

Oberflächenformen und ihre Entstehung



1 Sanddünen in der Sahara (Marokko)



3 Kliff auf der Insel Rügen



2 Fedschenkogletscher (Pamir)



4 Grand Canyon (USA)

Neben den aus dem Erdinneren heraus wirkenden Kräften verändern auch Naturkräfte wie das Wasser, das Eis oder der Wind die Erdoberfläche. Diese Einflüsse wirken von außen und werden als exogene Kräfte bezeichnet.



1 **Verwitterungsschäden an einer Sandsteinfigur**



2 **Insolationsverwitterung**



3 **Frostspaltung**

Steter Tropfen höhlt den Stein

Die Alpen wachsen! Einen Millimeter pro Jahr! Nach ihrem Alter müssten sie heute eigentlich in den Himmel ragen. Der höchste Berg der Alpen, der Mont Blanc, misst jedoch gerade einmal 4808 m. Wie kann das sein? Kaum haben Kräfte aus dem Erdinnern, die endogenen Kräfte, die Erdoberfläche aufgebaut, beginnen Kräfte von außen, die exogenen Kräfte, sie wieder zu zerstören.

Die **Verwitterung** ist ein exogener Vorgang. Gesteine und Mineralien zerfallen unter Einfluss von Wind, Wasser, Temperaturunterschieden und chemischen Stoffen.

Nach ihrer Wirkungsweise unterscheidet man Vorgänge der physikalischen Verwitterung und der chemischen Verwitterung. Bei der physikalischen Verwitterung werden Gesteine mechanisch zerkleinert, ohne dass eine stoffliche Veränderung erfolgt. Die chemische Verwitterung ist an das Vorhandensein von Wasser gebunden und führt zur Auflösung oder Umwandlung wasserlöslicher Materialien. Wind, Regen, Frost und Sonneneinstrahlung greifen einzeln oder auch in Verbindung mit anderen Faktoren das Gestein an.

Insolationsverwitterung

Durch starke Sonneneinstrahlung werden Felsflächen stark aufgeheizt und dehnen sich aus. Bei Sonnenuntergang oder bei Regen kommt es durch die rasche Abkühlung zum Zusammenziehen der Oberfläche. Beide Vorgänge führen zu täglichen starken Spannungen im Gestein. Werden diese zu groß, platzen einzelne Körner oder Gesteinschalen ab.

Frostspaltung

Regen oder Schmelzwasser dringt in feine Poren, Spalten und Risse ein. Da Wasser beim Gefrieren sein Volumen vergrößert, werden durch den starken Druck des entstandenen Eises die Hohlräume erweitert. Bei häufigen Wechseln zwischen Gefrieren und Auftauen dringt immer mehr Wasser ein, was schließlich zum Absprengen eines Gesteinsstückes führt. Hierbei entsteht grober bis feinkörniger Frostschutt.

Wurzelsprengung

Durch den Wachstumsdruck von Pflanzenwurzeln kommt es zur mechanischen Aufweitung und Sprengung von Gesteinen.

Lösungsverwitterung

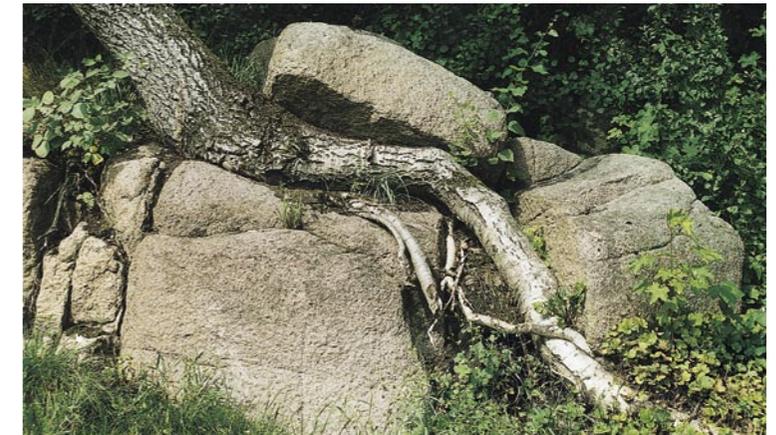
Wasserlösliche Gesteine wie Steinsalz oder Gips werden durch Regenwasser oder Grundwasser ausgewaschen und abtransportiert. Geschieht dieser Prozess in tieferen Schichten, sacken in die zurückbleibenden Hohlräume Gesteinsschichten nach und lassen an der Oberfläche Senken entstehen.

