

5 SCHNEE UND EIS

5.1 ENTSTEHUNG VON GLETSCHEREIS

Aufgabe 1: Lesen Sie den untenstehenden Text und ergänzen Sie die Abbildung 1 & Abbildung 2 mit den entsprechenden Fachbegriffen und Angaben aus dem Text. Tragen Sie in Abbildung 1 die Fachbegriffe in die senkrechten und die Prozentangaben in die waagerechten Kästchen ein.

Frisch gefallener Schnee ist eine pulverartige Masse aus locker gepackten Schneeflocken. Diesen Schnee nennt man Neuschnee. 90 % des Volumens bei Neuschnee ist Luft. Wenn die kleinen zerbrechlichen Eiskristalle am Boden altern, kommt es zur Bildung gleichkörniger Aggregate, und die Masse der Schneeflocken geht durch Kompaktion in eine etwas dichtere körnige Form des Schnees über. Wenn ständig neuer Schnee fällt und den älteren überdeckt, verdichtet sich der körnige Schnee weiter zu einer noch kompakteren Form, die als Firnschnee bezeichnet wird und noch ca. 50 % Luft enthält. Die weitere Überdeckung und Alterung führt dann zu Firneis (20 – 30 % Luft) und schliesslich zu festem Gletschereis, da selbst die kleinsten Körner rekristallisieren und dadurch alle anderen miteinander verkitten.

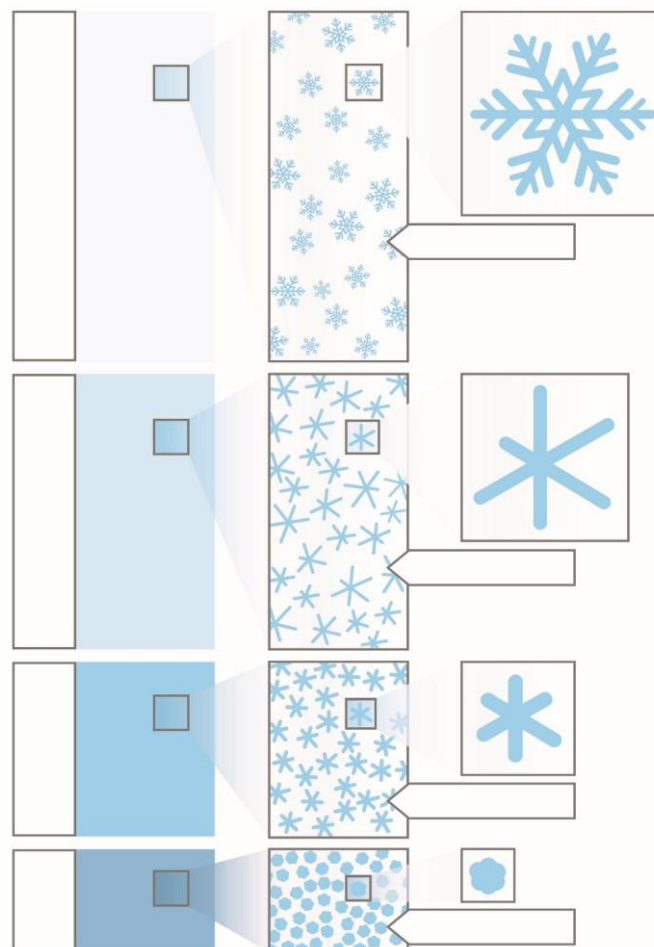


Abbildung 1 Von Schnee zu Eis, eigene Darstellung MINT-Lernzentrum

Der gesamte Umwandlungsprozess kann in den niederen Breiten innerhalb weniger Jahre erfolgen, obwohl 10 bis 20 Jahre weitaus wahrscheinlicher sind. In den extrem kalten Regionen der zentralen Antarktis sind für diesen Vorgang einige tausend Jahre erforderlich. Ein typischer Gletscher wächst im Winter langsam, da der Neuschnee auf der Gletscheroberfläche erst noch in Eis umgewandelt werden muss. Die zu einem Gletscher jährlich hinzukommende Eismenge wird als Akkumulation bezeichnet.

Bei der **Akkumulation** schliessen Schnee und Eis wertvolle Relikte aus der erdgeschichtlichen Vergangenheit ein und konservieren sie. Im Jahre 1992 entdeckten Bergsteiger die gut erhaltene Leiche eines vor 5000 Jahren lebenden prähistorischen Menschen «Ötzi», die im Gletschereis der Ötztaler Alpen an der Grenze zwischen Italien und Österreich eingeschlossen war. In Nordsibirien wurden im pleistozänen Eis viele inzwischen ausgestorbene Tiere in hervorragendem Zustand überliefert, wie etwa das Wollhaarmammut, ein dem Elefanten ähnliches Grosstier, das einst diese Gebiete durchstreifte. In gleicher Weise sind im Gletschereis auch Staubpartikel und Luftblasen eingeschlossen. Bis zu 20 % des Volumens des Gletschereises können von Luftblasen eingenommen werden. Aus der chemischen Analyse solcher Luftblasen aus sehr altem, tief versenktem Eis der Antarktis und Grönlands wissen wir beispielsweise, dass der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre während der letzten Vereisung niedriger war als seit dem Rückzug der Gletscher.

