wie bei einem Kamin. An den Höhlenwänden, die

Glaziologen

kennen rund

900

Eishöhlen

in den

Alpen

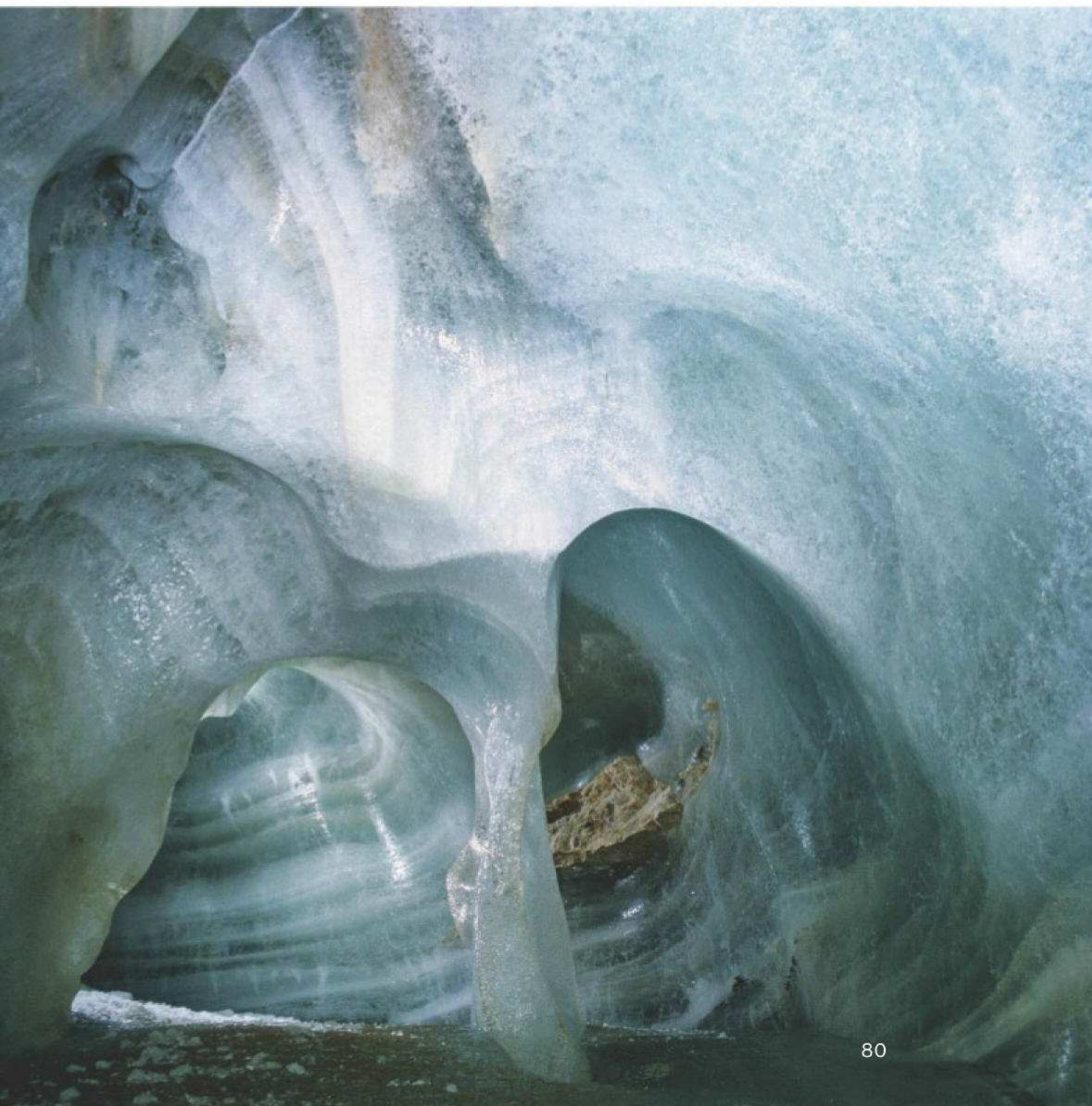
im Winter von der Außenluft auf Minusgrade abgekühlt werden, gefriert einsickerndes Wasser zu Eis. Ebenso die feuchte Luft.

Im Sommer kehrt sich dieser Effekt um. Dann strömt die kältere und schwerere Höhlenluft an den unteren Eingängen heraus. Durch höhere Eingänge wird wärmere Luft angesogen. Bis die eintretende Luft die tieferen Zonen der Höhle erreicht hat, ist sie jedoch so weit abgekühlt, dass sie das Eis dort nicht mehr zum Schmelzen bringen kann.

„Auf diese Weise bleibt das Höhleneis ganzjährig erhalten und kann an manchen Stellen mehrere Tausend Jahre alt sein“, sagt Marc Lüscher. Der Geologe und Paläoklimatologe arbeitet beim Schweizerischen Institut für Speläologie und Karstforschung (SISKA). Für Lüscher gibt es zurzeit kaum ein interessan-

Je wärmer das
Klima,
desto mehr
Höhleneis bildet
sich im
Gebirge

Wieder gefrorenes Schmelzwasser, eingesickert in die Schellenberger Eishöhle vor Jahrhunderten. In solchen Schichtungen suchen Forscher nach Anhaltspunkten für die Wirkung früherer Warmzeiten in den Alpen



teres Thema als das Höhleneis. Denn anders als ein Baum mit seinen Jahresringen wächst das Eis auch im Winter, so dass es als ein natürliches Archiv wichtige Rückschlüsse über die kalten Jahreszeiten der jüngeren Erdgeschichte zulässt.

„Die rund 900 Eishöhlen der Alpen vermitteln ein gutes Bild des Klimas in den zurückliegenden Jahrhunderten“, sagt Lüscher. Eine wertvolle Ergänzung zu den Erkenntnissen, die die Wissenschaftler dank der großen Gletscher in der Arktis und Antarktis gewinnen.

Für seine Klima-Anzeiger durchforstet der Geologe die Eishöhlen der Alpen nach einem Nebenprodukt, das bei der Bildung von Höhleneis entsteht: kristallines Karbonat, auch „kryogenes Kalzit“ genannt. Kryogen heißt „von Frost erzeugt“, Kalzit ist eines der häufigsten Minerale in der Erde. Mit bloßem Auge sind die grobkörnigen Kristalle im klaren Eis der Höhlen kaum zu erkennen. Nur Experten können die wenige Millimeter großen Kalzitperlen, die wie zerriebenes Gestein aussehen, auf dem Höhlenboden identifizieren.

„Diese kleinen Aggregate sind wie Zeitkapseln“, sagt Lüscher. „Wenn wir ihr Alter kennen, haben wir auch einen Hinweis darauf, welches Klima zur Zeit ihrer Entstehung in den Alpen herrschte.“ Im Permafrost, erklärt der Geologe, deuten kryogene Kalzite auf frühere Warmphasen hin, in denen Wasser in die Höhle eindringen konnte. Mit dem Schmelzwasser kamen auch Kalziumionen ins Höhleninnere und gefroren dort.

U

Umgekehrt sind solche Kalzite in eisfreien Höhlen ein Hinweis auf frühere Kaltzeiten. Lüscher analysiert die Zusammensetzung der Isotope in den winzigen Karbonaten und kann so bestimmen, zu welchem Zeitpunkt sie sich einst gebildet haben. Dazu löst Lüscher einzelne Kristalle in Salpetersäure auf, um ihre chemische Zusammensetzung festzustellen.

Auf diese Weise datierte der Forscher bereits das Eis im Höhlensystem von



In der 50 Meter hohen Kathedrale inmitten des Schwarzmooskogel-Höhlensystems finden Forscher haushohe Eisstalagmiten und gigantische Deckenzapfen

Abstieg ins Innere eines Gletschers: An manchen Stellen spült Schmelzwasser spiralförmige Höhlräume in die Eispanzer – teils mehrere Hundert Meter tief bis zum Grund



Entdecken

Alpine Unterwelten

Auch diese Höhlen in Deutschland und Österreich sind einen Besuch wert

Schellenberger Eishöhle

Erstmals schriftlich erwähnt wurde die Höhle bereits 1826 – und doch ist die Schellenberger Eishöhle eine der geheimnisvollsten ihrer Art geblieben. Das liegt nicht zuletzt am mühsamen Aufstieg auf das Untersberg-Massiv im Berchtesgadener Land. Wer ihn bewältigt hat, wird jedoch bereits in der „Josef-Ritter-von-Angermayer-Halle“ am Beginn des tiefen Höhlensystems belohnt. Deren Boden ist mit einer bis zu etwa 30 Meter dicken Eisschicht bedeckt – um sie herum führt der Weg, den die Besucher auf geführten Wanderungen mit Karbidlampen teils selbst ausleuchten.

Eisriesenwelt

Die weltgrößte Eishöhle am Hochkogel im Tennengebirge trägt ihren Namen nicht von ungefähr: Noch 1000 Meter vom Eingang entfernt trifft man auf faszinierende frostige Gebilde – dies ist dem Kamineffekt zu verdanken, der in dynamischen Eishöhlen auftritt. Dazu müssen mindestens ein tief und ein hoch gelegener Eingang vorhanden sein. So kann im Winter unten Kaltluft eindringen, oben tritt warme Luft aus. Im Sommer kehrt sich der Effekt um. Die Temperatur bleibt so im unteren Bereich konstant unter null Grad – eindringendes Wasser gefriert und bildet

Eisformationen, die im Jahresverlauf schrumpfen und wachsen, aber nie ganz schmelzen.

Dachstein-Rieseneishöhle

Dass es auf dem Mars Höhlen und Gletscher im Untergrund gibt, ist bekannt. Die Dachstein-Rieseneishöhle diente dem Österreichischen Weltraum Forum bereits zu Tests für eine bemannte Marsmission. Erprobt wurde vor allem, wie sich Astronauten in einem speziellen Anzug auf dem Roten Planeten bewegen könnten. Wer als Besucher die bis zu 500 Jahre alten Eisgebilde in der Dachstein-Höhle bestaunen möchte, braucht aber nicht mehr als eine warme Jacke.

Hundalm-Eishöhle

Das Grün der Wälder und Almwiesen, der graue Kalk des Karstes, das strahlende Weiß des unterirdischen Eises – dieses Farbenspiel macht einen Besuch der Hundalm-Eishöhle lohnend. Luft-, Fels- und Eistemperatur sowie Weterinflüsse der einzig öffentlich zugänglichen Eishöhle Tirols werden seit Langem von Forschern der Universität Innsbruck aufgezeichnet. Dabei fanden sich Hinweise, dass Teile des Bodeneises bis zu rund 2000 Jahre alt sein dürften – ein hochinteressantes paläoklimatisches Archiv.



Der Blick auf uralte Eisformationen ist nicht allein Forschern vorbehalten: An etlichen Orten in den Alpen können Neugierige den faszinierenden Unterwelten nahekommen



Wenn nicht gerade das Licht von Stirnlampen und Fotoapparaten die bizarren Eisskulpturen erleuchtet, herrscht in der Hochschneid-Eishöhle im Höllengebirge in Oberösterreich ewige Finsternis

Leclanché in den Schweizer Alpen auf 900 bis 1250 n. Chr. Da die Höhlen auf 2620 Meter Höhe heute dauerhaft vereist sind, schloss Lütcher daraus, dass es vor rund 1000 Jahren so warm gewesen sein muss, dass der Dauerfrostzustand irgendwann unterbrach, Wasser in die Höhlen sickerte und dort wieder zu Eis wurde. Das heißt: Je wärmer das Klima ist, desto mehr Höhleneis bildet sich im hochalpinen Gebirge.

Was wie ein Widerspruch klingt, ist für die Wissenschaftler ein Anlass zur Sorge. Denn in den vergangenen Jahren beobachtete Lütcher zum Beispiel in den Höhlen von Leclanché, dass das Höhleneis erneut zunimmt. „Ein Hinweis auf eine laufende Klimaerwärmung“, sagt der

Die Höhlen geben
einen
Hinweis,
dass der Permafrost
allmählich
auftaut

Geologe. „Und ein deutliches Zeichen, dass der Permafrost, der die Berge im Inneren zusammenhält, am Auftauen ist.“ Die Folgen wären verheerend: „Dann drohen Bergrutsche und Felsstürze.“

Die Forscher können diese Entwicklung nicht aufhalten. Aber sie wollen die in den stecknadelkopfgroßen Kalzitperlen gespeicherten Daten auswerten, um mit den gewonnenen Erkenntnissen die Klimatabellen der vergangenen Jahrhunderte zu komplettieren. „Je mehr Informationen wir in den Eishöhlen finden, desto mehr Daten können wir in die Klima-Algorithmen der Computerprogramme einspeisen“, sagt Marc Lütcher. „Und desto exakter wird es möglich sein, Prognosen über das Klima der Zukunft zu treffen“.

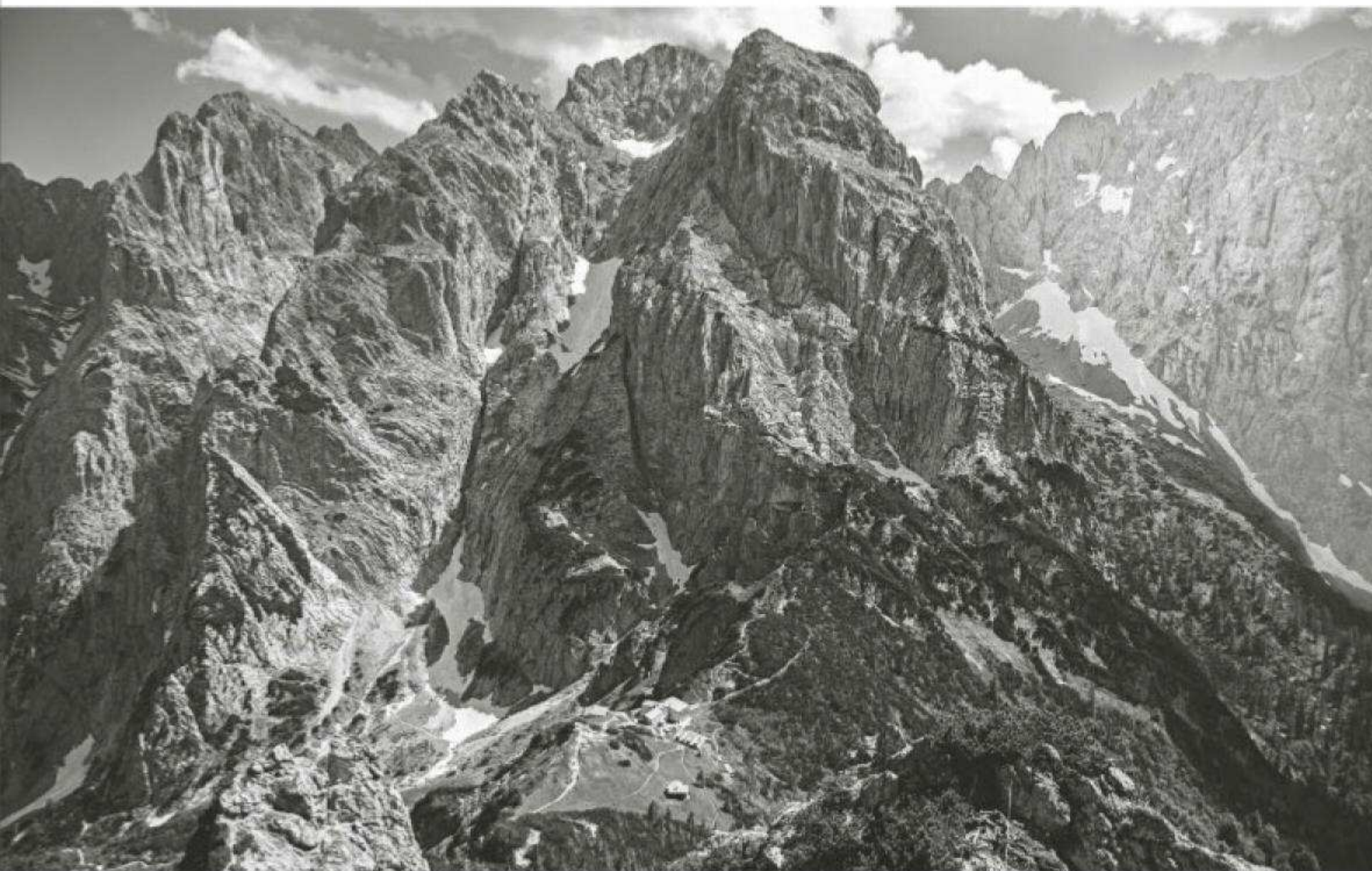


Für den Münchner Outdoor-Fotografen Julian Bückers waren Bergwanderungen lange lediglich ein Hobby. Als aber sein Bruder das Bergführerzertifikat in der Tasche hatte, zog er nach

Auf die professionelle Tour

Protokolle: Kerstin **Düring**

Porträts: Dirk **Bruniecki**



Blick hinunter aufs Stripsenjochhaus (Kaisergebirge)

Ihr Job ist ein einziges Auf und Ab. Wo aber gehen **Bergführer wandern**, wenn sie mit Freunden ein Wochenende lang unterwegs sind? Sechs von ihnen haben uns ihre beste Strecke verraten

Julian Bückers

Neben den Grasbergen der Kitzbüheler Alpen ist der Wilde Kaiser eine imposante Erscheinung. Wie ein gewaltiges Felsenriff ragen seine Kalkwände Hunderte Meter auf.

Hier wurde Klettergeschichte geschrieben, daher kann man sich als Wanderer gar nicht vorstellen, wie man es dort hinaufschaffen sollte. Inzwischen erreicht man aber fast jede Bergspitze auch über einen Normalweg. Mein Tipp ist eine Rundtour über drei Tage, die in

die windigen Höhen des Wilden Kaisers und zu mythischen Orten der Klettergeschichte führt. Die senkrechten Wände überlassen wir den Profis, mit Glück können wir ihnen sogar aus nächster Nähe zuschauen.

Um auf den Geschmack zu kommen, gönnen wir uns unterwegs auch zwei leichtere Klettersteigpassagen, für die es Klettererfahrung braucht.

TAG 1: 2 Std. 2,5 km ▲ 600 m

TAG 2: 5–6 Std. 4,2 km ▲ 700 m

TAG 3: 6–7 Std. 10,3 km ▲ 1400 m

NICHT VERGESSEN: Klettergurt, Klettersteig-Set und Steinschlaghelm.

AUCH SCHÖN: Mittenwalder Höhenweg im Karwendel: toller Panoramapfad auch für Klettersteigneulinge. Santner Klettersteig in den Dolomiten: Sollte jeder fortgeschrittene Klettersteiggeher einmal gemacht haben. Über den Königsweg zur Meilerhütte: Wanderung durch sämtliche alpinen Höhenstufen mit Übernachtung in der Meilerhütte (legendärer Kaiserschmarrn!).



Hans Herbig aus München ist Bergwanderführer, Outdoor-Fotograf und einer der Initiatoren des Dokumentarfotografie-Festivals »Fotodoks«

Hans Herbig

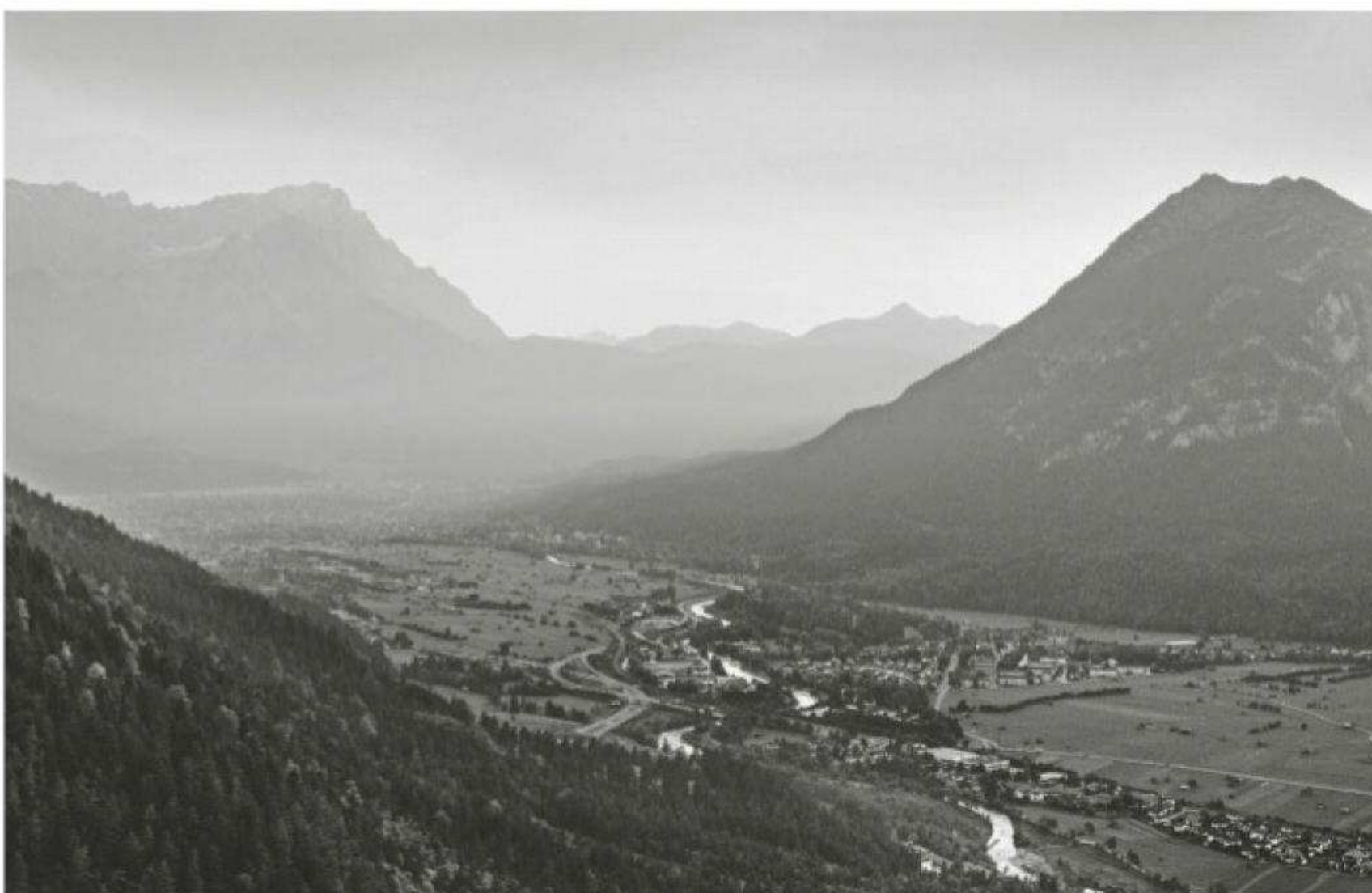
Als Bergwanderführer bin ich letztes Jahr bestimmt ein Dutzend Mal auf der Zugspitze gewesen. Der Weg nach oben ist ein Traum, der Gipfel aber ein einziges Gedrängel. Die ruhigere Alternative auf der anderen Seite des Talkessels ist der Kramer mit seinen sonigen Südhängen, wo man selbst am schönsten Juliwochenende höchstens ein paar Einheimischen begegnet.

Ich habe im vergangenen Sommer mit meinem Hund den Rundweg über die Stepbergalm ausprobiert. Kondition braucht man schon, dann entdeckt man die ganze Vielfalt des Wanderbergs: lichte Wälder, felsige Höhen und sattgrüne Bergwiesen. Ein Geheimtipp ist der Kramer außerdem als Aussichtsberg, denn vis-à-vis zu Deutschlands höchstem Berg kriegt man einfach das schönste Zugspitzpanorama.

TAG 1: 7–8 Std. 15 km ▲ 1400 m

NICHT VERGESSEN: An warmen Sommertagen heizen sich die Südhänge des Kramers ordentlich auf. Also früh aufbrechen, Sonnencreme einstecken und an den Hütten Wasservorräte auffüllen. Falls die Stepbergalm geschlossen ist: den Rundweg umgekehrt gehen und am Ende in der Martinshütte einkehren.

AUCH SCHÖN: Auf abseitigen Wegen hoch zur Zugspitze: vier Wandertage durch die wilde Höllentalklamm, das Reintal und die Quelhöhlen der Partnach. Wandertag am Walchensee: über die Südflanke auf den Herzogstand, dann hinüber zum Heimgarten.



Zugspitze und Kramerspitz (rechts)



Hochgrat in der
Nagelfluhkette

Florian Hellberg

Elf Gipfel in zwei Tagen, das klingt nach Hochleistungssport und Größenwahn. Dabei ist es eine der schönsten Kammwanderungen am deutschen Alpenrand, für die es nicht einmal Kletterausrüstung braucht. Auch wenn man sich natürlich jedes einzelne Gipfelkreuz verdienen muss, ist das Gipfelstürmen hier kein Kunststück. Bergspitze für Bergspitze reiht sich in der Nagelfluhkette aneinander wie auf einer Perlschnur. Das Nagelfluhgestein wird im Allgäu übrigens auch „Herrgottsbeton“ genannt, weil es mit seinen zusammengebackenen Kieselsteinen an schlecht gemischten Waschbeton erinnert. Nach dem Hochgrat (1834 m), dem höchsten Punkt der ganzen Bergkette, kehren wir über Nacht im rustikalen Staufner Haus ein, einem Familienbetrieb mit netten Wirtsleuten. Hoch über dem Großen Alpsee und den Grasbergen des Allgäus ist die Aussicht einfach königlich!

TAG 1: 6–7 Std. 15 km ▲ 1100 m

TAG 2: 5 Std. 12 km ▲ 400 m

NICHT VERGESSEN: Auf der ersten Tagesetappe gibt es keine Einkehrmöglichkeit, deshalb unbedingt genug Wasser und Proviant mitnehmen. Das Lager im Staufner Haus vorher reservieren. Im Winter eignet sich die Strecke auch gut als Skitour.

AUCH SCHÖN: Mehrtägige Wanderung über das Gottesackerplateau im Kleinwalsertal: bizarre Felslandschaft, durchzogen von unzähligen Rissen und meter-tiefen Spalten, die sich jäh neben dem Weg auftun.

Der Physikingenieur Florian Hellberg ist nicht nur als Bergführer unterwegs. Für den Deutschen Alpenverein testete er als Beauftragter der Sicherheitsforschung unter anderem Kletterausrüstung



Julia von der Linden

Ein steiler Waldpfad über Brücken und Baumwurzeln und zur Belohnung eine Abkühlung: Kaum einen Berg besteige ich so oft wie den Hohen Fricken. In diesem Teil des Estergebirges gibt es keine Bergbahnen, deshalb bin ich auf meinem „Hausberg“ ziemlich ungestört. Das Tollste an der Tour: Das Karstgestein ist durchzogen von Höhlen und unterirdischen Wasserläufen, die an der Kuhfluchtquelle mitten aus der Felswand schießen. Gleich drei Wasserfälle rauschen über zahlreiche Becken und Felsstufen ins Tal und sprühen eine willkommene Gischt auf den Wanderweg. Heißer Tipp für den Sommer!

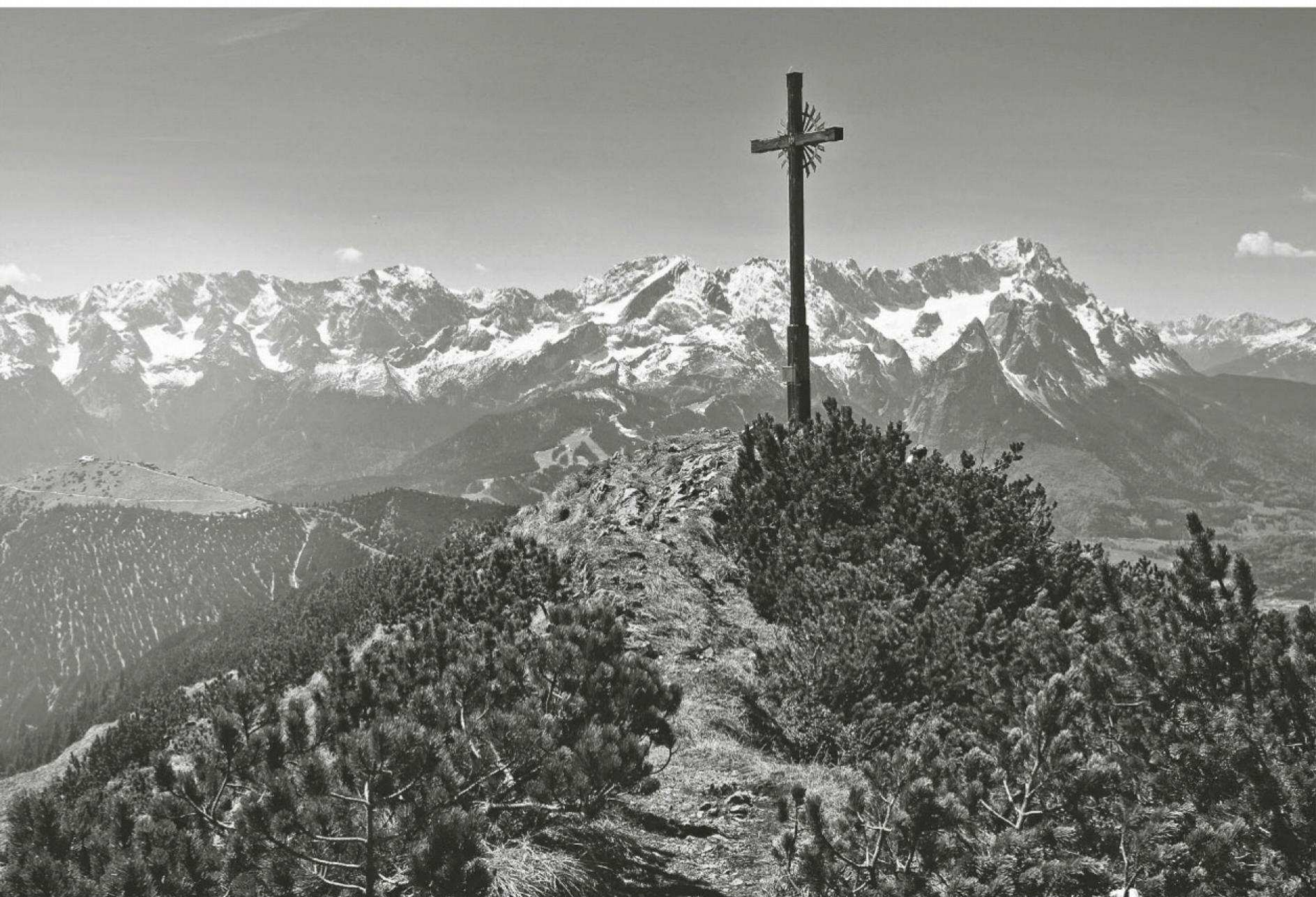
TAG 1: 7 Std. 13 km ▲ 1270 m

NICHT VERGESSEN: Keine Einkehrmöglichkeit vor der Esterbergalm, also ausreichend Wasser mitnehmen. Bei Nässe ist Vorsicht geboten, der steile Aufstieg kann sehr glitschig werden.

