

Werk

Titel: Stürzendes Eis als gestaltender Faktor

Autor: Baschin, Otto

Ort: Berlin

Jahr: 1914

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914 | LOG_0245

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Stürzendes Eis als gestaltender Faktor.

Von Otto Baschin, Berlin.

Die Wirkung des Eises auf die Formen der Erdoberfläche ist seit vielen Jahren Gegenstand zahlreicher Arbeiten gewesen. Insbesondere hat die Frage der Gletschererosion eine lebhafte Diskussion hervorgerufen, deren Ergebnis sich kurz dahin zusammenfassen läßt, daß die Möglichkeit einer Erosionstätigkeit der Gletscher im anstehenden Gestein wohl allgemein anerkannt ist, während über das Ausmaß der tatsächlich bewirkten Erosion die Meinungen noch weit auseinandergehen.

Überblickt man die umfangreiche Literatur, die sich mit der Gletschererosion beschäftigt, so findet man, daß die Frage im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt behandelt wird, inwieweit ein langsam talabwärts strömender Gletscher imstande ist, auf den Untergrund und die Seitenwände seines Bettes abtragende, abschleifende oder abhobelnde Wirkungen auszuüben. Eine einfache Überlegung zeigt nun, daß derartige Wirkungen, auch wenn sie sicher festgestellt sind, keinen Maßstab für die erodierende Kraft des Gletschereises abgeben, die naturgemäß immer gering bleiben muß. Es ist eben weniger die Größe der Kraft als vielmehr deren lange anhaltende, ununterbrochene Dauer, der die geleistete Arbeit zuzuschreiben ist. Schon der Umstand, daß bei der langsamen Bewegung des Gletschers der Druck, den ein entgegenstehendes Hindernis auf das Eis ausübt, teils eine Verflüssigung, teils eine plastische Umformung des Eises zur Folge haben wird, läßt erkennen, daß nur ein Teil der an sich geringen Energie des langsam bewegten Gletschereises zur Bearbeitung und Ausschleifung des Felsens verwendet werden kann.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei einer schnellen Bewegung des Eises, wie sie beim Sturz aus größerer Höhe eintreten muß. Wir wissen, daß Eisstücke, die im vergletscherten Hochgebirge von einer Wächte abbrechen und in freiem Fall in die Tiefe stürzen, nicht mit der stetig zunehmenden Geschwindigkeit fallen, die sich aus den Fallgesetzen ergibt, sondern daß wegen des Luftwiderstandes bereits nach einer Fallhöhe von hundert Metern eine ziemlich gleichmäßige Geschwindigkeit erreicht wird, die nur noch um wenige Prozent hinter der schließlich eintretenden Maximalgeschwindigkeit zurückbleibt, welcher der Körper im freien Fall zustrebt. Man hat jene Maximalgeschwindigkeit für einen Stein von 300 Gramm Gewicht und entsprechendem Querschnitt zu 31.62 Metern pro Sekunde berechnet. Da das Quadrat dieser Geschwindigkeit 999.8244

beträgt und bei der Ungenauigkeit der Grundlagen, auf denen die Berechnung beruht, ohne Bedenken auf 1000 abgerundet werden kann, so wollen wir die erwähnte Maximalgeschwindigkeit auch für die Betrachtung des freien Falles von Eisstücken beibehalten. Zwar dürfen wir nicht vergessen, daß die Dichte des Eises etwa dreimal geringer ist als diejenige des Gesteins. Dafür aber wird es sich in der Regel um beträchtlich größere Massen von vielen Kilogramm Gewicht handeln. Ferner wissen wir aus den Untersuchungen über den Winddruck, daß der Luftwiderstand, den ein Körper von kleinem Querschnitt erleidet, bei gleicher Geschwindigkeit relativ größer sein muß, als bei einem Körper von größerem Querschnitt. So kompliziert also auch an sich eine genaue Berechnung der maximalen Fallgeschwindigkeit von Eisstücken, deren Dimensionen nicht näher bekannt und jedenfalls starken Schwankungen unterworfen sind, sein mag, so dürfte doch der oben angegebene Wert wenigstens seiner Größenordnung nach zutreffen. Ein Kilogramm Eis wird also im freien Fall aus einer Höhe von mehr als hundert Metern beim Aufschlagen auf anstehendes Gestein oder Gesteinstrümmer eine Arbeit von etwa 50 Kilogramm Metern leisten, von der ein erheblicher Teil zur Umgestaltung der Erdoberfläche verbraucht werden kann, da die Geschwindigkeit, mit der die Eismasse aufschlägt, zu groß ist, als daß eine plastische Umformung oder Verflüssigung des Eises von nennenswertem Betrage zu erwarten wäre.