Kohlensäureverwitterung

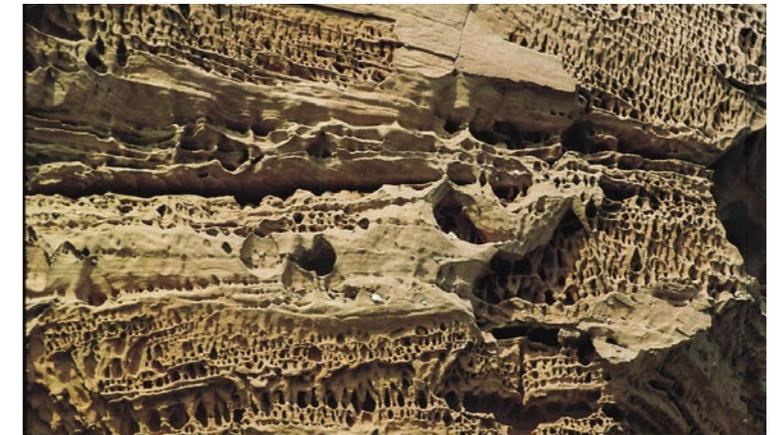
Diese besondere Form der Lösungsverwitterung vollzieht sich vor allem in Kalkgestein. Durch Kohlensäure, die im Niederschlag oder Grundwasser enthalten ist, wird Kalk chemisch umgewandelt und abtransportiert. Erfolgt dieser Prozess über einen langen Zeitraum, werden die Klüfte zu großen Höhlensystemen ausgeweitet, in denen durch chemische Prozesse Tropfsteine entstehen können.

1 **Notiere dir Kennzeichen der physikalischen bzw. chemischen Verwitterung (in Stichworten) und erkläre sie deinem Nachbarn in einem kleinen Vortrag.**

2 **In welchen Klimazonen der Erde trifft man vor allem physikalische Verwitterung, in welchen chemische Verwitterung an? Begründe deine Vermutungen.**