AUCH SCHÖN: Von Lenggries zur Benediktenwand: Tageswanderung durchs Steinbockrevier mit spannenden, seilgesicherten Passagen. Hoher Ziegspitz: versteckt in den Wäldern der Ammergauer Alpen mit Blick auf den Eibsee und das Zugspitzmassiv. Locals nehmen den unscheinbaren südseitigen Aufstieg.

Das Felsklettern rund um Garmisch-Partenkirchen entdeckte Julia von der Linden schon als Teenager für sich. Heute ist sie eine von nur 13 staatlich geprüften Bergführerinnen in Deutschland

Gipfelkreuz auf dem
Hohen Fricken







Blick von der Schneeberg-
scharte aus

Ludwig Karrasch

Schon mal übers Timmelsjoch gefahren? Die kurvige Passstraße auf dem Hauptalpenkamm ist nicht nur ein Highlight für Motorradfahrer. Direkt bei den berühmten Zickzack-Serpentinen an der Grenze zwischen Österreich und Italien lasse ich meinen Wagen stehen und gehe zu Fuß weiter. Ein Stück oberhalb der Straße liegt der Schneeberg, ein altes Stollengebiet, das von zig Wanderwegen durchzogen ist. Als Wanderbasis empfehle ich das Schneebergplateau auf 2300 Metern. Hier findet man nicht nur die Überreste einer ehemaligen Knappensiedlung – Stollenzugänge, verfallene Baracken und Schienenreste –, sondern auch eine Alpenvereinshütte de luxe: also keine von diesen dunklen Bretterbuden, in denen man am Gang den Bauch einziehen muss, sondern ein komfortables Quartier für ausgedehnte Tagestouren in die umliegende Bergwelt.

TAG 1: 3–3,5 Std. 6,5 km ▲ 650 m

TAG 2: 5,5 Std. 12 km ▲ 950 m

EXTRATAG:

5–9 Std. mind. 12 km ▲ 1200 m

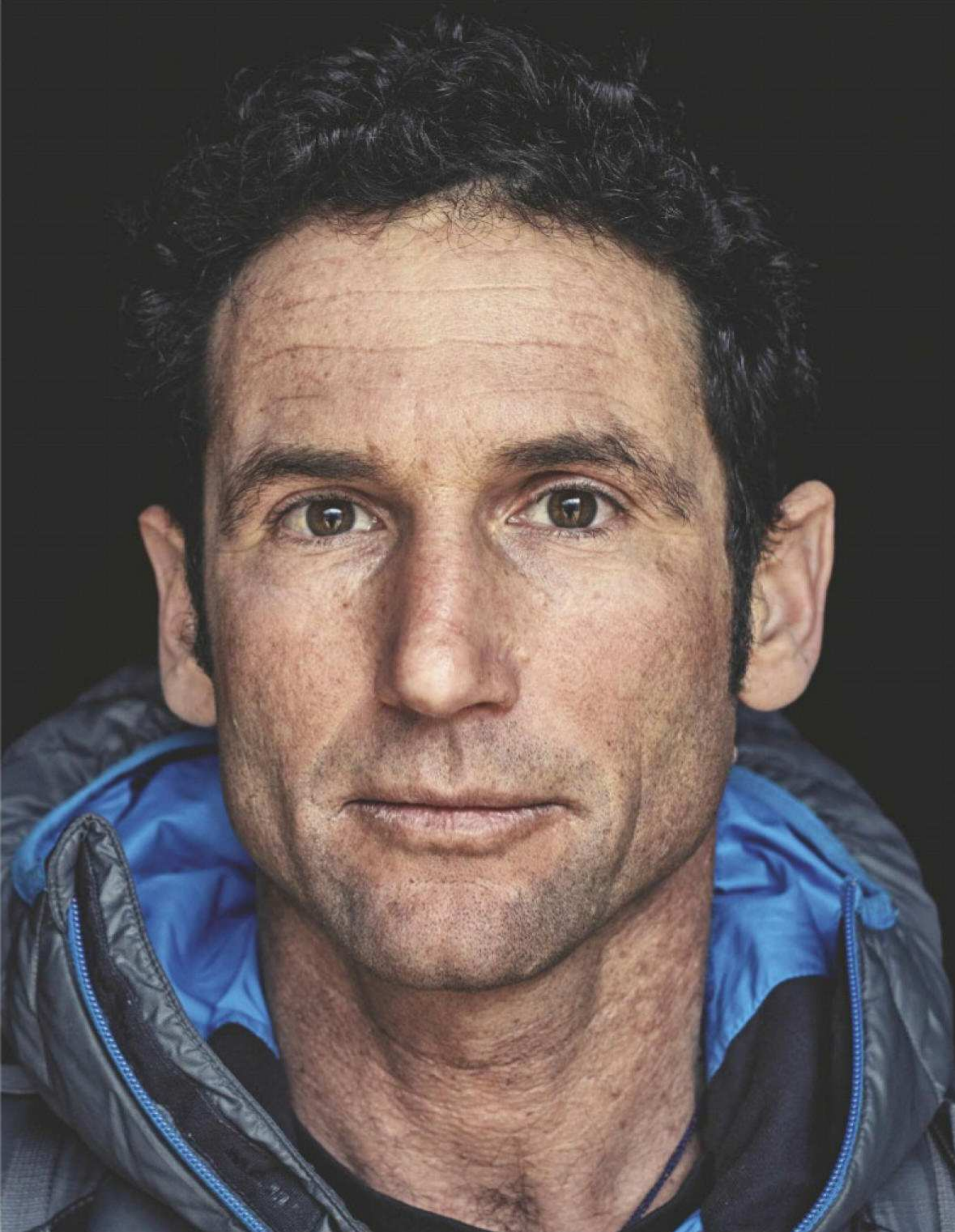
TAG 3: 4,5 Std. 11 km ▲ 450 m

NICHT VERGESSEN: Am Schneeberghaus unbedingt nach einer Stollenführung fragen und an den Almen traditionelle Spezialitäten kosten. Fast an jeder Südtiroler Hütte gibt es hausgemachten Bergkäse und andere Schmankerl.

AUCH SCHÖN: Soiernseen und Soiernspitze: Angeblich hat sich Bayernkönig Ludwig hier bei Vollmond über die Seen rudern lassen. So oder so ein landschaftliches Highlight und eine leichte Bergtour im Karwendel.

Ludwig Karrasch ist selbstständiger Bergführer in Garmisch-Partenkirchen. Die Grundlagen des Bergsteigens und der Bergrettung schaute er sich vor dem Abitur bei Profi-Alpinisten der Bergwacht ab





Im tiefsten Allgäu gründete Tal Niv eine internationale Bergsteigerschule. Hier, in der Alpenidylle, hat der gebürtige Israeli seine Wunschheimat gefunden

Tal Niv

Hallo Einöde! Als ich zum ersten Mal auf dem Felskamm der Sulzfluhkette stand, bekam ich eine Gänsehaut. So einen unwirklichen Ort muss man in den Alpen erst mal finden. Ich stand hier als winziger Mensch in einer riesigen Gesteinswüste.

Landschaftlich absolvieren wir auf dieser Wanderung mehrere 180-Grad-Wendungen an einem einzigen Tag: weiße Geröllfelder beim Aufstieg, ein mächtiges Felsplateau auf dem Bergrücken und auf der anderen Seite urplötzlich federnde Grasmatten und der eisig kalte Tilisunasee. Mittagessen gibt's in Österreich, denn genau hier auf dem Bergrücken verläuft die Staatsgrenze. Der Abstieg von der Tilisunahütte beeindruckt noch einmal mit seinen dunklen Höhleneingängen. Ein Bergerlebnis wie von einem anderen Stern.

TAG 1: 7,5 Std. 12 km ▲ 1500 m

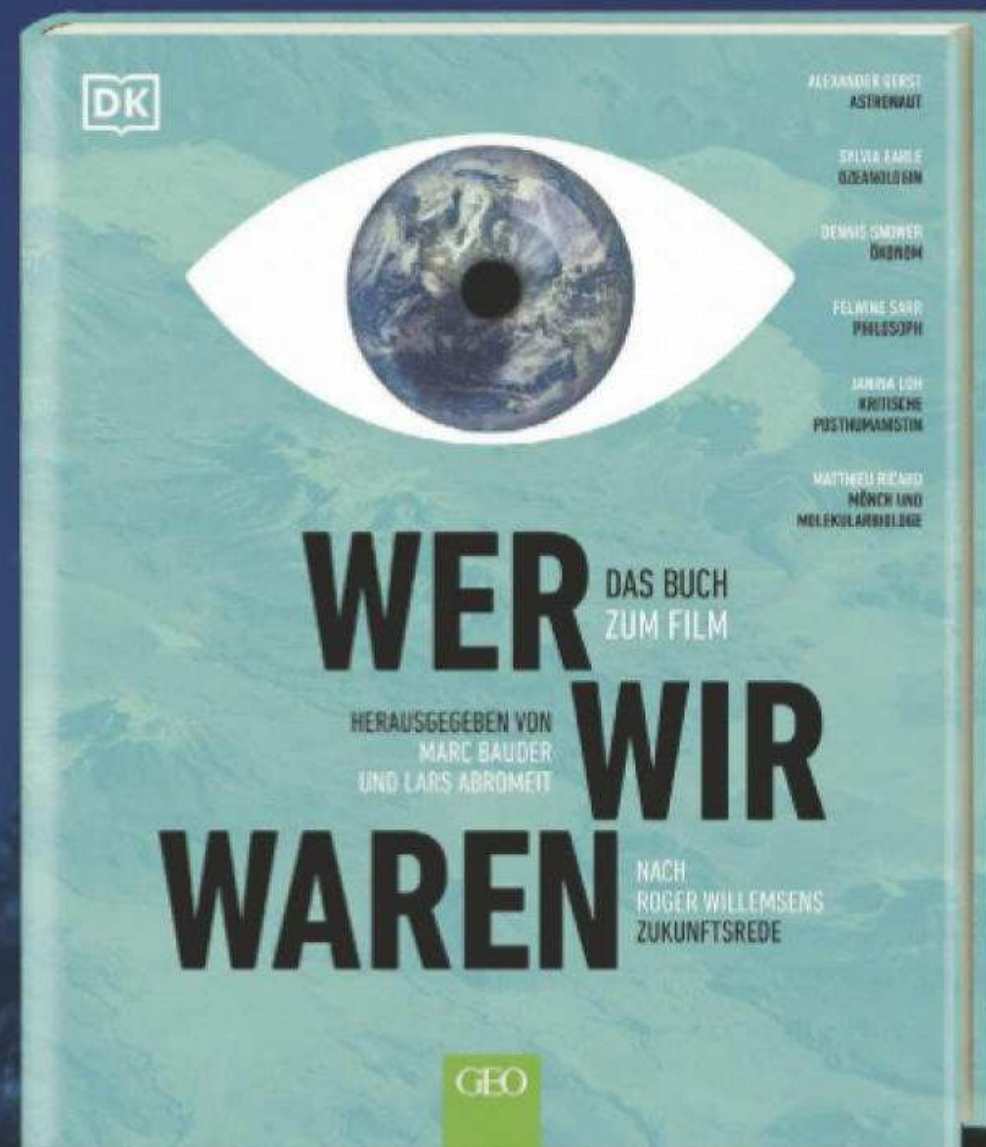
NICHT VERGESSEN: Vorher bei der Hütte oder einem der Partnurer Berggasthöfe fragen, ob der Weg schneefrei ist. Das Gelände ist exponiert, also an Sonnen- und Windschutz denken. Nie bei Gewitter hochsteigen. Falls ihr ein komisches Pfeifen im Ohr habt: Hier tummeln sich Murmeltiere.

AUCH SCHÖN: Tagestour über den Bschießer: herrlich schroff, dann wieder waldig. Zweitagestour zum Schrecksee: große Allgäu-Runde zum unfassbar schönen Hochgebirgssee. Zweitagestour auf die Dri Türm: durch das Schweizertor, den gigantischen Durchlass zwischen Vorarlberg und Graubünden •



Am Sulzfluh im Schweizer Kanton Graubünden

Mit GEO die Welt entdecken



GEO Buch „Wer wir waren – das Buch zum Film!“

Das Buch zum Dokumentarfilm, inspiriert von Roger Willemsens Erfolgstitel:
Wie können wir unsere Welt zum Besseren verändern und für unsere Nachkommen erhalten?
Wie lässt sich der Prozess von Globalisierung und Wachstum nachhaltig und fair gestalten?
Und wie werden künftige Generationen über uns urteilen?

Sechs Wissenschaftler:innen wagen einen Entwurf für das zukünftige Zusammenleben der Menschen und zeigen, wie wir unsere Welt retten können.

Maße: 23,5x28,1 cm, 192 Seiten

Best.-Nr.: G729316

Preise: 34,95 € (DE)/36,00 € (A)/
37,95 Fr. (CH)

**Jetzt bestellen unter geoshop.de/buecher
oder +49 (0) 40/42236427**

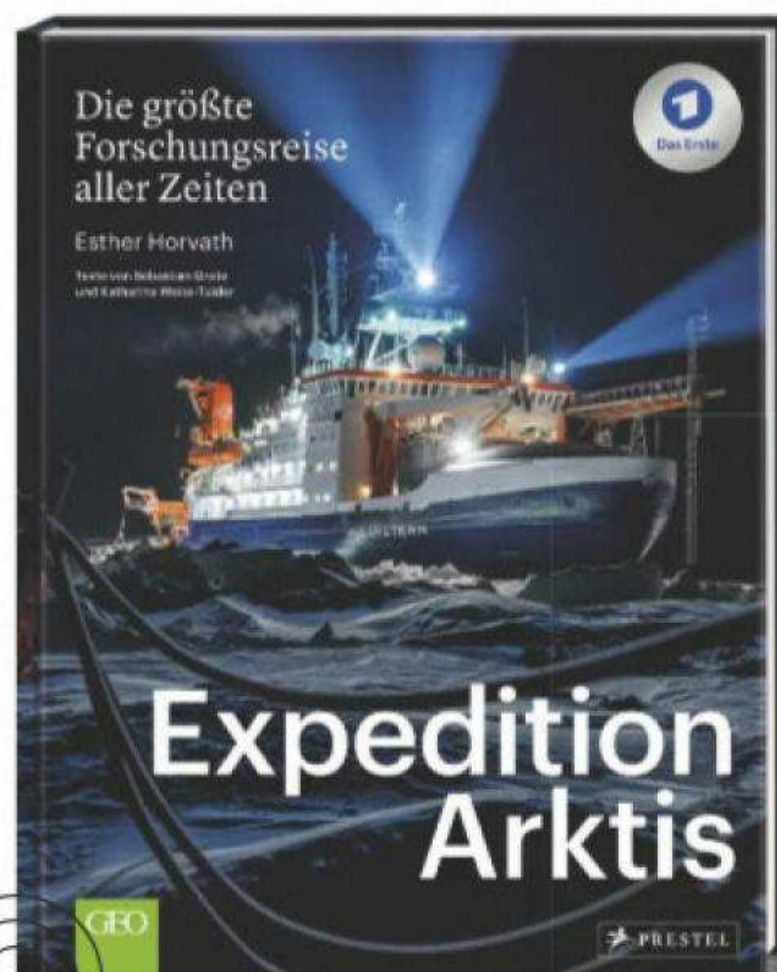
(Bitte geben Sie immer den Aktionscode an: G00178)



GEO Buch „Die schönsten Bauwerke der Menschheit“

Von Stonehenge bis zum Burj Khalifa zeigt dieses Buch die schönsten, berühmtesten und faszinierendsten Bauwerke der Menschheit. Atemberaubende Fotos nehmen mit auf eine Reise über alle Kontinente und durch alle Epochen – von den ersten menschlichen Siedlungen bis zu spektakulärer Architektur des 21. Jahrhunderts.

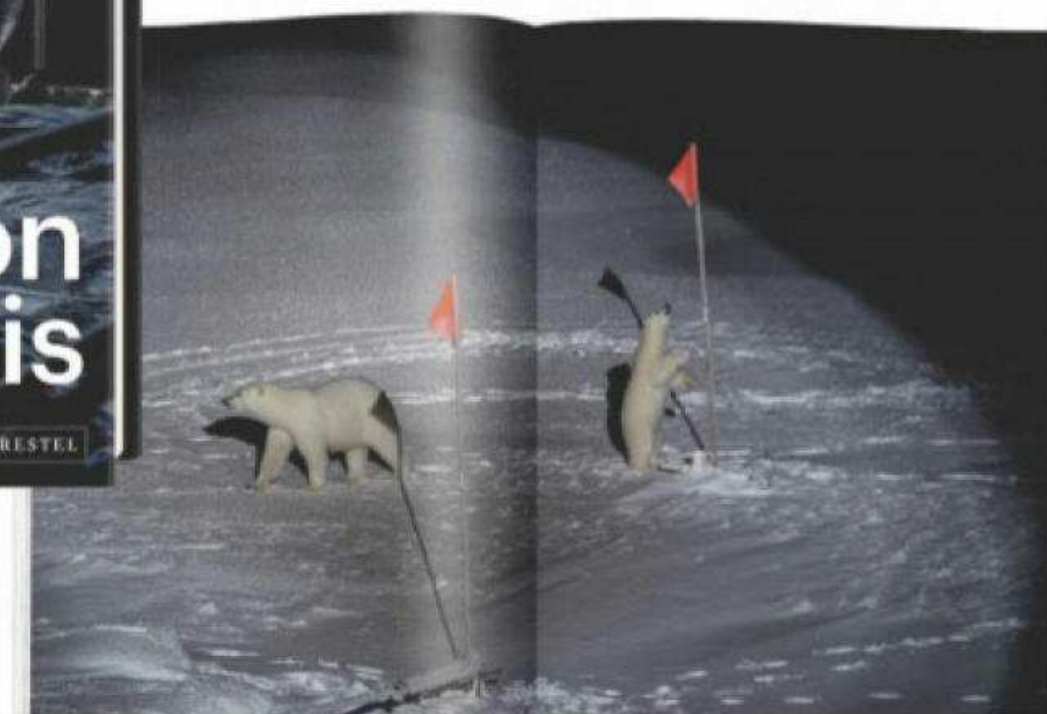
Maße: 30,1 x 25,2 cm, 336 Seiten
Best.-Nr.: G729300
Preise: 39,95 € (DE)/41,10 € (A)/43,90 Fr. (CH)



GEO Bildband „Expedition Arktis“

Im Herbst 2019 legte die Polarstern in Richtung Arktis ab – mit an Bord das internationale MOSAiC-Forscherteam. Ziel: Die Auswirkungen des Klimawandels auf das ewige Eis zu erkunden. Chronologisch dokumentiert der bildgewaltige Band in bisher ungesesehenen Fotografien von Esther Horvath Leben und Arbeiten während der einjährigen Reise unter den extremen Bedingungen am Nordpol. Das Ganze begleitet von eindrucksvollen Essays und Beiträgen von Experten, Wissenschaftlern und Expeditionsteilnehmern.

Maße: 24 x 30 cm, 288 Seiten
Best.-Nr.: G729302
Preise: 50,00 € (DE)/51,40 € (A)/55,00 Fr. (CH)



Coupon einfach ausfüllen, ausschneiden und senden an: GEO Kundenservice, 74569 Blaufelden

GEO-Bestellcoupon – versandkostenfreie Lieferung ab 80,- €!

Ich bestelle folgende Artikel:

Produktbezeichnung	Best.-Nr.	Preis D	Menge
<input type="checkbox"/> GEO Buch „Wer wir waren – das Buch zum Film“	G729316	34,95 €	
<input type="checkbox"/> GEO Buch „Die schönsten Bauwerke der Menschheit“	G729300	39,95 €	
<input type="checkbox"/> GEO Bildband „Expedition Arktis“	G729302	50,00 €	
Gesamtsumme: (zzgl. 3,90 € Versandkosten, versandkostenfreie Lieferung ab einem Bestellwert von 80,00 €)			

Meine persönlichen Angaben: (bitte unbedingt ausfüllen)

Name Vorname			
Straße Nummer		PLZ Wohnort	Geburtsdatum
Telefon		E-Mail	

☐ Ich zahle per Rechnung ☐ Ich zahle bequem per Bankeinzug (nur in Deutschland möglich)

BIC	IBAN
-----	------

Bankinstitut

SEPA-Lastschriftmandat: Ich ermächtige die Gruner+Jahr GmbH, Am Baumwall 11, 20459 Hamburg, Gläubiger-Identifikationsnummer DE31ZZZ00000031421, wiederkehrende Zahlungen von meinem Konto mittels Lastschrift einzuziehen. Zugleich weise ich mein Kreditinstitut an, die von der Gruner+Jahr GmbH auf mein Konto gezogenen Lastschriften einzulösen. Die Mandatsreferenz wird mir separat mitgeteilt. **Hinweis:** Ich kann innerhalb von 8 Wochen, beginnend mit dem Belastungsdatum, die Erstattung des belasteten Betrages verlangen. Es gelten dabei die mit meinem Kreditinstitut vereinbarten Bedingungen.

Auslandspreise auf Anfrage.

Widerrufsrecht: Sie können die Bestellung binnen 14 Tagen ohne Angabe von Gründen formlos widerrufen. Die Frist beginnt an dem Tag, an dem Sie die Lieferung erhalten, nicht jedoch vor Erhalt einer Widerrufsbelehrung gemäß den Anforderungen von Art. 246a § 1 Abs. 2 Nr. 1 EGBGB. Zur Wahrung der Frist genügt bereits das rechtzeitige Absenden ihres eindeutig erklärten Entschlusses, die Bestellung zu widerrufen. Sie können hierzu das Widerrufs-Muster aus Anlage 2 zu Art. 246a EGBGB nutzen. Der Widerruf ist zu richten an: GEO Versandservice, 74569 Blaufelden; Telefon: +49(0)40-42236427; Telefax: +49(0)40-42236663; E-Mail: guj@sigloch.de

Datum | Unterschrift

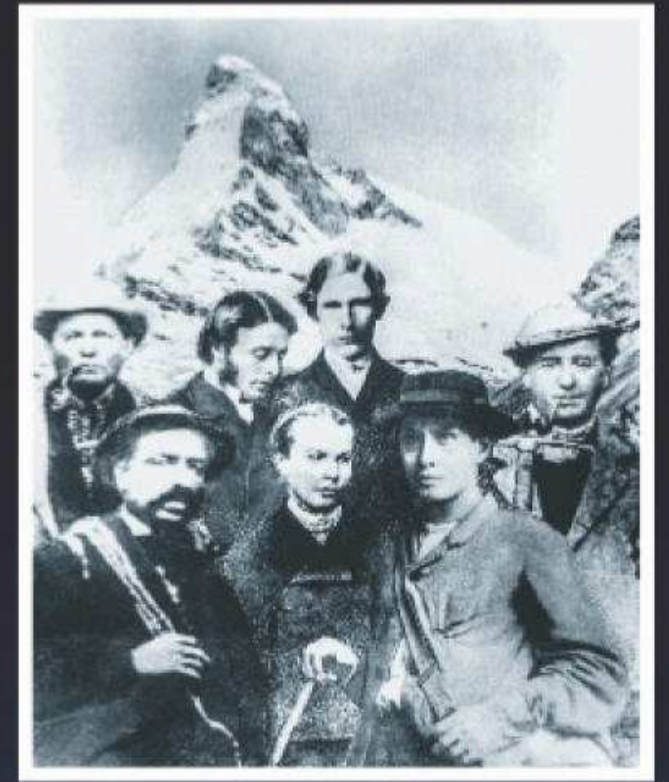
Unsere Kunden informieren wir gemäß § 7 Abs. 3 UWG per E-Mail über eigene ähnliche Angebote aus unserem Verlag. Dem können Sie über den Abmeldelink am Ende jeder E-Mail oder Hinweis an abo-service@guj.de widersprechen.

Aktionsnr.: G00178

Waghalsiger **Wettlauf** zum Gipfel

Text: Jana Luck und Nele Spandick

Im Juli 1865 brechen sieben Männer auf,
um zuvor Unerreichtes zu schaffen: Sie wollen
die Spitze des Matterhorns erklimmen.
Die Expedition gerät zur Tragödie – doch
auch wegen dieses Dramas am Berg wird die
Schweiz zum begehrten Reiseziel



Die Erstbesteiger: Nur drei der
ehrgeizigen Pioniere werden
am Ende das 4478 Meter hohe
Matterhorn lebend wieder
hinabsteigen





Noch 60 Meter unberührter Schnee, dann haben die sieben Männer den Berg besiegt. Das Matterhorn, 4478 Meter hoch, mit einem Gipfel aus Fels und Eis, der sich scharfkantig in den Himmel schraubt. Der Gigant gilt als unbezwingbar: Seine Front wirkt vom Schweizer Ort Zermatt aus gesehen extrem steil, teils sogar senkrecht, ja fast überhängend. Kein Mensch hat es je hier hinaufgeschafft – bis zu diesem 14. Juli 1865.

Edward Whymper löst sich aus dem Seil und hastet voran, lässt die kleine Gruppe hinter sich, mit der er aufgestiegen ist. Nur einer setzt ihm nach, der französische Bergführer Michel Croz. Kopf an Kopf stapfen die beiden die letzten Meter bis zum Gipfel, so schnell sie können.

Gleichzeitig kommen Whymper und Croz an, es ist 13.40 Uhr. Dieser Moment macht den englischen Alpinisten Edward Whymper zu einem Mann, der in die Geschichtsbücher eingehen wird.

Nach einigen Minuten trifft auch der Rest der Seilschaft ein.

Croz pflanzt eine Zeltstange in den Schnee. Die Fahnenstange ist da, aber wo ist die Fahne, fragen die Männer. „Hier ist sie!“, sagt der Bergführer aus Frankreich, zieht kurzerhand sein Staubhemd aus und bindet es an den Stab.

Eine armselige Fahne, so schreibt es Whymper später in seinem Bericht über die Erstbesteigung des Matterhorns, zumal kein Wind den Stoff bläht.

Es ist ein ruhiger und heiterer Tag. Am Südende des Gipfelgrats errichten die Männer eine Pyramide aus Felsbrocken als unverrückbaren Beweis, dass sie hier waren. Erst dann geben sie sich ganz dem Ausblick hin. Berge, die 75, gar 150 Kilometer entfernt sind, zeichnen sich klar vor ihren Augen ab. Ganz nah sehen sie aus. Ihre Grate und Felsspitzen, die Schneefelder auf ihren Flanken und die Gletscher, alles ist genau zu erkennen. Ein atemberaubendes Panorama.

Nach einer Stunde bereiten sich die Männer auf den Abstieg vor. Edward Whymper fertigt noch rasch eine Skizze des eben erklommenen Gipfels an. Ein Mann mit weichen, feinen Gesichtszügen, 25 Jahre alt. Die Augen stechen unter der Hutkrempe hervor, entschlossen.

Bevor sich auch der Zeichner schließlich Richtung Tal aufmacht, schreibt er die Namen der Seilschaft auf ein Blatt Papier, schiebt es in eine Flasche und deponiert sie am Gipfel: Edward Whymper, Michel Croz, Reverend Charles Hudson, Lord Francis Douglas, Douglas Robert Hadow, Peter Taugwalder senior und Peter Taugwalder junior.

Nur drei der Männer werden lebend am Fuß des Matterhorns ankommen.

Die Schweizer Hochalpen sind bis um 1700 noch weitgehend unentdeckt. Erst im Laufe des 18. Jahrhunderts wächst das wissenschaftliche Interesse und treibt Forscher auf die Berge. Sie erkunden die Pflanzen- und Tierwelt in der Höhe, studieren die Geologie und zeichnen Karten. Ab den 1850er Jahren folgen ihnen Sportler; Alpinisten wetteifern nun um die Erstbesteigungen der Gipfel. Insgesamt 27 Schweizer Viertausender erklimmen sie zwischen 1854 und 1865 zum ersten Mal: das Strahlhorn etwa, die Dufourspitze des Monte Rosa, den Dom und das Weisshorn.

