

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher

1. Typisierung von Gletschern

Eine gängige Einteilung aller Gletscher ist die nach ihrer Beziehung zum darunter liegenden Relief¹. Unterschieden werden dabei Deckgletscher und Gebirgs-gletscher (Abb. 1).

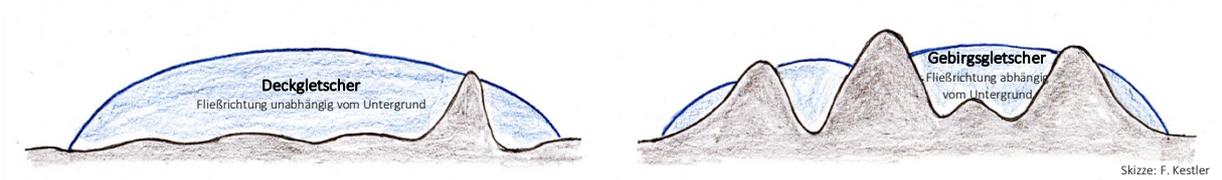


Abb. 1: Profile von Deckgletscher und Gebirgs-gletscher im Vergleich. Auch aus einem Deckgletscher (Eischild, Inlandeis) können einzelne Gebirgsgipfel aus dem Eis herausragen, sog. „Nunatakker“ (grönl. für „Land im Eis“).

Deckgletscher überdecken den Untergrund fast vollständig, so dass die Fließrichtung des Eises nur durch die Neigung der Eisoberfläche gesteuert wird. Eisschilde von kontinentalem Ausmaß, sogenannte Inlandeise gehören zu den Deckgletschern. Während der pleistozänen Kaltzeiten war Nordeuropa vom skandinavischen Inlandeis bedeckt. Weltweit existieren heute nur noch die Inlandeise Grönlands (1,7 Mio. km²) und der Antarktis (1,7 Mio. km²), die 95 % der auf der Erde vorkommenden Gletscher umfassen. Auch Eiskappen, Vorlandgletscher und Plateaugletscher gehören zu den Deckgletschern.

Gebirgs-gletscher in Hochgebirgen enthalten nur weniger als 1 % der globalen Eisvorräte. Sie bestehen hauptsächlich aus Kar- und Talgletschern. *Kargletscher* sind auf Kare beschränkt. Dies sind „lehnessesselförmige“ Hangmulden mit abgeflachtem Boden. Der durch Gletschereis übertiefte Karboden steigt nach vorne zur Karschwelle hin an. Kare befinden sich meist am oberen Talende (Abb. 2).



Abb. 2: Kargletscher Vedretta del Lupo in den Bergamasker Alpen (Norditalien)²

Das Kar ist die Ursprungsstelle eines Gletschers. Sobald ein Gebirge vergletschert, entstehen zuerst die Kargletscher und sie sind die letzten, die bleiben, bevor das Gebirge wieder eisfrei wird.

¹ Daneben ist eine Typisierung nach der Ernährungsweise eines Gletschers oder eine thermische Typisierung nach dem Temperaturprofil von Gletschereis (z.B. kalter oder warmer/ temperierter Gletscher) gebräuchlich.

² Mit freundlicher Genehmigung von Wilfried Hagg. Aus Hagg, Wilfried (2020): Gletscherkunde und Glazialgeomorphologie. Springer Spektrum-Verlag. Berlin. S. 76.

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher



Abb. 3: Die „Schleifspuren“ am Eis des Briksdalsbreen (Norwegen) lassen die Fließbewegung erahnen.

Gletschereis verhält sich unter Druck plastisch. Wenn Eis eine Mindestmächtigkeit von 60 m erreicht hat, beginnt es zu fließen (Abb. 3). Die Eisbewegung erfolgt hauptsächlich durch Deformationsfließen, unter bestimmten Umständen ergänzt durch basales Gleiten und Deformation des Untergrunds³.

Durch Eiszuwachs kann ein Kargletscher die Karschwelle überwinden und ins Tal abfließen, so dass ein *Talgletscher* entsteht, dessen Eisbewegung durch das darunter liegende Relief gesteuert wird. Talgletscher füllen ein Tal nicht bis zu den oberen Talrändern, wodurch die Bewegungsrichtung des Eisstromes vom Talverlauf bestimmt wird (Abb. 4).