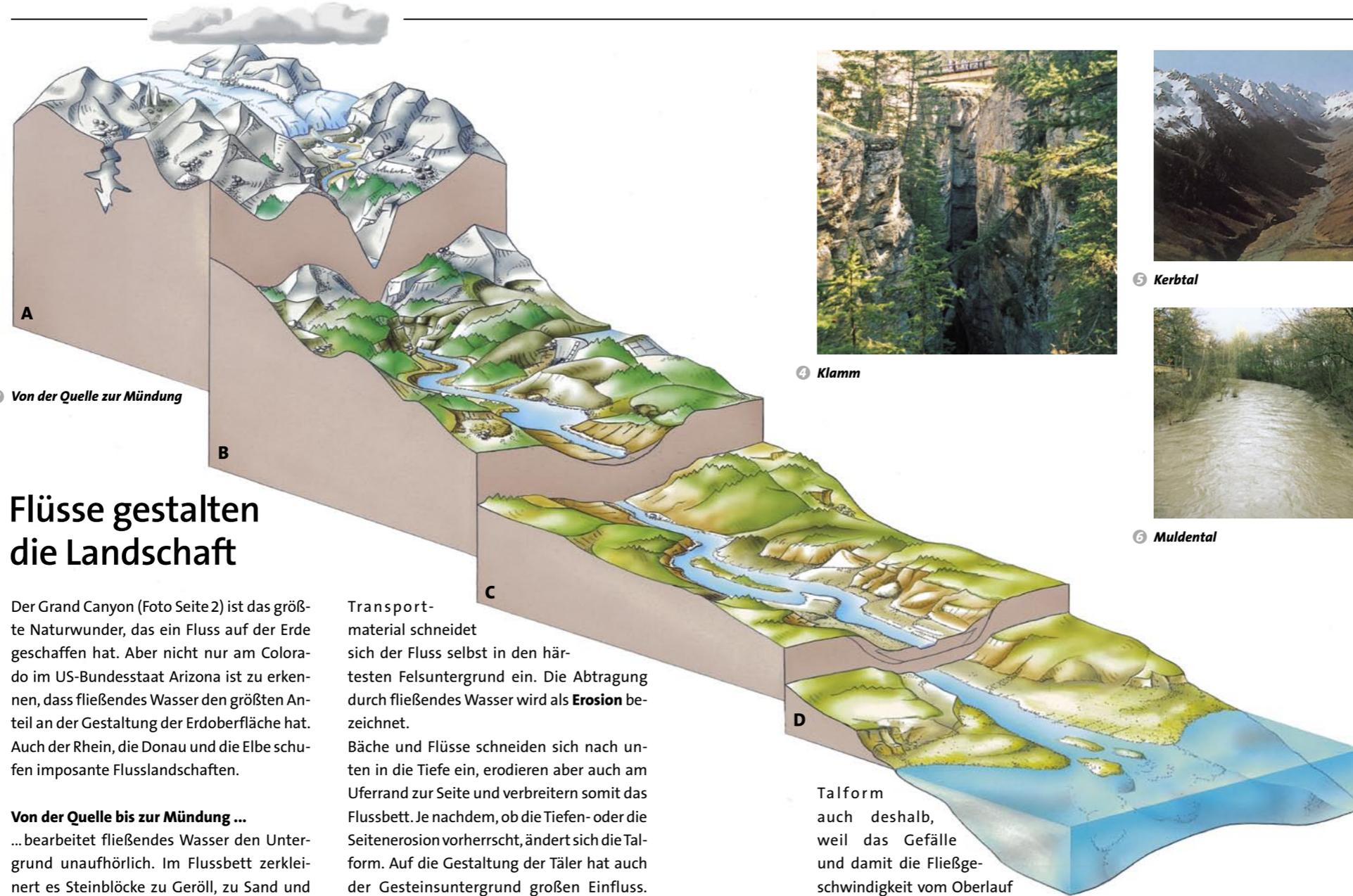
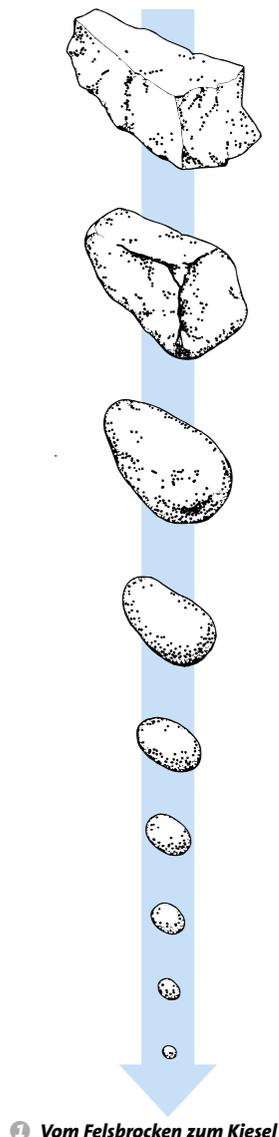
4 **Wurzelsprengung**



5 **Lösungsverwitterung**



6 **Kohlensäureverwitterung**



2 Von der Quelle zur Mündung

Flüsse gestalten die Landschaft

Der Grand Canyon (Foto Seite 2) ist das größte Naturwunder, das ein Fluss auf der Erde geschaffen hat. Aber nicht nur am Colorado im US-Bundesstaat Arizona ist zu erkennen, dass fließendes Wasser den größten Anteil an der Gestaltung der Erdoberfläche hat. Auch der Rhein, die Donau und die Elbe schufen imposante Flusslandschaften.

Von der Quelle bis zur Mündung ...
... bearbeitet fließendes Wasser den Untergrund unaufhörlich. Im Flussbett zerkleinert es Steinblöcke zu Geröll, zu Sand und schließlich zu schlammigem Ton. Mit diesem

Transportmaterial schneidet sich der Fluss selbst in den härtesten Felsuntergrund ein. Die Abtragung durch fließendes Wasser wird als **Erosion** bezeichnet. Bäche und Flüsse schneiden sich nach unten in die Tiefe ein, erodieren aber auch am Uferand zur Seite und verbreitern somit das Flussbett. Je nachdem, ob die Tiefen- oder die Seitenerosion vorherrscht, ändert sich die Talform. Auf die Gestaltung der Täler hat auch der Gesteinsuntergrund großen Einfluss. Zwischen Quelle und Mündung wechselt die

