

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 8 (1953)
Heft: 3

Artikel: Das werden der Gletscher : eine neue Hypothese über die Entstehung der Hochgebirgseisfelder
Autor: Warren, Charles R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653778>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DAS WERDEN des GLETSCHER

Eine neue Hypothese über die Entstehung der Hochgebirgseisfelder

Von Charles R. Warren

DK 551.311.121:551.793

In Chamberlain im Staat Süddakota, wo ich einige Zeit Glazialablagerungen studierte, zeigt das Thermometer an manchen Tagen 46°C im Schatten — so man in dieser baumlosen Wüste überhaupt einen Schatten findet. Wie konnten jemals hier, in dieser Hitze, Gletscher bestehen? Die großen Klimaumschwünge — von trockenheiß zu feuchtkalt —, über die uns die aus den aufeinanderfolgenden Gesteinslagen ablesbare Erdgeschichte Aufschluß gibt, gehören zu den verwirrendsten und widerspruchsvollsten Rätseln der Geologie. Es gibt viele — zu viele — Theorien, aber es ist bisher kaum möglich gewesen, eine von ihnen mit allen bekannten Tatsachen in Einklang zu bringen. Eine erst kürzlich entwickelte neue Theorie, die so schön und vollständig mit diesen Tatsachen übereinstimmt, daß sie meiner Ansicht nach weitgehend Aufnahme finden wird, soll hier erörtert werden.

Das Haupthindernis, an dem die Versuche zur Erklärung der Eiszeiten gewöhnlich scheitern, liegt in der Schwierigkeit, den Wechsel von warmen und kalten Perioden zu erklären. Viele solcher Hypothesen schreiben die Vergletscherung vornehmlich Schwankungen in der von der Sonne empfangenen Wärmemenge zu. Manche führen als Ursache dieser Schwankungen Stellungenänderungen der Erdachse und Abweichungen von der Bahn der Erde um die Sonne zurück. Diese Hypothesen krankten an der Tatsache, daß die Kälteperioden in unregelmäßigen Abständen wiederkehrten und offensichtlich jeweils die ganze Erde erfaßten und nicht Nord- und Südhalbkugel abwechselnd, wie die Theorie der Erdachsenverschiebung voraussetzen würde. Die Eiszeittheorien wiederum kommen über eine noch viel grundlegendere Tatsache zu Fall. Die meisten Hypothesen, die auf den vier Eiszeiten und Tauperioden während der vergangenen Jahrmillionen basieren, vermögen die langen warmen, gletscherfreien Epochen nicht zu erklären, die sich über Hunderte von Jahrmillionen erstreckten.

