

Gletschermühlen

Autor(en): **Streiff-Becker, R.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **4 (1949)**

Heft 9

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654421>

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.

Raum: Es gibt vielleicht einen, jetzt einige Milliarden Jahre zurückliegenden echten Anfang der Zeit als solchen, wie er übrigens schon von alten Scholastikern vermutet worden ist.

Die meisten gedanklichen Versuche, vom Urzustand des Kosmos eine bestimmtere Vorstellung zu gewinnen, sind von dem Gedanken ausgegangen, daß die Materie aller heutigen Spiralnebel schon damals vorhanden gewesen sei. Sofern wir die These vom zeitlichen Wachsen des endlichen nichteuklidischen Raumes annehmen, müßte diese Materie damals in viel engerem Gesamttraum zusammengedrängt gewesen sein. Radikalere Gedankengänge rechnen jedoch mit der Möglichkeit, daß auch die Gesamtmasse des Weltalls in ständiger Zunahme begriffen sei, ähnlich wie sein Rauminhalt. Bestimmte Ausführungen dieser Idee, wie die von Hoyle, nehmen an, daß das große Gesetz der Energie-Erhaltung, das nach der Relativitätstheorie gleichbedeutend mit Masse-Erhaltung ist, im Großgeschehen des Kosmos nicht mehr lückenlos gültig sei. Andere Überlegungen, mit denen der Verfasser sich beschäftigt hat, führten zu dem Ergebnis, daß der Energiesatz in besonderer Weise doch mit der Annahme einer ständig wachsenden Menge von Materie in der Welt in Einklang gebracht werden könnte.

Obwohl diese Hypothesen gegenwärtig noch nicht mehr als tastende Versuche zur allmählichen Entschleierung der großen Geheimnisse des Kosmos sind — Versuche, in denen sich die gerade heute, in der Mitte dieses Jahrhunderts, erreichte kosmologische Problemlage spiegelt — so mag es erlaubt sein, noch

hinzuzufügen, daß die zuletzt erwähnte Theorie das kosmologische Problem auch in enge Verbindung bringt mit der Frage der Entstehung der Sterne. Die traditionelle Vorstellung, daß die Sterne durch Zusammenballung ursprünglich gasförmiger, weit ausbreiteter Materie entstehen sollten, hat bis heute keine Stütze seitens der beobachtenden Astronomie gefunden; wir kennen kein einziges Gebilde, das wir als einen in dieser Weise in Entstehung begriffenen Stern deuten könnten. Wohl aber kennen wir empirisch das gelegentlich vorkommende, äußerst helle Aufleuchten eines Sternes als „Supernova“, von dem wir bislang nicht sicher sagen können, ob es sich um eine Explosion eines schon vorher vorhanden gewesenen Sterns handelt, oder aber — wofür einige Gründe sprechen — um eine explosive Neuerzeugung eines Sterns. Da man seit kurzem die sogenannten planetarischen Nebel, also Sterne mit einer sie umgebenden, auseinanderlaufenden Hülle von Gas, wohl mit großer Sicherheit als Spuren ehemaliger Supernovae erkennen konnte, werden die großen Fortschritte, die neuerdings in der Erforschung dieser planetarischen Nebel insbesondere durch Wurm erreicht wurden, bald dazu führen, daß wir in allen diesen Fragen klarer sehen.

Vermutlich werden alle die Probleme, die wir in diesem Aufsatz als um die Jahrhundertmitte noch offene Fragen bezeichnet haben, vor dem Ende des Jahrhunderts bereits ihre abschließende Lösung gefunden haben. Welche Fragen mögen dann wohl den forschenden Menschengestalt beschäftigen?