Die bekannte Eigenschaft der Plastizität des Eises, die bei der Einwirkung von Druck zur dauernden Formveränderung führt und einen Gletscher befähigt, sich der Gestalt seines Bettes anzupassen, ist nämlich nur dann zu beobachten, wenn der Druck eine gewisse Zeit lang andauert. Einer plötzlich eintretenden mechanischen Einwirkung von großer Gewalt (Schlag, Schuß) jedoch, setzt das Eis eine große Festigkeit entgegen. Die Härte des Eises beträgt nach der in der Mineralogie üblichen Skala ungefähr 1,5, sie übertrifft also diejenige mancher Gesteine und kommt etwa der gewisser Gips-Varietäten gleich. Man darf daher den aus größeren Höhen herabfallenden Eisstücken die Leistung einer nicht unbeträchtlichen mechanischen Arbeit wohl zumuten.

Setzen wir nun den Fall, daß ein Plateau mit einer Firnkappe bedeckt ist, deren untere Schicht durch den Druck der überlagernden Massen bereits in Gletschereis umgewandelt ist, und daß der Rand dieses Plateaus in senkrechtem oder nahezu senkrechtem Abfall in die Tiefe führt, so sind die Bedingungen gegeben, die oben angedeutet wurden. Kleine Unebenheiten des Plateaus werden den Anlaß geben, daß die Vorwärtsbewegung des Eises nicht gleichmäßig auf der ganzen Front nach dem Steilabfall hin erfolgt, sondern daß einzelne Punkte als Absturzstellen bevorzugt werden. An diesen wird zur Sommerszeit durch den Abfluß von Schmelz-

wasser die Felswand gründlich durchfeuchtet werden und in kalten Nächten durch abwechselndes Gefrieren und Auftauen des in den Poren und Ritzen des Felsens enthaltenen Wassers der Zusammenhang des Gesteins gelockert. Bei dem Sturz in die Tiefe wird dann das Eis jene Stellen der Steilwand, die durch den Spaltenfrost zerbröckelt sind, abreißen und hinunterschleudern, gegebenenfalls auch den dahinter anstehenden festen Felsen abscheuern und so allmählich ein Zurückverlegen der Felswand zuwege bringen. Denn wir dürfen annehmen, daß während des Hochsommers gewaltige Eismassen in verhältnismäßig kurzen Zeitintervallen an jenen Absturzstellen hinabfallen. Die Energie von vielen Millionen Kilogramm Metern wird demnach zu wiederholten Malen immer an der gleichen Stelle in Arbeit umgesetzt werden, die hauptsächlich zur Umgestaltung der Erdoberfläche verbraucht wird. Natürlich ist es nicht möglich, die Größe der in solcher Weise arbeitenden Energie zu berechnen, aber man kann den Versuch wagen, wenigstens deren Größenordnung unter gewissen wahrscheinlichen Voraussetzungen schätzungsweise zu bestimmen. Wir dürfen vielleicht unseren Betrachtungen den Haushalt eines mittleren Alpengletschers zugrunde legen, von dem zuverlässige Daten durch genaue Messungen ermittelt werden konnten. Den Verlust an Eis, den der Hintereisgletscher in den Oetztaler Alpen im Laufe des Jahres durch Abschmelzung erleidet, haben A. Blümcke und H. Heß zu 10 180 000 Kubikmetern berechnet. Nehmen wir nun an, daß eine Eismasse von gleicher Größenordnung, also rund 10 Milliarden Kilogramm an einer unserer Absturzstellen während eines Jahres wirksam ist, so würde eine Arbeit von 500 Milliarden Kilogramm Metern auf beschränktem Raum geleistet werden. Daß demnach die Umgestaltung hier schon im Laufe eines Jahres sichtbare Resultate liefern kann, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Nach Ablauf einer längeren Zeitperiode wird sich demnach an der Absturzstelle eine in das Plateau eingreifende Nische gebildet haben, die an verschiedenen Stellen deutliche Spuren der Eiserosion trägt. Der Boden der Nische muß seine tiefste Stelle in mehr oder weniger größerer Nähe der Rückwand haben. Man sollte zunächst erwarten, daß die größte Einsenkung immer dort liegen müßte, wo die herabstürzenden Eismassen direkt auf den Boden aufschlagen, also unmittelbar an der Rückwand. Aber wenn dieselbe nicht genau senkrecht abstürzt, oder ihr Gesteinsmaterial leicht verwittert, bzw. aus anderen Gründen die Bildung eines Schuttkegels begünstigt, so werden die Eismassen bei ihrem Sturze ein wenig nach dem Ausgang der Felsnische hin abgelenkt und dort ihre größte Wucht entfalten, was ein Vorrücken der tiefsten Stelle um einen gewissen Betrag zur Folge hat. Auch wird ja das Eis nicht immer auf der ganzen Strecke vertikal durch die Luft fallen, sondern durch Anschlagen an den Felsen, durch Luft-