Die ehrgeizigen Bergsportler, die sich nun Jahr für Jahr im Gebirge finden, kommen fast ausnahmslos aus Großbritannien. Einige von ihnen gründen 1857 in London den Alpine Club, um Erfahrungen auszutauschen und sich gegenseitig bei ihren Expeditionen zu unterstützen. So formiert sich weit weg von den Alpen die weltweit erste Bergsteigervereinigung. Aufgenommen in den illustren Kreis wird nur, wer schon einmal auf einen Gipfel über 13 000 Fuß, also rund 4000 Meter, geklettert ist.

Unter den Mitgliedern ist auch ein Londoner Verleger. Er bringt die Vereinszeitschrift „Peaks, Passes and Glaciers“

Es ist eine **Zufalls-**
gemeinschaft aus
Männern, die nur eines
verbindet: Sie alle
wollen die Ersten sein



Eine Gruppe in Eis
und Fels auf einem
Holzstich von Edward
Whymper. Mit sechs
Gefährten macht sich
der Engländer am
13. Juli 1865 zum Gipfel
des Matterhorns auf –
im Wettlauf gegen eine
italienische Expe-
dition, der er zuvor-
kommen will



Der Stich nach einem Aquarell von Whymper zeigt die Erstbesteigung eines Viertausenders im Jahr 1864. Begleitet wird er vom Bergführer Michel Croz – der im folgenden Jahr am Matterhorn sein Leben verliert

heraus und schickt Künstler in die Berge, um die Ausgaben zu illustrieren. 1860 beauftragt er den jungen Zeichner Edward Whymper.

So bricht der gebürtige Londoner, gerade mal 20 Jahre alt und ohne jegliches Vorwissen, Richtung Schweizer Alpen auf. Die Bergsteiger, auf die er dort trifft, sind ganz anders als er, der Sohn eines Holzstechers: Sie sind reich, gebildet – und in der Schweiz, um Urlaub zu machen und Abenteuer zu erleben. Whymper hingegen hat mit 14 Jahren die Schule verlassen, dann das Handwerk seines Vaters erlernt.

Zum Glück ist er körperlich fit und ein ausdauernder Geher, es fällt ihm leicht, die Alpinisten zum Zeichnen in die Berge zu begleiten. Mit der Zeit entwickelt er selbst den Ehrgeiz, Berggipfel zu erklimmen – und wohl auch, so Teil dieser exklusiven Gesellschaft zu werden.

Für ihn (wie für die meisten britischen Alpinisten) ist offenbar nicht das Bergsteigen allein ein Erlebnis. Es geht ihm auch ums Gewinnen. Whymper drängt es vor allem auf jene Gipfel, die noch umkämpft sind. Achtmal versucht er gemeinsam mit verschiedenen anderen Bergsteigern, das Matterhorn zu erklimmen. Siebenmal scheitert Whymper an Höhe, Eis, steilen Hängen oder schlechtem Wetter. Einmal

stürzt er sogar über mehrere Felsvorsprünge insgesamt 60 Meter in die Tiefe. Aus Schnitten am Kopf und etlichen weiteren am ganzen Körper verliert er Blut, fällt in Ohnmacht, bricht sich aber nichts.



Am 11. Juli 1865 erreicht ihn in Breuil, dem italienischen Ort an der Südseite des Matterhorns, eine alarmierende Nachricht: Eine Seilschaft sei an diesem Morgen aufgebrochen, um den mächtigen Berg zu besteigen. Whymper tritt vor die Tür und blickt durch sein Fernglas, sucht Gestalten, die den Hang hinaufklettern. Und tatsächlich: Ein paar Punkte zeichnen sich vergrößert vor seinem Auge ab. „Was geht da vor?“, fragt er den Wirt des Gasthofes, in dem er übernachtet hat, „wer ist der Führer dieser Gesellschaft?“ – „Carrel!“ – „Wie, Jean-Antoine?“ – „Ja.“

Jean-Antoine Carrel ist ein italienischer Bergführer – und hatte Whymper erst vor wenigen Tagen zugesichert, mit ihm gemeinsam das Matterhorn bezwingen zu wollen.

Offensichtlich eine Finte, um Zeit zu schinden. Denn tatsächlich ist Carrel in politischer Mission unterwegs. Die Gründer des Club Alpino Italiano, darunter der italienische Finanzminister persönlich, haben ihn angeheuert, um den Gipfel zu erklimmen und damit den Ruhm des noch jungen, erst 1861 begründeten Königreichs zu mehren.

Whymper tobt, die Italiener sind ihm voraus. Er stürmt zurück in sein Zimmer, nimmt sich seine Karten vor. Fieberhaft überlegt er, ob er der Gruppe nicht doch noch zuvor kommen kann, berechnet, dass sie wohl etliche Tage brauchen werden, um zum Gipfel zu kommen. Wenn er aber nach Zermatt wandert und von dort aus über die Ostseite zur Spitze des Matterhorns steigt, dann kann er die Italiener noch überholen.

Sein Problem: Mit Carrel selbst sind noch weitere der besten Bergführer von der italienischen Seite unterwegs. Und die meisten der kenntnisreichen Einheimischen auf der Schweizer Seite weigern sich, zum Gipfel des Matterhorns zu gehen, da sie das Unterfangen für unmöglich halten. Bei den Leuten in den nahe gelegenen Dörfern heißt es sogar, ein Fluch liege auf dem mächtigen Berg, Geister würden dort oben leben.

Doch allein kann Whymper mit seiner ganzen Ausrüstung nicht einmal nach Zermatt gelangen, geschweige denn zum Gipfel steigen. „Ich war in der Lage eines Generals ohne Armee; Pläne konnte ich machen, aber zur Ausführung fehlten mir die Leute“, schreibt er später.

Aber der Engländer hat Glück. Denn am Mittag des 11. Juli findet sich zufällig ein blutjunger britischer Bergsteiger in Breuil ein, der mit einem Führer aus Zermatt gekommen ist und am nächsten Morgen wieder dorthin zurück-

wandern will. Whymper schließt sich den beiden an und gelangt so mit all seinem Gepäck auf die Schweizer Seite.

Lord Francis Douglas ist Angehöriger des schottischen Hochadels und hat mit 18 Jahren bereits einige Erfahrung und Erfolge als Alpinist vorzuweisen. Auch er spielt mit dem Gedanken, das Matterhorn zu besteigen. Er hat in Zermatt Kontakt mit Peter Taugwalder aufgenommen, einem herausragenden Bergführer – und einem der wenigen Schweizer, die es überhaupt für möglich halten, den mächtigen Fels von dieser Seite aus zu erklimmen.

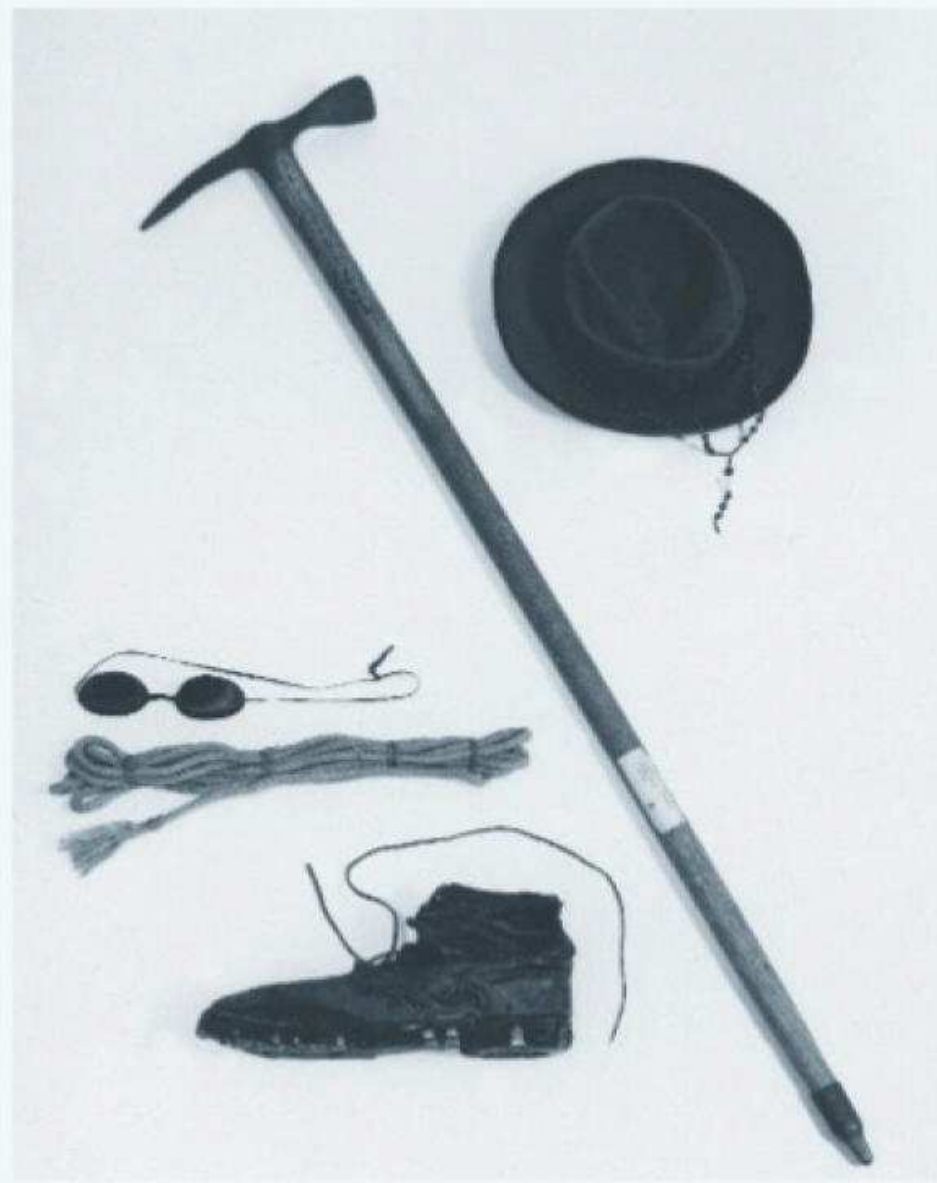
Und sie bleiben nicht allein. Am 12. Juli in Zermatt eingetroffen, stoßen Douglas und Whymper, auch das ein gewaltiger Zufall, auf den anglikanischen Reverend Charles Hudson. Er steht im Ruf, der beste Bergsteiger seiner Zeit zu sein – und plant ebenfalls, das Matterhorn in Angriff zu nehmen.

Hudson hat den hoch angesehenen Führer Michel Croz aus Chamonix am Mont Blanc engagiert, mit dem noch wenige Wochen zuvor Whymper unterwegs war. Zudem wird der Reverend begleitet von Douglas Robert Hadow, dem 19-jährigen Spross eines reichen Reeders aus London.

Hadow gilt zwar als exzellenter Cricketspieler, aber im hochalpinen Klettern hat er wenig Erfahrung. Whymper zweifelt zunächst, ob Hadows Fähigkeiten überhaupt für ihr Vorhaben ausreichen, doch Hudson versichert, es sei unbedenklich, ihn mitzunehmen.

Die Briten beschließen, gemeinsam die Erstbesteigung zu versuchen – über die von Whymper vorgeschlagene, bisher noch nicht begangene Route über den Hörnligrat und die Ostwand. Eine Zufallsgemeinschaft aus Männern, die eben gerade da sind, und die im Moment nur eines verbindet: Sie alle wollen als Erste zum Gipfel des Matterhorns – vor den Italienern.

Es ist 5.30 Uhr am 13. Juli 1865, als die Bergsteiger aufbrechen: die vier britischen Alpinisten, Michel Croz sowie Peter Taugwalder, außerdem zwei Söhne des Zermatters als Träger. Die Gruppe erreicht zur Mittagszeit eine Höhe von rund 3350 Metern. Dort richtet sie ihr Nachtlager ein. Croz und der ältere Taugwalder-Sohn, ebenfalls mit Namen Peter, ziehen los, um eine Route für den weiteren Aufstieg zu finden. Gegen 15 Uhr kehren sie zurück, euphorisch: Keine Schwierigkeiten seien vorhanden. Bequem hätten sie den Gipfel noch am selben Tag erreichen und zu ihrem Lager zurückkehren können. Sie sind selbst erstaunt



Eispickel, Schutzbrille, Hut und Rosenkranz:
Mit diesen Ausrüstungsgegenständen sind
die Erstbesteiger unterwegs

Mit einem Mal hallt
ein Schrei des
Bergführers über die
schroffe Felswand

darüber, dass bis dahin noch keiner die Besteigung über diese Route versucht hat. Allerdings erscheint der Hörnligrat, der von der Spitze des Berges nach Nordosten Richtung Zermatt abfällt, von dort aus gesehen auch uneinnehmbar, ebenso wie die Ostwand.

Die Männer kochen Tee und Kaffee, noch lange hallen in den Felsen ihr Gelächter und der Gesang der Führer wider.

Bei Morgengrauen brechen sie am 14. Juli auf zum Gipfel. Auch Peter Taugwalder junior geht weiter mit, der jüngere Bruder kehrt nach Zermatt zurück. Kurz hinter ihrem Lager biegen die sieben Bergsteiger um einen Vorsprung. Die gewaltige Ostseite des Matterhorns liegt nun offen vor ihnen. Wie eine riesige Treppe ragt die Flanke vor ihnen auf, tausend Meter hoch. Ohne größere Schwierigkeiten gelangen die Männer bis kurz vor 10 Uhr auf eine Höhe von über 4200 Metern.

An der Spitze gehen abwechselnd Whymper und Hudson. Erst für die verbleibenden 200 Höhenmeter bis zum Gipfel seilen sie sich aneinander an. Die Führung übernimmt jetzt Croz.

Auf dem Stück, das nun vor ihnen liegt, ist das Vorankommen schwierig, an einigen Stellen gibt es kaum Halt. Auch der psychische Druck steigt: Links und rechts neben der Seilschaft geht es Tausende Meter in die Tiefe.

Und über allem die bange Frage: Werden sie oben Fußabdrücke der Italiener finden? Oder tatsächlich die Ersten sein?

Whymper hat sein Ziel fest vor Augen. Als die Männer die heikle Passage hinter sich gelassen haben und sie nur noch ein Schneefeld vom Gipfel trennt, lösen sie sich vom Seil. Whymper rennt los, Croz folgt ihm auf den Fersen, gemeinsam erreichen sie die Spitze – so jedenfalls berichtet es der Engländer später.

Whympers Triumph ist vollkommen, der Schnee am Gipfel unberührt. Ein Engländer hat das Matterhorn bezwungen.

Doch die Italiener wären ihm beinahe zuvorgekommen. Whymper und Croz können die Rivalen von oben noch

bei deren Abstieg sehen. Denn Carrels Gruppe ist nur gut 200 Meter unter dem Gipfel umgekehrt: Die Italiener waren sich uneins über die Route und fürchteten wohl, es nicht vor Einbruch der Dunkelheit zurück ins Lager zu schaffen. Außerdem ahnten sie nicht, dass es Konkurrenz gab.

Oben ist die Luft still. Frei von jedem Dunst. Fast 3000 Meter unter den Erstbesteigern liegen die grünen Wei-

den von Zermatt und die Hütten, blauer Rauch steigt aus ihren Schornsteinen. Auf der anderen Seite ist Breuil zu sehen. „Es gab jegliche Kombination, die die Welt hervorbringen vermag“, schreibt Whymper später über den Anblick der Bergwelt rundherum. Dann geht es an den Abstieg.

Ganz vorn läuft Croz, der sicherste der Männer. Hinter ihm seilt sich Hadow an, der unerfahrenste. Dann folgen Hudson und Lord Douglas.

Als Whymper noch am Gipfel bleibt, warten die beiden Taugwalders bei ihm. Taugwalder senior schließt zuerst zu den anderen Männern auf. Er bindet bei Lord Douglas ein relativ dünnes Seil an jenes an, das die Vorangehenden verbindet.

Endlich folgen Whymper und der junge Taugwalder an einem weiteren Strang, den Taugwalder senior mit seinem Seil verknötet. Drei Seilelemente binden die Gruppe nun in einer Schicksalsgemeinschaft aneinander.

Die Vordersten sind bereits in der besonders schwierigen Passage angelangt. Es bewegt sich immer nur ein Mann. Erst wenn er fest steht, folgt der nächste. Hadow ist beim Abstieg auf die Hilfe von Croz angewiesen. Der führt dem jungen Mann bei jedem Schritt die Füße, stellt sie dahin, wo er hintreten muss.

Dann geschieht es. Hadow rutscht ab, stößt gegen Croz und reißt ihn mit sich.

Ein Schrei des Bergführers hallt über die Felswand, das Gewicht der fallenden Körper zerrt an Hudson und Lord Douglas, sie können sich nicht mehr halten.

Die Taugwalders und Whymper stemmen sich gegen den Felsen, so fest sie können. Die Macht aber, mit der die Stürzenden in das Seil fallen, ist zu groß – das dünne Seil in der Sicherungskette reißt. In diesem Augenblick sind die vorderen vier Männer verloren.

F

Fassungslos müssen Whymper und die Taugwalders miterleben, wie Croz, Hadow, Hudson und Douglas auf dem Rücken den Abhang hinuntergleiten, mit ausgestreckten Händen vergeblich versuchen, Halt zu finden. Außerhalb der Sicht der drei oben Gebliebenen stürzen ihre Kameraden weiter von Vorsprung zu Vorsprung, mehr als 1000 Meter in die Tiefe, bis auf den Matterhorngletscher.

Eine halbe Stunde lang bleiben Whymper und die Taugwalders im Schock dort stehen, wo sie sind, wie gelähmt.

Schließlich steigen sie weiter ab und sichern sich nun bei jedem Schritt, indem sie zusätzlich ein Seil um feste Fels-

vorsprünge schlingen. Die drei Männer suchen nach ihren gestürzten Bergkameraden, rufen nach ihnen, bekommen aber keine Antwort.

Sie gehen weiter, bis es längst dunkel geworden ist. Auf einer schmalen Felsplatte als Nachtquartier verbringen sie sechs triste Stunden. Bei Tagesanbruch macht sich die Gruppe wieder auf, am Vormittag des 15. Juli sind die Männer zurück in Zermatt.

Suchtrupps ziehen los, um die Verunglückten zu finden, und sichten ihre reglosen Körper. Whymper, so schreibt er später, hat die Hoffnung zu diesem Zeitpunkt noch nicht ganz aufgegeben, dass die verlorenen Vier entgegen aller Wahrscheinlichkeit doch überlebt haben könnten. Am folgenden Tag bricht er mit einer Gruppe noch vor Sonnenaufgang auf, doch was sie im Laufe des Morgens finden, sind lediglich drei Leichen.

Die Bergsteiger liegen in der Reihenfolge auf dem Gletscher, in der sie abgestürzt sind: etwas weiter vorn Croz, Hadow in seiner Nähe und Hudson weiter hinten. Der Fall hat die Körper furchtbar entstellt. Von einem Kopf finden die Männer nicht mehr als einen Teil des Unterkiefers. Nur anhand des langen Bartes können sie identifizieren, dass es sich um Michel Croz handelt. Den Leichnam von Lord Douglas finden sie nicht. Bis heute ist er verschollen.

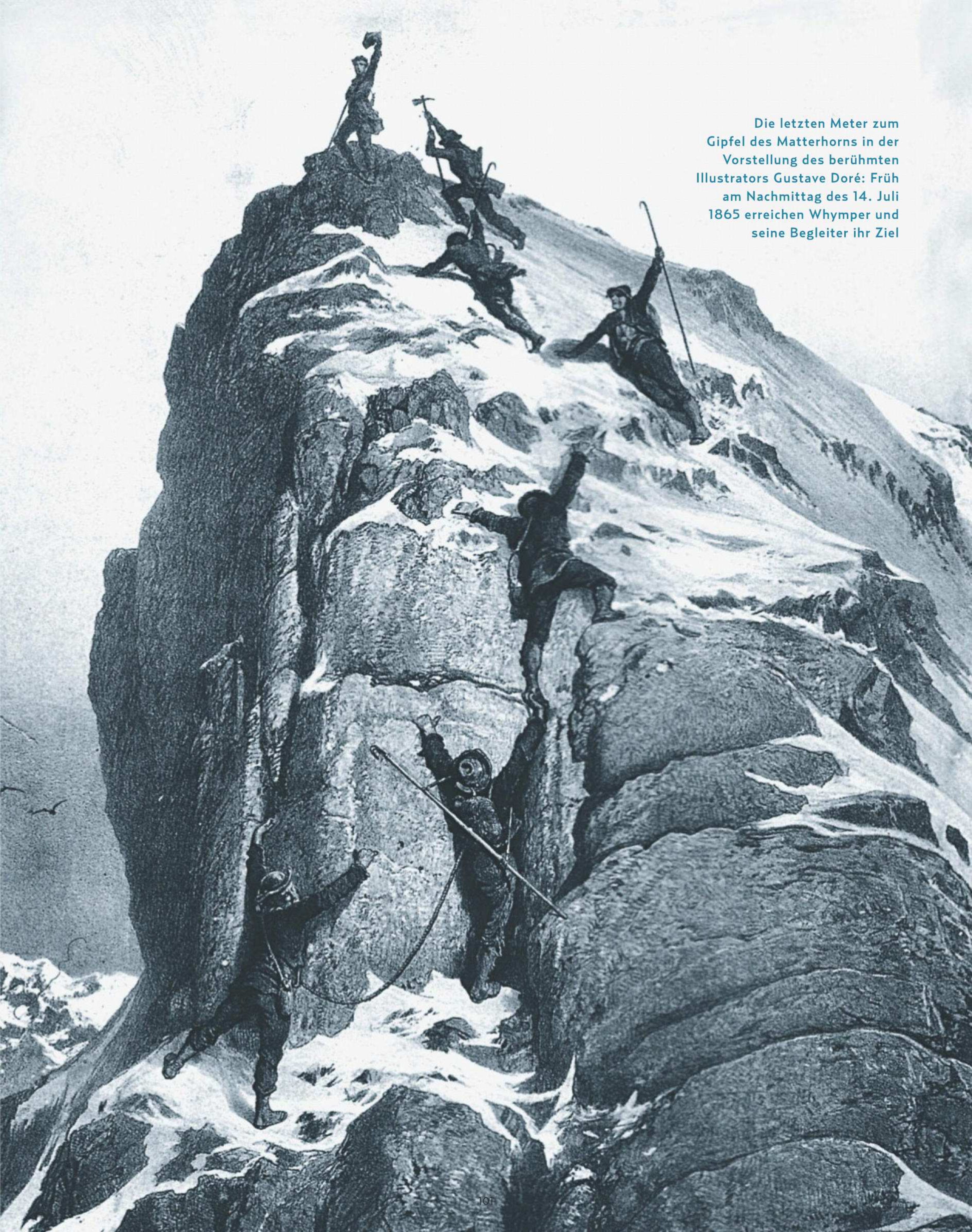
Die Tragödie am Matterhorn schockiert Menschen rund um den Globus – vor allem aber die britische Öffentlichkeit. Über keine andere Erstbesteigung wird so viel und so ausführlich berichtet. Allein in der Londoner „Times“ erschei-


Eine halbe Stunde lang
bleiben die Über-
lebenden stehen, sie
sind wie gelähmt



Von Zermatt steigen die Briten auf Schweizer Seite zum Matterhorn auf. Schneller als die Expedition um Jean-Antoine Carrel, die von Italien aufgebrochen ist

Die letzten Meter zum
Gipfel des Matterhorns in der
Vorstellung des berühmten
Illustrators Gustave Doré: Früh
am Nachmittag des 14. Juli
1865 erreichen Whymper und
seine Begleiter ihr Ziel





Hunderte Menschen sterben im Lauf der Jahre am Matterhorn – hier ein Unglück im August 1893. Auch bei der Erstbesteigung stürzen auf dem Rückweg vier Männer in die Tiefe, als ein Sicherungsseil reißt

nen im folgenden Monat 43 Artikel und Briefe zu den Ereignissen des 14. Juli 1865.

Das liegt vor allem daran, wer gestorben ist: der Sohn eines Milliardärs, ein anglikanischer Geistlicher und nicht zuletzt ein Mitglied des schottischen Hochadels. Auch die britische Königin Viktoria ist erschüttert. Sie erwägt zeitweise sogar, ihren Untertanen per Gesetz zu verbieten, weiter die Alpen zu besteigen. Großbritanniens bestes Blut dürfe nicht im Schweizer Gebirge vergossen werden, so die Königin.

Das Gesetz wird nie erlassen. Tatsächlich wollen nun immer mehr Briten die Gipfel erklimmen. Der Medienrummel um das Unglück am Matterhorn fügt der Faszination der Berge offenbar noch einigen Nervenzitzeln hinzu. Der Ort Zermatt wird durch die tragische Erstbesteigung fast über Nacht international bekannt und bald zu einer der beliebtesten Destinationen in den Alpen.

Drei Jahre später, 1868, reist Königin Viktoria sogar selbst in die Schweiz. Nicht zum Wandern, sie möchte zur

Ruhe kommen. Denn noch immer trauert sie um ihren Ehemann, der sieben Jahre zuvor gestorben ist. Er hatte das Alpenland einst erkundet und ihr davon vorgeschwärmt. Die Königin besucht die Eidgenossenschaft inkognito, die Weltöffentlichkeit erfährt gleichwohl aus der Presse alles über die Stationen und Ereignisse ihrer Reise.

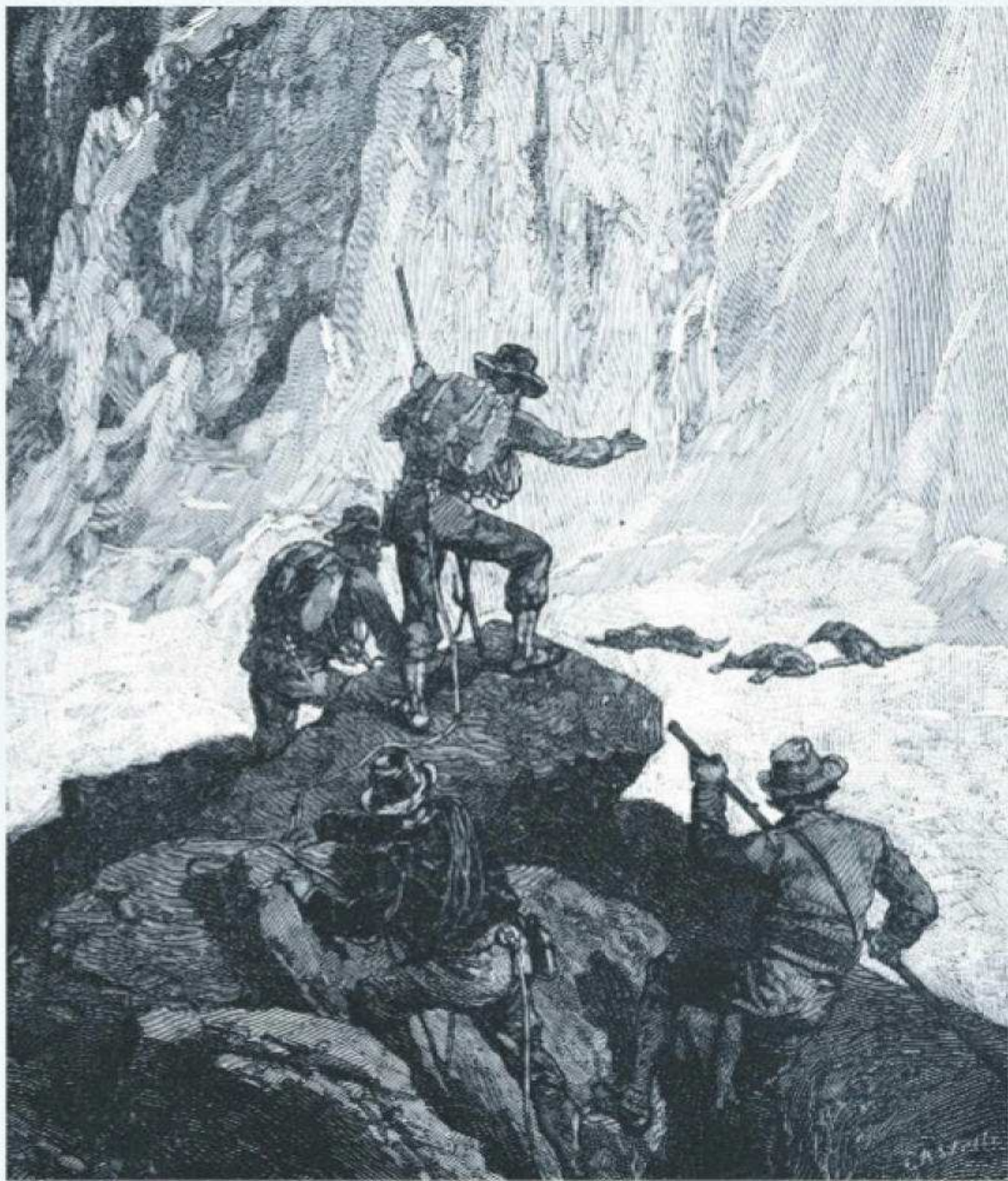
Die Schweiz wird zunehmend zu einem Sehnsuchtsziel, nicht nur für Alpinisten: Immer mehr Menschen kommen gegen Ende des 19. Jahrhunderts in die Berge, um teilzuhaben am Abenteuer, am Glanz des Hochadels, oder einfach zur Entspannung.