Prof. Dr. Pascual Jordan

Gletschermühlen

Gletscher sind von den Polarländern bis zu den Hochgebirgen unter dem Äquator auf der ganzen Erde weit verbreitet. Ihre Erforschung ist zu einem besonderen Zweig der Wissenschaft geworden, und viele Erscheinungen der Gletscherwelt, so als Bekannteste die Moränen und Gletscherspalten, lernte auch der Flachländer durch den Alpinismus kennen. Merkwürdiger erscheinen dem Gletscherwanderer die seltener vorkommenden Gletschermühlen, deren Entstehung und Wirksamkeit ihm nicht ohne weiteres verständlich sind. In der Schweiz hört man das Wort „Gletschermühle“ häufiger als anderwärts, weil im Gletschergarten von Luzern ein Ort besteht, an dem jedermann Gelegenheit hat, Relikte großer Gletschermühlen zu sehen, ohne auf Berge steigen zu müssen (Abb. 1, 3 und 4).

Als Ende der siebziger Jahre des vorangegangenen Jahrhunderts auf einem Landgut in der Nähe Luzerns Häuser gebaut werden sollten, kamen bei den Vorarbeiten unter Moränenschutt Sandsteinfelsen zum Vorschein mit deutlichem Gletscherschliff und — eingesenkt in den Rücken dieser Molassefelsen — runder, tiefe Gruben mit spiralig gescheuerten Wänden und mit runden Steinen aus härterem Material auf dem Grunde. Der herbeigerufene Geologe, Professor Albert Heim, erklärte diese Vorkommen als Zeugen der diluvialen Eiszeit. Der Reußgletscher, der noch bei der letzten großen, der „Würmvereisung“ weit nördlich über Luzern hinausreichte, hat sie geschaffen und bei seinem Rückzug mit Moräne überdeckt. Es bleibt ein hohes Verdienst der Besitzerin des Landgutes, der Familie Amrein, daß sie auf das Bau-

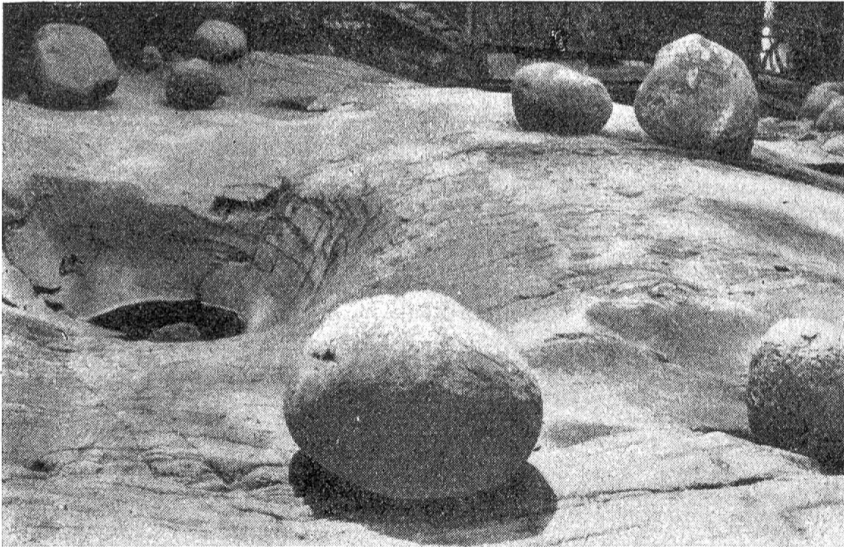


Abb. 1: Eine kleinere Gletschermühle

vorhaben verzichtete und einwilligte, daß diese Naturwunder erhalten blieben und inmitten eines schönen Parkes allem Volk zugänglich sind.