4 Klamm

5 Kerbtal

6 Muldental

7 Unterschiedliche Talformen

Erosion
lat.: erodere = ausnagen;
Abtragung von Material

Akkumulation
lat.: accumulare = anhäufen;
Ablagerung von Material

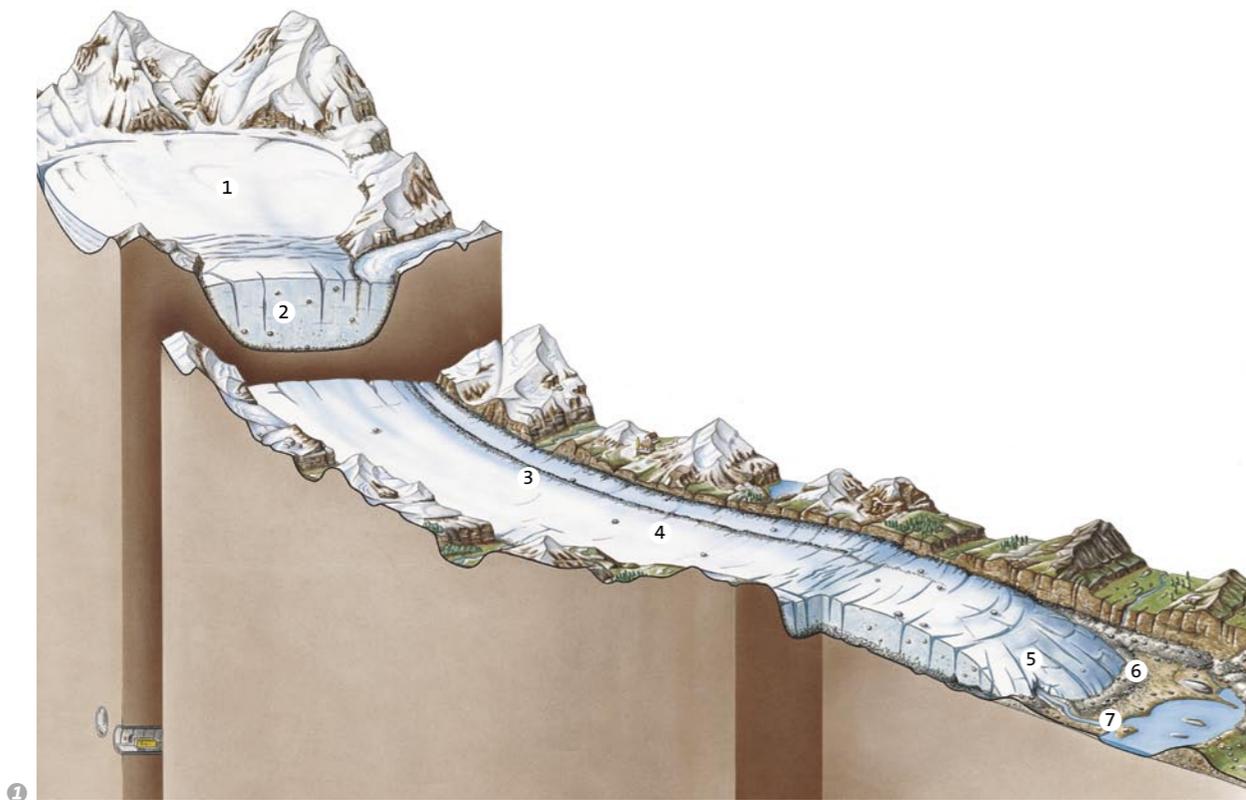
Talform auch deshalb, weil das Gefälle und damit die Fließgeschwindigkeit vom Oberlauf zum Unterlauf abnimmt. Im steilen Oberlauf überwiegt die Erosion, im flachen Unterlauf die **Ablagerung** (Akkumulation).

3 Flussabschnitte und ihre Eigenschaften

	Oberlauf	Mittellauf	Unterlauf	Mündung
Gefälle		gering		
Fließgeschwindigkeit				
transportiertes Material	Wackerstein bis Grobkies			
Erosion / Akkumulation	Erosion vorherrschend			
Talform / Form				Delta

- a) Beschreibe die in den Fotos 4–6 dargestellten Talformen.
b) Ordne die Talformen 7 den Flussabschnitten in Blockbild 2 zu.
c) Erkläre die Entstehung der Talformen 7.
- Ergänze die Tabelle 3. Nutze die Materialien und den Text auf dieser Doppelseite.