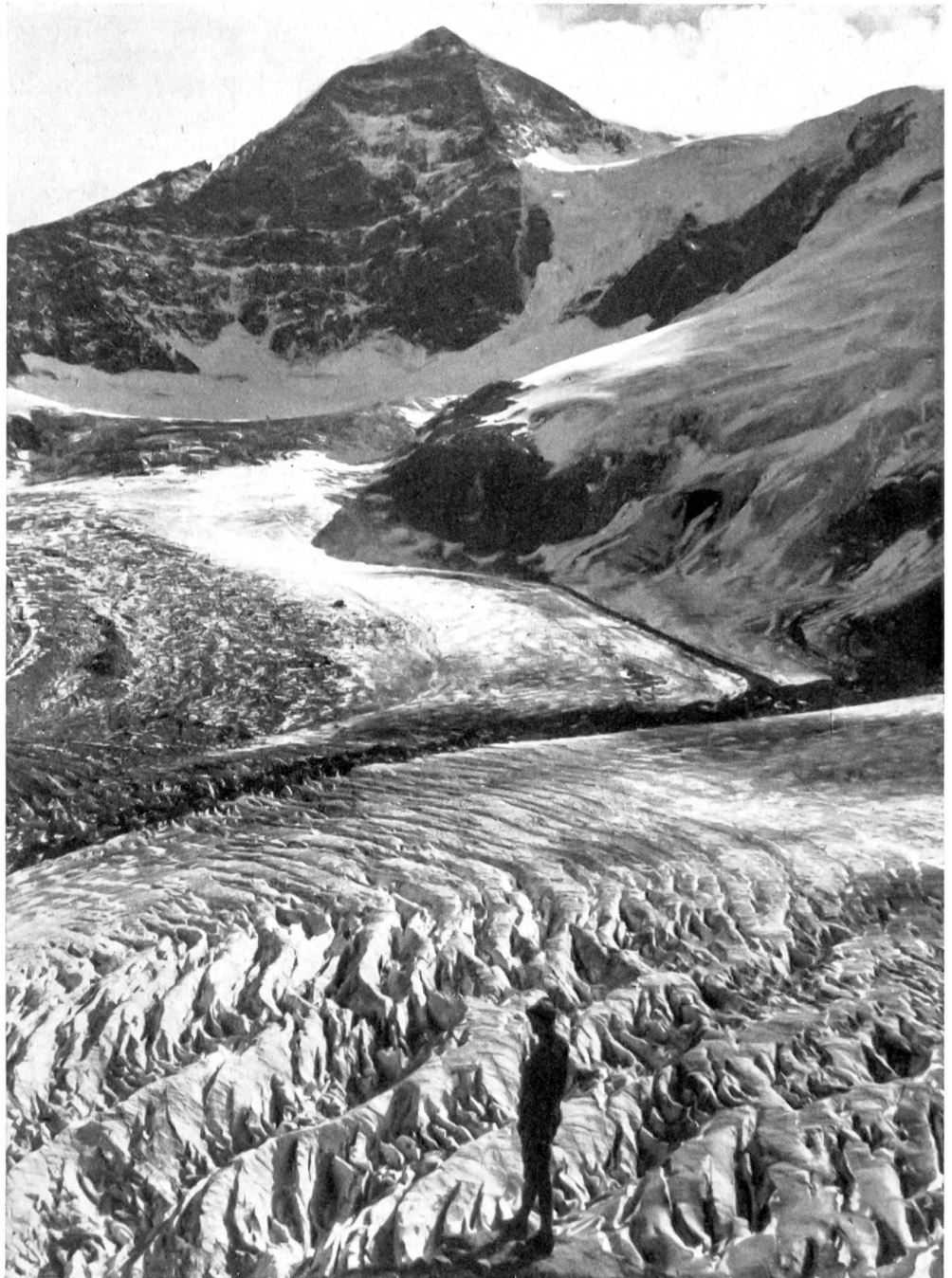
Während des größten Abschnittes der Erdgeschichte war das irdische Klima zu warm, als

daß eine Verbreitung von Gletschern möglich gewesen wäre. Die erste große Abkühlung, die wir in den geologischen Schichten nachweisen können, trat vor 800 Millionen Jahren ein. Auf sie folgte eine Periode von 200 bis 300 Jahrmillionen, während der die Temperaturen sich nicht änderten und keine größeren Eisfelder gebildet wurden. Im späten Präkambrium oder zu Beginn des Kambriums, vor wenig mehr als 500 Millionen Jahren, trat neuerlich eine Periode der Vergletscherung ein. Auch diese Gletscher verschwanden wieder und 300 Millionen Jahre hindurch herrschte ein so warmes Klima vor, daß nördlich der Hudson Bay Korallenriffe aufwuchsen. Dann, im Perm, vor 200 Millionen Jahren, kehrte das Eis zurück und wich neuerlich einer Periode der Erwärmung, die in Nord- und Süddakota Palmen und Krokodile gedeihen ließ. Darauf folgte, vor 1 Million Jahren, das Pleistozän, dessen Zyklus noch nicht abgeschlossen ist; wir befinden uns eben in der „Tauperiode“ seiner sechsten Vergletscherung. Natürlich wissen wir über das Pleistozän besser Bescheid als über die vorangegangenen Eiszeiten. Auf seinem Höhepunkt erstreckten sich Gletscher ohne Unterbrechung über ganz Nordamerika — nach Süden bis Kentucky —, ebenso über Skandinavien, die britischen Inseln, die Nord- und Ostsee und bis nach Deutschland und Rußland hinein. Eis bedeckte auch die Pampas von Südargentinien. Die Gletscher der Alpen, des Himalaya, der Rocky Mountains und der Bergwelt Neuseelands wiesen damals weit größere Ausmaße auf als heute und selbst in den Tropen reichte die Schneegrenze fast 1000 m tiefer herab als gegenwärtig.