Gletschermühlen entstehen im Gebiet unterhalb der Firngrenze, vorwiegend dort, wo ein Gletscher nach einer flachen Gefällstrecke über eine steilere Stufe hinabfließt. Der Leser wolle uns in Gedanken an einem warmen Spätsommertag auf dem Abstieg über einen einfachen Gletscher begleiten: Nach Überwindung der Gipfelfelsen hacken wir uns über die obersten, steilen und harten Schneezungen bis zum Bergschrund hinab, jener typischen Stelle, wo die sich talwärts bewegende untere Firnmasse sich vom oberen, am Felsgrund festgefrorenen Firn ablöst. Unterhalb wird die Firnoberfläche allmählich weniger steil, der Schnee weicher, trittfest, wie der Alpinist sagt, im flachen Firnmuldenboden oft sogar sumpfig durch Ansammlung von Schmelzwasser. Der Schnee zeigt hier oft gelbliche Farbe infolge des vom Wind hergetragenen Gesteinstaubes. Bei gewisser Meereshöhe sind wir an der Firngrenze angelangt, wo sich die bisher einheitliche Fläche des Firnschnees vom vergangenen Winter in einzelne Felder auflöst und darunter schmutziggrauer Firn älterer Jahrgänge erscheint, bis auch dieser durch altes, aperes, also durch Schnee nicht bedecktes Gletschereis abgelöst wird. Von der Firngrenze an sammeln sich die Schmelzwasser erst zu kleinen Bächlein, dann diese zu größeren. Der Bach, dessen Wasser sich durch Sonneneinstrahlung (Insolation) erwärmt, schmilzt sich eine oft recht tiefe Rinne ins Gletschereis und bildet schöne, windungsreiche Mäander. Gelangt der Bach schließlich in das Gebiet einer Gefällsstufe, wo nun Gletscherspalten auftreten, wird die Bildung von Gletschermühlen möglich.

Hierfür gibt es eine, heute noch allgemein als richtig geltende Erklärung. Danach reißen an einem Gletscher, der über eine Geländestufe fließt, stets an der gleichen Stelle Spalten auf, die sich im flacheren Teil des Gletschers wieder schließen (Abb. 5, I bis VI). Ein Schmelzwasserbach W dringt in die Spalte I, die sich auf dem Weg talwärts erweitert. Der Bach schmilzt aus der bergseitigen Spaltenwand beim Sturz einen vertikalen Schacht S aus, der bestehen bleibt, während sich die Spalte wieder schließt und talwärts kaum noch als Nahtlinie VI sichtbar ist. Die wasserlos gewordenen Schächte ziehen

mit dem Eise weiter. Als mehr oder weniger kreisrunde Schlote schließen sie sich nicht so leicht wie die Spalten. Es kann zuweilen vorkommen, daß zwei oder mehr Schmelzwasserbächlein in den nämlichen Eisschlot stürzen. Der Querschnitt des Gletschertopfes zeigt dann radiale Ausbuchtungen mit Eiswänden dazwischen, die Formen aufweisen, wie man sie in den rillenförmigen Auslaugungen oder Karren des Karrenfeldes eines Kalkfelsens sieht. Die in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgenden Schächte



Abb. 2: Neuentdeckter Strudeltopf am westlichen Ausgang des Löntschobels (Klöntal)



Abb. 3: Die schönste und größte bisher entdeckte Gletschermühle. Sie hat eine Tiefe von neun und einhalb Meter und einen Durchmesser von acht Meter

mit ihren prachtvoll blaugrün schillernden Eiswänden bilden eine wirklich auffallende Erscheinung.

Man nennt sie „Gletschertöpfe“, den Schacht dagegen, in welchen der Schmelzwasserbach stürzt, „Gletscher-

mühle“ (siehe Abb. 5, II und Abb. 7). Eine echte Gletschermühle ist jedoch nur dann gegeben, wenn der Wasserfall am Grunde der Spalte so auf einen Stein auftrifft, daß dieser an günstiger Stelle des Felsuntergrundes in Drehung versetzt wird und dabei eine Grube ausscheuert, wie es im Querschnitt in Abb. 7 schematisch dargestellt ist. Im Bild ist die Höhe stark verkürzt; in Wirklichkeit sind unsere

jetzt nämlich, daß Gletscherspalten höchstens am unteren Ende eines Gletschers — und auch da wohl selten — in einer Flucht von der Oberfläche bis zum Untergrund hinabreichen, niemals jedoch in den mittleren und oberen Partien eines Gletschers. In diesen durchreißen die Spalten nur die oberen, spröderen Schichten des Gletscherkörpers, ganz besonders im Firngebiet, wo das Eis der Tiefe infolge des