Sie wandern auf bekannten Wegen, besteigen bereits erklommene Gipfel und wollen sicher ans Ziel geführt werden. Mit dem Ausbau des europäischen Eisenbahnnetzes, der

Eröffnung neuer Berghotels und den ersten Pauschalreisen beginnt in der Schweiz das Zeitalter des Massentourismus. Der Fremdenverkehr entwickelt sich bald zu einem der wichtigsten Wirtschaftszweige der ganzen Region.

Das Matterhorn aber wird zu dem Schweizer Berg schlechthin, ja geradezu zum Wahrzeichen der Eidgenossenschaft – ungeachtet der Tatsache, dass es genau auf der Grenze mit Italien liegt.

Das Matterhorn wird bald schon zum Berg der Berge, zum Wahrzeichen der Schweiz



Suchtrupps stoßen 1865 auf die Leichen von drei der vier Verunglückten. Die Tragödie schockiert die Öffentlichkeit, macht das Matterhorn aber auch weltberühmt

A

Auch Edward Whymper profitiert: Sein Buch „Scrambles Amongst the Alps in the Years 1860–69“ über die Bezwingung zahlreicher Gipfel, versehen mit von eigener Hand gestochenen Illustrationen, avanciert zum Klassiker der alpinen Literatur.

Er unternimmt Expeditionen in Grönland, den kanadischen Rocky Mountains und in den Anden. Sein zweiter großer Erfolg ist die Erstbesteigung des Chimborazo 1880 in Ecuador. Dabei an seiner Seite: Jean-Antoine Carrel, der ehemalige Konkurrent am Matterhorn.

Whymper könnte zufrieden sein. Er gehört zu den bekanntesten Alpinisten seiner Zeit, reist jedes Jahr in die französische und schweizerische Bergwelt, aktualisiert seine Reiseführer über Chamonix und Zermatt, kassiert Tantiemen. Aber die grauenhafte Erinnerung an den Absturz der Mitstreiter am Matterhorn verfolgt ihn bis an sein Lebensende.

Edward Whymper wird am 16. September 1911 tot in seinem Hotelzimmer in Chamonix aufgefunden. Jener Mann, dessen größter Triumph zugleich als eine der größten Tragödien in die Geschichte des Alpinismus eingegangen ist, erlag einem Hirnschlag.

Lebensader Zwischen

COL DE LA BONETTE, FRANKREICH

Rund 50 Kilometer schlängelt sich der Pass von Jausiers nach Saint-Étienne-de-Tinée (hier die Südostrampe) und ist eine der höchsten asphaltierten Durchgangsstraßen in den Alpen



chen den Tälern

Alpine Pässe sind die wohl **faszinierendsten Straßen des Kontinents**: Sie verbinden Kulturen, bringen Fortschritt, machen das Gebirge überhaupt erst zugänglich. Fotograf Berthold Steinhilber hat die kurvigen Trassen in Szene gesetzt – und die spektakulären Landschaften, in die sie eingebettet sind

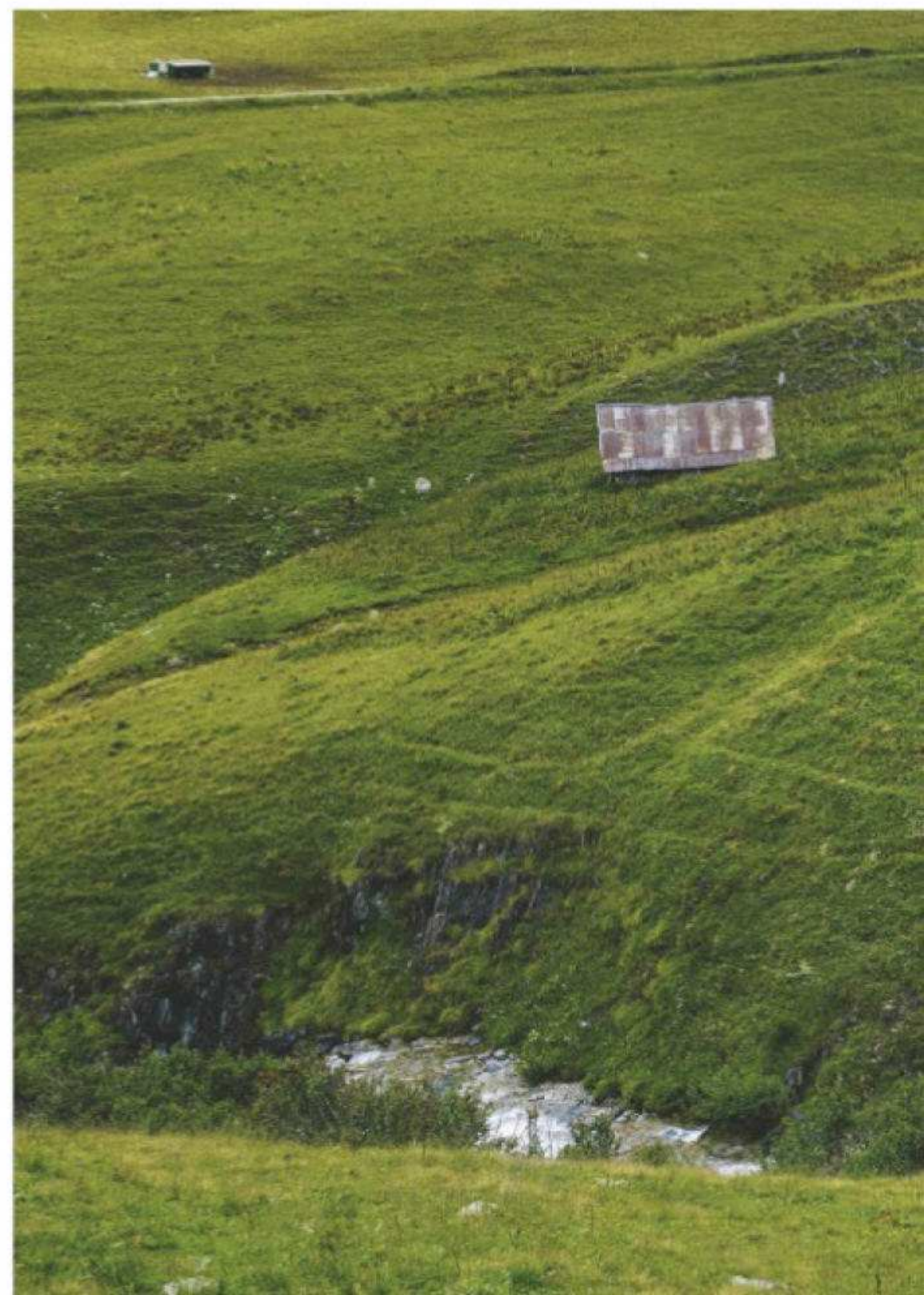


STILFSER JOCH, ITALIEN

Viele Pässe stammen aus einer Zeit, zu der Fuhrwerke das Hauptverkehrsmittel waren. Dieser hier entstand 1820 bis 1825 als Verbindung zwischen Tirol und der damals ebenfalls österreichisch beherrschten Lombardei

COL DE LA CROIX DE FER, FRANKREICH

Der 2067 Meter hohe Übergang führt von Saint-Jean-de-Maurienne in das Romanche-Tal nach Rochetaillée und ist insbesondere bei Radsportlern beliebt





FURKAPASS, SCHWEIZ

Die Ursprünge des Passes reichen bis in die Römerzeit zurück. Seit den späten 1860er Jahren verbindet eine befahrbare Straße das Urserental im Kanton Uri mit dem Bezirk Goms im Kanton Wallis





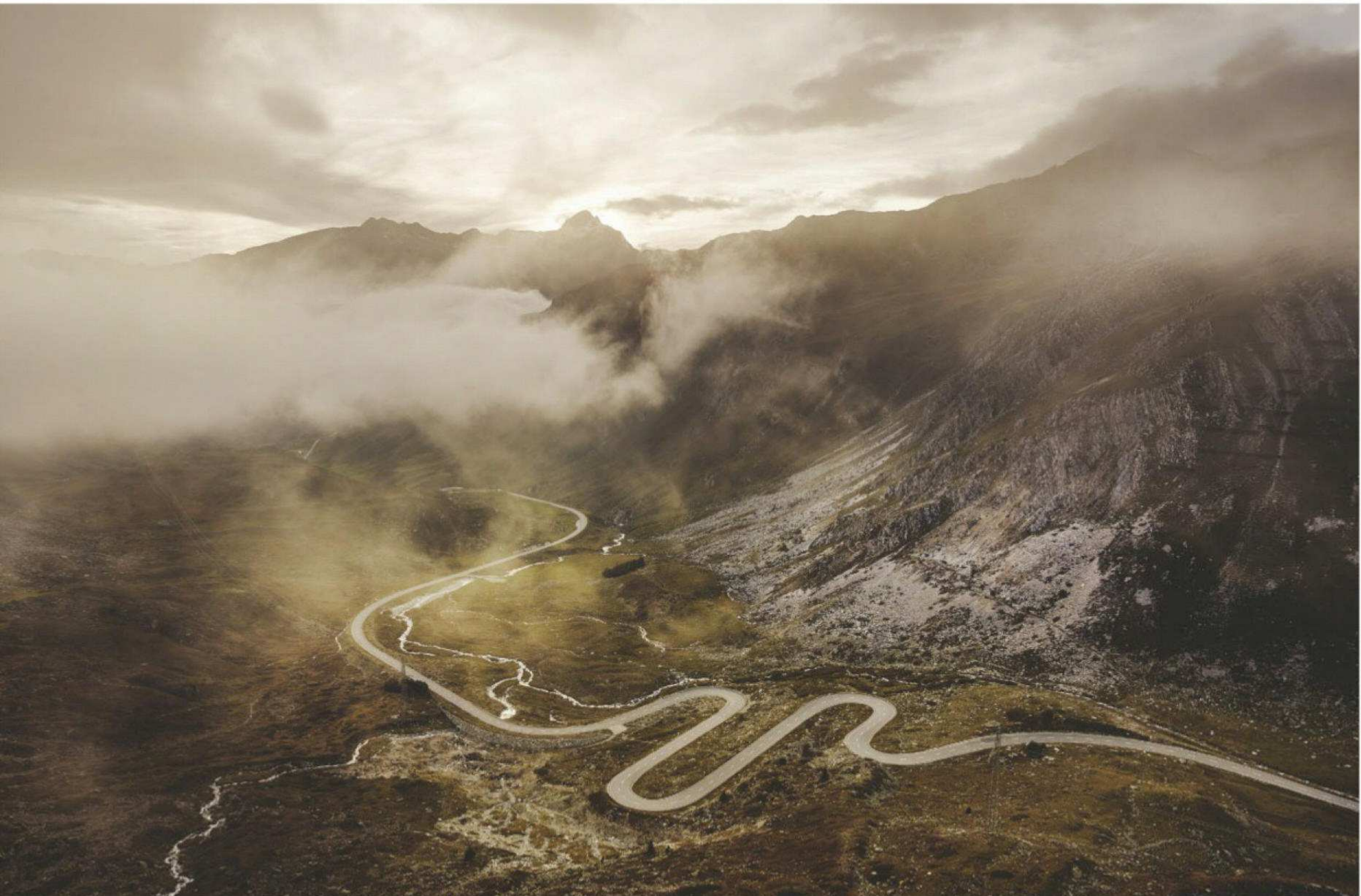


**GROSSGLOCKNER-HOCHALPENSTRASSE,
ÖSTERREICH**

In 36 Kehren windet sich der Pass von Bruck im politischen Bezirk Zell am See nach Heiligenblut am Großglockner. Und bietet spektakuläre Ausblicke auf diesen mit 3798 Metern höchsten Berg Österreichs

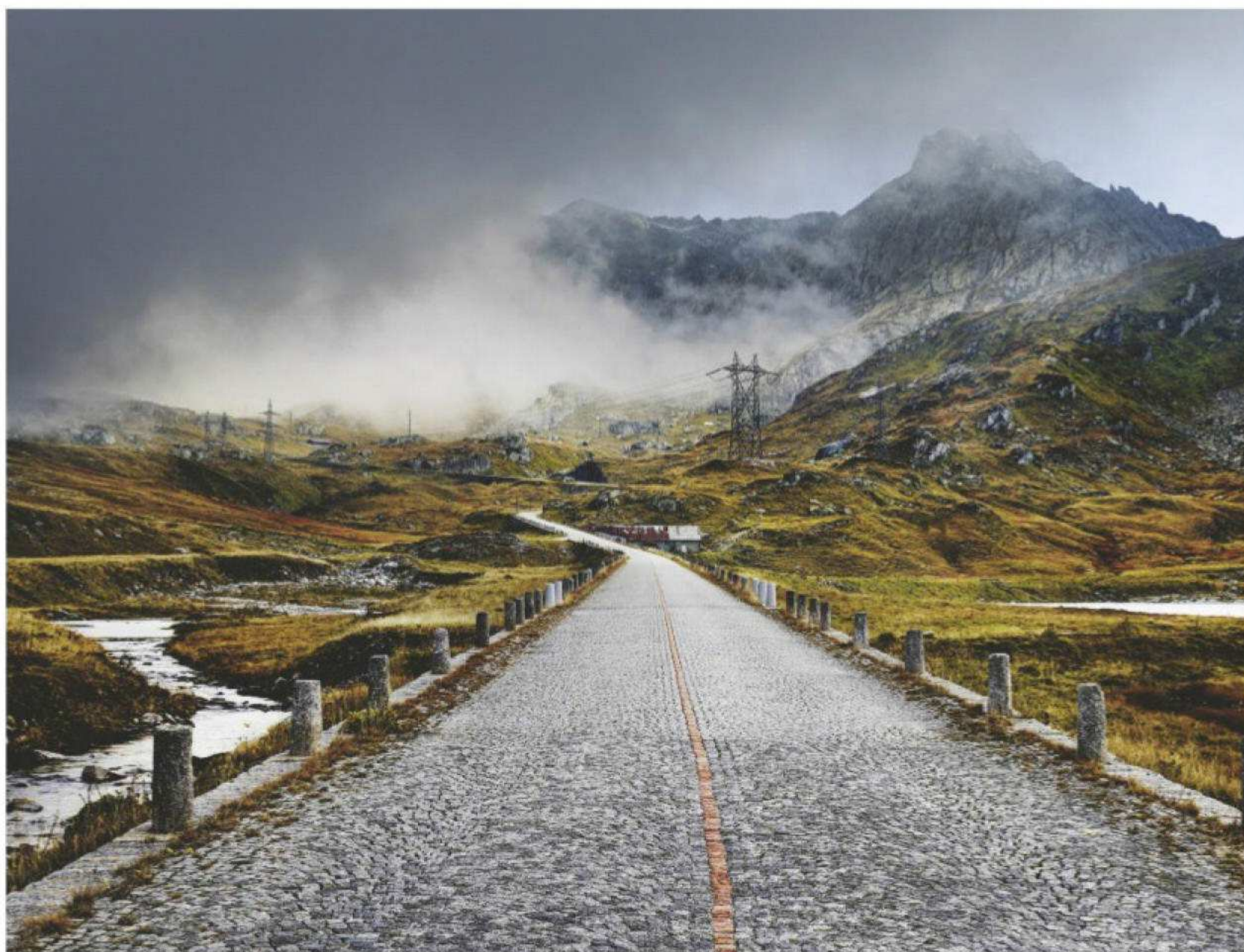
PASSO SAN BOLDO, ITALIEN

In Rekordzeit von nur drei Monaten entstand diese kühne Trasse gegen Ende des Ersten Weltkriegs zwischen zwei Orten in Venetien. Fünf enge Kehrtunnel mussten die Erbauer dazu in den Fels sprengen



JULIERPASS, SCHWEIZ

Die 42 Kilometer lange, gut ausgebaute Strecke verbindet das Engadin mit dem Oberhalbsteintal. Einst einfacher Karrenweg, zählt sie zu den ältesten Hochgebirgsstraßen



GOTTHARDPASS, SCHWEIZ

Eine der wichtigsten Nord-Süd-Verbindungen in den Alpen verläuft seit jeher entlang des Gotthardmassivs – hier die Nordrampe der alten Straße unterhalb der Passhöhe •

METEOROLOGIE

Ein

Text: Marlene Göring



voller

Chaos

Himmel



In Gewittern, wie hier an den Dolomiten, entladen sich gewaltige atmosphärische Kräfte. Im Gebirge können sie sich überaus spontan bilden – und sind entsprechend schwer zu prognostizieren

Schneestürme, Blitze, Hagel, Nebel: Kaum irgendwo auf dem Kontinent ist das **Wetter so dynamisch wie in den Alpen**. Was sich hier in der Atmosphäre abspielt, bestimmt für Millionen Menschen, ob es feucht wird oder trocken, kalt oder heiß. Mit immer raffinierteren Methoden versuchen Meteorologen, den Himmel über den Bergen zu verstehen

E

Einmal hat ihn seine Treue fast das Leben gekostet. Nur 150 Meter zu Fuß von der Seilbahn zur Zahnradbahn, die der Wetterwart der Zugspitze beim Abstieg ins Tal überwinden musste. Der Sturm hatte sich plötzlich übers Zugspitzplatt gesenkt. Robert Schardt vergrub das Gesicht im Kragen, damit er atmen konnte. Der Weg führte bergan, 200, 300 Mal war er ihn schon gegangen. Diesmal ließ er sich nicht mehr ausmachen im Gestöber. „Jetzt bin i mittendrin“, dachte er. „Finde die Station net und zurück komm i a net mehr.“ Er spürte Panik in seiner Brust – da erkannte er plötzlich die Umrisse des Gebäudes vor sich.

„Eine nette Geschichte im Nachhinein“ nennt Robert Schardt die vielleicht gefährlichste Situation, die er auf der Zugspitze erlebt hat. 40 Jahre lang, bis im letzten Frühling, hat er auf Deutschlands höchster Wetterstation Niederschlag bemessen, Instrumente von Eis befreit und das Bergbahnpersonal vor Gewitter gewarnt. Schardt weiß, was es bedeutet, wenn man sagt: Das Wetter am Berg ist unberechenbar. Und er ist einer von vielen Menschen, die dafür sorgen, dass das nicht so bleibt.

Schardts Arbeitsplatz gehört zu einem Netz aus Hunderten Beobachtungspunkten, besetzt oder automatisiert, mobil oder fest installiert, das die Alpen überzieht. Sie sammeln die ganze Zeit Werte: Luftfeuchte und Temperatur, Luftdruck, Sichtweite, Wolkenhöhe, Schadstoffbelastung und vieles mehr. All diese Daten fließen – zusammen mit den Werten vom Rest der Erde – in Computer und Modelle, mit denen sich Wetter und Klima vorhersagen lassen.

Die Alpen gehören zu den dichtest besiedelten Gebirgen der Welt, acht Länder haben Anteil daran. Ob es hier friert oder flutet, betrifft rund 13 Millionen Menschen. Aber nicht nur deshalb sind



Spezielle atmosphärische Effekte führen dazu, dass in Gebirgsnähe Niederschläge oft besonders heftig sind. Mitunter gehen sie selbst sommers in Form von Hagel nieder – wie hier auf den See von Le Bourget in den französischen Alpen

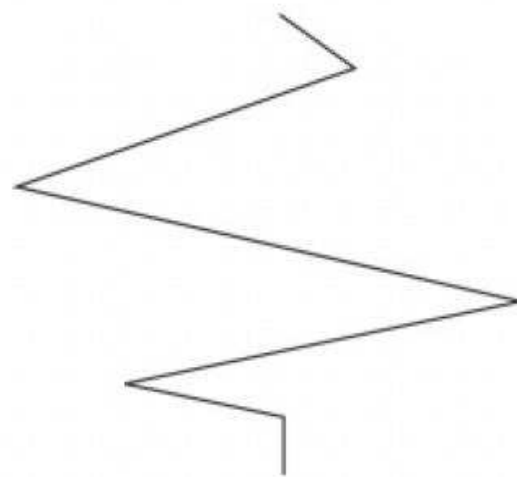


die Alpen so wichtig: Als riesige Barriere stellt sich das Hochgebirge den Wettersystemen in den Weg, die über den Kontinent ziehen. Es beeinflusst so Klima und Wetter auch in Gegenden, die weit entfernt von seinen Gipfeln liegen. Der Niederschlag, der im Alpenraum fällt, speist Flüsse bis zum Schwarzen Meer, der Nordsee und dem Mittelmeer.

U

Unsere Landwirtschaft, unsere Kanalisation, die Schifffahrt, Standorte für Solar- und Wasserkraft: Zivilisation ist auf den Rhythmus von Wärme und Kälte, Wolken und Sonne eingestellt, den die Alpen mit vorgeben. Wie er sich insgesamt vollzieht, ist heute zwar recht gut verstanden. Aber die Forscher kennen noch lange nicht alle Parameter und Prozesse, die mitspielen. Dabei wird das immer wichtiger: Das Klima verändert sich rasant, und Gemeinden, Städte und Länder müssen sich darauf einstellen. Mit immer besseren Methoden suchen Menschen wie Robert Schardt nach einer Art Heiligem Gral:

Die Alpen können das Leben gewaltiger Tiefs verändern



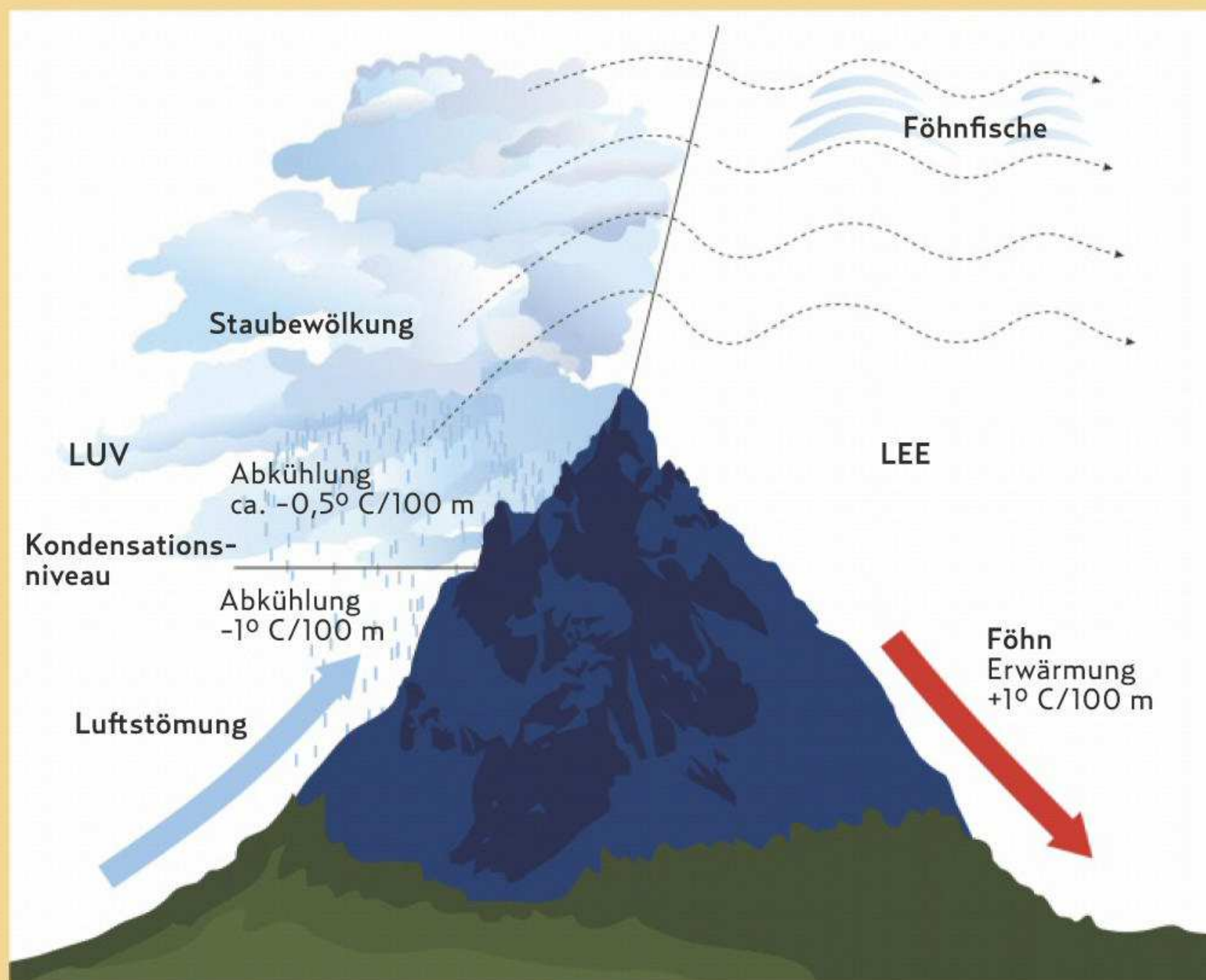
Ein ständiger Mix aus Sonne, Regen und Wind prägt vielerorts das Bergwetter – und versorgt Almen mit Niederschlägen

einer Ordnung in einem System, das von Grund auf chaotisch ist.

Entscheidung am Berg

Mal eine Salami, ein Stück Butter und einen Schlafsack – mehr hatte Robert Schardt auf der Zugspitze nie deponiert. Brauchte er auch nicht: Obwohl das Wetter „40 bis 50 Mal im Jahr quirlich ist am Berg“, schaffte es die Ablösung nach 24 Stunden immer pünktlich hinauf. Bis auf einmal. Da verwandelten sich unten an der Talstation die Flüsse Loisach und Partnach sowie die vielen anderen, sonst braven Bäche Garmisch-Partenkirchens in gewaltige braune Wassermassen. Garmisch war von der Außenwelt abgeschnitten. Und mit ihm Schardt in seinem Wasserturm auf 2960 Metern.

Schuld war eine Vb-Wetterlage: ein Tief, dass sich im Golf von Genua bildet, über die Alpen weiterzieht und dabei viel Niederschlag loswird. Der Begriff ist im Sprachgebrauch übriggeblieben aus der



So entsteht Föhn

Weite Sicht, wolkenloser Himmel: oft die Folge einer besonderen Wetterlage

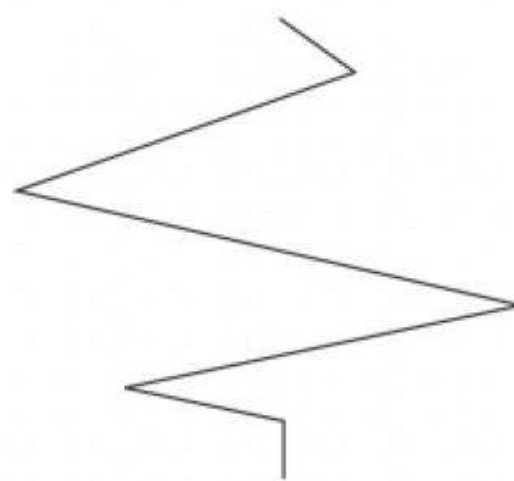
Bei Föhn strömt Luft aus Süd oder Nord an die Alpen heran, steigt auf und kühlt ab. Weil kalte Luft weniger Wasserdampf speichert, ist sie irgendwann gesättigt: Wolken entstehen, Niederschlag fällt, die Abkühlung verlangsamt sich. Auf der anderen Seite, im Lee, sinkt die Luft wieder ab. Da sie nun trockener ist, erwärmt sie sich schneller: ein Grad pro 100 Meter. Der Föhn bringt also warme Luft, zum Teil sehr hohe Windgeschwindigkeiten – und manchmal Wolken, die sich bei bestimmten Bedingungen parallel zum Gebirgskamm bilden und wie kleine Fische aussehen.

Zugstraßentypologie des deutschen Meteorologen Wilhelm Jacob van Bebbber. In der Wissenschaft gilt er als etwas überholt: „Das hört sich an, als gebe es fünf Autobahnen, und die Druckgebiete müssten eine davon wählen“, sagt Heini Wernli, Professor für Atmosphärische Dynamik an der ETH Zürich. „Dabei gibt es fast unendlich viele mögliche Zugbahnen.“

In der Troposphäre, die in unseren Breiten etwa elf Kilometer dick die Erdoberfläche umspannt, ziehen ständig Tief- und Hochdruckgebiete über uns hinweg. Sie entstehen, weil die Luftmassen global einen Temperatenausgleich anstreben. Und sie bringen das Wetter. Angetrieben von Unterschieden im Luftdruck, lässt sie die Erdrotation die typische Spiralform ausbilden, die man beim Tief als Wolkenwirbel auf Satellitenbildern sehen kann. Wo wir uns im Spiel dieser unsichtbaren Kräfte befinden, entscheidet darüber, von wo die Luft zu uns strömt.

Die Alpen sind nun so groß und hoch, dass sie diese Bewegungen beeinflussen. In ihrem Süden spürt man deutlich das mediterrane Klima; wer nördlich von ihnen lebt, bekommt dafür öfter polare Luft ab. Aber nicht deswegen werden die Alpen Wetterscheide genannt: „Es ist nicht so, dass die Alpen einfach zwei Klimamassen voneinander trennen“, sagt Mathias Rotach, Atmosphärenphysiker an der Universität Innsbruck. Tatsächlich

Auch der bekannte Föhn birgt noch ungelöste Rätsel



machen zwei Faktoren die Alpen bedeutsam fürs Wetter: Ihre Lage mitten auf der West-Ost-Zugbahn, über die Tiefdruckgebiete bei uns meistens wandern. Und durch ihre Form: wie ein Schrimp.

