

Wie ernährt sich ein Gletscher?

Durch Schneefall, durch eingewehten Schnee und durch Lawinnenniedergänge gewinnt ein Gletscher an Masse. Gletscher verlieren aber auch an Masse, nämlich durch Abschmelzen, durch Sublimation oder durch kalben (Abbrechen von Eisteilen).

Die Fläche eines Gletschers kann in ein höher gelegenes Akkumulations- und in ein tiefer gelegenes Ablationsgebiet eingeteilt werden. Im Akkumulationsgebiet ist die Massenbilanz immer positiv und im Ablationsgebiet negativ. Zwischen dem Akkumulationsgebiet und dem Ablationsgebiet liegt die sogenannte Gleichgewichtslinie (GWL), wo sich Massengewinn und Massenverlust die Waage halten. Die GWL bildet gut erkennbar die Grenzlinie zwischen dem Schnee vom letzten Winter (meist deutlich heller erscheinend) im oberen Teil, und den ausgeaperten und durch eingewehte Schmutzpartikel dunkler gefärbten Gletscherteilen weiter unten. Die GWL ist also ungefähr die klimatische Schneegrenze. Als Schneegrenze bezeichnet man jene Höhenlage, oberhalb derer gefallener Schnee ganzjährig in ebener, unbeschatteter Lage liegen bleibt. Die Höhe der Schneegrenze ist abhängig von der Lufttemperatur und vom Niederschlag.

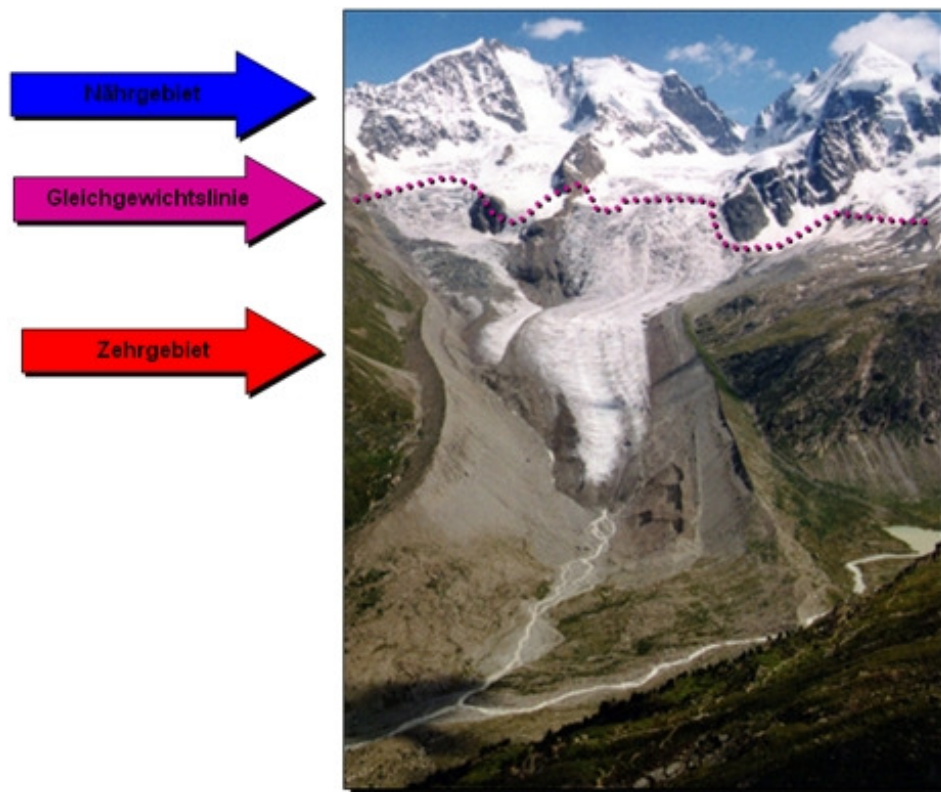


Abbildung: Die Höhe der Schneegrenze im Sommer entspricht ungefähr der Gleichgewichtslinie.

