

# Steigendes Wasser : von der Kapillarkraft

Autor(en): **Streiff-Becker**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **7 (1952)**

Heft 5

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653909>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# STEIGENDES WASSER

Von der Kapillarkraft

Von Dr. Streiff-Becker

DK 532.6

Neben der überall wirksamen Schwerkraft, welche alle Körper in der Richtung gegen den Erdmittelpunkt zu ziehen sucht, bleibt die unscheinbare Kapillarkraft, welche der Schwerkraft vielfach entgegenwirkt, meist wenig beachtet, obwohl auch sie im täglichen Leben eine nicht unbedeutende Rolle spielt. Schon der primitive Mensch hat vor Jahrtausenden die Wirkung der Kapillarkraft beobachtet und sie in seinen Dienst genommen, als er sah, wie geschmolzenes Fett in einem porösen Körper von selbst emporstieg. Bis zur Erfindung der Tranlampe mit Docht war dann kein großer Schritt. Wir modernen Menschen benutzen die Kapillarkraft, indem wir Tintentropfen mit Löschpapier absaugen, oder wir freuen uns zu sehen, wie schnell der braune Kaffee im eingetauchten Zuckerstück emporsteigt; auch sind wir im Krankheitsfall froh, daß das Quecksilber im engen Röhrchen des Fieberthermometers in der kühlen Zimmerluft nicht sofort zurücksinkt, sondern stehen bleibt und so die Körpertemperatur ablesen läßt usw.

Während die Schwerkraft alle Körper durchdringt und bis in weite Fernen wirkt, bleibt die Kapillarkraft an die Oberfläche der Körper gebunden. Die Wirkung der Kapillarkraft ist oft und leicht zu sehen, aber nicht leicht, mit wenigen Worten verständlich zu machen. Wenn ein Körper mit feinen Poren oder Haarspalten mit einer Flüssigkeit in Berührung kommt oder solche durch ein Röhrchen mit kleinem inneren Durchmesser (Kapillargefäß) getrieben wird, entstehen an der Flüssigkeit Oberflächenspannungen, welche erzeugt werden durch molekulare Anziehung (Kohäsion) der Flüssigkeitsteilchen und zugleich durch Haftkraft (Adhäsion) an der berührten Wandung. Das Eintauchen eines Stabes in das Wasser eines Gefäßes erzeugt zuerst rund um den Stab einen kleinen Trichter in der Wasseroberfläche, beim weiteren Nachfüllen in ein schon volles Glas wölbt sich das Wasser zuerst über den Glasrand, ehe es überfließt, oder der letzte Tropfen bleibt am Wasserhahn hängen, wenn wir ihn schließen. Das alles ist die Wirkung der Kapillarkraft. Wir können im täglichen Leben, außer den eben erwähnten, zahlreiche Beispiele dieser Kapillar-

wirkungen beobachten; wir nehmen sie als selbstverständlich hin, obwohl sie des Nachdenkens wert wären. Hier einige Beispiele:

1. Wir nehmen eine gewöhnliche Hanfschnur und messen deren Länge. Dann benetzen wir die Schnur mit Wasser und sehen, daß sie nun kürzer wird. Bei anderen Körpern, Holz z. B., erfahren wir, daß sie bei Wasseraufnahme größer werden, quellen. Warum quillt die Hanfschnur nicht, sondern wird bei Wasseraufnahme kürzer? Antwort: Die Kapillarkraft kommt in den engen Räumen zwischen den Fasern, wie in Kapillarröhrchen, zur Geltung, d. h. sie wirkt zusammenziehend. Die Schnur wird kürzer. Wir können uns diese Eigenschaft zunutze machen, wenn wir ein elastisches Paket ohne fremde Hilfe umschnüren müssen. Wir feuchten die Schnur beim Knoten etwas an und siehe da, der halbe Knoten weicht nicht mehr zurück, die Kapillarkraft hält ihn zusammen und gestattet, den Knoten ganz zu vollenden.