„Die Alpen können das Leben eines Tiefs verändern“, sagt Rotach. Das Gebirge wirkt als Barriere und kann die Zugbahn eines Drucksystems beeinflussen. Die Luftmassen müssen entweder daran vorbei – oder darüber hinweg. Die unteren Schichten werden dabei abgebremst und die höherliegenden zum Aufsteigen gezwungen. So kommen Niederschlagsprozesse in Gang, Stauwetterlagen können sich bilden.

D

Die Berge können aber auch selbst ein Wettersystem erzeugen oder verstärken, so wie beim Genua-Tief: Dabei trifft eine feuchte, labil geschichtete Luftmasse auf die südwestlichen Ausläufer der Alpen, sozusagen genau in der äußersten Schwanzbeuge des Schrimps: „Die Luft verwirbelt – und der Tiefdruckwirbel kann noch richtig aufgemischt werden“, sagt Rotach. Das so entstandene oder verstärkte Tief zieht weiter – und verfängt sich in den Höhenlagen, wobei es



Meteorologie am höchsten Punkt Deutschlands: Schon seit 1900 hält die Wetterwarte auf der Zugspitze stand – und liefert rund um die Uhr Messdaten

Um Berge wie den 3798 Meter hohen Großglockner zu überwinden, müssen Wolken aufsteigen. Dabei kühlen sie ab – und quellen häufig auf



in kurzer Zeit jede Menge Regen und Schnee loswird.

Ein Genua-Tief ließ 2006 das Dach der Eissporthalle in Bad Reichenhall einstürzen und bescherte der Schweiz mit dem Auguthochwasser 2005 und einem Schaden von 2,5 Milliarden Franken die teuerste Naturkatastrophe der Landesgeschichte. Die meisten Genua-Tiefs aber ziehen nicht über die Alpen, sondern weiter in Mittelmeerregionen.

Wetterwart Robert Schardt hatte seinen unfreiwillig verlängerten Dienst auf der Zugspitze so einer Wetterlage zu verdanken. Aber nicht nur sie wirbelt das Leben am Berg durcheinander.

Flavours of Föhn

Wenn Robert Schardt sich an Geschichten von der Zugspitze erinnert, fällt ihm das Jahr meistens nicht ein. Dafür aber die Windrichtung: Aus Südsüdost windete es,

247 Stundenkilometer schnell, als er seinen stärksten Föhn erlebte. Der Wetterwart musste trotzdem raus auf die Messplattform, „geduckt, damit einem der Sturm nicht den Kopf wegweht.“ Drinnen war es schlimmer. Im alten Holzturm, vier mal vier Meter groß, drei Stockwerke hoch, wurde Schardt wie in einem Schiffsbauch durchgerüttelt. Der Wind krachte an den Wänden. Selbst mit Ohrenstöpseln fand er keinen Schlaf.



Bei Hochnebel versinkt die Welt in einem Meer aus Weiß. Nur die Tiroler Gipfel sind von der Hohen Salve aus erkennbar, Brixen im Tal ist verschwunden

Ein Föhnsturm wie hier über den Tuxer Alpen in Tirol kann Orkanstärke erreichen – und im Tal die Temperatur sprunghaft ansteigen lassen



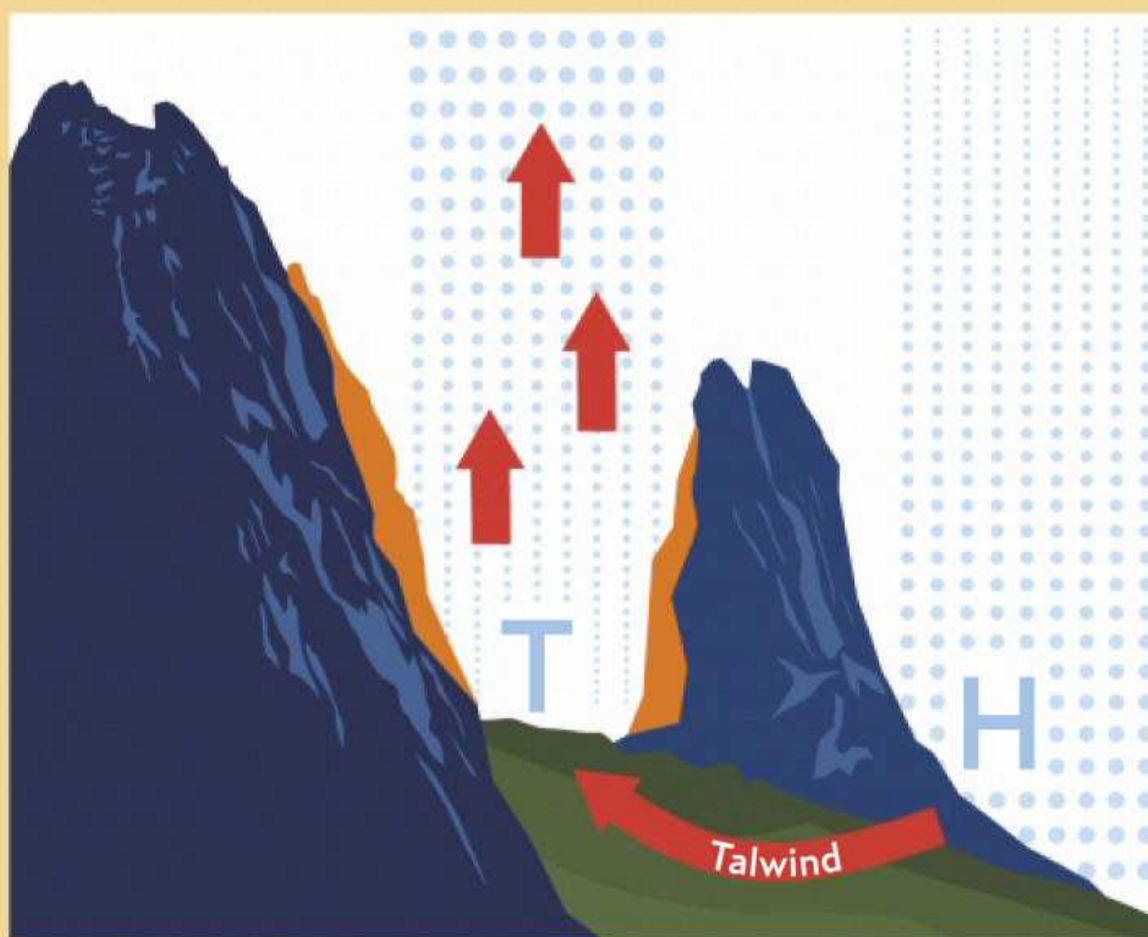
Wenn die Luft aus Süd oder Nord anströmt, trifft sie auf die gesamte Breite des Gebirges. Dann beginnt ein Phänomen, das man mit den Alpen in Verbindung bringt wie kaum ein anderes: Föhn. Das Prinzip ist einfach erklärt: An einer Seite des Gebirges steigt Luft auf und kühlt ab, Wasser kondensiert und Wolken bilden sich – Niederschlag fällt. Auf der anderen Seite des Alpenhauptkamms ist die Luft nun trocken und sinkt ab. Sie verhält sich dabei entsprechend der physika-

lischen Eigenschaft von Gas, sich bei Kompression – hier als steigender Luftdruck in tieferen Lagen – zu erwärmen.

„Das Wunderbare daran: Diese Erwärmung lässt sich exakt mit einer Formel beschreiben“, sagt Heini Wernli von der ETH Zürich: Die absinkende Luft wird um zehn Grad Celsius pro 1000 Meter wärmer; beim Aufstieg kühlt sie wegen der Kondensation des Wasserdampfs nur etwa halb so stark ab. So kommt es bei Südföhn zu der für uns vermeintlich wi-

dersinnigen Situation, dass die Thermometer in Venedig nur 10 Grad Celsius, die in Innsbruck dafür 20 Grad anzeigen.

So weit die Schulbucheklärung. „Die ursprünglichen Föhnforscher wollten eine universale Theorie entwickeln“, so Wernlis ETH-Kollege Michael Sprenger. „Wenn ich Ihnen jetzt sage: Es gibt Fälle, bei denen regnet es im Süden nicht – und das gibt’s – dann ist die ganze Theorie widerlegt.“ Sprenger spricht lieber von „flavours of Föhn“, seinen unterschiedli-



Wetterküche im Miniaturformat

Wenn es darum geht, woher der Wind weht, haben Berg und Tal jeweils eine eigene Dynamik

Was auf der Welt im Großen geschieht, schaffen Berg und Tal im Kleinen: Auch hier entstehen Tief- und Hochdruckgebiete. Das liegt an der Thermik: Tagsüber bekommen die Berghänge zuerst Sonne ab. Die warme Luft strömt auf, unten wird Luft angesogen, um den Druck auszugleichen: Der Wind weht aus dem Tal herauf. Nachts kehrt sich der Prozess um. Am Berg kühlt die Luft schneller ab und sinkt: Der Wind strömt hinunter ins Tal.

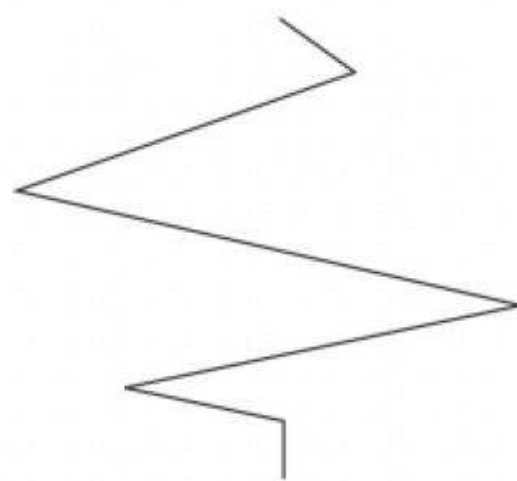
chen Geschmäckern: Je nachdem, aus welcher Richtung und mit welcher Geschwindigkeit die Luft anströmt und wo die dominierenden Tief- und Hochdruckgebiete liegen, variiert auch der Föhn.

Was seine Ausprägungen jedoch gemeinsam haben: Sie sind Fallwinde. Das heißt, die Luft strömt von Alpenkammhöhe in die tiefliegenden Föhntäler nach unten, statt horizontal über die Alpen zu ziehen. Wieso sie das tut, gibt Wissenschaftlern immer noch Rätsel auf.

U

Und nicht nur der Föhn lässt Fragen offen. Michael Sprenger forscht etwa zum Laseyer-Wind. Er weht nur in einem engen Tal bei Wasserauen im Appenzeller Land. Nicht nur, dass der Wind lediglich auf einigen Hundert Metern braust – er wechselt auch noch die Richtung: Während die Luft über dem Berg aus West strömt, stürmt der Laseyer plötzlich aus Ost ins Tal. Auch die Appenzeller Bahnen würden gern wissen, wann der Laseyer auftritt. Schließlich hat er schon mehrere

Im Gebirge hängt viel vom Schnee ab – etwa für Pflanzen



Züge aus den Gleisen gehoben. Nur ist das bisher eine kaum lösbare Aufgabe.

Den Zufall vorhersagen

Die Alpen machen es Meteorologen nicht gerade einfach. „Lokal erleben wir immer noch Wunder“, sagt Mathias Rotach von der Uni Innsbruck. Im Gebirge werden die Ströme der Luft an jedem Fels, jedem Grat abgelenkt, verstärkt oder geschwächt. Turbulenzen entstehen, die den Austausch von Energie, Feuchtigkeit und Kondensationspartikeln für Wolken fördern. All das beeinflusst, welches Wetter herrscht.

Rotach erklärt das Dilemma der Meteorologie: Um die gesamte Turbulenz zu erfassen, müsste man eigentlich sogar mit einrechnen, ob der Nachbar die Schuhe vor die Tür gestellt hat oder nicht. „Aber das machen wir nicht. Weil wir weder die Turnschuhe kennen, noch die Kapazität dazu haben.“ Das System Wetter bleibt chaotisch.

Ein einzelnes Gewitter zum Beispiel werden Meteorologen auch in Zukunft nicht vorhersagen können. Dazu bestimmen zu viele zufällige Faktoren, wann und wo es ausbricht. Aber sie können das Chaos reduzieren. Und das wird gerade

ziemlich wichtig: Denn Wetter über einen langen Zeitraum macht Klima.

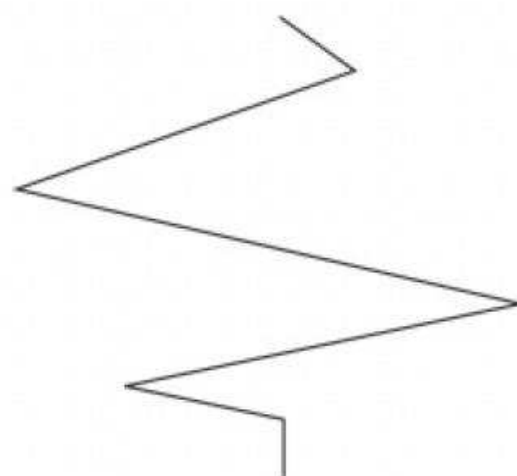
A

Auch Michael Lehnings Forschungsobjekt benimmt sich gern konfus: Schneekörner fallen aus den Wolken oder eben nicht, stieben mit dem Wind in alle Richtungen und springen über den Boden. „Wir reden immer über Gletscher“, sagt der Professor am Schweizer Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF. „Dabei ist Schnee in den Alpen vielleicht sogar wichtiger.“ Auch, weil von den uralten Eismassen nur so wenig übrig sei.

Im Klimawandel fällt Niederschlag immer häufiger als Regen statt als Schnee. Doch von ihm hängt in den Alpen viel ab, nicht nur im Tourismus. Eine dicke Schneedecke isoliert die Bergpflanzen,

Wetterumschwünge ereignen sich im Hochgebirge (hier in den Sextner Dolomiten) aufgrund der Höhen- und Temperaturunterschiede öfter als anderswo

Super-computer lösen eine leise Revolution aus

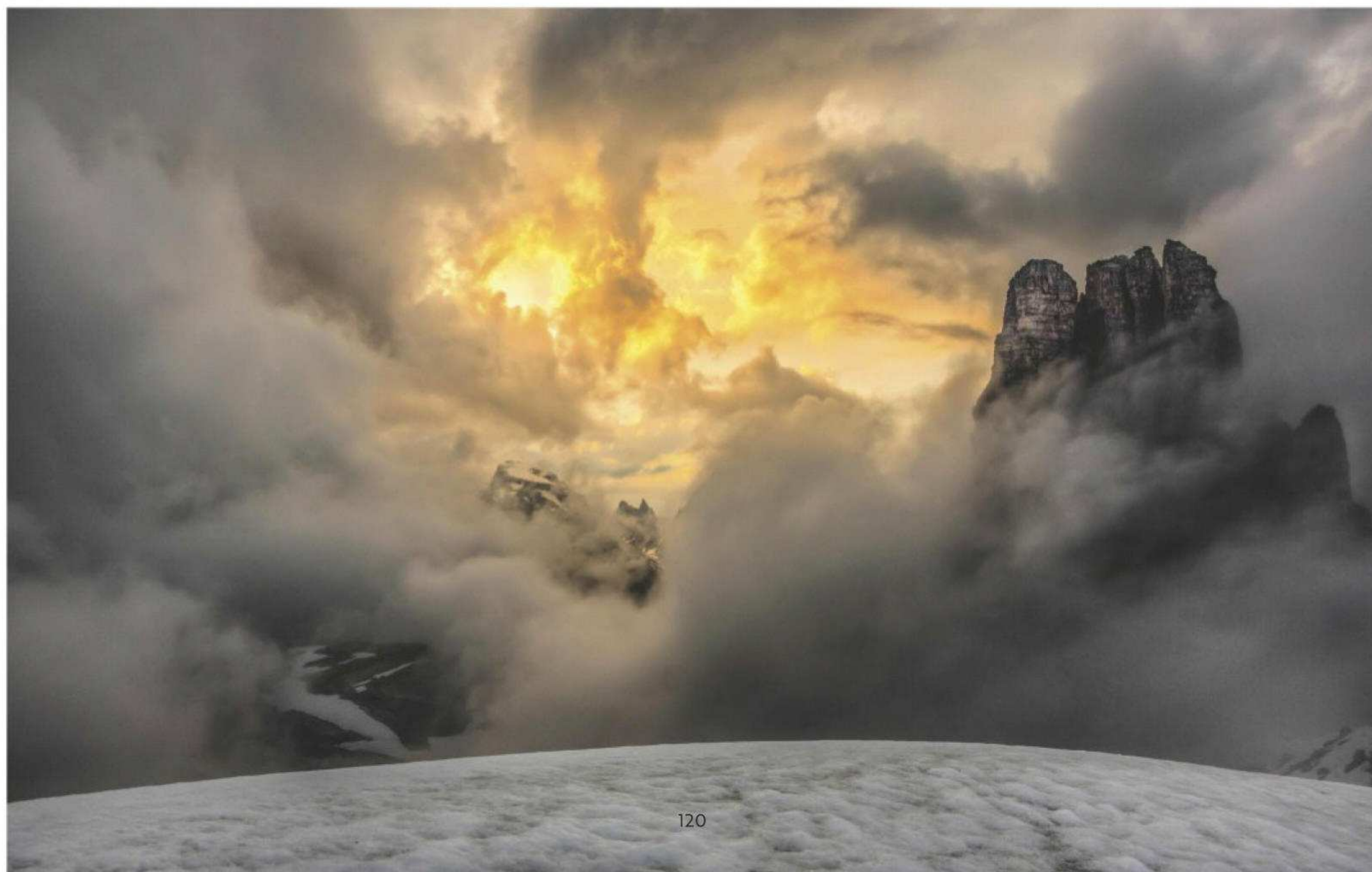


wodurch sie in der Kälte überwintern können. Sie bewässert die Almen bis spät ins Jahr. Und nicht nur die: Gebirge sind Wassertürme, sie lösen Niederschlagsprozesse aus und speichern Feuchtigkeit als Eis und Schnee. Nicht umsonst liegen rund um die Alpen landwirtschaftlich ertragreiche Gebiete. Das Gebirge speist den Po, die Rhône, den Rhein und über Inn und Isar auch die Donau.

„Wenn das Wasser im Winter als Regen gefallen ist und so schon früh im Jahr abfließt, fehlt es später“, sagt Lehnings. Vor allem zusammen mit trockenen, heißen Sommern könne der Wasserhaushalt durcheinandergeraten. „Helikopter mussten schon Wasser auf die Almen fliegen, damit die Kühe nicht verdursteten.“ Auch die Pegel am Rhein sanken in den letzten Jahren öfter bedenklich.

Es wäre also wichtig zu wissen, mit wie viel und welcher Art Niederschlag die Alpen künftig rechnen können. „Die Schätzungen im Hochgebirge sind aber sehr ungenau“, sagt Lehnings. „Selbst in den Alpen, wo wir so viele Messsysteme haben.“

Lehnings gehört zur Generation von Forschern, die Mathematik und Physik einsetzen, wo Messungen an Grenzen stoßen. Schon, um die Schneefallmenge



zu bestimmen, könne man nicht einfach Kübel aufstellen: „Je nach Wind landet darin mal mehr, mal weniger.“ Deshalb arbeitet der Schnee-Experte mit Modellen: Er hat unter anderem eines geschrieben, das aus der Oberflächenverdichtung an den 182 Schweizer IMIS-Schneestationen

die Menge des Neuschnees errechnet. „Ruft ein Skitourengehender diese Information online ab, sieht das aus wie ein Messwert“, sagt Lehning. „Ist aber keiner.“

In den letzten Jahren hat die Meteorologie riesige Sprünge gemacht. Neue Instrumente wurden entwickelt. Satelliten,

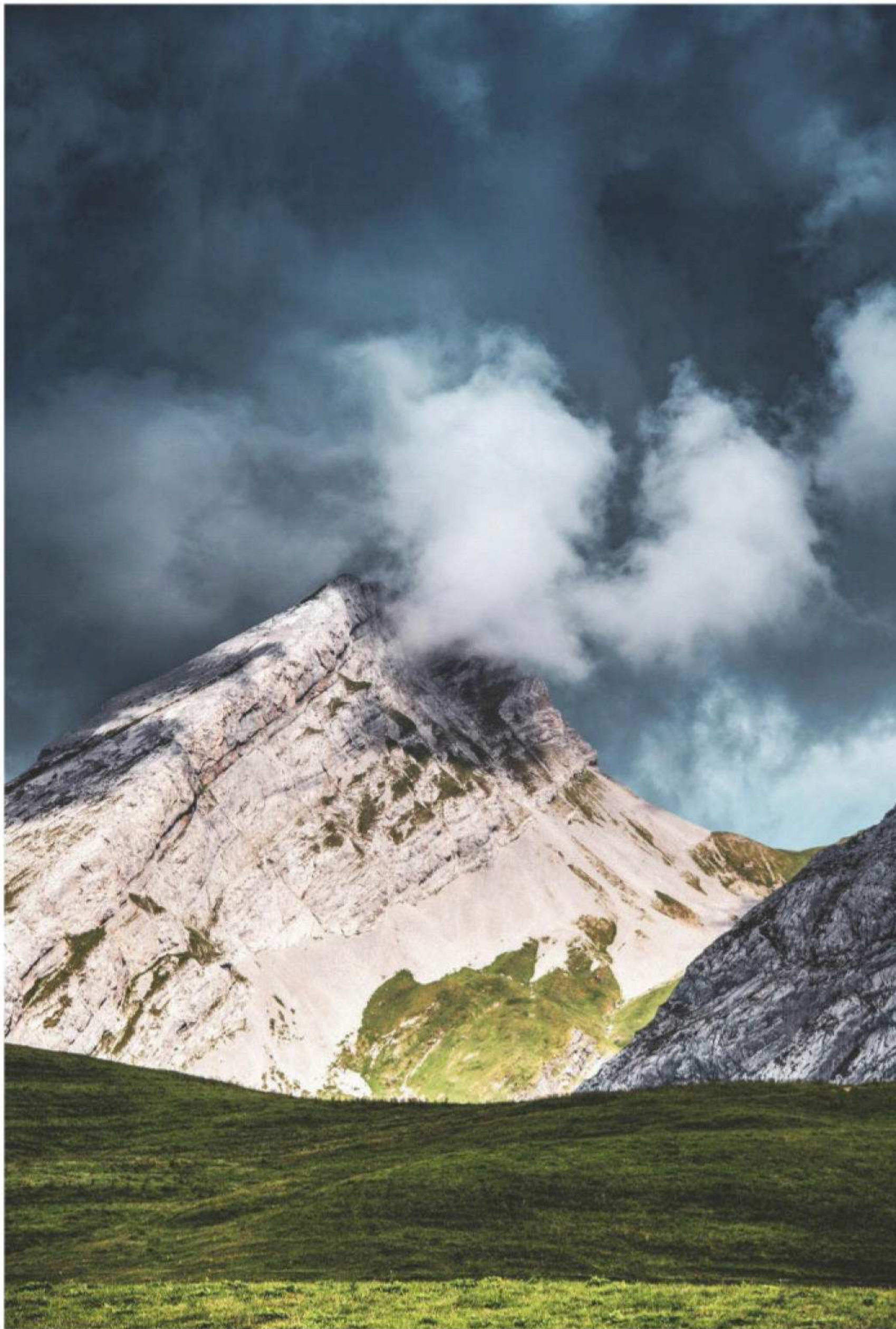
Flugzeuge und Hubschrauber liefern Aufnahmen des Alpenreliefs in immer höherer Auflösung. Supercomputer verarbeiten Unmengen von Parametern und berechnen ausgefeilte Szenarien. Eine viel beachtete Studie spricht von der „leisen Revolution der numerischen Wettervorhersage“: Die Aufgabe heutiger Meteorologen lasse sich damit vergleichen, das menschliche Gehirn oder die Evolution des frühen Universums zu simulieren – nur dass sie das jeden Tag überall auf der Welt leisten.

Den Wandel beobachten

Robert Schardt hat erlebt, wie nach und nach Maschinen seine Aufgaben als Wetterwart übernahmen. Die vielen Rechner wurden so laut, dass er und seine Kollegen ihr Bett eine Etage höher in den Beobachtungsraum verfrachteten. Den Code, um Wolken ins Wetterformular einzutragen, kennt er noch auswendig. Nur braucht er ihn nicht mehr: Ein Laser misst jetzt die Wolkendecke und übermittelt die Daten direkt an den Deutschen Wetterdienst. Manchmal ruft ein Kollege an und fragt nach, ob die Werte das Richtige anzeigen.

„Was ich an mir selbst beobachtet habe: Je mehr Technik dazukommt, desto mehr verliert man das Gefühl dafür, was kommt“, sagt Schardt. Er erinnert sich an einen Sommertag. Gewitterwarnung, aber weder das Blitzortungsgerät noch der Niederschlagsradar zeigten Beunruhigendes. Also stieg er auf die Messplattform. Achtete er darauf, ob das Metall der Instrumente leise surrte, wie es das kurz vor Unwetter oft tut? Schardt erinnert sich nicht. Zwei Minuten später saß er wieder drinnen. „Da gab es einen Knall, dass ich fast vom Stuhl gefallen wäre.“ Der Blitz hatte genau in den Wasserturm eingeschlagen. „Das war mein Fehler“, sagt Schardt. „Dass ich mich auf die Computer verlassen habe.“

Vor einem Jahr hat Schardt den Dienst quittiert, wegen der Gesundheit. Er vermisst den Föhn, die Stürme, die Schneehaufen bei Stauwetterlagen, sogar die Blitze. Und die Wolken. Schardt hat ein Foto herausgesucht: die rote Sonne hinter den Nachbargipfeln der Zugspitze. Sie ragen aus der Wolkendecke, die so dicht ist, dass sie aussieht wie ein Meer. Die Welt darunter ist verschwunden. „In so Momenten wird der Raum ganz weit, und es ist sensationell still“, sagt Schardt. So was, das gebe es nur auf dem Berg •



Licht und Schatten spielen für das alpine Mikroklima eine entscheidende Rolle. Je stärker die Sonne etwa einen Hang erwärmt, desto mächtiger ist auch die daraus resultierende Luftströmung (hier am Gebirgspass »Col des Annes« in Frankreich)

Die Jäger der funkelnden Steine



Lange Wege sind für professionelle Kristallsucher wie Christoph Betschart Routine – die besten Fundstellen liegen oft abgelegen



Teils wochenlang begeben sich manche Amateure und Profis in schwer zugängliche Klüfte und **steile Wände**, um die wohl schillerndsten Schätze der Alpen zu finden: Bergkristalle

Text: Beate Kittl
Fotos: Gaëtan Bally



Noch von Kluftschlamm bedeckt kommt die kristallene Schönheit nach Millionen Jahren endlich ans Licht – für Christoph Betschart verdienter Lohn nach tagelanger Schufterei



Bevor Hammer und Meißel zum Einsatz kommen, gilt es, eine vielversprechende Kluft im Fels auszumachen



Vorsichtig zieht Josef Imholz einen zwei Fäuste großen, grauen Klumpen aus einer Felsnische, irgendwo im hintersten Urserental, Schweiz. Behutsam reibt er den klebrigen Kluftschlamm ab – und legt einen tiefschwarz glänzenden Schatz frei: einen Bergkristall.

Schon seit vielen Jahren schürft Imholz an dieser Kristallkluft auf knapp 3000 Meter Höhe. Allein mit Hammer und Meißel hat er gemeinsam mit einem befreundeten Mineraliensucher eine Höhle mit dem Volumen eines Mittelklassewagens

aus dem Aaregranit gemeißelt und stößt dort immer wieder auf die seltenen schwarzen Morion-Kristalle. „Geschlossene Klüfte sind die besten“, sagt Imholz. „Denn dort lagern Steine geschützt – sie sind die schönsten.“ Liegt das Gestein dagegen offen, arbeitet die Erosion unerlässlich: Sie zerbricht den Fels, legt Risse darin frei, die sogenannten Klüfte, und zerstört das perfekte Werk der Natur.

So wie Imholz packen an jedem Wochenende mit stabilem Wetter viele Hundert Hobbyschürfer schweres Werkzeug, Steigeisen und Seile in ihren Rucksack und brechen auf zum Strahlen, so der Schweizer Ausdruck für das Suchen nach Kristallen. Sie marschieren über Geröllfelder und Gletscher oder seilen sich an Steilwänden ab, sie hacken und meißeln die über Jahrmillionen herangewachsenen Schönheiten aus dem Fels, bevor Eis, Wasser und Wind sie wieder zum Staub zermahlen. „Wir hatten lange den Ruf, die Natur zu schädigen“, sagt Imholz. „Aber wir befreien die Naturschätze, retten sie vor der Zerstörung.“

Schon in der Mittelsteinzeit vor rund 8000 Jahren schlugen Menschen in den Alpen Kristalle aus dem Quarzgestein, um Werkzeug und Waffen herzustellen. Später begehrten Kirchen und Fürstenhäuser in ganz Europa die funkelnden Steine als Schmuckstücke, etwa für Altarkreuze und Vasen. Bergbauern lieferten sie damals für einen Zusatzverdienst.



Die Suche nach Bergkristallen hat eine lange Tradition. In der Schweiz sind noch etwa zwanzig Strahler, wie die Mineralienjäger sich dort nennen, hauptberuflich unterwegs

Heute arbeiten laut der Schweizerischen Vereinigung der Strahler, Mineralien- und Fossiliensammler (SVSMF) noch etwa 20 Eidgenossen hauptberuflich als Kristallsucher. Christoph Betschart beispielsweise erschließt mit alpinistischem Geschick vor allem Klüfte, die von außen nur an versteckten Anzeichen zu erkennen sind. Das können helle Quarzadern oder verfärbte Auslaugungszonen sein, aus denen im Lauf der Kristallbildung die Mineralien herausgewaschen wurden. Häufig arbeitet der 33-Jährige am Seil gesichert in steilen Hängen.