Quelle: unbekannt

Durch das Eisfließen findet kontinuierlich eine Umlagerung von Eismassen vom Akkumulationsgebiet zum Ablationsgebiet statt. Für die Gesamtbilanz am Ende des Haushaltsjahres (i.d.R. von Anfang Oktober bis Ende September) ist entscheidend, ob gesamthaft betrachtet die Akkumulation oder die Ablation überwogen hat. Dies entscheidet schlussendlich auch darüber, ob der Gletscher vorstösst oder schwindet. Feldmessungen durch Glaziologen haben ergeben, dass ein Gletscher dann im Gleichgewicht ist, wenn das Nährgebiet etwas doppelt so gross ist wie das Zehrgebiet. Ist das Nährgebiet grösser, dann hat der Gletscher ein Massengewinn, und umgekehrt.

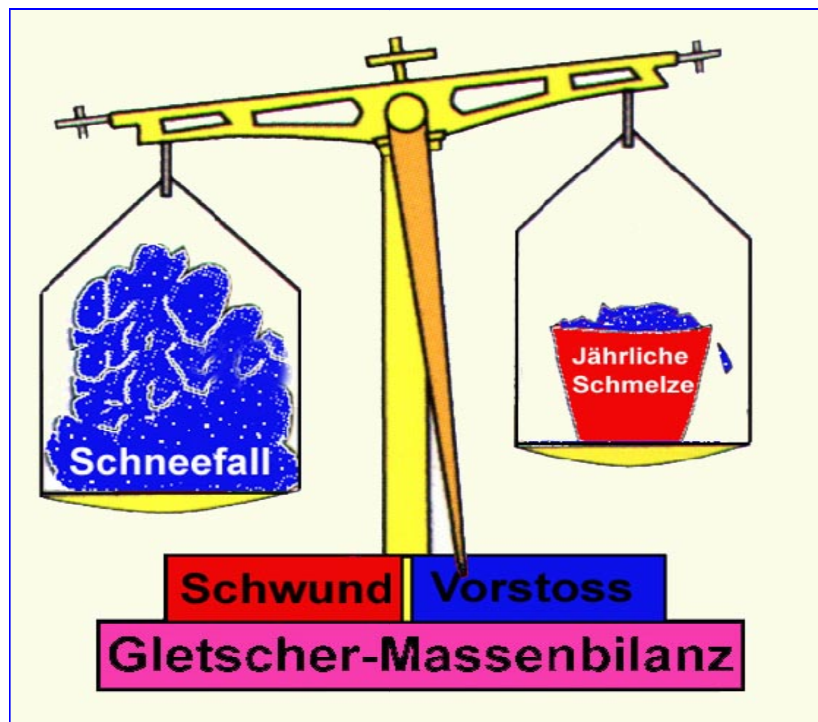


Abbildung: Verschiedene Faktoren wie Schneefall oder Eisschmelze entscheiden darüber, ob ein Gletscher am Ende des Haushaltsjahres eine positive oder negative Massenbilanz hat, bzw. ob er vorstösst oder schwindet.