2. Wie groß die Kapillarkraft sein kann, erkennen wir, wenn wir vom feuchten Körper die Leibwäsche nur unter Kraftanstrengung abziehen können.

3. Mit dem benetzten Finger heben wir Papierstücke oder andere leichte Stoffe entgegen der Schwerkraft empor, auch ohne Zuhilfenahme eines besonderen Klebstoffes.

4. Ein hübsches Experiment können wir mit Glasscherben machen: Wir stellen eine Glasscheibe schief, etwa mit 45 Grad Neigung. Eine trockene Glasscherbe daraufgelegt, rutscht sofort ab. Wenn wir die Glasscheibe und die

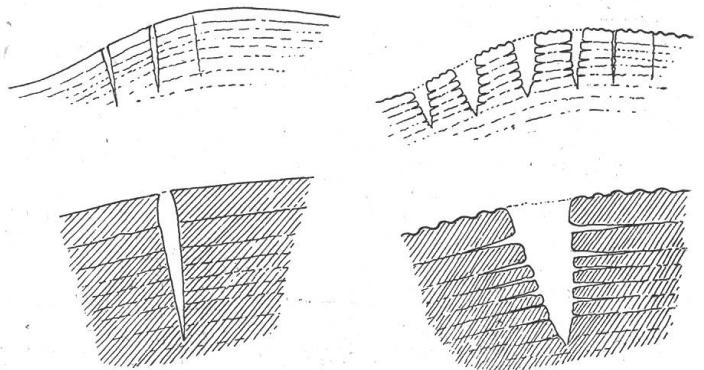


Abb. 1. Spalten und Schichten im Firn. Links in kühl-nassen Sommern, rechts in trocken-warmen Sommern

Scherbe stark naß machen, rutscht die Scherbe auch wieder ab. Wenn wir jedoch die Scherbe, etwas hin und her reibend, fester gegen die Scheibe drücken, so daß nur eine hauchdünne Wasserschicht zwischen ihnen vorhanden ist, bleibt die Scherbe kleben, sogar dann noch, wenn wir die Glasscheibe bis zur Senkrechten aufrichten. Die Kapillarkraft überwindet auch hier die Schwerkraft.

5. Die Kapillarkraft erlaubt uns, feuchten Sand oder Lehm fast beliebig zu formen. Trockener Sand kann nur bis zur Kegelform angehäuft werden. Ein Sandhaufen, reichlich mit Wasser übergossen, fließt breiartig auseinander, an einem nur feuchten Sandhaufen dagegen kann man senkrechte Wände abstechen. Wir pressen nassen Sand mit den formenden Händen, bis die einzelnen Sandkörner sich näher kommen und, ehe sie sich gegenseitig berühren, in der dazwischen verbleibenden Wasserschicht die eigenartige Oberflächenspannung, eben die Kapillarkraft, einsetzt.

6. Wenn wir vom Festland über den flachen Sandstrand zum Meer hinauswandern, durchlaufen wir drei deutlich verschiedene Zonen. In Landnähe haben wir trockenen Sand, der unter unseren Fußstritten ausweicht, also mühsam zu durchwaten ist; dann folgt ein Streifen

feuchten Sandes, auf welchem wir fest und sicher auftreten, wie auf einem Stubenteppich. Auf dem dritten Streifen, der schon vom Wasser ganz bedeckt ist, werden wir wieder unsicher, die Füße sinken im ausweichenden Sand ein. Der mittlere Streifen wird unter Mitwirkung der Kapillarkraft abwechselnd weich oder trittfest, je nachdem sich der Wassergehalt des Sandes beim rhythmischen Vor- und Zurückfluten der Wellen ändert