- Beschreibe die Flussabschnitte des Rheins von der Quelle zur Mündung mithilfe einer Atlaskarte.
- Erkläre die Abfolge der Geröllformen 1 und ordne sie dem Blockbild 2 zu.



Gletscher – Ströme aus Eis

Schneegrenze

Oberhalb dieser Grenze liegt in den Hochgebirgen der Erde das ganze Jahr über Schnee, da im Jahresverlauf mehr Schnee fällt als taut.

Wie riesige Zungen wirken die großen Eisströme, die sich in den Alpen wie in vielen anderen Hochgebirgen langsam von den Bergen abwärts bewegen. Ihre Entstehung ist mit der eines Schneeballs vergleichbar, der unter Druck zum Eisball wird. Oberhalb der **Schneegrenze** liegt das **Nährgebiet** des Gletschers. Hier wird der gefallene Schnee durch ständiges Tauen und Wiedergefrieren verdichtet; das Ergebnis ist Firn. Je öfter sich der Vorgang wiederholt, desto mächtiger wird das Firnpaket, es übt zunehmend Druck aus. Dieser wandelt Firn zu Gletschereis um.

Unter ihrem Gewicht geraten die Eismassen an Hängen in Bewegung. Als Gleitfilm dient das Schmelzwasser, das sich durch den Druck und die so verursachte Erwärmung an der Gletscherunterseite bildet – der Gletscher fließt. Dabei entstehen Gletscherspalten: Muss der Gletscher an einer Geländestufe starkes Gefälle überwinden, bilden sich Querspalten. Längsspalten öffnen sich, wenn sich das Tal weitert.

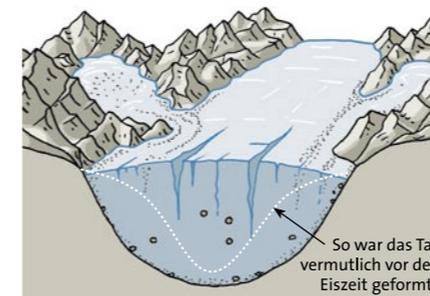
Der Gletscher hobelt mit seinem großen Gewicht Gestein vom Untergrund und von den Talflanken ab. Erst nach dem Abtauen des Gletschers werden die Formen der Gletschererosion vollständig sichtbar, z. B. die Trogtäler mit ihrem U-förmigen Querschnitt. Im Eis mitgeführter Schutt lagert sich an den Seiten des Gletschers als **Seitenmoräne** und vor der Gletscherzunge als Endmoräne ab.



2 Tschierva-Gletscher in Graubünden/Schweiz



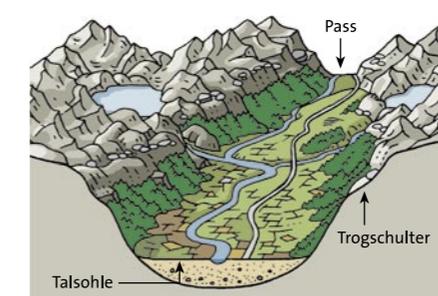
4 Trogtal



3 Gletschertal im Eiszeitalter

Unterhalb der Schneegrenze schmilzt im Sommer mehr Eis ab als im Winter neu entsteht. Hier liegt das **Zehrgebiet**. Aus dem Gletschertor, der höhlenartigen Öffnung in der Gletscherzunge, tritt der Gletscherbach aus.

Während der Eiszeiten gab es die meisten Gletscher auf der Erde. In den Alpen muss es damals so ausgesehen haben wie heute in der Antarktis: Nur die Gipfel der höchsten Berge ragten aus einem Meer von Eis. Diese großen Gletscher schmolzen ab, als sich das Klima änderte. Ihre Spuren sind jedoch noch heute in der Landschaft zu sehen.



5 Trogtal heute

- 1 Bezeichne die Ziffern 1–7 im Profil 1 mithilfe des Textes.
- 2 Beschreibe mithilfe von Grafik 6, wie sich Gletschereis bildet.
- 3 Benenne mithilfe des Atlas je vier Gletscher in Europa, Amerika und Asien.
- 4 Beschreibe anhand der Zeichnungen 3 und 5 die Talform vor, während und nach der Vergletscherung.



Durch wiederholtes Auftauen und Frieren entsteht körniger Altschnee, der Firn.