wirbel, die sich in dem engen Talkessel bilden können, und durch andere Ursachen geringe Ablenkungen von der Lotrichtung erleiden, so daß die Lage der tiefsten Einsenkung des Bodens von lokalen Verhältnissen stark beeinflußt werden kann. Den Abfluß des angesammelten Eisschmelzwassers nach außen verhindert zunächst ein Wall von Felstrümmern, die beim Aufschlagen der Eismassen auf den Boden nach allen Richtungen hin geschleudert werden und sich namentlich am Ausgang der Nische ungestört anhäufen, wo sie allmählich von neuem Material überlagert werden. So erhalten wir schließlich die Form von Felstischen, die nach vorn offen, seitwärts und rückwärts aber von steilen Felswänden umgeben sind und einen flachen, breiten Boden umfassen, der ringsum mit Trümmernmaterial bedeckt ist, in der Mitte oder im Hintergrunde jedoch häufig einen kleinen See, bzw. mehrere Tümpel enthält. Selbstverständlich kann diese Grundform durch spätere Ausräumung des lockeren Materials und sonstige umgestaltende Agentien mannigfache Veränderungen erleiden. Aber es scheint doch die Annahme gerechtfertigt, daß es sich hier im wesentlichen um die Urform jener Oberflächengestalt handelt, die wir als Kare zu bezeichnen gewöhnt sind, und deren Entstehung bisher wohl allgemein der Erosions-tätigkeit von Gletschern zugeschrieben worden ist.

Allerdings lassen die meisten Erklärungen, welche die Gletschererosion für die Bildung der Kare verantwortlich machen, viel an Beweiskraft zu wünschen übrig, und häufig wird der Kernpunkt des Problems gar nicht berührt. Dagegen muß hervorgehoben werden, daß kritisch veranlagte Forscher sich die Schwierigkeiten nicht verhehlt haben, welche einer Erklärung der Karformen lediglich durch die Gletschererosion im landläufigen Sinne entgegenstehen.

Wenn F. v. Richthofen wiederholt ausspricht, daß die Konzentration der Erosionskraft des Eises an einer eng umgrenzten Stelle schwer zu erklären sei, wenn A. Penck betont, daß eine völlige Eisbedeckung des Gebirges der Entstehung von Karen nicht günstig ist, und wenn E. de Martonne hervorhebt, daß es nicht wohl angehe, dem Gletscher schon an seinem Ursprung eine so bedeutende Erosionstätigkeit zuzumuten, so darf man in diesen verschiedenen Bedenken hervorragender Morphologen wohl das Eingeständnis erblicken, daß hier neben der normalen Gletschererosion noch andere, größere Kräfte wirksam sein dürften.

Daß diese Kräfte in der Gewalt des stürzenden Eises zu suchen sind, das über steile Felswände auf den unvergletscherten Boden hinabstürzt, hoffe ich durch die vorstehenden Darlegungen wahrscheinlich gemacht zu haben, ohne damit jedoch behaupten zu wollen, daß alle Kare ihre erste Anlage dem stürzenden Eis zu verdanken haben.

Wenn man sich die Mühe gibt, nicht nur aus den vorhandenen Ober-