Die Kapillarkraft macht sich nicht nur im kleinen bemerkbar, sie kann in der Natur auch großräumige Erscheinungen hervorbringen, in Kulturgegenden sogar Schaden stiften. Die Verwitterung der Gesteine der festen Erdkruste ist verschieden, je nach der Struktur der Gesteine, ihrer Lagerung, und je nach dem Klima des Ortes ihrer Vorkommen. Aus den Verwitterungsprodukten bilden sich am Ort ihrer Entstehung, oder da, wo sie durch Wind und Wasser verfrachtet wurden, Böden, die durch besondere Eigenschaften ausgezeichnet sind. Aus mergeligen Gesteinen z. B. entstehen oft Böden, die überwiegend so feinkörniges Material enthalten, daß in den Zwischenräumen Wasser kapillar festgehalten wird. Solche Böden können zu sogenannten Strukturböden werden, wie sie in großer Ausdehnung häufig in den Polargegenden vorkommen und durch ihre seltsamen morphologischen Formen auffallen. In unseren Alpen können Strukturböden auch beobachtet werden, wenn auch viel seltener und in kleinem Maßstab. In unseren Voralpen, hauptsächlich in Gebieten mit Flysch- oder Doggergesteinen, treten dauernd nasse Böden selbst an stark geneigten Hängen auf, oder dort, wo große Aufschüttungen feinkörnigen Abraumes stattfinden. Solche Böden können in kriechende Bewegung geraten, sobald reichlicher Wasserzufluß hinzukommt. Wenn umgekehrt eine Verminderung des Wassergehaltes, also Austrocknung eintritt, kommen häufig die bekannten Trockenrisse, geometrische Figuren, sogenannte Poly-

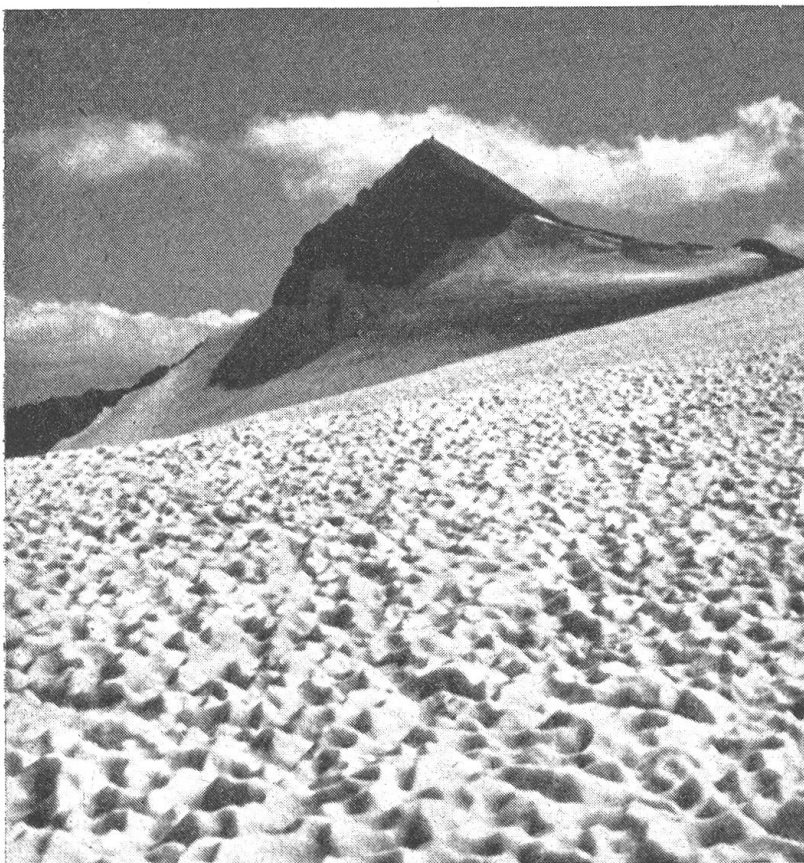


Abb. 2. Zuckerhutfirn, Juli 1935, Planura-Catscharauls (Claridengruppe, Westalpen)

Abb. 3. Zuckerhutfirn, August 1935, am  
Passo Casnil (Bergell)



gone, vor. In den von den Rissen umgrenzten Bodenstücken hält die Kapillarkraft das Material zusammen.