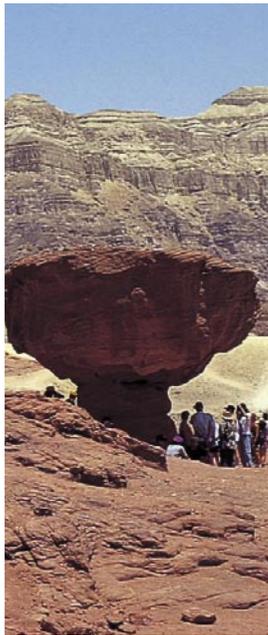


Im Laufe der Zeit entsteht daraus Firneis.

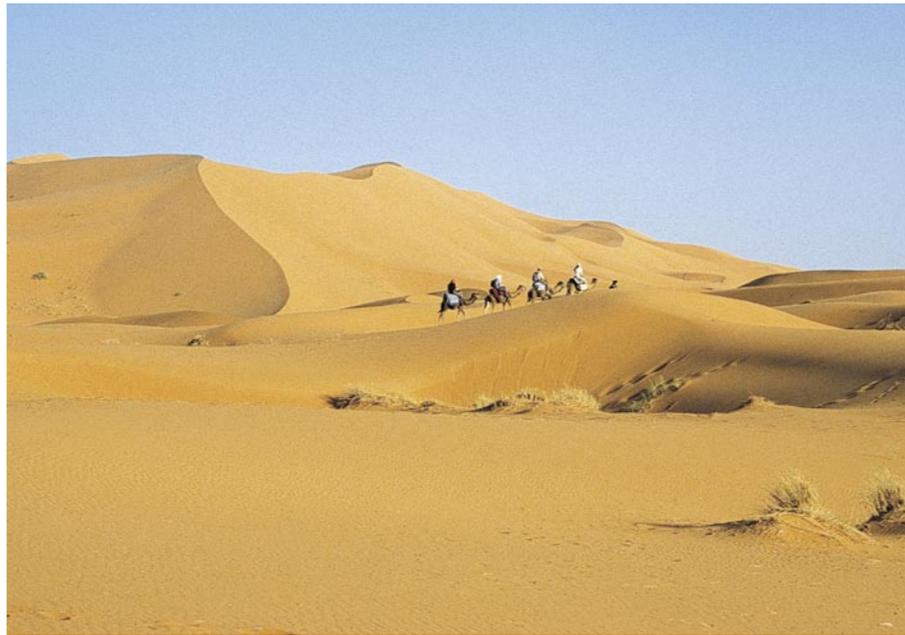


Weitere Schneeablagerungen pressen das Firneis zusammen. Nach einigen Jahren entsteht Gletschereis.

6 Wie Gletschereis entsteht



1 Pilzfelsen in Israel



2 Sanddünen in der Sahara

Vom Winde verweht

Unablässig weht der Wind, meistens aus derselben Richtung. Alles Lockermaterial von Staub bis zu Grobsand weht er unaufhaltsam weg, häuft es zu Dünen auf und treibt diese vor sich her. Gegen die Wanderdünen in den Wüsten ist kein Kraut gewachsen, sie „überfahren“ förmlich Pisten und Straßen, Oasen und sogar Siedlungen.

Der Wind als Naturkraft

Die Stetigkeit und die gelegentliche Heftigkeit machen den Wind in den Wüsten der Erde zur landschaftsprägenden Naturkraft. Seine abtragende Wirkung, die **Auswehung**, wird von der Windstärke bestimmt. Wo der Wind ausbläst, bildet er Wannens und Steinpflaster. Mithilfe des mitgeführten Materials schleift er den Untergrund ab. Diesem **Windschliff** verdanken die Felsen in den Wüsten ihre glattblanke Oberfläche und ihre oft bizarre Form.

Wo der Wind das Transportmaterial anhäuft, entstehen **Dünen**. Sie haben in den Trockenwüsten eine bogenförmige Gestalt. Diese Sicheldünen sind die „klassische“ Form

der Sandwüste. Der Wind treibt diese, eine gleichbleibende Richtung vorausgesetzt, als **Wanderdüne** einige Meter pro Jahr vorwärts. Zu den flächenhaften Ablagerungsformen des Windes gehören die Flugsandfelder und die Lössdecken.