Dies also ist die Geschichte: ein paar verhältnismäßig kurze Perioden der Gletschertätigkeit, getrennt durch lange Epochen tropischen Klimas für den überwiegenden Teil der Erde. Statt nach der Ursache der Eiszeiten zu fragen, sollten wir lieber am anderen Ende anfangen. Wir wären der Lösung der Frage, wie die Gletscher entstanden, einen großen Schritt näher, wenn wir erklären könnten, warum es wäh-

Sowohl in den Westalpen wie auch in den Ostalpen unterliegen die Gletscher großen Schwankungen und zeigen in jüngster Zeit einen starken Rückgang. Das Bild zeigt das Schlattenkees unterhalb der Kristallwand in der Venedigergruppe (Hohe Tauern)

(Photo: K. Weilguny)



rend des größten Teiles der geologischen Vergangenheit keine gab. Diesen Weg hat Richard Foster Flint, Professor für Geologie an der Yale-Universität, eingeschlagen und ist auf ihm zu der neuen Theorie gelangt.

Unter normalen Bedingungen und während des größten Zeitausschnittes verhindert die Erwärmung der Erde durch die Sonne eine Ausbreitung von Gletschern. Dies läßt vermuten, daß die Eisfelder durch drastische Veränderungen der Erde selbst entstehen. In der Geschichte unseres Planeten kam es verschiedene Male zur Entstehung gewaltiger Gebirge, deren jede bedeutende Veränderungen in seiner Geographie und den auf ihm herrschenden Lebensbedingungen zur Folge hatte. Während dieser allgemeinen Bodenerhebungen, die nicht mit lokalen Aufwölbungen von Gebirgen verwechselt werden dürfen, die sehr häufig vorkamen, war die Erde von einem konvulsivischen Schauer gepackt (wenn eine Bewegung, die Jahrtausende dauerte, so bezeichnet werden darf), und dort, wo zuvor seichte Meere gewesen waren, wucherten nun Berge auf. Flint weist darauf hin, daß Vergletscherungen immer genau zur selben Zeit eintraten, da solche gebirgsbildenden Konvulsionen stattfanden. Große Gebirge entstanden vor rund 700 Millionen Jahren, am Beginn und am Ende des Pläozoikums und schließlich während des Zeitraumes, in dem wir leben. Heute

ragen die Berge höher und sind zahlreicher als während des größten Teiles der geologischen Vergangenheit.

Es gibt also ohne Berge keine kontinentale Vereisung und es läßt sich leicht einsehen, warum das so ist. Hohe Gebirge wirken als Auffanggebiete für den Schnee und somit als Herde der Gletscherbildung. Die Eisfelder können sich nur dann über die Kontinente ausbreiten, wenn die Gebirgsbildung allgemein ist. Sobald die Kontinente höher werden, ist die Erwärmung der Polarregionen durch die Meeresströmungen, wie etwa den Golfstrom, weniger wirksam. Gleichzeitig setzen die Berge den Winden ein Hindernis entgegen, die

höheren Breiten werden daher abgekühlt, und die Eisfelder wachsen. Sie fließen von den Bergen herab und breiten sich zu ihren Füßen als Gletscher aus. Diese Eisbedeckung kann schließlich so ausgedehnt sein, daß sie durch Reflexion des Sonnenlichtes die Temperatur weiter zurückgehen läßt. Schneeflächen absorbieren nur 20% des auf sie fallenden Sonnenlichtes, das ist ein Viertel der Lichtmenge, die vom Gestein, von der Erde und von der Pflanzenbedeckung aufgenommen wird. In dem kälteren Klima, das auf diese Weise entsteht, wächst das Eis allmählich empor, bis es zuletzt eine eigene Höhenregion beherrscht und eine Niederschläge auffangende Schranke gegen die Winde bildet. Das Eis dehnt sich vor allem in westlicher Richtung aus, denn von dorthier kommen die schneeführenden Zyklone und eine kontinentale Vergletscherung ist im Gange. Dann, nachdem die Berge im Laufe der Zeit erodierten und sich abschliffen, kehrt das gewohnte warme Klima zurück, das nun wieder Hunderte von Jahrmillionen dauert — bis zur nächsten Konvulsion.