Schwerdrucks plastisch ist und deshalb nicht spaltet. Die Gelegenheit ist also sehr selten, daß der Wasserfall eines Schmelzbaches in direktem Sturz den Felsgrund erreicht. Außerdem muß dann noch der weitere Glücksfall hinzutreten, daß unten ein geeigneter Rollstein zum „Mahlen“ zur Verfügung steht. Der Gletscher bewegt sich mit seinen Spalten kontinuierlich talwärts, und zwar um so schneller, je größer und dicker er ist, bei alpinen Gletschern oft mehrere Zentimeter, bei polaren Gletschern bis zu mehreren Meter je Tag. Der Sturzbach bleibt also nicht lange über dem Mühlengrund tätig. Allerdings kommt bald eine neue Spalte heran, bei der sich die Schlotbildung und damit der Wasserfall wiederholt — ob wieder genau an derselben Stelle, ist dabei unsicher, zumal gleichzeitig mit der veränderlichen Witterung auch eine starke Veränderlichkeit in der Wasserfülle und Wärme des Schmelzbaches einhergeht. Wer einen bestimmten Gletscher jahrelang



Abb. 4: Beispiel eines schön geschliffenen Mahlsteins

Gletscher viel dicker. Sie erreichen eine Mächtigkeit von einhundert bis zu vielen hundert Metern.

Diese Erklärungen des Entstehens von Gletschermühlen klingen einfach und einleuchtend; dennoch können wir sie nach neuerer Forschung nur noch in Ausnahmefällen als zutreffend erachten. Man weiß

beobachtet, erkennt, daß sich Gletschertöpfe nur bei langdauerndem Schönwetter bilden, weil nur dann das Wasser durch „Insolation“, also durch Sonnenstrahlung genügend warm wird und so imstande ist, sich rasch genug in die Spaltenwand einzuschmelzen. Der Verfasser hat Hunderte von Glet-

schern betreten, hat in Dutzende von Gletschermühlen und Töpfe geguckt, hat jedoch nie das Glück gehabt, eine Gletschermühle in Gang zu sehen, also bis zum Felskessel mit dem Mahlstein hinabblicken können. Wir sehen nur den Wasserfall in blaugrüner Tiefe verschwinden, oder versuchen, durch Sonden den Felsgrund zu erreichen, meist wohl vergeblich.