Löss – ein Geschenk des Windes

Während der Kaltzeiten konnte der Wind in Mitteleuropa stärker wirken als heute, denn die Vegetation war karg (Tundra oder Steppe). Aus Sandern und den Flussbetten der großen Urströme, die in der kalten Jahreszeit vermutlich teilweise trocken lagen, konnte der Wind große Mengen feinen Staubs aufwirbeln und abtransportieren.

Die Mittelgebirge bremsten den Wind, sodass sich seine Fracht absetzte: Staub aus dem Vorfeld des nordischen Inlandeises am Mittelgebirgs-Nordrand, in den heutigen Börden, Staub aus dem Bereich vor den Alpengletschern am Mittelgebirgs-Südrand, in den Gäulandschaften. Auch in den Becken zwischen den Mittelgebirgen entstanden solche Lösslandschaften.

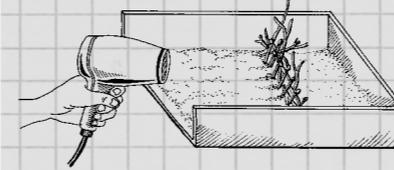
3 Experiment: Abtragung und Ablagerung durch den Wind

Material:

großer Kartondeckel, trockener Feinsand, kleine Stöckchen oder Moospolster, Fön

Durchführung:

1. Sand im Karton ausbreiten und mit Fön schwachen Wind verursachen.
2. Stöckchen oder Moos als Hindernis aufstellen. Mit dem Fön weiter Wind erzeugen.

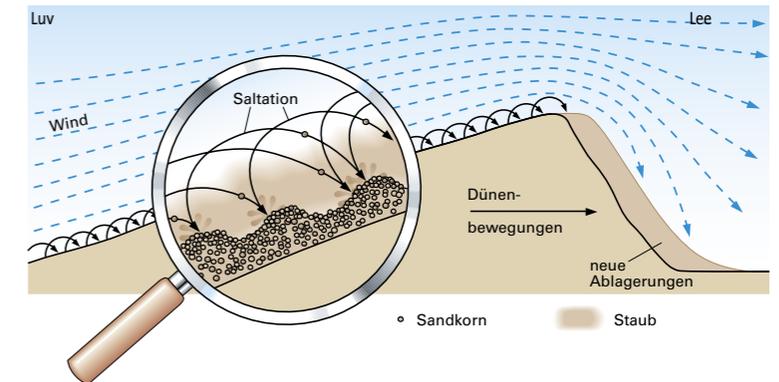


Beobachtung:

Was geschieht im Sandkasten bei Wind? Was bewirken die Stöcke und das Moos?

Auswertung:

Erkläre deine Beobachtung.



4 Entstehung einer Düne



5 Dünenlandschaft auf Sylt



6 Küstendüne mit Bewuchs

Löss ist ein gelblich-braunes Lockergestein aus Körnchen von nur 0,01–0,05 mm Durchmesser. Wie ein Schwamm hat er daher eine große Oberfläche und kann viel Wasser aufnehmen. Dank des hohen Nährstoff- und Kalkgehalts haben sich auf Löss fruchtbare Böden entwickelt. Auch das lockere Bodengefüge wirkt sich günstig aus: Pflanzenwurzeln können leicht tief in den Boden vordringen und Nährstoff- und Wasserreserven erschließen, außerdem sind die Böden gut zu bearbeiten. Weltweit sind Lössgebiete landwirtschaftliche Gunsträume.

- 1 Der Wind kann Bedroher und Helfer des Menschen sein. Erkläre.
- 2 Erkläre die Entstehung des Pilzfelsens (Bild 1).
- 3 Nenne mithilfe des Atlas fünf Börden und Gäulandschaften. Beschreibe auch ihre Lage.
- 4 Beschreibe, wie eine Düne entsteht.
- 5 Erkläre, warum man Dünen an der Küste mit Strandhafer bepflanzt.



1 Steilküste: Kreidefelsen auf Rügen



2 Flachküste auf Usedom

Das Meer zerstört und baut auf

Bis vor etwa 10000 Jahren erstreckte sich das Inlandeis von Norden her bis ins Norddeutsche Tiefland. Die Ostsee gab es noch nicht. Sie entstand erst, als das Eis schmolz und eine große Wanne hinterließ, die sich mit Süßwasser aus den Flüssen Skandinaviens, des Baltikums und Mitteleuropas sowie mit Salzwasser aus der Nordsee füllte. Die Ostseeküste wird seitdem ständig verändert.