Quelle: Max Maisch

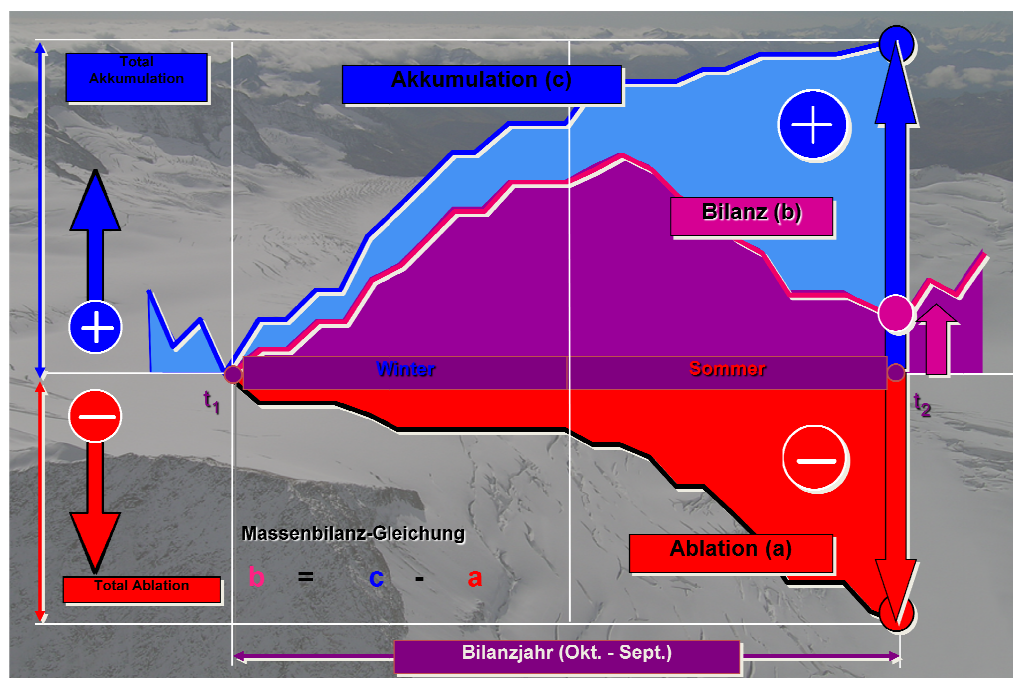


Abbildung: Beispiel einer Massenbilanzberechnung. Akkumulation und Ablation wurden jeweils aufsummiert. Am Ende des Haushaltsjahres ist die Bilanz positiv.

Quelle: Max Maisch

Gletscher in Bewegung

Die Eismassen fließen durch die Schwerkraft talwärts. Im Längsprofil weisen die Richtungen der Eisflusslinien im Akkumulationsgebiet in den Gletscher hinein, an der GWL fließt das Eis relativ Oberflächenparallel, und im Ablationsgebiet treten die Eisflusslinien aus dem Eis heraus. Je weiter oben akkumulierter Schnee oder auch Gegenstände in den Gletscher eingearbeitet werden, desto weiter unten kommt das Material also wieder zum Vorschein! Die Verweilzeit im Eis beträgt in den Alpen zwischen 100 und 1'000 Jahren, und bei Eisschilden 100'000 bis 1 Mio. Jahre.

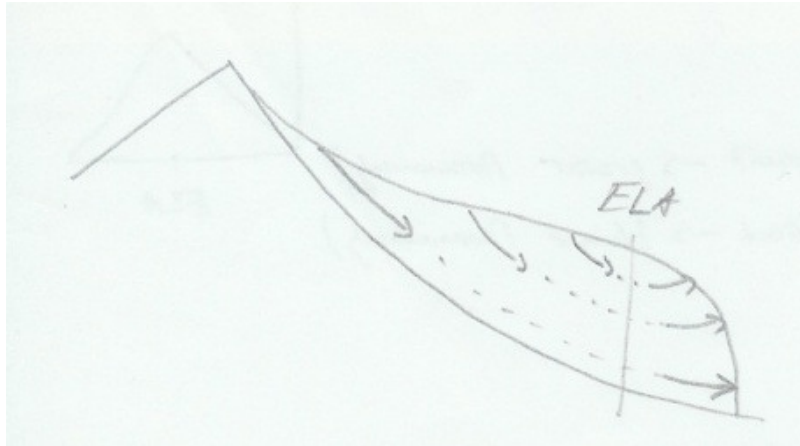


Abbildung: Gletscherfliessen im Längsprofil.

Grafik: Chris Nussbaumer

Aus der Vogelperspektive betrachtet lässt sich ein konvergentes Fließen des Eises im Akkumulationsgebiet und ein divergentes Fließverhalten im Ablationsgebiet beobachten.

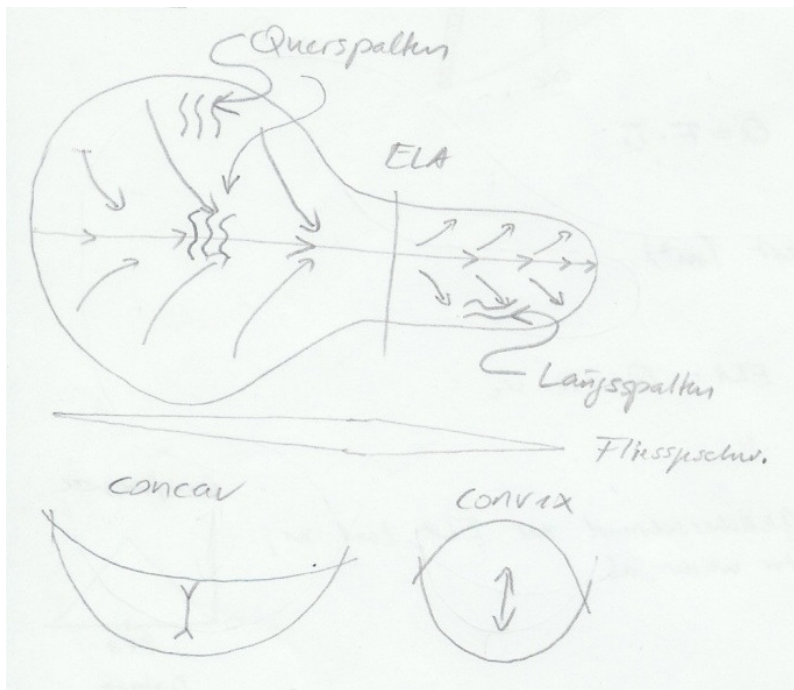


Abbildung: Gletscherfliessen aus der Vogelperspektive.

