
Es ist wahrscheinlich,
dass in Bayern ab
2030 nur noch wenige
Reste der ehemaligen
Gletscher zu finden
sein werden.



**Entwicklung der Gletscherflächen
am Höllentalferner**

- 2006 ist das mit Eis bedeckte Gebiet noch verhältnismäßig groß.
- 2018 ist die Gletscherzunge des Höllentalferners deutlich zurückgegangen.

Zukunft

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz untersuchten Glaziologen der BADW den Zustand der bayerischen Gletscher. Der **Zweite Bayerische Gletscherbericht** erklärt, warum Bayern schon bald eine Zukunft ohne Eis bevorsteht.

Von Christoph Mayer

ohne Eis

D

Die Alpengletscher sind Zeugen des Klimawandels. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts schmelzen sie fast ununterbrochen ab und zeigen eindrücklich, wie sich die klimatischen Bedingungen verändert haben. Die Klimaveränderung hat wiederum Einfluss auf Umwelt und Natur in den Bergen. Obwohl die Zusammenhänge offensichtlich scheinen, muss man nach ihrer Eindeutigkeit fragen: Ist das Abschmelzen eines Gletschers die direkte Folge einer Klimaveränderung? Bleibt der Zusammenhang zwischen Klima und Gletscherreaktion über die Zeit immer gleich? Sind die Reaktionen von Gletschern aus verschiedenen Alpenregionen vergleichbar?

Wie entstehen Gletscher?

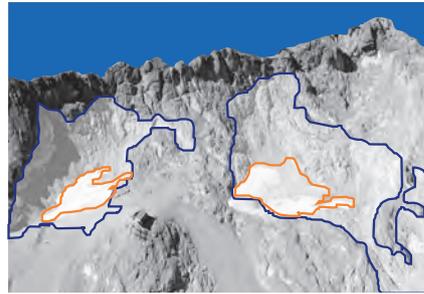
Dass Gletscher existieren, verdanken sie hauptsächlich Niederschlag in Form von Schnee. Bis Schnee in Gletschereis umgewandelt ist, dauert es mehrere Monate oder – in sehr kalten Regionen – sogar Jahre. Bei frischem Schnee liegen die Kristalle sehr locker nebeneinander, daher besteht eine Neuschneedecke bis zu 95 % aus Luft und hat eine geringe Dichte. Mit der Zeit wird der Schnee kompaktiert, und die Kristalle verändern sich: Der Restschnee nach der Schmelzperiode, der Firn, hat bereits eine deutlich höhere Dichte. Firn verwandelt sich durch Schmelzen und Wiedergefrieren schließlich in Gletschereis, das luftundurchlässig und kompakt ist. Es befindet sich fast ständig nahe des Schmelzpunktes und ist zwar langsam, aber gut verformbar. Daher kann sich Gletschereis auf geneigten Berghängen wie eine zähe Flüssigkeit Richtung Tal bewegen.

Faktoren der Gletscherschmelze

Als Ursache für die Gletscherschmelze wird häufig stark vereinfacht der Temperaturanstieg genannt, das ist allerdings so nicht korrekt. Die Temperatur ist ein guter Hinweis, aber nur eine Größe unter vielen: Unterschiedliche Mechanismen und Prozesse, die sich gegenseitig beeinflussen, sind für die Gletscherschmelze

Gletscherspalten
am Höllentalferner.





Entwicklung der Gletscherflächen am Südlichen Schneeferner

- 2006 ist der Gletscherrückgang am Südlichen Schneeferner bereits stark fortgeschritten.
- 2018 sind nur noch Eisreste vorhanden.

Der Südliche Schneeferner auf dem Zugspitzmassiv existiert fast nicht mehr.

verantwortlich. Die Anpassung des Gletschers kann je nach Größe, Lage und lokalen klimatischen Bedingungen zwischen wenigen Jahren und einigen Jahrzehnten betragen. Gletscher sind deshalb so gute Klimaindikatoren, weil an ihnen erst dann deutliche Veränderungen zu sehen sind, wenn sich der Trend der Witterungsänderung dauerhaft in eine Richtung bewegt.