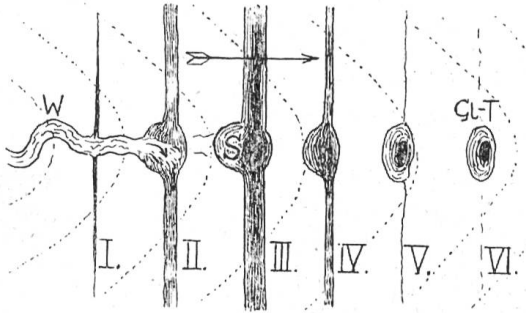


Abb. 5: Entstehung von Gletschertöpfen an Spalten im bewegten Gletscher

Wir erkennen nur, daß der Weg der Schmelzwasser von der Eisoberfläche bis zum Felsgrund ein recht komplizierter ist: selten ein direkter vertikaler, meist auf Umwegen von Stufe zu Stufe gehend. Im Gletscherkörper ist die hellgraue Eismasse von dünnen Schichten harten, dunklen Eises durchzogen, die von Schlecht- oder Gutwetterperioden herrühren. Das von der Oberfläche in die Tiefe dringende Schmelzwasser erreicht eine solche Härtschicht, läuft längs dieser in der Gefällsrichtung talwärts, sinkt von Stufe zu Stufe tiefer bis zum Felsgrund, wo es den Gletscherbach bildet oder bereichert. Wir hören beim Marsch über den Gletscher unterirdisch Wasser gurgeln oder sehen, wie aus einer Schichtfuge in der Wand einer Gletscherspalte ein Wasserstrahl gleich einem Hydranten herausschießt, ohne daß an der Oberfläche in unmittelbarer Nähe ein Schmelzbach zu sehen wäre. Kurz, wir zweifeln, daß echte Gletschermühlen, wie im Querschnitt Abb. 7 gezeichnet, häufig vorkommen; glauben vielmehr, daß die Strudeltöpfe mit Mahlsteinen die Arbeit des subglazialen (lat. sub = unter, glacialis = eisig) Gletscherbaches sind. Ein Bergbach an der freien Luft führt viel Grobsand und Kies mit sich, so daß ein Gerölle in einer Vertiefung kaum lange Zeit frei rollen und an der nämlichen Stelle einen Kessel ausscheuern könnte; er würde wahrscheinlich bald in Sand und Kies eingebettet und stillgelegt. Zudem sind in einem freien Bach die Gerölle eher linsenförmig als kugelig. Anders sind die Verhältnisse beim glazialen Bach. Dieser erhält nur das wenige Steinmaterial, das am Untergund in Bachnähe aus dem Gletscher ausschmilzt; sonst ist Gletscherwasser nur getrübt

durch suspendiertes, feinstes Schliffmaterial, also durch die „Gletschermilch“. Ein Gletscher schiebt und wälzt die Steine, die unter sein Eis geraten, so, daß sie eher Kugel- oder Scheibenform annehmen. Der subglaziale Bach bleibt auf seinem Weg unter dem Eis stets etwas eingengt, obgleich er sprudelnd einiges vom Dach seines Eiskanals wegschmilzt. Seine Wärme ist jedoch gering, und das kontinuierlich talwärts drängende Eis verhindert die Bildung großer Hohlräume an festem Ort. Liegt nun ein kugeliges Grundmoränenstein, vielleicht noch aus hartem Material, in einer kleinen Vertiefung des Untergrundfelsens, so kann der Stein im relativ engen Eiskanal so lange rollen und scheuern, bis im, vielleicht weichen, Untergrundfelsen ein tiefer Kessel entsteht, der nicht ausgefüllt wird, weil ja der subglaziale Bach fast keinen Kies und Sand führt. Kommt zufällig noch ein Wassersturz von oben aus einer Spalte hinzu, um so besser; das Mühlewerk wird dann kräftig funktionieren. Dieser Fall wird ein seltener sein, die unsichtbare, unterirdische Mühle im Bett des Gletscherbaches dagegen häufiger.

Man wird nun einwenden, daß Mühltöpfe auch auf Rundhöckern, also hoch über dem Bachbett, zu sehen sind, wie das im Gletschergarten der Fall ist.