Bei den jährlichen Wanderungen in den Firn- und Gletscherregionen konnten wir beobachten, daß die Gletscher während der letzten Jahrzehnte nicht nur sehr zusammenschmolzen, sondern in warmen und trockenen Sommern auch außerordentliche Zerklüftung zeigten. Spalten, welche stets an den Orten vorkommen, wo als Folge besonderer Geländeformen des Untergrundes oder der Ufer im Eis Zugspannungen eintreten, sind in der warmen Jahreszeit vom deckenden Winterschnee befreit und daher zahlreicher als in kühlen Sommern sichtbar. Bei der Spaltenbildung spielt die Geschwindigkeit des Eisflusses keine wesentliche Rolle. Bei einer Volumenverminderung des Gletschers nimmt die Fließgeschwindigkeit eher ab als zu. Auffallend an den vielen Spalten eines warmen, trockenen Sommers ist nicht deren Tiefe, welche normal bleibt, sondern der Umstand, daß die Spaltenwände in einem viel weiteren Winkel aufklaffen als in kühlen Jahren. In solchen zeigen die Spaltenwände horizontale, dunkle Linien, entsprechend den Niederschlagschichten des Jahres. In trockenwarmen Sommern klaffen die sonst geschlossenen Schichtlinien oft dezimeterweit auf. Die Firnmasse ist sichtlich zusammengeschrumpft.

Wir erklären uns diese Erscheinung vorläufig und hypothetisch wie folgt: Trockenes Firneis spaltet gewöhnlich glattwandig und hat eine Struktur wie grober Würfelzucker. In warmen, trockenen Sommern wird das wenige Schmelzwasser kapillar in das trockene Firneis eingesogen, wie Wasser in ein Zuckerstück. Die Kapillarkraft wirkt zusammenziehend, wie in der befeuchteten Hanfschnur. Die Firnoberfläche will kleiner werden, die schon offenen Spalten klaffen weiter auseinander als gewöhnlich; auch an den Spaltenwänden zieht sich das Firneis zusammen und es klaffen Sekundärspalten längs den nichtporösen, dunklen Harteisschichten (Abb. 1.). Diese

Gedankengänge führen uns auch zu einem Versuch, die Entstehung von Zuckerhutschnee zu erklären oder gar des Büßerschnees, der dort auftritt, wo trockenes Hochgebirgsklima herrscht. So ist er als „Penitentes“ in den südamerikanischen Anden bekannt.

Wir vermuten, daß bei der nächtlichen Ausstrahlung die Firnoberfläche leicht erstarrt. Nach Sonnenaufgang beginnt eine leichte oberflächliche Schmelzung, die dann in dem das wenige Schmelzwasser aufsaugende Firneis kapillare Spannungen erzeugt. Es entstehen haarfeine Trockenrisse (Polygone), die, wie Waben, die ganze Oberfläche überziehen. Im Kern des Polygons ist das Eis dichter, während das weitere Schmelzwasser ringsherum längs den Haarrissen vertiefend wirkt. Es können so ungezählte kleine Kuppen entstehen (Abb. 2), die dann zu größeren Zuckerhüten zusammenwachsen (Abb. 3) oder schließlich zu phantastischen Penitentes werden. Die Entstehung von Büßerschnee wurde bisher auf primäre Unebenheiten zurückgeführt, wobei dann neben Verunreinigungen der Regen, die Sonnenstrahlung und die Winderosion bei der Entwicklung der Formen die Hauptrolle spielen. Obwohl noch niemand überzeugend dargestellt hat, wie die Weiterentwicklung dieser Zuckerhutformen vor sich geht, kann man sie sich etwa vorstellen, wenn einmal kleine primäre Unebenheiten der Firnoberfläche gegeben sind. Wie sind jedoch diese Embrionalformen, dazu in so flächenweiter Ausdehnung, entstanden? Das ist das Problem. Auf diese Frage will unsere oben geäußerte Vermutung eine Auskunft geben. Sie bleibt vorderhand hypothetisch; nur das Experiment mit trockenem Firneis könnte Gewißheit bringen.