Zunächst stieg der Meeresspiegel, bis dahin trockenes Land ging unter. An der Ostseeküste des heutigen Schleswig-Holsteins liefen Rinnen voll Wasser, die der hier einst leicht bergan schiebende Gletscher und das Schmelzwasser geschaffen hatten. Das Ergebnis sind die **Förden**: drei lange, schmale Buchten. Im Bereich der Halbinseln Fischland, Darß und Zingst sowie der Inseln Hiddensee und Rügen ist die Küste sehr zerlappt. Es gibt viele kleine, flache Buchten, die **Bodden**. Hier versank eine Moränenlandschaft im Meer, nur die Kuppen der Grund-

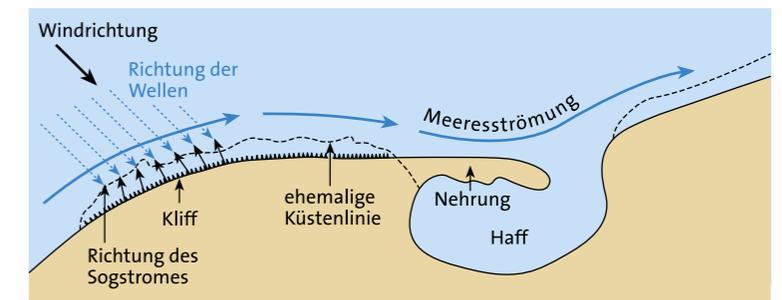
und Endmoränen ragen als Inseln und Halbinseln aus dem Wasser.

Sowohl die Fördenküste als auch die Boddenküste unterliegen weiterer Umgestaltung. An **Steilküsten**, die durch ans Ufer reichende Endmoränen und auf Rügen von hohen Kreidefelsen gebildet werden, greifen besonders im Winterhalbjahr schwere Brecher an und formen Kliffs. Vor allem die jungen, noch nicht verfestigten Moränen sind leicht abtragbar.

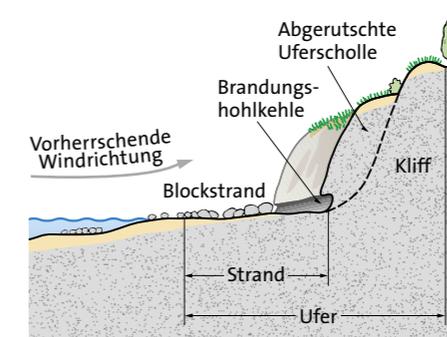
An **Flachküsten** kann sich dagegen von den Fluten transportiertes Material absetzen, weil die Wellen langsam auf den Strand auflaufen und dabei an Kraft verlieren, sodass ablaufendes Wasser die Fracht nicht mehr mitzunehmen vermag. Auf dem Strand entsteht ein flacher Strandwall. Auch unter Wasser lagert sich Sand ab, und zwar in einem Streifen parallel zum Strand. Hier wird das vom Strand abfließende Wasser von der nächsten Welle überrollt und büßt dabei Kraft ein. Bei stärkerem Seegang ver-

ten die sich brechenden Wellen die Lage eines solchen Riffs. An einer Stelle, an der die Küstenlinie zurückweicht, kann ein Riff als Haken in eine Bucht hineinwachsen und so lange verlängert werden, bis die Bucht völlig vom Meer abgetrennt ist. Dann spricht man nicht mehr von einem Haken, sondern von einer **Nehrung** – auch, wenn noch ein kleiner Durchlass in die Bucht besteht. Eine fast geschlossene Bucht heißt **Haff**, eine vollständig abgeriegelte Strandsee. Da bei diesen Vorgängen die Küstenlinie begradigt wird, bezeichnet man eine so gestaltete Küste als **Ausgleichsküste**.

- 1 Ermittle mithilfe des Atlas die Namen der Förden, großen Bodden, Nehrungen und Haffs an der Ostsee.
- 2 Beschreibe die Gestalt einer Steilküste und erkläre ihre Entstehung (Zeichnung 4).
- 3 Erkläre mithilfe der Zeichnung 3, wie Ausgleichsküsten entstehen.
- 4 Erläutere, inwiefern Küstenveränderungen Probleme und sogar Gefahren für die dort lebenden Menschen mit sich bringen können.



3 Entstehung einer Ausgleichsküste



4 Profil einer Steilküste