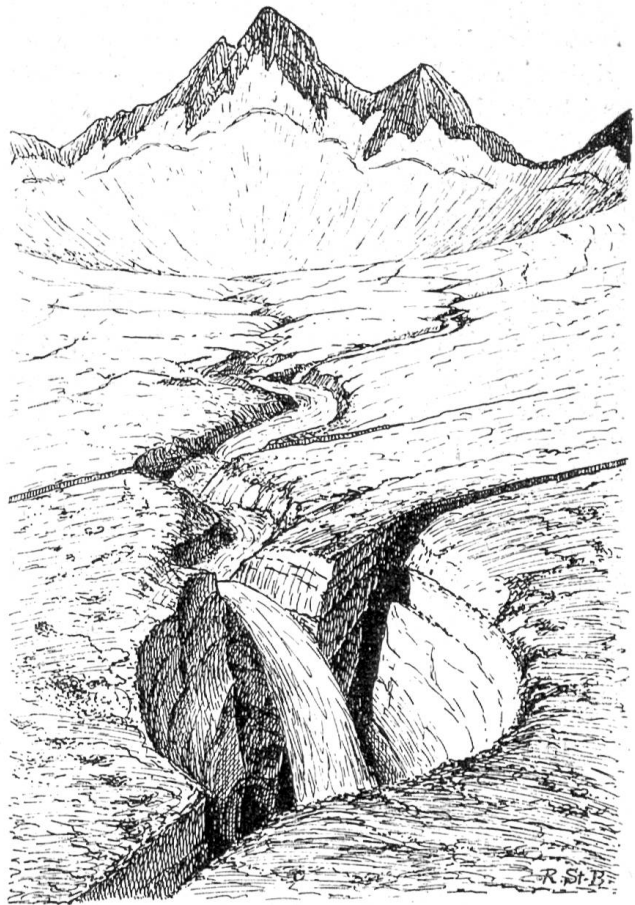


Abb. 6: Ansicht einer Gletschermühle

Meiner Meinung nach beweist das nur, daß der Rundhöcker jünger ist als die Mühltöpfe auf seinem Rücken, die entstanden, als der subglaziale Bach des — sicher viele hundert Meter dicken — Reuß-

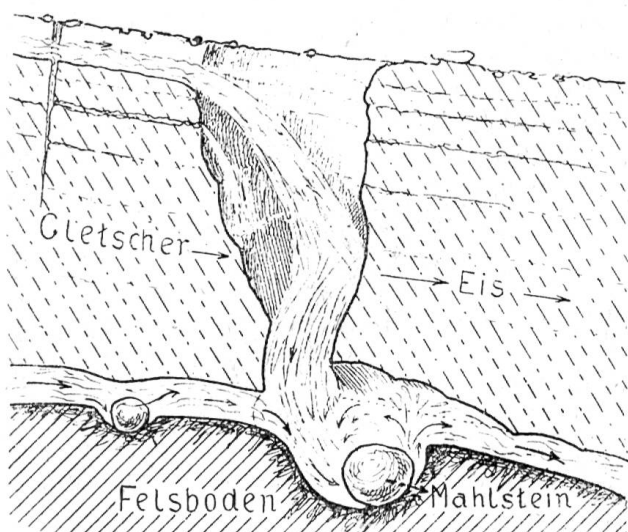


Abb. 7: Schematischer Querschnitt durch eine Gletschermühle

gletschers noch auf diesem höheren Niveau floß. Hierfür spricht auch die Entstehungsgeschichte der Rundhöcker. Es wurde erwähnt, daß der Kanal des subglazialen Baches infolge der Eisbewegung relativ eng bleibt. Es kann daher ohne weiteres zu einer plötzlichen Verstopfung kommen, etwa bei Unwetter durch einen größeren Felsblock. In solchem Fall teilt sich der Bach leicht in zwei Arme, in denen sich das Wasser mit scharfkantigem Geschiebe gewaltsam und bleibend eintieft. Am Widerstand des im Winkel zwischen den Wasserrinnen liegenden Felsens staut sich das Eis. Es wird dort durch den Druck örtlich plastischer, gleichsam flüssig; seine Schürfkraft nimmt daher an jener Stelle ab, schont einigermaßen den Fels, während die Schürfkraft beidseitig in normaler Stärke weitergeht. Das Zwischenstück bleibt im Verhältnis zur Umgebung höher, wird etwas überschleift, es wird zum Rundhöcker, bei großen Maßstäben zum Rundling oder gar Inselberg. Auf dem Rücken des Höckers kann der einstige Gletschermühlenkessel als Relikt übrigbleiben. Eine echte Gletschermühle ist ein Strudelloch, das immer in Verbindung mit Gletschereis entstanden ist; Gletschertöpfe mit Schmelzwasserfall können vorkommen, ohne daß eine „Mühle“ auf dem Felsgrund vorhanden sein muß; Strudelöcher können auch bei freien Wildbächen auftreten, wenn in ihnen relativ reines Wasser, etwa aus Quellen, freistrudelnd dahinfließt.