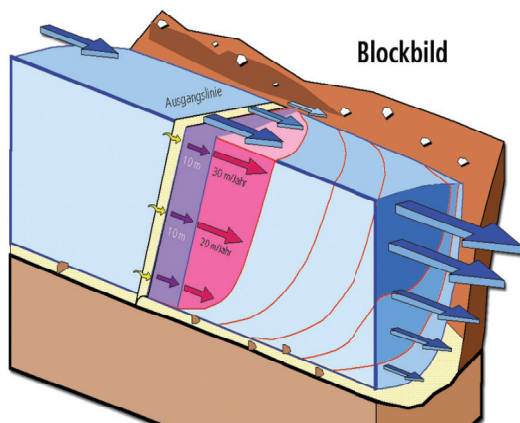
Grafik: Chris Nussbaumer

Die Fließgeschwindigkeiten innerhalb eines Gletschers sind grundsätzlich umso grösser, ...

- je steiler das Gefälle ist
- je dicker der Gletscher ist
- je wärmer die Temperaturen sind (im Sommer fließt der Gletscher schneller als im Winter)
- je weiter an der Oberfläche sich das Eis befindet
- je weiter sich das Eis von oben betrachtet in der Mitte des Eisstromes befindet (am Rand wird das Eis durch Reibung an den Talhängen gebremst)
- je näher das Eis im Bereich der Gleichgewichtslinie ist (Die Fließgeschwindigkeit sowie die Durchflussmasse nehmen vom Gletscherschlund zur GWL kontinuierlich zu (Verengung des Gletscherquerschnitts), und von dort bis zum Gletschertor wieder ab.)

Die an der Gletscheroberfläche messbaren Fließgeschwindigkeiten und Fließbeträge setzen sich grundsätzlich aus drei sich addierenden Komponenten zusammen:

- interne Deformation (innere Verformung der Eiskristalle)
- basales Gleiten (Fließen / Kriechen am Untergrund)
- Verformung des Moränenschuttes am Gletscherbett



$$U(s) = U(b) + U(d) + U(m)$$

$U(s)$ = Gletscherfließen an der Eisoberfläche

$U(b)$ = Basales Gleiten

$U(d)$ = Eisdeformation

$U(m)$ = Verformung des Moränenschuttes am Gletscherbett

Abbildung: Darstellung zu den verschiedenen Komponenten der Gletscherbewegung.

Grafik: Max Maisch

Das basale Gleiten ist primär abhängig von der Eigenschaft des Gletscherbettes (blanker Fels hat geringere Reibung als eine raue Gesteinsoberfläche) und dem Wassergehalt an der Grenzschicht Gletschereis / Untergrund (viel Wasser wie z.B. im Sommer reduziert die Reibung am Gletscherbett).

Die innere Verformungsrate des Eises ist abhängig von der Tiefe unter der Eisoberfläche, den physikalischen Eigenschaften des Eises (warmes, wasserhaltiges Eis ist besser verformbar als kaltes, sprödes Eis), der Eisdicke (je dicker der Gletscher, desto mehr verformt er sich) und dem Gefälle des Gletscherbettes (je steiler, desto grössere Geschwindigkeit).

Quelle: Themenheft Gletscher von Max Maisch

Typische jährliche Fliessgeschwindigkeiten von Gletschern pro Jahr:

- Alpenglescher bewegen sich bis zu 150 Meter pro Jahr
- Gletscher im Himalaya fliessen mit bis zu 1500 Meter pro Jahr (also bis zu 4m pro Tag)
- die Auslassgletscher Grönlands fliessen bis zu 10'000 Meter pro Jahr (also bis zu 30m pro Tag)
- ohne auf Details einzugehen: Es gibt sogenannten Surge-Gletscher, welche bis 100m pro Tag zurücklegen können.

Quelle: Wikipedia → Gletscher