„Strahler suchen genau jene Art von Gelände, die Bergsteiger und Kletterer meiden“, erklärt Betschart. Denn dort, wo der Fels brüchig und in Bewegung ist, legt er mitunter die begehrten Kristalle frei.

Fast jedes Jahr verunglücken Strahler auf ihrer Jagd nach dem schönsten Exemplar, stürzen im steilen Gelände ab oder werden von Stein- und Eisschlägen getroffen. Auch Betschart ist schon in eine Gletscherspalte eingebrochen und wurde am Seil hängend vom Gewitter überrascht.

Weit oben an einer Felswand hat der Profi eine verräterische Stelle erspäht. Wenig später steckt er bis zur Hüfte in einem Loch knapp oberhalb des Gletschers, in das sein Ober-



Die Kluft gibt die Arbeitshaltung vor. Christoph Betschart vergrößert mit dem Meißel das Loch

Bergkristall entstand in Hohlräumen des Hochgebirges bei Temperaturen von vielen Hundert Grad Celsius und hohem Druck



körper gerade so hineinpasst, und stochert mit dem 160 Zentimeter langen, vorn gebogenen Klufthaken darin herum. Jeder Strahler hat sein eigenes Lieblingswerkzeug, das er nicht selten selbst schmiedet.

Betscharts feldgrüner Regenanzug ist schlammbedeckt, Graupel weht ihm schmerzhaft ins Gesicht, als er die Kristallspitzen bei Tageslicht begutachtet. „Das ist der Unterschied zu Hobbystrahlern – die gehen nur bei schönem Wetter“, scherzt er.

Ein Kürzel mit Jahreszahl in roter Farbe an der Felswand garantiert ihm für zwei Jahre das alleinige Recht, an dieser Kluft zu graben. Es ist unter Strahlern Ehrensache, eine belegte Kluft in Ruhe zu lassen. Alpinisten dürfen aber das weiße Quarzgestein und die zerbrochenen Kristallspitzen mitnehmen, mit denen der Boden vor dem Loch übersät ist.

Klufthaken und -schaber, Hammer und Meißel sind seit Jahrhunderten die Werkzeuge des Strahlers. Die Nutzung von Maschinen oder gar ein Bergbaupatent für das Anlegen von Minen müssen vielerorts speziell beantragt werden. Mittlerweile erleichtern immerhin Bergstraßen den Transport der Funde, bei sehr großen Kristallgruppen auch Helikopter, wofür ebenfalls eine Sonderbewilligung nötig ist.

„Jetzt kommt ein schöner!“, ruft Betschart, unbeirrt vom Eisregen. Er wäscht unter einem Rinnsal eine Kristallspitze von gut 20 Zentimeter Länge und acht Zentimeter Durchmesser ab – ebenmäßig glatt, leicht rauchige Farbe, mit feinen Einschlüssen und fast perfekter Spitze. „Die dürfte einen Tageslohn wert sein“, schätzt er. „Mit so einem Fund muss man

schon zufrieden sein, an manchem Tag bringt man gar nichts heim.“

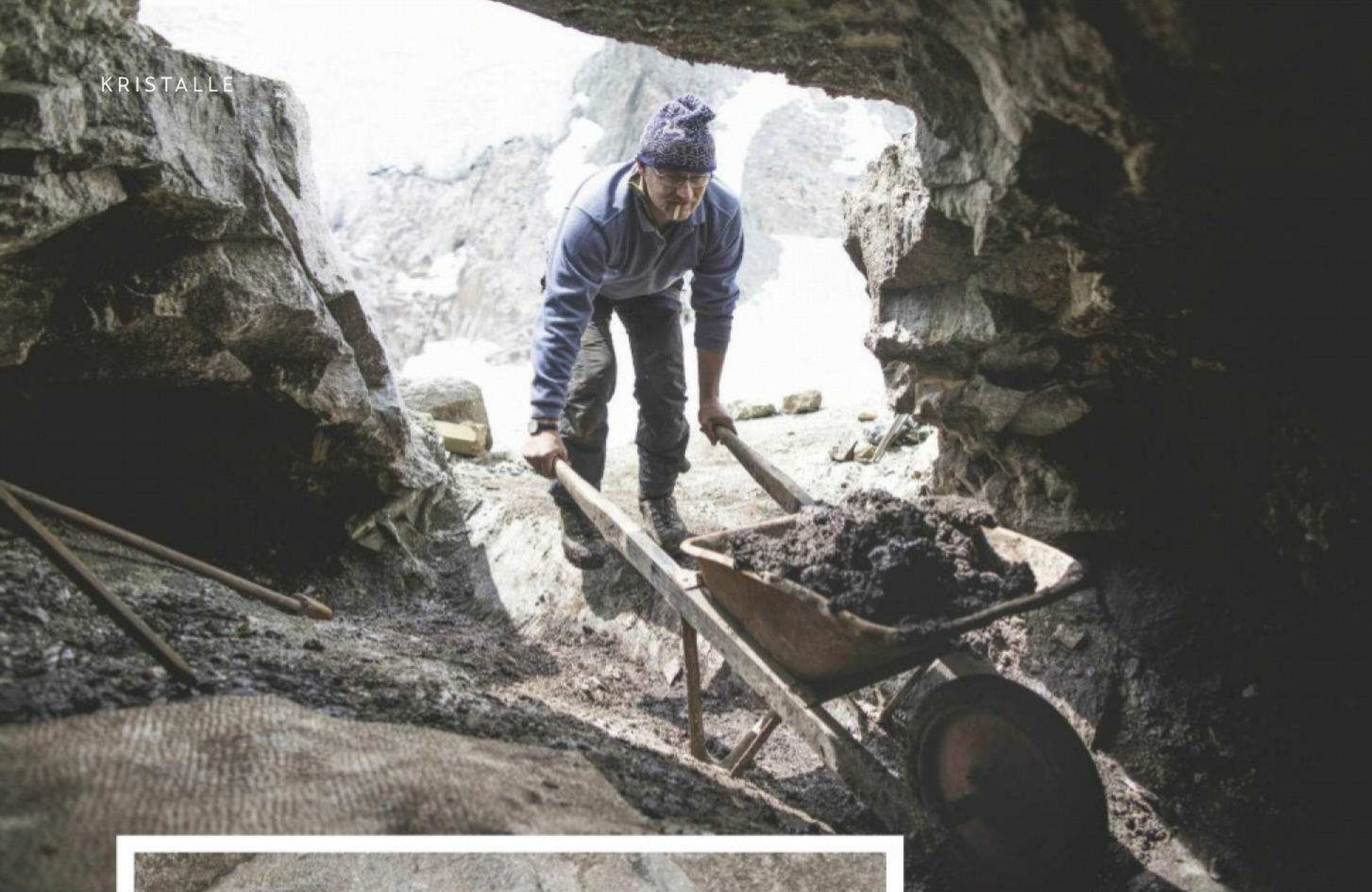
Hunderte Kristalle bildende Mineralien kommen in den Alpen vor. Die faszinierenden Gebilde entstanden oft in Hohlräumen des Hochgebirges bei Temperaturen von vielen Hundert Grad Celsius und hohem Druck: Gelöste Minerale kristallisierten bei der langsamen Abkühlung – ein Prozess, der Geologen zufolge Millionen Jahre dauern kann.

Heute ist er weitestgehend abgeschlossen: In den Alpen wachsen solche Kristalle nicht mehr. Dort finden Strahler am häufigsten Bergkristalle, die entsprechend der chemischen Gitterstruktur von Siliziumdioxid (SiO_2) fast immer sechs Seiten ausbilden.

Besonders große und reiche Bergkristallklüfte lassen sich noch am Planggenstock im Kanton Uri ausbeuten, während die Surselva (ein Tal des Vorderrheins in Graubünden) oder das Binnental im Oberwallis durch eine reiche Mineralienvielfalt bestechen.

Die begehrten Steine bildeten sich vor vielen Millionen Jahren

Heute wachsen hier keine mehr



Seit 16 Jahren schürft Josef Imholz in seiner Kluft und stößt immer wieder auf seltene schwarze Morion-Kristalle

Wo der Fels einzelne Quarzkristalle freigibt, lassen sich häufig weitere Funde machen



Kristalle zu schürfen ist auch heute noch in erster Linie Handarbeit: Klufthaken und -schaber, Hammer und Meißel sind seit Jahrhunderten die wichtigsten Werkzeuge



Abends sitzen wir mit Betschart und Imholz im Biwak eines Strahlerkollegen auf 2900 Metern: ein mit Tropfschutz verkleideter Felsüberhang, darunter eine stabile Holzplattform, auf der vier Personen Platz finden. Ein kleiner Gasherd samt Ofen, allerlei Plastikboxen mit Vorräten, Kleidern und Lampen, ein Karton Bierbüchsen. Feste Biwaks sind indes nicht überall erlaubt, was gerade für Berufsstrahler schwierig ist, die oft drei bis vier Wochen am Stück im Hochgebirge verbringen.

Hungrig machen sich die Strahler über Pasta mit Ragout her – ein warmes Mahl ist nach der harten Arbeit sehr willkommen. Rumpelnd geht ein Eisabbruch vom Gletscher ab.

Es ist die Zeit für Geschichten. Etwa jene von einem alten Jackenärmel, den der Gletscher freilegte – und in dem noch ein Arm steckte: offenbar ein Schäfer, der vor vielen Jahren hier oben verschollen ist. Oder wie Betscharts Strah-



Auf Augenhöhe
mit den Gletschern:
Josef Imholz und
Christoph Betschart
im Biwak auf 2900
Metern

Nicht selten verbrin-
gen Kristallsucher drei
bis vier Wochen am
Stück im Hochgebirge –
Tage wie Nächte

lerkollege in einer extrem engen Kluft stecken blieb, weil sich seine Muskeln durch die Anstrengung ausgedehnt hatten, und er durch Sauerstoffmangel zu ersticken drohte. Kaum hatte er sich panisch herausgezängt, fiel er in Ohnmacht. „Seither bearbeiten wir solche Klüfte nur noch zu zweit.“ Oder vom Strahler, der wegen eines Sturms nachts um drei Uhr von seinem Biwak in einer Felswand absteigen musste – über einen luftigen Klettersteig.

Was der größte Unterschied zwischen Berufs- und Hobbystrahlern sei? „Ich habe ein Problem damit, mich von den Kristallen zu lösen. Sie sind wie Kumpel“, meint Josef Imholz. Er schaue die Steine wieder und wieder an und habe Freude daran. „Ich muss meine schönsten Funde verkaufen“, sagt Christoph Betschart, was er gelegentlich bedaure.

In Betscharts kleinen Verkaufsräumen in Andermatt glitzern die Bergkristalle und Mineralien in ihrer ganzen Pracht und Vielfalt. Sie haben Formen wie Nadeln oder Haare, wie Eis- oder Tannenzapfen. Seltene Gwindel, bei denen sich der Kristall während des Wachstums etwas gedreht oder gestreckt hat – eine Rarität, die es weltweit nur an wenigen Orten gibt, nebst den Aar-, Montblanc- und Gotthardmassiven in den Alpen etwa im Polarural. Dazu prächtige Stufen, also Kristalle mit zwei oder mehr Spitzen, in allen Farben: Braun, Rosa, Schwarz, Weiß, Violett.

Den Wert bestimmen nicht nur die Größe und die Unversehrtheit der Kristalle, sondern auch die Farbe, Einschlüsse oder besondere Formen, aber auch die Seltenheit, wie bei den rosafarbenen, perfekten Pyramiden aus Rosafluorit, die



Betschart auf der Göschenalp gefunden hat. Er bietet nur eigene Fundstücke zum Kauf an: „Ich will die Fundgeschichte des Steins mitverkaufen.“

Josef Imholz hat für seine Funde im dritten Stock seines Hauses in Bürglen eigens drei Räume reserviert und ein

Lager gebaut, in dem vor allem die zahlreichen schwarzen Morione lagern. Vitrinen und Schubladenregale voll mit Kristallen säumen die Wände, auf dem Schreibtisch thront eine große Rauchquarzstufe, die einem Sammler wohl einige Tausend Franken wert wäre. Doch ihm gehe es nicht ums Geld, sagt Imholz, sondern um die Freude an den Funden. Er

habe jahrelang nichts verkauft.

Als er die Lichter in den Vitrinen ausknipst und das Strahlen der Kristalle erlischt, blickt er sich noch einmal um. „Ich geh dann schon an die Börse, es sammelt sich einfach zu viel an. Aber die schwarzen, die kann ich noch etwas behalten.“ •

Kristalle kommen dort ans Licht,
wo der Fels besonders brüchig ist

Das macht die Suche so riskant

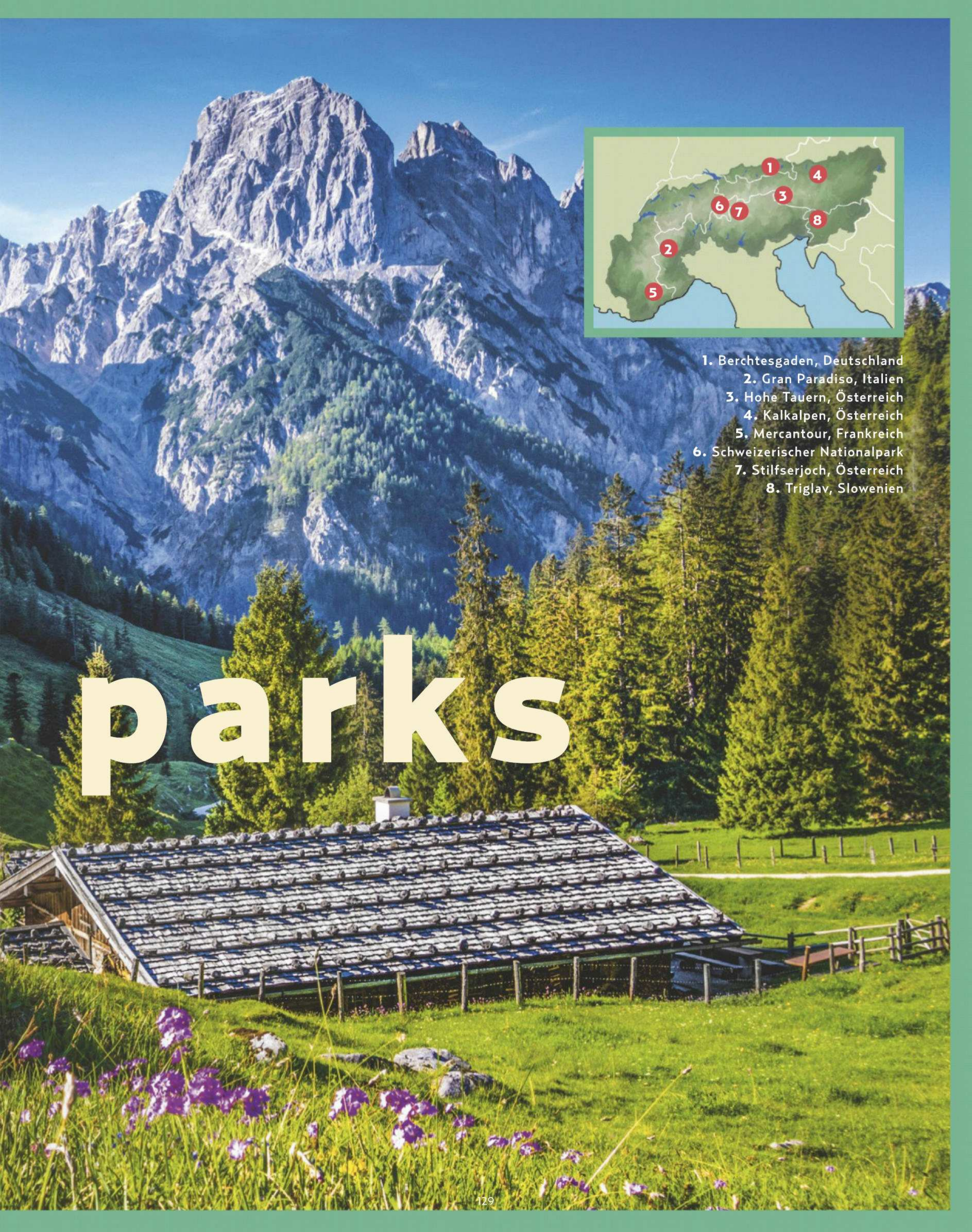
Entdecken, Staunen, Bewahren: Nationalparks wie der von Berchtesgaden (hier die Bindalm im Klausbachtal) sind Sehnsuchtsziele. Und streng geschützte Rückzugsgebiete für seltene Spezies

Text: Viola Kiel

Illustrationen: Rainer Harf

Die **schönsten** National

Sie sind die Perlen der Alpen: Die gebirgigen Nationalparks bieten spektakuläre Panoramen, Schluchten, Eisfelder, kristallklare Seen – und eine **atemberaubende Flora und Fauna**. Auf den folgenden Seiten stellen wir die schönsten jener Refugien vor



1. Berchtesgaden, Deutschland
2. Gran Paradiso, Italien
3. Hohe Tauern, Österreich
4. Kalkalpen, Österreich
5. Mercantour, Frankreich
6. Schweizerischer Nationalpark
7. Stilfserjoch, Österreich
8. Triglav, Slowenien

parks

Bayerns Postkartenidyll

DER NATIONALPARK **BERCHTESGADEN**

FLÄCHE: 210 km² | ▲ HÖHENLAGE: 603–2713 m | GRÜNDUNG: 1978

Wen Gott liebt, den lässt er fallen in dieses Land.“ Diese Beschreibung des bayerischen Schriftstellers Ludwig Ganghofer mag ein bisschen kitschig anmuten – aber vielleicht passt sie gerade deshalb so gut zum Nationalpark Berchtesgaden. Wenn das Wasser des Königssees in der Sonne glitzert, sich der Gipfel des Watzmanns vor dem kornblumenblauen Himmel erhebt, wenn aus dem Zwiebeltürmchen einer Kapelle das Mittagsläuten schallt, der Wind leise über die grünen, saftigen Wiesen streicht und in den holzvertäfelten Almhütten die rotkarierte Bettwäsche ausgeschüttelt wird, lässt sich schwer leugnen: Hier ist es einfach schön.

Ganghofer war und ist nicht der Einzige, den die Schönheit der Gegend im Südosten Bayerns, an der Grenze zu Österreich, in ihren Bann zog und zieht: In der Vergangenheit machten sich immer wieder Schriftsteller und Maler auf, um das Alpenpanorama zu bewundern. Eine Bucht mit besonders schönem Ausblick an der Nordseite des

Königssees trägt deshalb den Namen „Malerwinkel“.

Das Berchtesgadener Land dient auch immer wieder als Kulisse für Filmaufnahmen. Ein Geheimnis ist das nicht: Jedes Jahr besuchen rund 1,6 Millionen Menschen diese Region und ihre Umgebung. Der Nationalpark Berchtesgaden ist der einzige alpine Nationalpark in Deutschland. Und er ist nicht nur eine Attraktion für Urlauberinnen und Aquarellkünstler. Im Nationalpark Berchtesgaden laufen verschiedene Forschungsprojekte und langfristige Umweltbeobachtungen – auch zu den Folgen der Klimaerwärmung: Der Blaueisgletscher etwa, der nördlichste Gletscher der Alpen, schwindet. Sein Eis schmilzt aufgrund seiner relativ geringen Höhenlage schneller als bei anderen Gletschern.

Der Nationalpark Berchtesgaden versucht zu bewahren. Dazu gehören auch Traditionen: Es gibt zum Beispiel eine Schnapsbrennerei auf dem Gebiet des Nationalparks. Seit mehr als 300 Jahren wird dort Enzianschnaps gebrannt. Dafür vermischen die Schnapsbrenner gehackte

Enzianwurzeln mit Hefe und Gebirgsquellwasser. Die Maische wird einige Wochen lang vergoren und anschließend doppelt gebrannt, bevor das Destillat dann mehrere Jahre im Felsenkeller reifen darf. Und nach einer ausgiebigen Wanderung um die Gipfel des Nationalparks weckt ein kleines Gläschen – in Oberbayern sagt man: ein Stamperl – Enzianschnaps sicher wieder die Lebensgeister.



Besonderer Bewohner:

Braunes Langohr
(*Plecotus auritus*)

Mit einer Länge von drei bis vier Zentimetern sind die Ohren dieser Fledermausart fast so groß wie ihr Körper. So ausgestattet, kann das Braune Langohr auch die leisesten Laute wahrnehmen: das Echo seiner Ultraschallrufe genauso wie die Geräusche seiner Beute.

GUT ZU WISSEN

Hunde dürfen nur angeleint mitgeführt werden

—

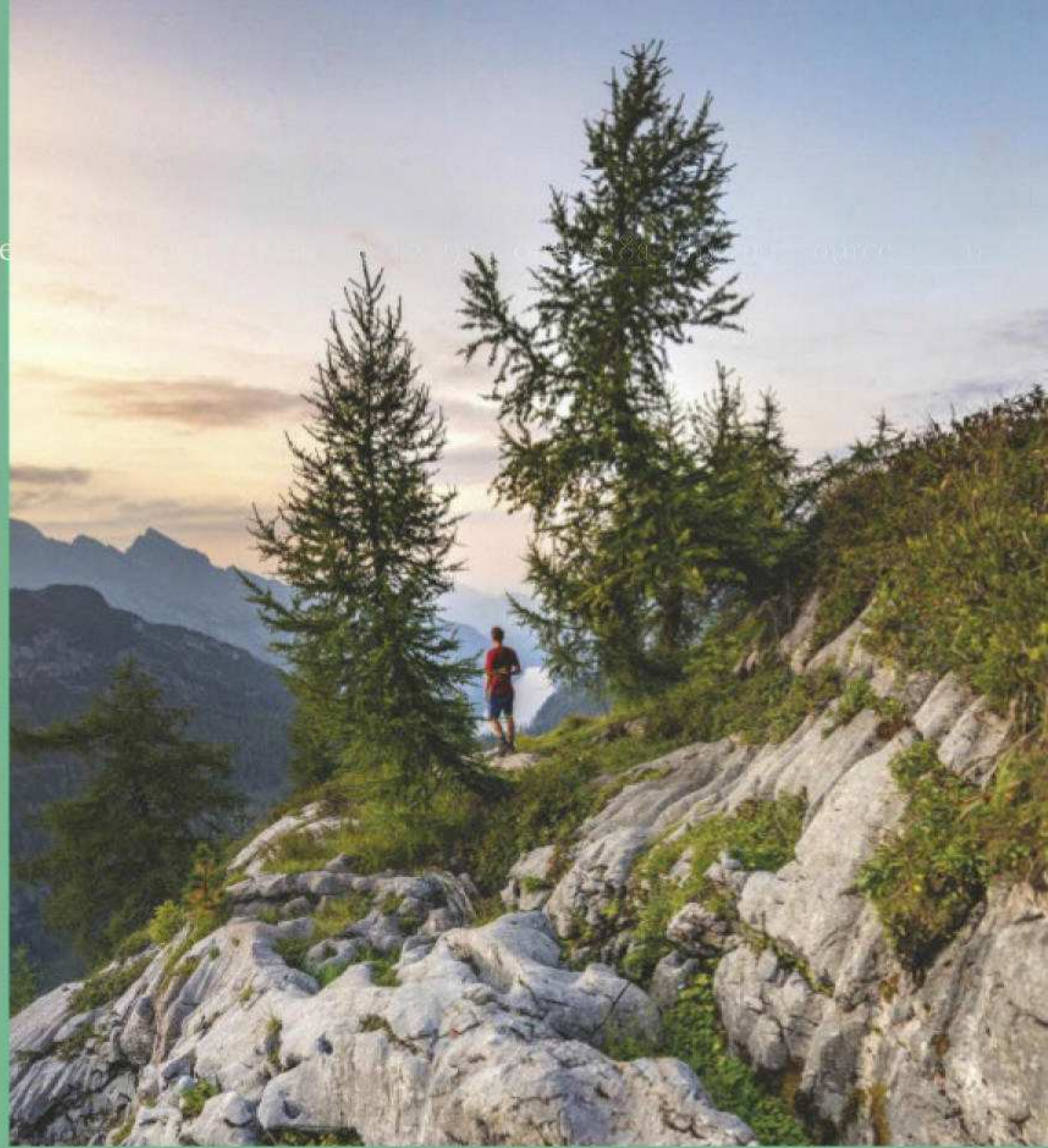
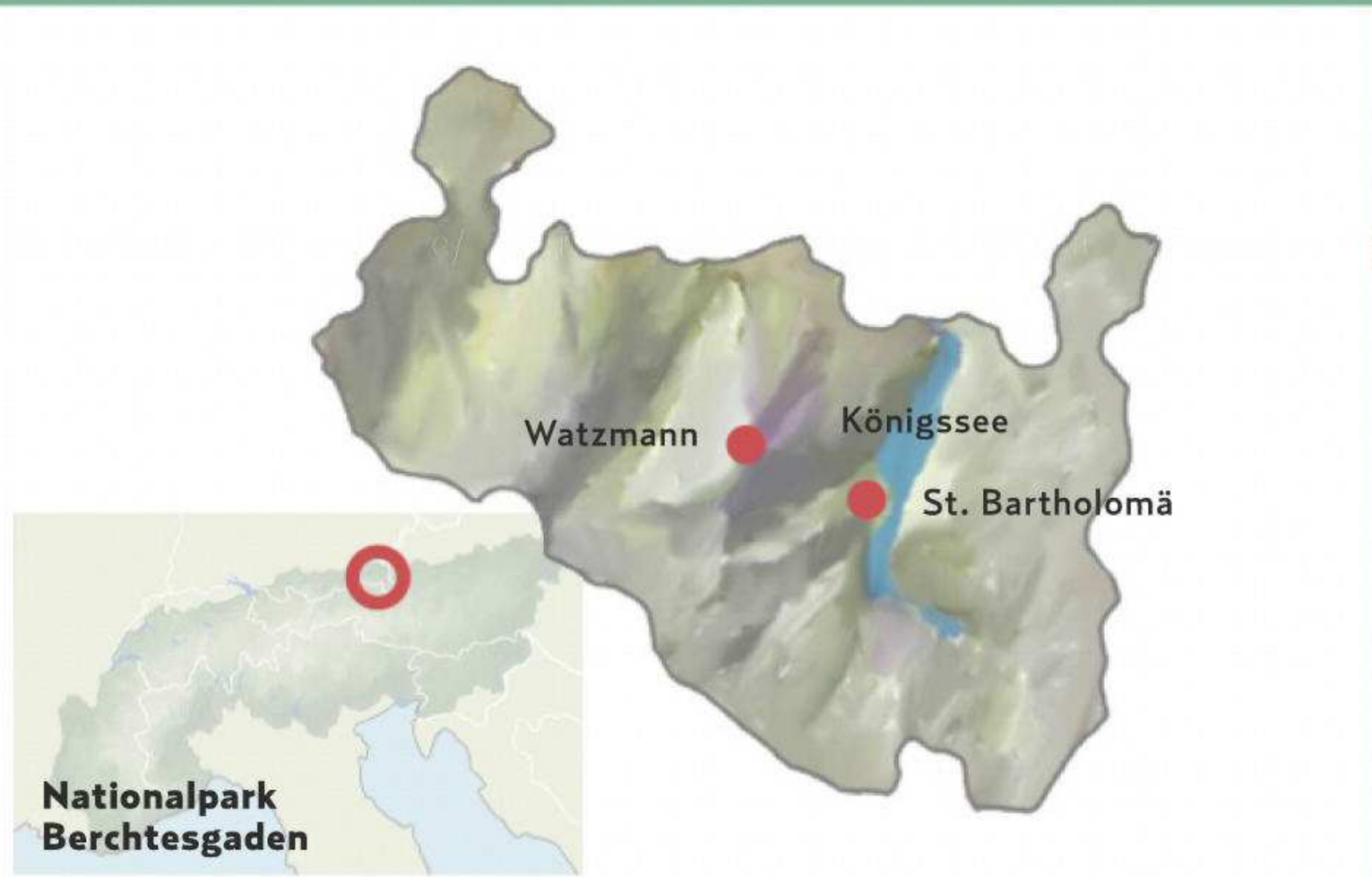
Es ist nicht erlaubt, auf dem Nationalparkgelände Drohnen fliegen zu lassen

—

Im Nationalpark Berchtesgaden gibt es verschiedene Angebote für Menschen mit Behinderung, die Natur barrierefrei zu erleben

260
Kilometer
Wanderwege und
alpine Steige
durchziehen den
Nationalpark





Zwischen Watzmann und Hochkalter – hier vom Hintersee aus betrachtet – bietet der Nationalpark Berchtesgaden eine Vielzahl von Touren



Der Hort der Steinböcke

DER NATIONALPARK **GRAN PARADISO**

FLÄCHE: 710 km² | ▲ HÖHENLAGE: 800–4061 m | GRÜNDUNG: 1922

beinahe wäre einer der geschicktesten Kletterer der Welt für immer verschwunden. Beinahe wäre ein faszinierendes Tier, mit bis zu einem Meter langen Hörnern und zum Klettern perfektionierten Hufen, ausgestorben. Beinahe hätten Jäger im 18. und 19. Jahrhundert den Alpensteinbock ausgerottet. Doch: Der Steinbock hat überlebt.