Riesentöpfe mit Mahlsteinen finden sich außer bei Luzern noch an anderen Orten, so am Maloja im Oberengadin, bei Cavaglia an der Südseite des Berninapasses, bei Chur, am Tiergartenhügel zwischen Sargans und Flums, bei St. Georg Pfäfers, Haslital Hinterstock, auf dem Kirchtriegel, dem Burghügel von Lenk, am Tourbillon bei Sitten und bei Bex. Der Verfasser hat einen Strudeltopf mit Mahlsteinen am westlichen Ausgang des Löntschobels, westlich Riedern-Glarus entdeckt, als im Jahr 1942 eine Staublawine den verdeckenden Wald weggefegt hatte (Abb. 2). In jüngster Zeit soll eine alte Gletschermühle in der Nähe von Frauenfeld gefunden worden sein. Im Vorarlberg kamen bei der Absenkung des Lünensees im Jahre 1926 an der Bergseite der Felsschwelle zahlreiche tiefe Strudelöcher zum Vorschein, die nur dem Wasser in Verbindung mit Gletschern zugeschrieben werden können. Strudelöcher, die mit Gletschern im Zusammenhang stehen, sind wahrscheinlich weltweit verbreitet, nicht nur in Gebirgen, sondern auch auf flacheren Geländen, die zu den diluvialen Eiszeiten gletscherbedeckt waren. Sie könnten entstehen, wo verhältnismäßig klares Schmelzwasser aus subglazialen Klärbecken über Felsschwellen hinabsprudelte und in flachen Vertiefungen liegende Steine aus härterem Material zum Rollen und Scheuern brachte. Beim Rückzug der Gletscher wurden die Löcher samt ihren Rollsteinen mit Moränenschutt zugedeckt und sind unsern Blicken entzogen. Es bleibt dem Zufall anheimgestellt, ob sie verborgen bleiben oder an das Tageslicht kommen und dann als glaziale Gebilde erkannt werden.

Dr. R. Streiff-Becker

Ein Lockstoff für den Kartoffelkäfer

Wie G. Hesse, Freiburg, berichtete, ist ein Wirkstoff die Ursache der „Monophagie“ beim Kartoffelkäfer, also des Fressens nur eines einzigen ganz bestimmten Stoffes. Der Kartoffelkäfer nimmt außer den Blättern der gewöhnlichen Kartoffel (*Solanum tuberosum*) nur noch das Laub einiger weniger anderer Nachtschattengewächse (*Solanaceae*) als Nahrung an. Wurde aber pflanzliches Material, das sonst abgelehnt wird, mit Preßsäften oder Destillaten aus Kartoffelblättern behandelt, so wurde auch dieses fremdartige Futter vom Käfer angenommen. Aus dem Kartoffelblätterdestillat konnten nun Derivate — Abkömmlinge — des Acetaldehyds isoliert werden; dieser Aldehyd hat, wie ergänzende Versuche zeigten, in Konzentrationen von einem millionstel bis einem hundertmillionstel Gramm pro Liter eine ausgesprochene Lockwirkung in bezug auf den Kartoffelkäfer, während die nahe verwandten Verbindungen Formaldehyd, Propionaldehyd und Aceton völlig wirkungslos sind. Die Wildkartoffel *Solanum chacoense*, die vom Kartoffelkäfer nicht befressen wird, enthält keinen Acetaldehyd; nach Infiltration mit Wirkstofflösung werden jedoch auch ihre Blätter angenommen.

Pd.