Vorlandgletscher entstehen, sobald das Gletschereis der Talgletscher das einengende Relief des Hochgebirges verlässt. Im flachwelligen Vorland wird das Eis nicht mehr von Talflanken eingengt und breitet sich deshalb fladenförmig aus⁴.



Abb. 4: Grosser Aletschgletscher - größter Talgletscher der Alpen mit markanten Mittelmoränen. Aufnahme vom Eggishorn, Oktober 2015⁵

Werden die Talgletscher schließlich so mächtig, dass das Eis über Pässe hinweg mit dem Eisstrom von Nachbartälern verbunden wird, spricht man von einem *Eisstromnetz* (Abb. 5 und Abb. 6/ S. 3).



Abb. 5: Eisstromnetz am Westende des Inlandeises von Grönland

³ Die Fließgeschwindigkeit von Gletschern beträgt meist wenige Meter bis einige Zehner von Metern im Jahr.

⁴ Vorlandgletscher werden auch Piedmontgletscher (frz. „pied“, Fuß und „mont“, Berg) genannt. Die pleistozänen Vorlandgletscher in Süddeutschland wurden vom Eisstromnetz aus den Alpen gespeist und sind damit einerseits Teil dieses Systems aus Gebirgsgletschern, andererseits bedeckten Vorlandgletscher das flachwellige Gebirgsvorland vollständig und können dort auch zu den Deckgletschern gezählt werden.

⁵ Mit freundlicher Genehmigung von Jürg Alean, <http://swisseduc.ch/>.

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher



Abb. 6: Im Hochwürm vor rund 20.000 Jahren waren die Zentral- und Westalpen von einem Eisstromnetz bedeckt, dessen Oberkante bei mindestens 2.500 m ü NN lag. Es ragten nur noch isolierte hohe Bergkämme und Berggipfel als „Nunatakker“ heraus.

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher

2. Der Isar-Loisach-Gletscher als Vorlandgletscher im Hochwürm

Am Alpennordrand sind die Gletscher einige zehner Kilometer ins süddeutsche Alpenvorland vorgestoßen, am Alpensüdrand in Italien dagegen sind die Gletscher im Fußbereich des Gebirges stecken geblieben⁶. Die Ursache dafür ist, dass auf der Alpensüdseite die Schneegrenze ca. 200 m höher liegt als auf der Alpennordseite und das italienische Alpenvorland mit 100 m ü NN deutlich niedriger liegt als das nördliche Alpenvorland mit etwa 500 m ü NN.

Die Stellen, an denen die Talgletscher das seitlich einengende Relief eines Gebirges verlassen, nennt man „Alpentore“⁷. Danach kann sich das Gletschereis im Vorland ungehindert in alle Richtungen lappenartig ausbreiten. Aus diesem Grunde werden einzelne Zungen der Vorlandgletscher oft auch als Lobus⁸ bezeichnet, wie etwa der Tölzer Lobus.

Benachbarte Vorlandgletscher können sich verbinden. So entstand aus der Vereinigung der Loben von Tölz, Wolfratshausen, Starnberg und Ammersee der Isar-Loisach-(Vorland-)Gletscher. Er wurde mit Eis aus dem Wetterstein- und Karwendelgebirge versorgt, erhielt aber auch große Eismassen aus dem Inntal. Diese flossen über Gebirgspässe wie Seefeldler Sattel oder Achensee ins benachbarte Isartal. Dieser als „Transfluenz“ bezeichnete Vorgang ereignet sich besonders häufig bei Eisstromnetzen. Durch diesen zusätzlichen Eiszustrom wurde der Isar-Loisach-Vorlandgletscher viel größer, als es bei den relativ kleinen Einzugsgebieten des Ammer-, Loisach- und Isartales zu erwarten gewesen wäre (Abb. 7).

Der Tölzer Lobus wurde vorwiegend durch den Eisstrom aus dem Lenggrieser Isartal genährt. Nach dem Austritt aus dem Alpentor bei Bad Tölz betrug die Eismächtigkeit etwa 450 m. Durch die flächenhafte Ausbreitung im Vorland nahm die Mächtigkeit schnell auf 200 - 300 m am Kirchsee und auf 8 m am Gletschertor Thann ab.