In der Gegend um den Gran Paradiso, den höchsten Gipfel Italiens, trotzte eine kleine Population dem Schicksal. Im 19. Jahrhundert erklärte das Haus Savoyen die Gegend im heutigen Schutzgebiet zum königlichen Jagdrevier, die Jagd auf Steinböcke war damit wenigen Jägern vorbehalten. Außerdem rief der Monarch ein spezielles Wachkorps ins Leben und ließ Wege und Pfade durch das Gelände bauen. 1922 wurde der Nationalpark Gran Paradiso gegründet, der erste Nationalpark in Italien.

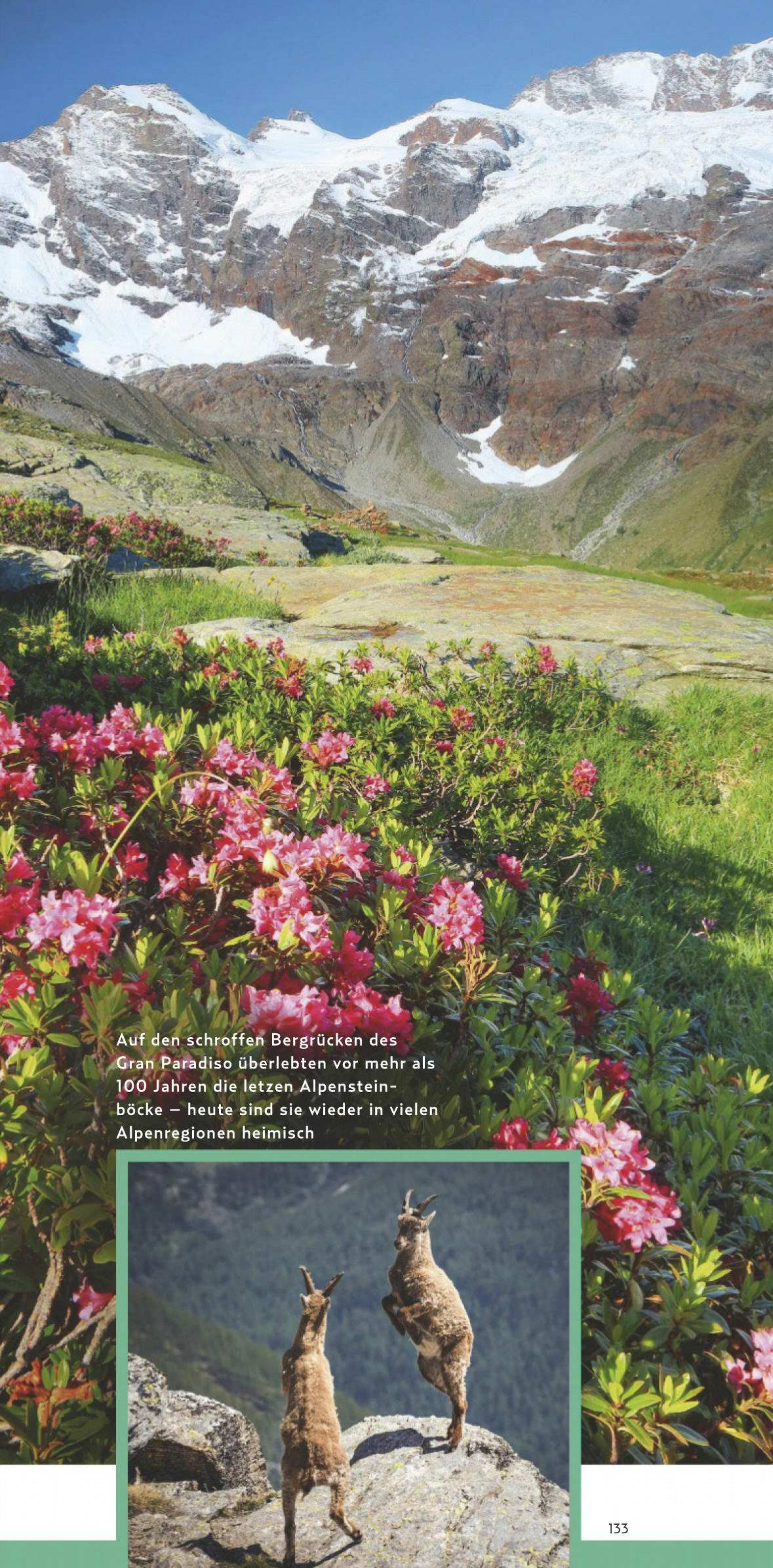
Doch auch im 20. Jahrhundert wurden Steinböcke vor allem von Wilderern getötet, und der Bestand nahm drastisch ab. Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges lebten nur wenig mehr als 400 Tiere im Nationalpark Gran Paradiso. Zum Schutz der letzten Steinböcke setzte die Behörde, die den Park verwaltete, deshalb

Parkwächter ein. Diese Posten gibt es bis heute: Etwa 60 Personen wachen im Gran-Paradiso-Nationalpark vom Morgengrauen an über die Täler und Berge, bis die Sonne hinter die Gipfel sinkt. Es gibt rund 40 Parkwächterhütten auf dem Gelände des Parks, die den Rangern zwischen Mai und Oktober als Stützpunkte im manchmal recht unwegsamen Gelände zur Verfügung stehen.

Außerdem wurden verschiedene Forschungsprojekte zum Schutz des Steinbocks ins Leben gerufen. Mit Erfolg: Die Zahl der Steinböcke stieg wieder. Mittlerweile springen fast 3000 Tiere über die Felsen und Klippen des Parks. Und sichern den Bestand in der gesamten Alpenregion: Jedes Jahr werden Steinböcke aus dem Gran-Paradiso-Nationalpark an andere Nationalparks übergeben, um dort wieder angesiedelt zu werden.

Der Nationalpark Gran Paradiso beheimatet aber nicht nur schützenswerte Fauna, sondern auch atemberaubende Landschaften: schneebedeckte Gipfel, saftig grüne Täler, gleißende Gletscher, türkisgrüne Bergseen – und über 500 Kilometer Wanderwege. Viele dieser Wege sind ehemalige Pfade der königlichen Jagdgesellschaften. Und viele Aussichten sind ganz einfach königlich.





GUT ZU WISSEN

Hunde sind im Nationalpark Gran Paradiso – bis auf wenige Ausnahmen – nur auf Talböden erlaubt, auch dann nur an der Leine

—

Zelten ist auf ausgewiesenen Campingplätzen möglich

—

Auf der Website pngp.it sind verschiedene Wanderungen aufgelistet, mit Angaben zu Länge und Schwierigkeit

90

Kilogramm und mehr kann ein ausgewachsener männlicher Steinbock auf die Waage bringen



Besonderer Bewohner:

Das Birkhuhn
(*Lyrurus tetrix*)

Bis ins 20. Jahrhundert war es weit verbreitet. Heute ist das Birkhuhn in vielen Regionen vom Aussterben bedroht – vor allem, weil sein Lebensraum schwindet, eine Folge von Weidewirtschaft, Torfabbau und Störung durch Tourismus. Doch im Nationalpark Gran Paradiso ist sein Ruf noch zu hören: Bei der Balz geben die schwarz und dunkelblau gefiederten Hähne gurrende, kullernde Laute von sich.

Auf den schroffen Bergrücken des Gran Paradiso überlebten vor mehr als 100 Jahren die letzten Alpensteinböcke – heute sind sie wieder in vielen Alpenregionen heimisch



GUT ZU WISSEN

Die vier Nationalparkzentren zeigen verschiedene Erlebnis- ausstellungen zur Welt des Nationalparks

Hunde dürfen an der Leine mitgeführt werden

Die Wege in Schutzgebieten sind farblich nach Schwierigkeit markiert. Die einfachen Strecken setzen weder Bergerfahrung noch bestimmte Ausrüstung voraus



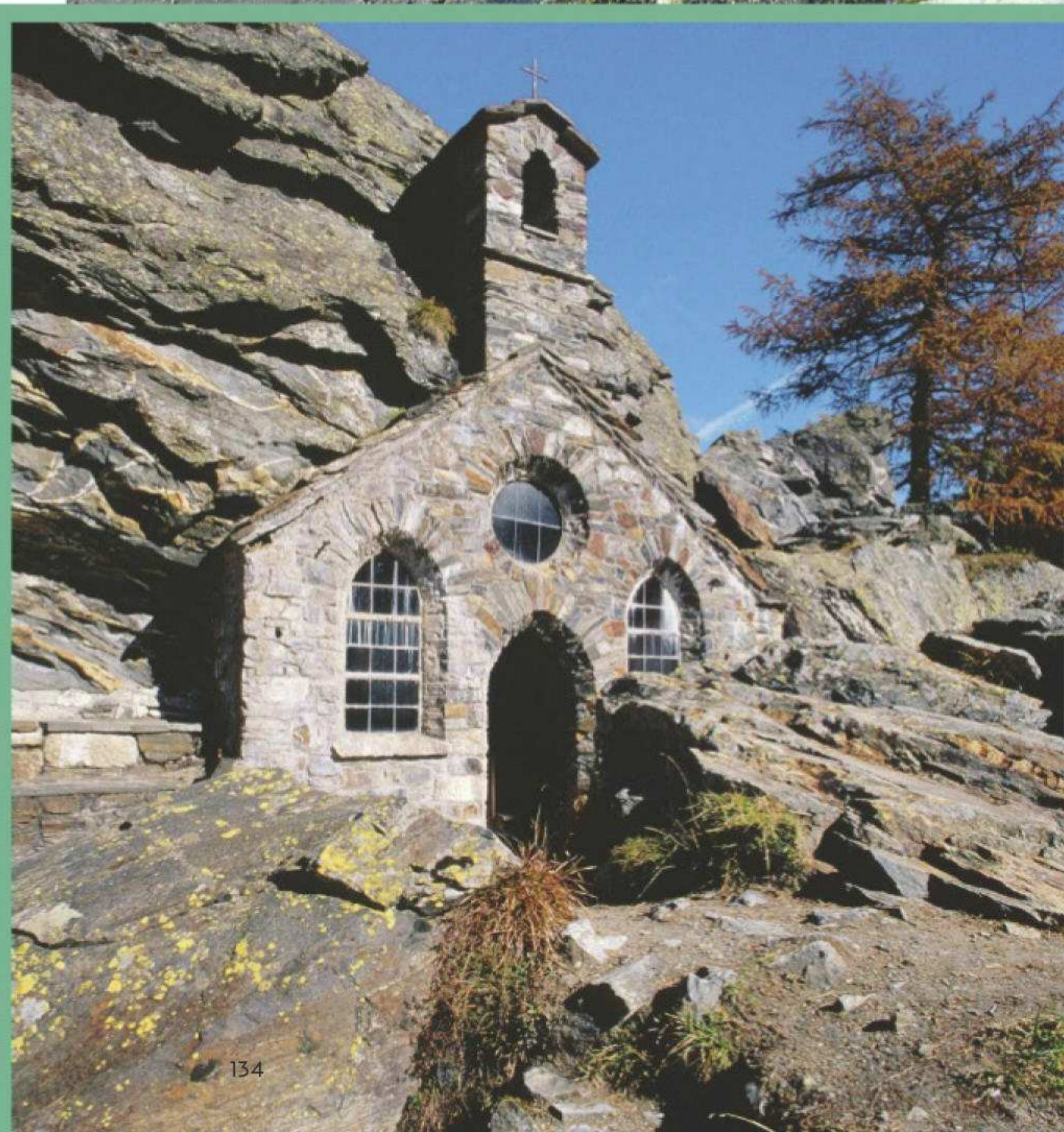
Besonderer Bewohner:

Der Alpensalamander
(*Salamandra atra*)

Seinen Spitznamen »Regenmandl«, also Regen- männchen, trägt der schwarzglänzende Alpen- salamander, weil er in der Regel nur aus seinem Versteck kriecht, wenn sich nach längerer Trockenzeit Regen ankündigt.

3500

Spezies von Pflanzen, inklusive Flechten und Algen, wachsen in dem überaus vielfältigen Nationalpark





Zwischen Dreitausendern

DER NATIONALPARK **HOHE TAUERN**

FLÄCHE: 1856 KM² | ▲ HÖHENLAGE: 600–3798 M | GRÜNDUNG: 1981

Der Nationalpark Hohe Tauern ist eine Region der Superlative: In diesem Hochgebirge, dem größten Schutzgebiet in Österreich, liegen einige der höchsten Gipfel des Landes – mehr als 300 von ihnen sind über 3000 Meter hoch.

Auch der Großglockner, der höchste Berg in Österreich, befindet sich im Nationalpark. Außerdem mehr als 340 Gletscher, 26 große Wasserfälle, mehr als 550 Bergseen und mindestens 15000 Tierarten. Und auch in der Tierwelt häufen sich die Rekorde. In den Hohen Tauern sind nicht nur einige der größten Vögel Europas – Bartgeier, Gänsegeier und Steinadler – zu Hause, sondern auch die kleinsten: Das Wintergoldhähnchen wiegt gerade einmal fünf oder sechs Gramm.

Besonders interessant macht den Nationalpark Hohe Tauern auch sein Höhenprofil. Die tiefsten Täler und

Wiesen liegen auf einer Höhe von 600 bis 700 Metern über dem Meeresspiegel, die Gipfel der Bergketten wachsen über die Dreitausendermarke.

Damit ändert sich natürlich auch die Tier- und Pflanzenwelt. Aufgeteilt wird die Vegetation in vier Höhenstufen: Die unterste Ebene ist die sogenannte Montanstufe. Laub- und Nadelbäume bilden hier artenreiche Bergwälder. Auf etwa 1600 Metern beginnt die zweite Stufe, die Subalpinstufe, die von Lärchen-Zirben-Wäldern geprägt ist. Auf dieser Stufe gibt es auch viele Almweiden und Sträucher wie Heidelbeeren oder Alpenrosen.

Weiter oben, bis auf eine Höhe von 3000 Metern, erstreckt sich die dritte Stufe, die Alpinstufe. Sträucher weichen alpinen Wiesen, und nach und nach lichtet sich die Vegetation. Diese Stufe ist die Heimat von Murmeltieren und Steinböcken. Oberhalb folgt nur noch die Nivalstufe: Die Lebensbedingungen, die hier herrschen, sind so lebensfeindlich wie in der Arktis. Doch auch hier gibt es einige hochspezialisierte Pflanzen, die Hitze, Kälte, Wind und UV-Strahlung trotzen.

Besucherinnen und Besucher können diese Stufen der Alpenlandschaft im Nationalpark Hohe Tauern auf 4300 Kilometer Wanderwegen erkunden.



Der größte Nationalpark Mitteleuropas bietet eine Vielzahl an Highlights: lauschige Almhütten, die wunderschöne Felsenkapelle (links), Gletscherflächen sowie zahlreiche Dreitausender


Besonderer Bewohner:

Der Weißrückenspecht

 (*Dendrocopos leucotos*)

Er ist der seltenste Specht Österreichs und die bedeutendste Vogelart des Nationalparks Kalkalpen. Wegen der strikten Bindung an starkes Totholz beschränkt sich sein Vorkommen auf naturnahe Wälder. Er ist eine sogenannte Indikatorart: Wo der Weißrückenspecht trommelt, ist der Urwald meist noch intakt.

GUT ZU WISSEN

Wer im Freien schlafen will, kann auf einem von zwei Biwakplätzen im Nationalpark übernachten (bis zu zwei Nächte)

—

Angeboten werden unter anderem geführte Touren mit Nationalpark-Rangern

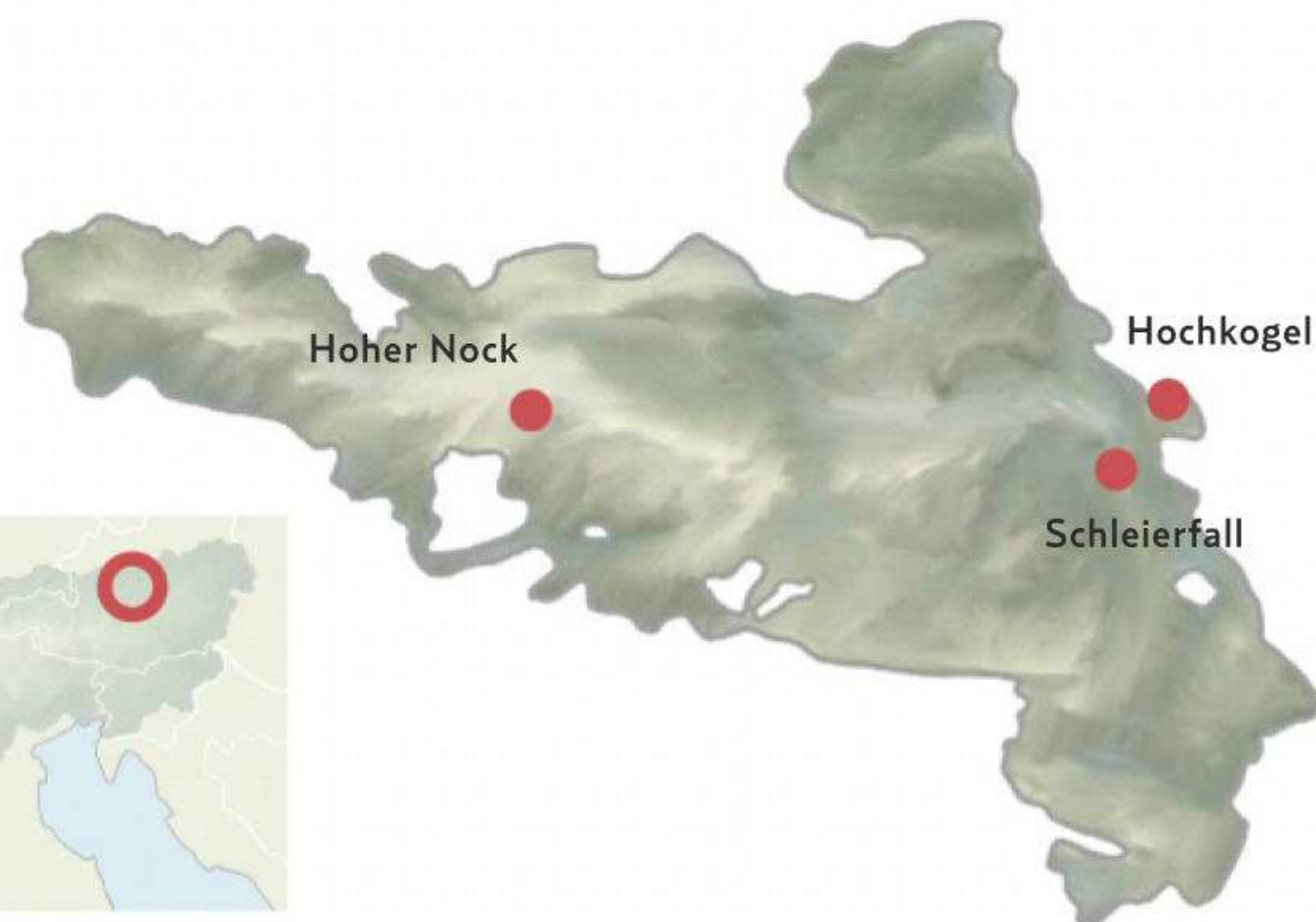
—

In und um den Nationalpark gibt es rund 300 Kilometer Reitwege – für einen Urlaub zu Pferde

43

Säugetierarten wurden im Nationalpark gezählt, unter ihnen Fischotter, Luchs und 17 Fledermauspezies

Ende der 1990er Jahre kehrte Europas größte Katze in den Nationalpark zurück: der Luchs. Er zählt zu den größten Beutegreifern und besetzt riesige Reviere



Die letzten *Urwälder*

DER NATIONALPARK **KALKALPEN**

FLÄCHE: 209 km² | ▲ HÖHENLAGE: 385–1963 m | GRÜNDUNG: 1997

Urwald, das kann ein grüner Dschungel sein, in dem sich von den Ästen gigantischer Bäume armdicke Lianen ranken, wo bunte Vögel laut rufend nach der Liebe suchen, wo ein Jaguar auf leisen Sohlen durch das Dickicht pirscht. Urwald, das kann auch ein Wald mitten in Europa sein, ein Hort unberührter Wildnis. Ein Wald, in dem sich die moosüberwucherten Wurzeln jahrhundertalter Bäume aus dem Erdreich wölben, ein Wald, von keinem Menschen bewohnt und verändert.

Der österreichische Nationalpark Kalkalpen beheimatet – neben kargen Gipfeln und bewirtschafteten Almen – auch echten Urwald. Seine Buchenwälder zählen zum Weltnaturerbe der Unesco, einige der Bäume sind älter als 500 Jahre. Und ein Teil dieser geschützten Wälder befindet sich tatsächlich in einem ähnlichen Zustand wie nach dem Ende der letzten Eiszeit vor einigen Tausend Jahren. Das zeigt sich vor allem an der Zusammensetzung der Arten, die hier leben: Die Biodiversität ist immens. Im Nationalpark Kalkalpen im Bundesland Oberösterreich

sind 1560 Schmetterlingsarten nachgewiesen, 115 verschiedene Vogelarten, hier finden sich seltene Flechten und Moose, besondere Amphibien wie der Bergmolch, die Erdkröte und die Gelbbauchunke, es gibt zahlreiche Pflanzen und Tiere, die an keinem anderen Ort der Erde leben.

Und es gibt tatsächlich einen scheuen Jäger, der auf leisen Sohlen durch das Dickicht pirscht: Im Nationalpark Kalkalpen leben Luchse. Seit mehr als 20 Jahren wird in einem Monitoring-Programm der Luchsbestand überwacht. Mit Sicherheit festgestellt werden konnte die Existenz von sechs der seltenen Raubkatzen. Das Glück, einen Luchs – von weit weg – zu entdecken, haben allerdings nur wenige Besucherinnen und Besucher.

Im Nationalpark Kalkalpen ist aber nicht nur das, was in den Wäldern lebt, aus ökologischer Perspektive interessant, sondern auch die Wälder selbst sind es: Auf dem Nationalparkgebiet finden sich 30 sogenannte Waldgesellschaften. Darunter versteht man spezifische Waldtypen wie den Buchenwald, aber zum Beispiel auch den Auwald, den Schluchtenwald oder einen Lärchen-Zirbenwald. Diese Waldgesellschaften, von denen vier auf der Roten Liste der Biotypen Österreichs als stark gefährdet eingestuft werden, bilden einzigartige Ökosysteme. Und sind die Gelegenheit für alle, die schon immer einmal den Urwald sehen wollten.





Besonderer Bewohner:

Der Mercantour-Steinbrech

(*Saxifraga florulenta*)

Wenn man einer Pflanze einen gewissen Drang zur Dramatik unterstellen kann, dann dieser Steinbrech-Art: Kaum jemand hat je die prächtige Blüte der dichte Rosetten ausbildenden Pflanze gesehen. Denn: Der Steinbrech blüht nur ein einziges Mal. Er kann bis zu 30 Jahre lang wachsen – allerdings nur im zentralen Bereich der Seealpen – und entsprechend lange auf sich warten lassen. Dann plötzlich sprießt zum ersten und einzigen Mal ein rispiger Blütenstand hervor, und es folgt alsbald der letzte Akt: Der Steinbrech stirbt.

GUT ZU WISSEN

Im Bereich der Felsgravuren im Nationalpark Mercantour darf man keine Wanderstöcke benutzen

Zelten ist im Nationalark verboten, das Biwakieren aber an manchen Stellen unter bestimmten Auflagen erlaubt

Hunde sind nicht erlaubt

Nahe der Küste

DER NATIONALPARK **MERCANTOUR**

FLÄCHE: 1801 km² (KERNZONE: 679 km²)

▲ HÖHENLAGE: 490–3143 m | GRÜNDUNG: 1979

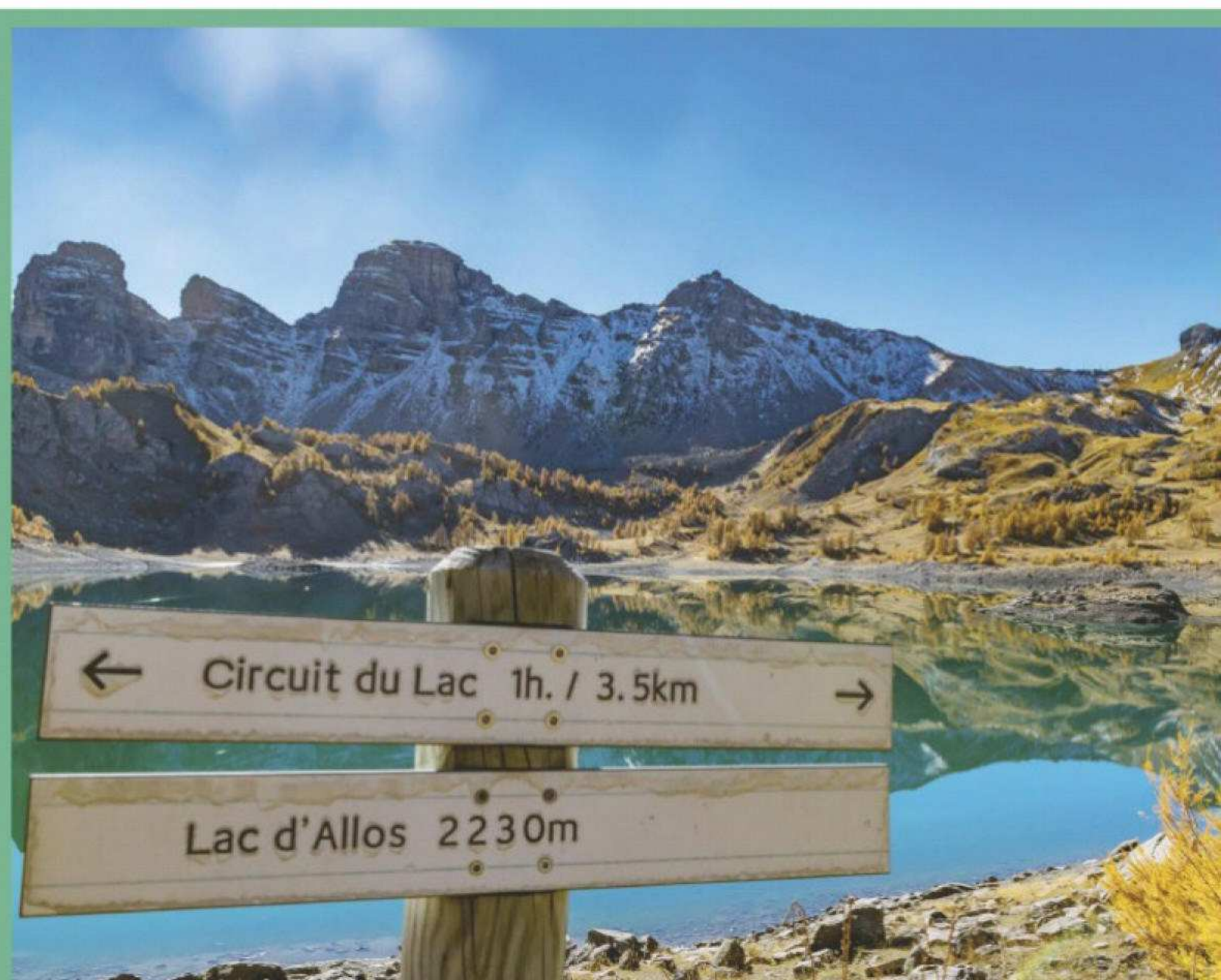
Wer an die Côte d'Azur fährt, kann sich an einen Hafen setzen und Pastis schlürfen. Oder man wagt sich hoch hinaus, in den Alpen-Nationalpark Mercantour. Dieses Gebiet liegt nur etwa eine Autostunde von Nizza entfernt und bietet vielfältige Naturschätze, aber auch kulturhistorische Preziosen von unschätzbarem Wert.

Denn vor Jahrtausenden ritzen Menschen Zeichnungen in die von schmelzenden Gletschern charakteristisch geformte Felslandschaft dieses Gebirges. Insgesamt tragen rund 4000 Felsen auf einer Fläche von 17 Quadratkilometern viele Zehntausende Markierungen, einige davon stammen aus der Bronzezeit. Vor allem in zwei hochgelegenen Tälern um den Mont Bégo, im Vallée de Fontanalba und im Vallée des Merveilles, häufen sich die jahrtausendealten Zeichnungen.

Einige der eingeritzten Linien zeigen stilisierte Stiere. Vermutlich sind sie ein

Zeichen der Verehrung des als heilig geltenden Berges Bégo. Außerdem findet man Gravuren von Gespannen, Waffen, von geometrischen Figuren und Zeichnungen etwa aus dem Hirtenleben. Die Felsen im Nationalpark Mercantour geben Aufschluss über Alltag und Kult der Menschen vom Ende der Jungsteinzeit über die Metallzeit und die Römerzeit bis hin zum Mittelalter.

Wer Vergangenes weniger liebt als gegenwärtig Lebendiges, kann sich auch auf die Suche nach einer der knapp 9000 Tierarten machen, die hier beheimatet sind. Durch die gleichzeitige Nähe zum Meer und das alpine Klima gibt es einige Arten, die nirgendwo sonst vorkommen. In der Kernzone des Parks sind ausnahmslos alle Tiere geschützt: Wölfe und Schneehasen, Höhlensalamander und Mauerläufer. Also nichts wie hin! Wenn das nicht sofort möglich ist, lässt sich der Nationalpark Mercantour auch online besichtigen. Das Gelände des Parks kann man, von Google Street View aufgenommen, digital erkunden.