Ein wichtiger Parameter für die Gletscherschmelze ist auch die Luftfeuchte. Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Zunahme des Wasserdampfs in der Luft eine wichtige Rolle für die Gletscherschmelze spielt. Der Wasserdampfgehalt ist sehr eng mit der Lufttemperatur gekoppelt, ist wegen vielseitiger Wechselwirkungen aber schwierig vorauszusagen. Allerdings führen vom Menschen erzeugte Treibhausgase zu einer Erhöhung der Temperatur und damit auch der absoluten Feuchte. Fest steht: Ab einer gewissen Luftfeuchte schmilzt Eis bei gleichbleibender Lufttemperatur deutlich stärker. Die dauerhafte Überschreitung dieses Kipp-Punktes wird die Schmelze der Gletscher beschleunigen und ihnen in weiten Teilen der Alpen ihre Existenzgrundlage entziehen. Neben der Luftfeuchte sind die Globalstrahlung, die Lufttemperatur, die Albedo (also das Rückstrahlungsvermögen), der Niederschlag, die Geländeform, aber auch die Eisbewegung des Gletschers und die Menge an Schuttbedeckung auf seiner Oberfläche wichtige Faktoren, die beeinflussen, ob Gletscher schmelzen oder anwachsen.

Gletscher in Bayern

Die geodätische Beobachtung der Alpengletscher reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück. Die erste kartographische Darstellung eines Gletschers in Bayern stammt vermutlich aus dem

Jahr 1774: Auf einem Kartenblatt ist der „Plattacher Ferner“ auf dem Zugspitzplatt vermerkt. Damals war er mit einer Fläche von etwa 300 ha der mit Abstand größte Gletscher in Bayern. Vergleicht man die Zahl mit der heutigen Gesamtfläche aller bayerischen Gletscher von etwa 45 ha, wird deutlich, wie stark die Eisbedeckung in den letzten 250 Jahren zurückgegangen ist. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts dehnten sich die bayerischen Gletscher maximal aus – wie in den meisten Gebieten der Alpen. Je nach Literaturquelle lag der Höhepunkt dieser Ausdehnung zwischen 1820 und 1856.

Seit dem Ende der Kleinen Eiszeit beobachtete man in den Alpen periodische Veränderungen des Klimas von je etwa 35 Jahren. Dabei wechselten sich Zeiten starken Eisverlusts mit Perioden geringfügiger Erholung ab. Das Verhalten der bayerischen Gletscher lässt sich insbesondere für die Zeit seit Mitte des 20. Jahrhunderts gut nachverfolgen, denn seitdem

Lage der fünf bayerischen Gletscher



Fotos: C. Mayer (2); Bayer. Umweltministerium; Graphik: Studio Umlaut

führt die Bayerische Akademie der Wissenschaften im Rahmen ihres Vorhabens „Erdmessung und Glaziologie“ mindestens im Abstand von zehn Jahren regelmäßige Untersuchungen durch. Auf Grundlage dieser Daten lässt sich die Entwicklung also über rund 70 Jahre verfolgen. Der letzte kurze Gletschervorstoß endete in Bayern um 1980. Seitdem verkleinerten sich die Gletscherflächen durchgängig – ein Trend, der sich bis heute fortsetzt.

Zweiter Bayerischer Gletscherbericht

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz haben Forscherinnen und Forscher der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 2018 die Gletscher neu vermessen und mit diesen Daten den Zweiten Bayerischen Gletscherbericht erstellt. Gegenüber dem ersten Bericht von 2012 haben die bayerischen Gletscher deutlich an Masse und Ausdehnung verloren: Ihre Gesamtfläche beträgt derzeit knapp 0,45 ha im Vergleich zu 70,4 ha im Jahr 2009/2010. Das entspricht einem Flächenverlust von 37 % oder ungefähr 36 Fußballfeldern.

Derzeit gibt es in Bayern noch fünf Gletscher: den Nördlichen und Südlichen Schneeferner sowie den Höllentalferner auf dem Zugspitzmassiv, den Watzmangletscher unterhalb der Watzmannmittelspitze und das Blaueis im Kar nördlich des Hochalters in den Berchtesgadener Alpen. Ein Akkumulationsgebiet, also eine Fläche, auf der ein Gletscher Masse ansammelt, können die bayerischen Gletscher schon lange nicht mehr regelmäßig ausbilden. Der Grund dafür ist nicht etwa fehlender Winterschnee: Der Deutsche Wetterdienst