Die Hypothese der Gebirgsbildung allein könnte allerdings die häufigen Vorstöße und Rückzüge des Eises während der letzten Jahrmillionen schwerlich erklären. Wie wir sahen, gab es im Pleistozän vier Eiszeiten, getrennt durch lange Zwischenperioden mit bedeutend wärmerem Klima als wir heute haben: Zeitabschnitte, in denen, wie die geologischen Ergebnisse beweisen, das Eis aus Grönland und aus der Antarktis zurückwich und in Kanada Orangen wuchsen. Neben den vier Hauptglazialstufen sind jedoch noch Unterstufen — geringfügigere Vorstöße und Rückzüge des Eises — erkennbar. In Two Creeks in Nordostwisconsin beispielsweise ruhen in der Tiefe die Reste eines Waldes, der nach der letzten Eiszeit gewachsen war, bis die zurückkehrenden Eismassen sich über ihn hinwälzten. Vier solche Unterstufen von Vereisung und Auftauen ereigneten sich innerhalb der vierten Eiszeit.

Wie kann man sich diese Vorstöße und Rückzüge des Eises erklären? Kein Geologe würde der Annahme zustimmen, im Laufe der letzten Jahrmillionen hätten sich viermal Berge aufgetürmt, wie es die vier Substadien der Wisconsin-Gletscherperiode voraussetzen würden. Flint kombiniert die topographische Erhebung mit der Hypothese der fluktuierenden Sonnenschwankungen. Er nimmt an, daß während der ganzen geologischen Vergangenheit die Solar-konstante zu beiden Seiten eines Mittelwertes, der ungefähr den gegenwärtigen Verhältnissen

entspräche, unregelmäßigen Schwankungen unterworfen war. Im Einklang mit diesen fluktuierenden Wärmebindungen wuchsen oder schrumpften die Berggletscher, jedoch immer nur zu jenen Zeiten, da „allerorten Berge aufwucherten, deren Entstehung das Absinken der Temperatur begünstigte“. Vielleicht hat auch, wie Harry Wexler kürzlich in „Scientific American“ ausführte, der bei den Vulkanausbrüchen während der Gebirgsentstehung ausgeworfene Staub dazu beigetragen, die Erde abzukühlen. Innerhalb einer Vereisungsperiode könnten periodische Schwankungen der Sonnenwärme sehr gut die Rückzüge und Vorstöße des Eises verursacht haben, wie sie uns in den eiszeitlichen Stufen und Unterstufen begegnen.

Flints Hypothese scheint mir jedes Teilproblem, an dem andere Erklärungsversuche scheiterten, zu erklären. Sie besitzt nur eine einzige Schwäche, auf die Flint selbst hinweist: Wir haben keinen Beweis dafür, daß die Sonnenenergie tatsächlich so große Schwankungen aufweist, wie sie durch die Hypothese vorausgesetzt werden. Regelmäßige Messungen, die seit 1918 von der Smithsonian Institution vorgenommen wurden, haben jedoch ergeben, daß die Solar-„konstante“ während der vergangenen mehr als drei Jahrzehnte um ganze 3% von ihrem Durchschnittswert abwich. Es scheint daher durchaus möglich, daß sie über einen längeren Zeitraum Schwankungen von 10% aufweisen konnte. Nach Flints Berechnungen würde eine Verringerung der Solarkonstante um 10% im Zusammenwirken mit anderen Faktoren im gegenwärtigen Zeitpunkt eine neuerliche Vereisung bewirken. Andererseits würde eine Vermehrung der Sonnenwärme um 10% der Erde ein Klima von der Wärme vergangener Zwischen-eiszeiten verleihen.

Die Theorie der fluktuierenden Änderungen der Solarkonstante wird durch viele Erfahrungen über merkliche Klimaänderungen während postglazialer Perioden gestützt. Es wird allgemein angenommen, daß die Weltklimate heute im Durchschnitt um 2 bis 3° C wärmer sind als vor 500 Jahren. Im 14. Jahrhundert froh die Themsemündung bei London oftmals zu und über das Kattegatt, das heute stets eisfrei ist, fuhren schwere Ochsenkarren von Dänemark nach Schweden. Vor dieser Zeit war es jedoch auf der Erde wärmer gewesen.

Wesentlich stärkere und auffallendere Schwankungen gleich unregelmäßiger Natur können sehr wohl für die Stufen und Unterstufen der Eiszeiten verantwortlich sein.