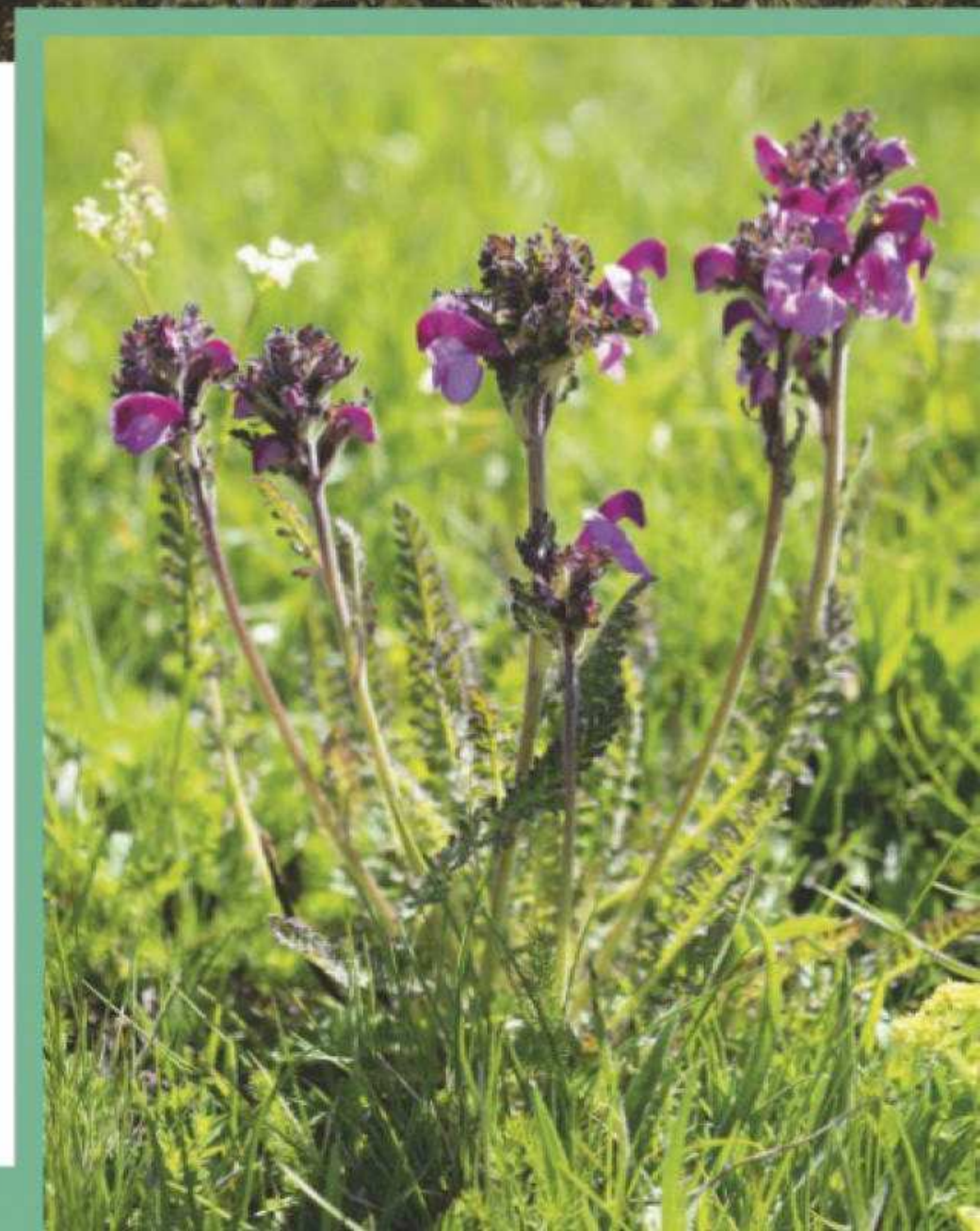
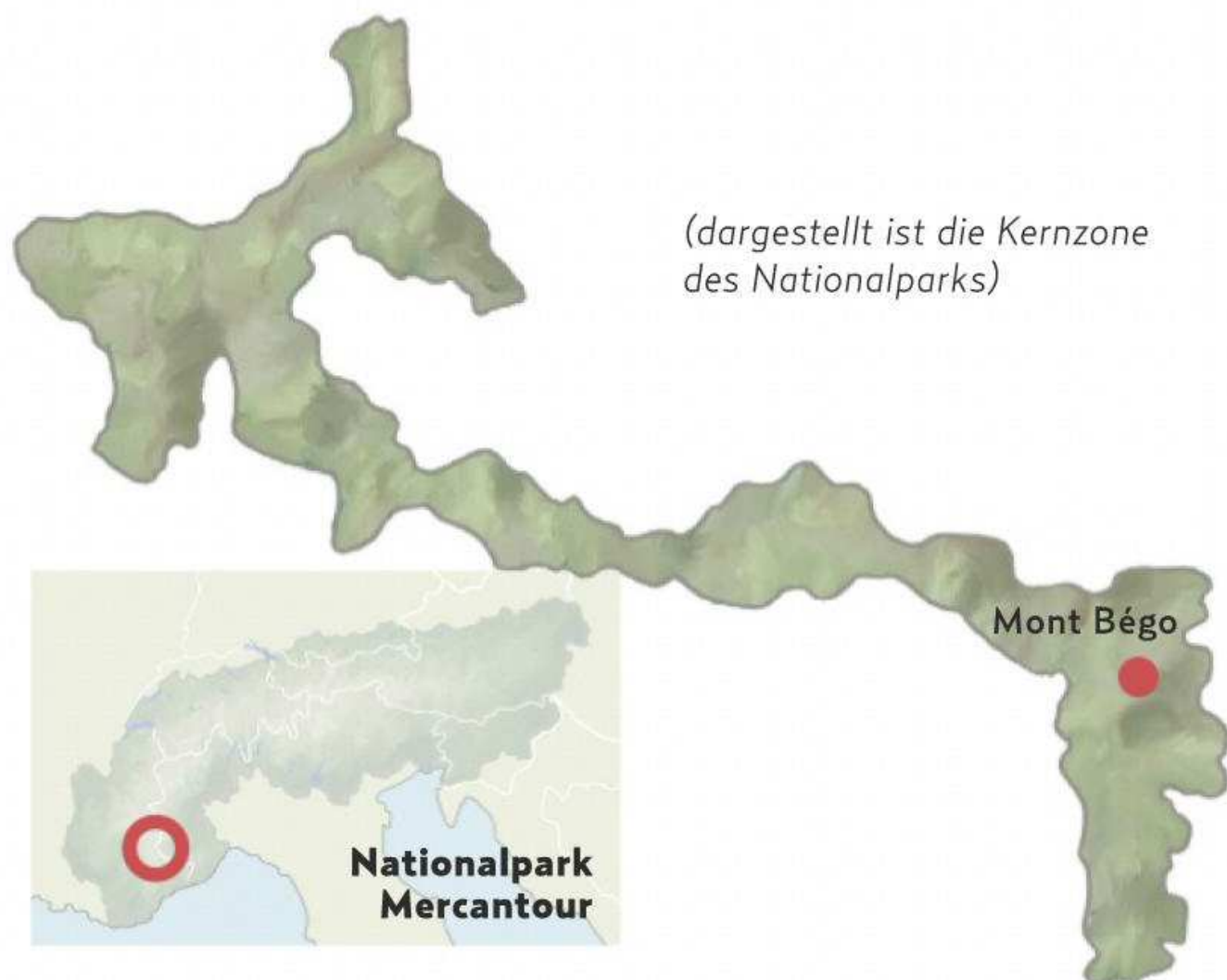


In manchen Teilen des Parks
grasen Schafe – Herdenschutz Hunde
bewachen sie. Schließlich gehört
zur artenreichen Fauna der Region
auch der Wolf



7

Dreitausender
umfasst der Park,
darunter der
südlichste
Dreitausendergipfel
der Alpen



Der Dienstälteste

SCHWEIZERISCHER NATIONALPARK

FLÄCHE: 170 km² | ▲ HÖHENLAGE: 1400–3174 m | GRÜNDUNG: 1914

Es gab im Jahr 1914 keinen Tonfilm, kein Penizillin und in fast allen Ländern Europas kein Wahlrecht für Frauen. Aber: Es gab bereits den ersten Nationalpark der Alpen. 1914 wurde der Schweizerische Nationalpark gegründet, ein kleiner Bereich im Südosten der Eidgenossenschaft, an der Grenze zu Italien. Dieser Nationalpark ist das älteste Schutzgebiet in Mitteleuropa.

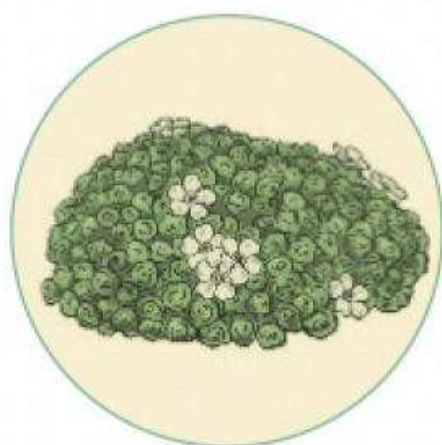
Und bietet heute einen Einblick in mehr als hundert Jahre alte Wildnis. Denn: Im Schweizerischen Nationalpark nimmt der Mensch keinen Einfluss auf die Natur. Die Devise lautet: rigoroser Naturschutz. Hier soll sich die Natur einen Zustand zurückerobern dürfen, bevor der Mensch das Gebiet besiedelte, bevor er sich die Natur unterwarf und zu seinen Zwecken formte. Die Spuren von Bergbau, Kalkbrennerei und Almbewirtschaftung sind noch deutlich sichtbar. Doch seit der Gründung des Nationalparks werden in den Wäldern keine Bäume gefällt, und auf den Graslandschaften, den sogenannten alpinen Matten, sprießen und wuchern die Kräuter und Sträucher, ohne gemäht zu werden.

Und, darauf weist die Parkverwaltung Besucherinnen und Besucher explizit hin, es kommt immer wieder vor, dass Tierkadaver in Sichtweite der Wanderwege liegen. Wenn zum Beispiel eine Gämse im Winter stirbt, taucht ihr Körper im Frühjahr unter der schmelzenden Schneedecke auf und dient anderen, aasfressenden Tieren im Nationalpark als Futter. Auch das gehört zum Kreislauf des Lebens, zu einer unberührten, ungeschönten Wildnis.

Abweisend ist diese Wildnis allerdings nicht. Über 100 Kilometer erstrecken sich offizielle Wanderwege auf 21 Routen, die zur Erkundung des Parks einladen. Die markierten Pfade darf man nicht verlassen, und in mehreren Tälern ist der Zutritt sogar vollständig untersagt.

Die Pflicht, auf den Wanderwegen zu bleiben, ist für Besucherinnen und Besucher aber keineswegs von Nachteil: Weil sich die Menschen auf den immer gleichen Bahnen bewegen, haben sich die Tiere des Parks an diese zweibeinigen Wesen gewöhnt. Sie wissen, sie werden nicht gestört, und lassen sich oft aus nächster Nähe beobachten: Murmeltiere, Gämsen, Hirsche, Steinböcke, aber auch Auerhühner, Bartgeier und Steinadler. Ganz selten streift sogar ein Braunbär, ein Luchs oder ein Wolf durch die Schluchten und über die Pässe. Passiert ist dabei noch nie etwas. Und sollten sich die Wege von Mensch und Raubtier tatsächlich einmal kreuzen, gilt, wie auch sonst im Schweizerischen Nationalpark: die Bewohner am besten in Ruhe lassen.

Die Pflicht, auf den Wanderwegen zu bleiben, ist für Besucherinnen und Besucher aber keineswegs von Nachteil: Weil sich die Menschen auf den immer gleichen Bahnen bewegen, haben sich die Tiere des Parks an diese zweibeinigen Wesen gewöhnt. Sie wissen, sie werden nicht gestört, und lassen sich oft aus nächster Nähe beobachten: Murmeltiere, Gämsen, Hirsche, Steinböcke, aber auch Auerhühner, Bartgeier und Steinadler. Ganz selten streift sogar ein Braunbär, ein Luchs oder ein Wolf durch die Schluchten und über die Pässe. Passiert ist dabei noch nie etwas. Und sollten sich die Wege von Mensch und Raubtier tatsächlich einmal kreuzen, gilt, wie auch sonst im Schweizerischen Nationalpark: die Bewohner am besten in Ruhe lassen.



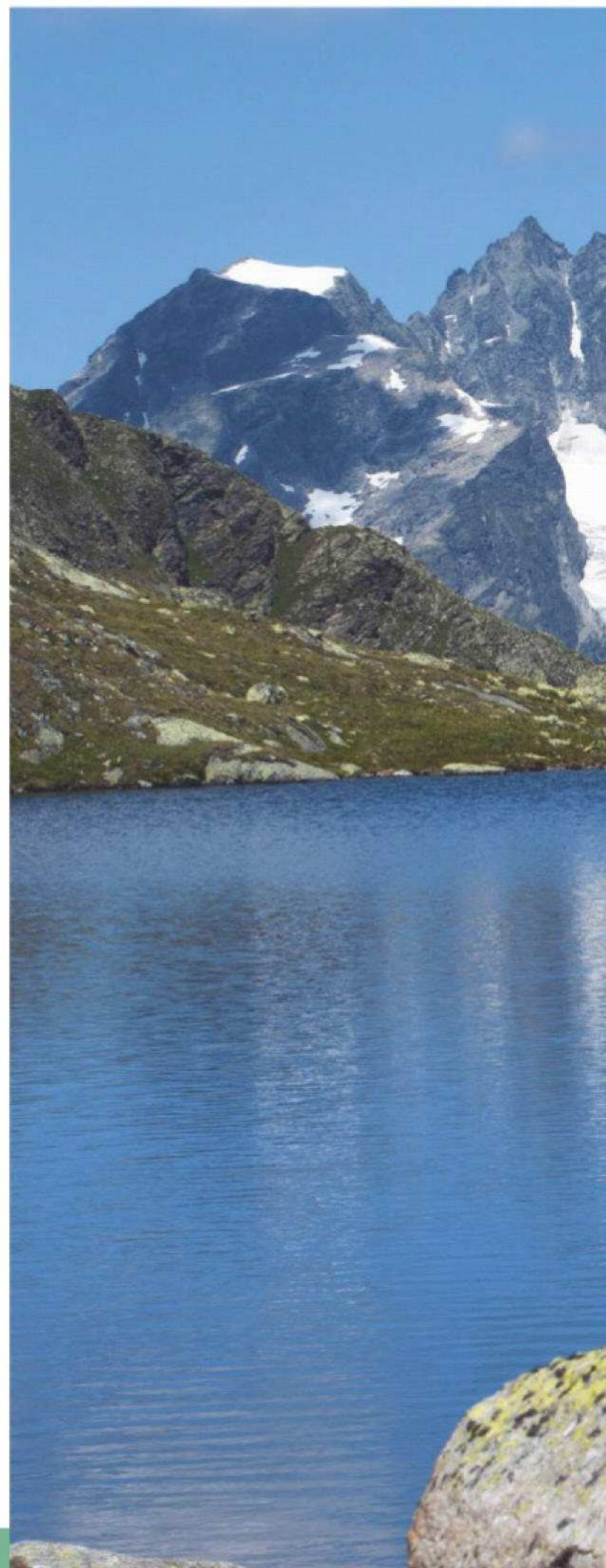
Besonderer Bewohner:

Der Schweizer Mannsschild
(*Androsace helvetica*)

Wer an einer kargen Felswand ein kugeliges, grünes Polster sieht, hat möglicherweise einen Schweizer Mannsschild vor sich. Diese Hochgebirgspflanze ist ein wahrer Überlebenskünstler: Über lange Pfahlwurzeln, durch Spalten im Fels, versorgt sie sich mit Wasser und Nährstoffen. Und für harte Zeiten kann ihr Inneres wie ein Schwamm Wasser speichern.

220

Millionen Jahre alt ist eine Felsplatte, auf der Geologen mehr als 200 versteinerte Fußabdrücke von Dinosauriern gefunden haben





Piz Quattervals

Val Trupchun

Naturlehrpfad

GUT ZU WISSEN

Hunde dürfen den Nationalpark nicht betreten, auch nicht an der Leine

—

Das Mobilfunknetz deckt nicht das gesamte Parkgebiet ab

—

Im Winter ist der Park nicht begehbar, auch Skifahren und -wandern ist verboten



Mit kristallklaren Bergseen, schneebedeckten Gipfeln und einer nahezu unberührten Umwelt lockt der größte Nationalpark der Schweiz

Durch die Schlucht zum Räucherspeck

DER NATIONALPARK **STILFSERJOCH**

FLÄCHE: 1307 km² | ▲ HÖHENLAGE: 700–3905 m | GRÜNDUNG: 1935

Über Jahrtausende hinweg hat sich die Plima, ein eisiger Gebirgsbach aus dem Vinschgau, tief in das Gestein der Südtiroler Berge gegraben. Entstanden sind eindrucksvolle Schluchten mit beinahe senkrechten, glatt geschliffenen Wänden. Unten sprudelt das bläuliche Wasser, und die Gischt spritzt in die Höhe.

Besucherinnen und Besucher des Nationalparks Stilfserjoch können die Plima aus wenigen Metern Entfernung erleben: Im Auftrag der Gemeinde Martell wurden auf dem Schluchtenweg besondere Aussichtsplattformen errichtet. Verschiedene Stahlkonstruktionen – in Form einer Kanzel, Sichel, Kelle oder Hängebrücke – erlauben es, dieses Bauwerk der Natur aus einem ungewohnten Blickwinkel zu bewundern: mal vom steil abfallenden Rand der Felsen, mal nur wenige Meter über dem Wasser.

Diese Verbindung von menschengemachter Architektur und natürlich geformter Landschaft ist im Nationalpark Stilfserjoch an vielen Stellen zu beobachten. Die Gegend im Nationalpark, einem der größten Naturschutzgebiete Europas, wird seit vielen Jahrtausenden von Menschen bewohnt und bewirtschaftet. Das

muss kein Widerspruch sein: Der Nationalpark soll ein Refugium für Mensch und Tier gleichermaßen sein. Er beheimatet verschiedene Wildtiere, wie Gämssen und Rotwild, und hat die dichtesten Populationen an Murmeltieren und Steinadlern im gesamten Alpenraum.

Aber er beheimatet auch jahrhundertalte Bergdörfer und ihre Bewohner. Die Arbeit der Bergbauern trägt zum Erhalt der alpinen Landschaften bei. Und bietet Besuchern die Möglichkeit, die Alpenregion kulinarisch kennenzulernen. In Almhütten und Berggasthöfen kann man traditionelle, regionale Spezialitäten kosten, und Produzenten im Nationalpark verkaufen nachhaltig hergestellte Lebensmittel: würzigen Räucherspeck, Kaminwurzeln, Käse, Joghurt, Kräuter, Tees, Bergartischocken und Marmeladen – um nur eine Auswahl zu nennen. Erkunden kann man die Vielfalt der Ortler-Gruppe, benannt nach dem berühmten Gipfel „König Ortler“, auf verschiedenen Touren und Themenwegen: Es gibt Höfe- und Hüttenwanderungen, Sonnenaufgangstouren, Bergkräuter-Exkursionen und Beobachtungen von Wildtieren. Und im Sommer lohnt sich ein Spaziergang auf dem Südtiroler Erdbbeerweg besonders.





Ein Wolkenmeer bedeckt die Haselgruber Seen, ein beliebtes Ausflugsziel in dem Südtiroler Idyll



Besonderer Bewohner:

Das Hermelin

(*Mustela erminea*)

Sein oft herrlich weißes Winterfell wurde dem Hermelin in der Vergangenheit bereits vielfach zum Verhängnis: Er wurde in vielen Ländern zum Pelz der Könige und höchsten Würdenträger. Heute ist das Hermelin, das zur Familie der Marder gehört, in vielen Teilen Europas als Wildtier verbreitet. Und auch im Sommer ist es gut getarnt, dann nimmt sein Fell eine kastanien- oder zimtbraune Farbe an.

GUT ZU WISSEN

In der Nationalparkregion stehen ausgewiesene nachhaltige Unterkünfte zur Verfügung

—

Es gibt ein breites Angebot an Radwegen, sowohl für Sport- als auch für Genussradler

—

An der Leine dürfen Hunde mit

4275

Meter erklimmt der Gletscherhahnenfuß – er wächst damit höher als jede andere Blütenpflanze

Gute Aussichten: Für Wanderer bietet der Park vielseitige Ausflüge – von einfachen Waldwegen für die ganze Familie bis zu hochalpinen Gipfeltouren

52

Meter stürzt der
beeindruckende
Peričnik-Wasserfall
in die Tiefe



GUT ZU WISSEN

*Das Mitführen von Hunden an
der Leine ist gestattet*

—

*Das Gebiet kann auch im Winter
besucht werden, es wird jedoch
dazu aufgerufen, die Winterruhe
vieler Tiere durch besondere
Vorsicht zu schützen*

—

*Übernachtungen im Park
sind auf verschiedenen
Berghütten möglich*





Der Park bietet exzellente Outdoor-Aktivitäten, etwa in der Soča-Schlucht, und Postkarten-Idyllen wie am Bleder See mit der auf einer Insel gebauten Marienkirche



Von Mythen und Bären

DER NATIONALPARK **TRIGLAV**

FLÄCHE: 840 km² | ▲ HÖHENLAGE: 180–2864 m | GRÜNDUNG: 1924

Einst, und es ist lange her, lebte ein fürchterlicher Riese in den Bergen Sloweniens. Sein Name war Ledenec, und er war ganz aus Eis. Jedem, dem er begegnete, blies er seinen eisigen Atem entgegen, und je schlechter das Wetter wurde, desto besser war Ledenecs Laune. Er war so fürchterlich, dass er sich selbst vor nichts zu fürchten hatte. Dennoch gab es zwei Dinge, vor der sogar der schreckliche Riese Angst hatte: Sonne und Feuer.

Eines Tages beschloss Ledenec, dass er einen eigenen, gewaltigen Berg besitzen wollte. Also trommelte er die anderen Riesen zusammen und befahl ihnen, einen Berg zu bauen. Das war anstrengend, und die Riesen hatten wirklich keine Lust, Steinbrocken zu schleppen. Aber Ledenec ließ nicht locker. Er schimpfte und kommandierte die Riesen herum, bis er davon selbst müde wurde und in einer Höhle einschlief. Da kam den anderen Riesen die Idee, wie sie sich am grausamen Ledenec rächen könnten: Sie stapelten Zweige, Äste und ganze Baumstämme vor dem Eingang der Höhle und zündeten sie an. Das Feuer brannte so heiß wie tausend Sonnen. Und der Riese Ledenec schmolz. Bis heute fließen seine Überreste als eisiger Gebirgsbach durch ein Tal im Triglav, dem slowenischen Alpen-Nationalpark.

Die Geschichte des Eisriesen Ledenec ist eine von vielen, die sich um die schroffe, wilde, urtümliche Gegend ranken. Der Nationalpark Triglav, einer der ältesten Parks in den Alpen, ist verhältnismäßig groß: Er bedeckt vier Prozent der Landesfläche Sloweniens. Seinen Namen „der Dreiköpfige“ ver-

dankt er dem Triglav, einem Berg mit drei Gipfeln. Es gibt allerdings auch die Version, dass der Name Triglav eigentlich der Name einer uralten slawischen Gottheit ist, die sich einen Thron auf dem Gipfel des höchsten Berges errichtet hatte, um mit ihren drei Köpfen ihr Reich zu überblicken.

Ein Besuch des Nationalparks lohnt sich aber nicht nur für Liebhaber alter Märchen und Sagen. Der Triglav-Park bietet glasklare Bergseen, reißende Wasserfälle und mehr als 250 Quellen, die Tausende Einwohner Sloweniens mit frischem Trinkwasser versorgen. Der Park beheimatet reiche Wälder und mehr als 7000 Tier- und 1600 Pflanzenarten. Im Triglav-Park kann man Wildwasserpaddeln, kann durch Hochmoore stapfen, kann dem Trillern der Wasseramsel lauschen und seit einiger Zeit vereinzelt auch wieder Braunbären sichten. Und von den Gipfeln der Berge kann man in das Reich der Riesen blicken •



Besonderer Bewohner:

Der Sperlingskauz

(*Glaucidium passerinum*)

Mit einer Größe von höchstens 20 Zentimetern ist der Sperlingskauz die kleinste Eulenart in Mitteleuropa – etwa so groß wie ein Star. Auf die Jagd geht der Sperlingskauz vor allem in der Dämmerung. Auf seine Rufe, zuweilen ein sich wiederholendes „Djü“, reagieren kleinere Singvögel häufig mit sichtlichem Schrecken – aus Angst, zur Beute der singvogelgroßen Eule zu werden.

WOHLLEBENS WELT

Selbstheilung der Natur

Wie neue Wildnis entsteht

Nur 0,6 Prozent der Landfläche Deutschlands gelten als unberührte Wildnis. Doch die gute Nachricht ist: Wo immer wir etwa Wäldern Raum geben, kehren sie völlig eigenständig zurück. Denn die Selbstheilungskräfte der Natur sind erstaunlich groß. Wo sich dies heute schon erleben lässt, davon erzählt die Sommerausgabe von WOHLLEBENS WELT. Zudem lädt das Heft zu spannenden Entdeckungen vor der Haustür ein: zum Beispiel beim Wildcampen, beim Spurenlesen – oder beim Bestimmen von Pflanzen per Smartphone-App.

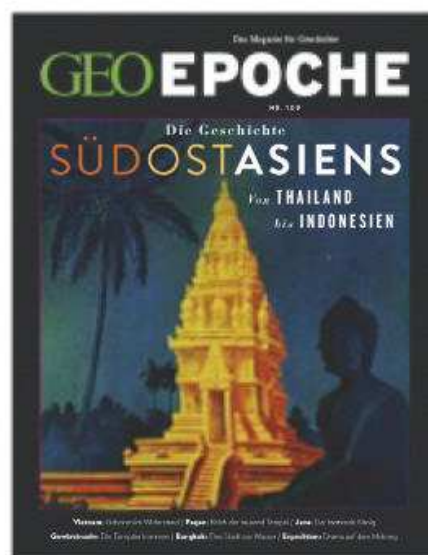


Die Sommer-Ausgabe von **WOHLLEBENS WELT** hat 116 Seiten und kostet 7 Euro. Weitere Themen: Wie sich die Sprache der Katzen verstehen lässt • Das geheime Leben der Zwergmaus • Weshalb Bienen so schlau sind

GEO EPOCHE

Welt der vielen Welten

Die Geschichte Südostasiens



GEOEPOCHE »Die Geschichte Südostasiens« hat 164 Seiten und kostet 12 Euro. Weitere Themen: Handelsmetropole Malakka • Hayam Wuruk – Der tanzende Herrscher auf Java • Expedition auf dem Mekong • Philippinen – Freiheitskampf gegen die Spanier • George Orwell in Birma

In seiner neuen Ausgabe erzählt **GEOEPOCHE** die schillernde Geschichte Südostasiens. Berichtet von den Bewohnern Vietnams, die um 1000 n. Chr. ihre Unabhängigkeit von den Chinesen erkämpfen. Von den Herrschern Pagans im heutigen Myanmar, die einen wundersamen Wald aus Pagoden erschaffen. Vom frühen Handel auf den Inseln des späteren Indonesien, der auch die Gier in fernen Weltgegenden entzündet. Und vom König von Thailand, damals Siam genannt, der um 1850 in seiner prachtvollen Metropole Bangkok dem europäischen Kolonialismus widersteht.

GEO WISSEN

Die Kraft der Kreativität

Was uns auf neue Ideen bringt

Kreativität ist eine Ressource, die wertvoller ist als je zuvor: Wir brauchen sie, um Lösungen zu finden für Probleme, aber auch, um uns wohl zu fühlen. Um ab und zu in eine ganz eigene Welt einzutauchen, etwa wenn wir zeichnen, kochen oder dekorieren. Die gute Nachricht aus der aktuellen Forschung: Die Schöpferkraft steckt in jedem von uns. Die neue Ausgabe von **GEO WISSEN** gibt vielfältige Anregungen, bietet neue Erkenntnisse aus der Kreativitätsforschung – und zeigt Wege auf vom ersten Einfall zur echten Innovation.



GEO WISSEN »Kreativität«, 148 Seiten, 11 Euro (mit DVD »Why are we creative?« 19,50 Euro). Weitere Themen: So werden Kinder erfinderisch • Warum Nichtstun so nützlich ist • Improvisation – planlos zum Ziel

Neu!

GEO+

Opulent. Tiefgründig. Unterhaltsam.

**Jetzt
30 Tage
gratis
testen!**

GEO+

**Das Beste von GEO zum Lesen,
Hören und Genießen:**

- + bereicherndes Wissen zu den Themen unserer Zeit
- + aufwendige Reportagen, spannende historische Geschichten
- + fundierte Ratgeber zu Gesundheit, Psychologie, Nachhaltigkeit
- + Podcasts und ausgewählte Texte im Vorlesemodus
- + Zugang zur Digital-Ausgabe von GEO

Ab 8,33 € mtl. im Jahresabo
werbefrei nutzen, inkl. GEOcard



Jetzt kostenlosen Probemonat starten:
www.geo.de/plus-testen



Anbieter des Abonnements ist Gruner + Jahr GmbH. Belieferung, Betreuung und Abrechnung erfolgen durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistenden Unternehmer.