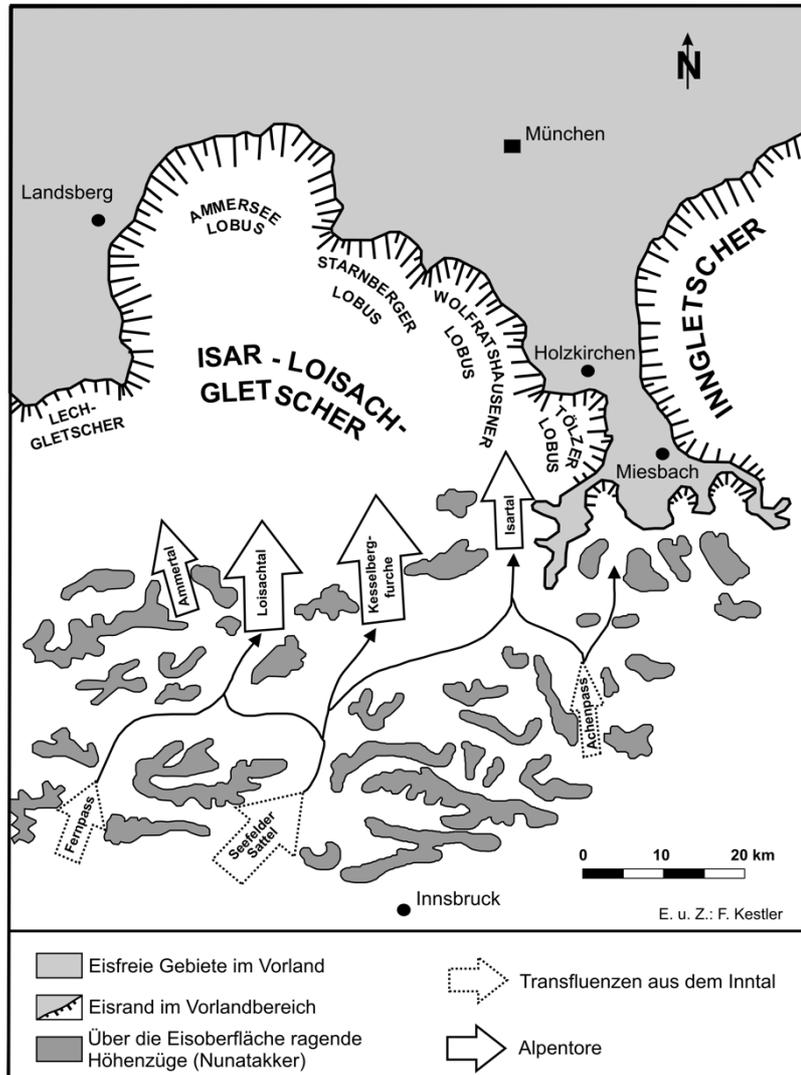


Abb. 7: Die Teilloben des Isar-Loisach-Gletschers während des Würm-Maximums. Eingezeichnet sind auch die wichtigsten Alpentore sowie die bedeutendsten Transfluenzen aus dem Inntal.

⁶ Die einzige Ausnahme war der Gardasee-Gletscher, der bis in die Poebene vorgestoßen ist (vgl. Abb. 6 auf der vorherigen Seite).

⁷ Die Alpentore befinden sich also dort, wo die Täler ins Vorland „münden“.

⁸ Lobus (von lat. lobus, griech. lobós = (Ohr)läppchen) bedeutet in diesem Zusammenhang Lappen oder Gletscherlappen, also eine sehr breite und flache Gletscherzunge.

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher

3. Abschmelzen der Gletscher

Betrachtet man die Massenbilanz eines Gletschers, so unterscheidet man das höherliegende Nährgebiet vom darunter liegenden Zehrgebiet. Im Nährgebiet⁹ überwiegt die Akkumulation, also der Massengewinn von Eis durch Schneefall, Firn und Eisbildung. Im Zehrgebiet überwiegt die Ablation, das ist der Massenverlust von Eis durch Abschmelzen und Sublimation¹⁰. Beide Gebiete sind durch die Gleichgewichtslinie (auch Firnlinie oder lokale Schneegrenze) voneinander getrennt, an der sich Akkumulation und Ablation die Waage halten (Abb. 8).