meldet auf dem Zugspitzblatt zum Ende des Winters regelmäßig Schneehöhen von fünf Metern und mehr. Es ist vielmehr der durchschnittliche Sommer, der selbst auf der Zugspitze in fast 3.000 m Höhe für Witterungsverhältnisse sorgt, die den Winterschnee in etwas mehr als einem Monat abschmelzen lassen. Bis zum Herbst sind dann auch die Eisreserven unter der Schneeschicht betroffen. Der Zweite Bayerische Gletscherbericht schildert eindrücklich, wie sich die Gletscher Bayerns in den letzten Jahren verändert haben. Dennoch verläuft die Entwicklung nicht bei allen fünf Gletschern identisch. Gerade die Geländeform und die Lage spielen eine Rolle. So liegt etwa der Höllentalferner in einer tiefen Senke nördlich des Zugspitzgipfels. Er ist an mehreren Seiten von hohen Felswänden eingegrahmt, die ihn die meiste Zeit beschatten. Lawinenabgänge aus der Felsumrahmung verursachen zudem einen wesentlichen Teil der Akkumulation im oberen Teil des Gletschers. Der Watzmangletscher hingegen ist in großen Teilen von Schutt bedeckt. Seine Fläche verändert sich daher nur wenig, der Eisverlust zeigt sich hauptsächlich, indem die Oberfläche langsam absinkt. Der Südliche Schneeferner – im 19. Jahrhundert noch der größte bayerische Gletscher – existiert heute fast nicht mehr. Er liegt nicht in einer geschützten Mulde, und das Gletschereis war dünner und schmolz rascher als etwa am benachbarten Nördlichen Schneeferner. Generell gilt: Nur aufgrund ihrer lokalen Besonderheiten teilen die bayerischen Gletscher derzeit noch nicht das Schicksal einiger bereits komplett abgeschmolzener Eisfelder am Nordrand der Alpen, etwa im Karwendelgebirge oder in den Lechtaler Alpen.

Der Nördliche Schneeferner im September 2016 von der Bergstation der Zugspitzbahn aus.



Entwicklung der Gletscherflächen am Nördlichen Schneeferner

- 2006 reicht die Eisbedeckung noch fast durchgehend bis ins Zentrum Sonnalpin.
- 2018 hat der Gletscher große Flächen eingebüßt.



Zweiter Bayerischer Gletscherbericht

Hg. von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Autoren: Christoph Mayer, Wilfried Hagg, Markus Weber, Astrid Lambrecht, München 2021, 50 S. Druckexemplar bestellen unter: presse@badw.de, E-Paper lesen: www.badw.de

Um den Winterschnee zu messen, muss ein Schneeschicht ausgehoben werden.



Blick über die Grenze: Die Gletscher im Alpenraum

Der Klimawandel setzt den Gletschern im Alpenraum in allen Höhenlagen zu. Die Auswirkungen sind aber je nach Gletschergöße und -lage erst mit zeitlicher Verzögerung zu sehen. Zugleich gibt es große regionale Unterschiede, was den Gletscherrückgang angeht. Dabei ist die Ausgangslage zu Beginn der starken Klimaveränderungen von entscheidender Bedeutung, insbesondere die Höhenlage und die Akkumulationsbedingungen am jeweiligen Gletscher. Mittlerweile sind aber auch die hohen, weit über 4.000 m aufragenden Gletscher von den Klimaveränderungen betroffen, da es hier in den Sommermonaten oft wärmer wird als 0° C.

In stark vergletscherten Gebieten hängt die Lufttemperatur wesentlich mit den dort verbliebenen Gletscherflächen zusammen. Die mit Eis bedeckten Gebiete sind aktuell in den Walliser Alpen (Gornergletscher, Matterhorn), den Berner Alpen (Eiger, Aletschgletscher) und der Montblanc-Region noch relativ groß. Da Gletscher eine kühlende Wirkung auf bodennahe Schichten der Atmosphäre haben, ist es gerade in diesen Regionen deutlich kälter als in weniger vergletscherten Gebieten. Mit dem Abschmelzen der Gletscher werden sich diese Temperaturunterschiede jedoch auflösen – und wenn die Temperatur in den heute noch stark vergletscherten Gebieten ansteigt, wird sich der Klimawandel auch dort immer stärker auswirken.

Wann genau werden die bayerischen Alpen eisfrei sein? Der Bericht stellt auch Modellergebnisse zur Zukunft der bayerischen Gletscher vor. Auf Basis der bisherigen Messungen und Prognosen erscheint es sehr wahrscheinlich, dass in Bayern im nächsten Jahrzehnt die meisten verbliebenen Gletscherreste verschwinden werden. Ob die Alpengletscher in Europa generell noch eine Zukunft haben, hängt in erster Linie davon ab, ob es gelingt, die Emission von Treibhausgasen stark zu reduzieren oder gar zu stoppen. Selbst dann wird allerdings ein Großteil der Eisreserven in den Alpen verschwinden. Für die fünf bayerischen Gletscher kommen solche Maßnahmen in jedem Fall zu spät.

Dr. Christoph Mayer

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „Erdmessung und Glaziologie“ der BAfW. Er untersucht die Veränderungen der Schneeakkumulation auf Gletschern und den Einfluss von Schuttbedeckung auf die Eisschmelze, v. a. in den Alpen, Hochasien und den Polargebieten.

Die Arbeit der BAfW-Glaziologen stellt ein neuer Film in der Mediathek vor: www.badw.de/mediathek