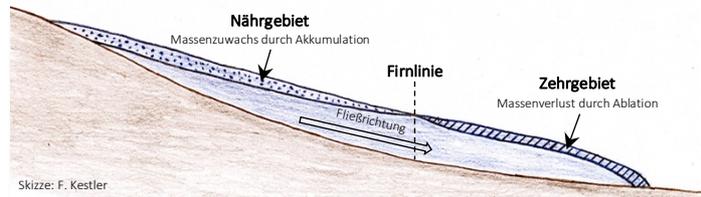


Abb. 8: Massenhaushalt (Nähr- und Zehrgebiet) eines Gletschers im Profil.

Im Vorland lagen die Zungen eiszeitlicher Gletscherloben unterhalb der Schneegrenze und damit im Zehrgebiet des Gletschers. Die Gebirgsgletscher oberhalb der Schneegrenze waren das Nährgebiet. Die Abschmelzverluste der Vorlandgletscher konnten durch nachfließendes Eis vom Gebirgsgletscher ausgeglichen werden. Der Gletscherrückzug begann, sobald die Abschmelzverluste nicht mehr durch Eisnachschub aus dem Nährgebiet ausgeglichen wurden.

Nach ihrer maximalen Ausdehnung vor 20.000 Jahren im Hochwürm waren vor 15.000 Jahren die würmzeitlichen Vorlandgletscher bis an den Alpenrand abgeschmolzen, so dass das gesamte süddeutsche Alpenvorland eisfrei war. Dies gilt als Beginn des Spätglazials (Abb. 9).



Abb. 9: Der Übergang vom Hochwürm zum Spätwürm (Spätglazial) vor rund 15.000 Jahren. Das Alpenvorland ist eisfrei und von einer Tundravegetation bedeckt. Rosenheimer, Tölzer und Wolfratshausener See sind mittlerweile verlandet.

⁹ Das Nährgebiet umfasst 70 bis 90 % des gesamten Gletscherareals.

¹⁰ Sublimation ist der direkte Übergang von festem Eis zu gasförmigem Wasserdampf, während beim Schmelzen festes Eis in flüssiges Wasser umgewandelt wird.

S12 Gebirgs- und Vorlandgletscher

4. Blick vom Standort aus

Richtung Süden geht der Blick zu den Alpen. Deren Gebirgsgletscher speisten in der Eiszeit die Vorlandgletscher, die unsere heutige Landschaft prägen. So zeigt der Blick nach Süden die eiszeitliche Moränenlandschaft und im Hintergrund den Alpenrand (Abb. 10).



Fotos: Franz Kestler und Erwin Kammerer. Bearbeitung: Erwin Kammerer und Vera Falck

Abb. 10: *Bild oben:* Im Hintergrund das Alpenpanorama vom Sonnwendjoch bis zum Hirschberg. Im Vordergrund die flachwellige Altmoränenlandschaft. Etwas links von der Bildmitte liegt Thann.

Bild unten: Im Hintergrund das Alpenpanorama vom Hirschberg bis zur Benediktenwand und Zugspitze. Im Vordergrund die flachwellige Altmoränenlandschaft mit den im Süden anschließenden Jungmoränen, am deutlichsten erkennbar durch den unbewaldeten würrzeitlichen Endmoränenwall zwischen Sufferloh und Kleinhartpenning. Zwischen Rechelkopf und Brauneck erkennt man vor dem Karwendelgebirge den Einschnitt des Alpentores bei Bad Tölz, wo das Isartal ins Alpenvorland mündet. Der dort ausfließende Eisstrom versorgte den Tölzer Lobus.

Das Ende der Würm-Kaltzeit ist durch einen steilen Temperaturanstieg vor 11.500 Jahren gekennzeichnet. Etwa 1.500 Jahre später, also vor 10.000 Jahren war das Alpenvorland aufgrund der warmzeitlichen Klimaverhältnisse wieder vollständig bewaldet. Der Wald ist mittlerweile zu großen Teilen für Siedlungen und Landwirtschaft gerodet. Von den Gletschern sind nur noch Reste in den höheren Lagen der Alpen übrig.

Stand: Mai 2023
Franz Kestler und Erwin Kammerer