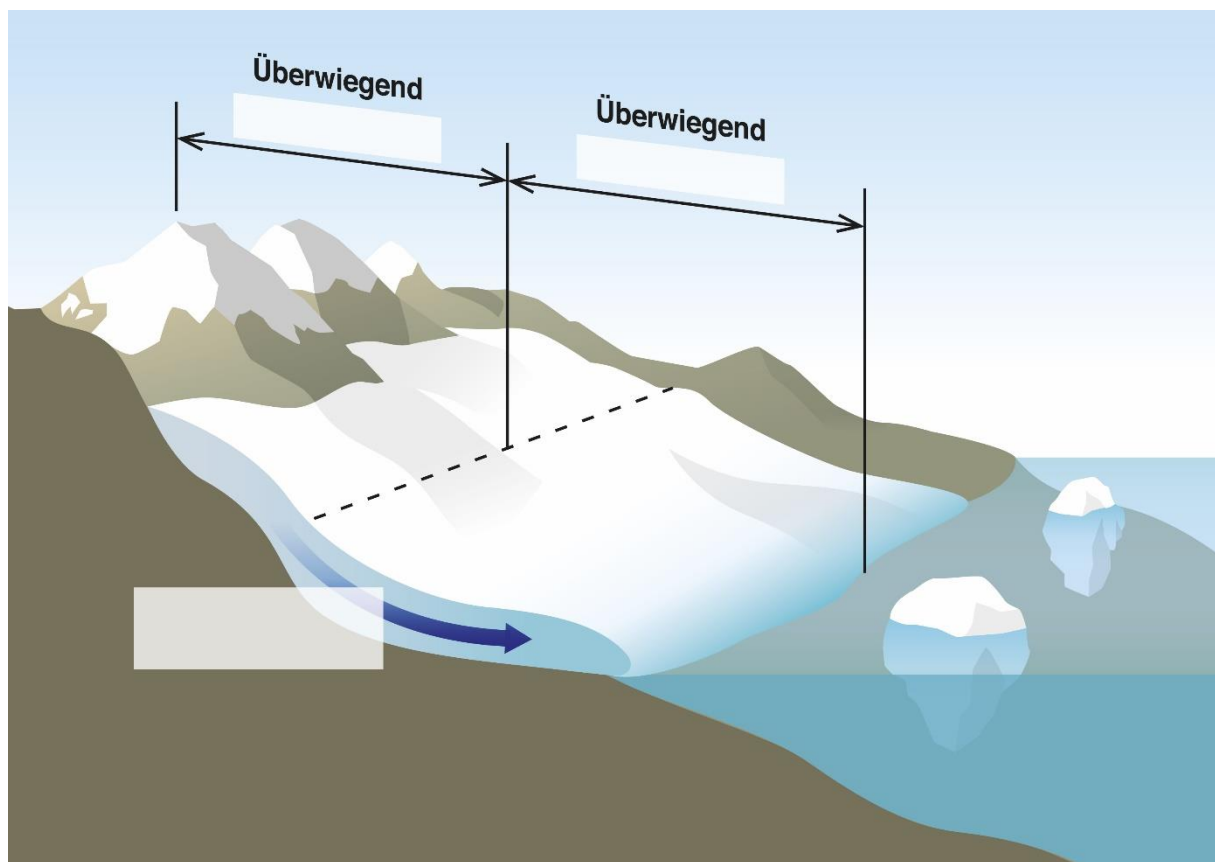


Abbildung 2 Gletscherhaushalt

Die Akkumulation findet hauptsächlich in den höher liegenden Gebieten des Gletschers statt. Dort überwiegt die Akkumulation; es fällt also mehr Schnee, der zu Gletschereis umgewandelt wird, als im warmen Halbjahr wegschmilzt. Wenn sich ein Gletscher unter dem Einfluss der Schwerkraft langsam hangabwärts bewegt, erreicht er schliesslich ein tieferes Niveau, in dem die Temperaturen über dem Gefrierpunkt liegen, und beginnt zu schmelzen. Diese Bewegung wird auch «**Gletscherfliessen**» genannt. Die gesamte jährliche Volumenabnahme eines Gletschers wird als **Ablation** bezeichnet. Die Akkumulation von Gletschern erfolgt überwiegend im kälteren und höher liegenden Nährgebiet durch Schneefälle, während es im wärmeren, niedriger liegenden Zehrgebiet durch Abschmelzen, Kalben und Sublimation überwiegend zur Ablation kommt. Die Differenz zwischen Akkumulation und Ablation nennt man «**Gletscherhaushalt**».

Das Verhältnis zwischen Akkumulation und Ablation, der Gletscherhaushalt, bestimmt entweder das Wachstum oder den Rückzug eines Gletschers. Wenn die Akkumulation über einen längeren Zeitraum hinweg der Ablation entspricht, bleibt die Grösse eines Gletschers konstant, selbst wenn er weiterhin bergab fliesst. Dabei kommt es in seinem oberen Bereich, dem Nährgebiet, zur Akkumulation von Schnee und Eis, aber im gleichen Masse kommt es in seinen tiefer liegenden Bereichen, dem Zehrgebiet, zur Ablation. Wenn die Akkumulation die Ablation übersteigt, stösst der Gletscher vor; wenn umgekehrt die Ablation gegenüber der Akkumulation überwiegt, zieht sich der Gletscher zurück.

Der Haushalt eines Gletschers ändert sich von Jahr zu Jahr. In den vergangenen Jahrtausenden blieben zahlreiche Gletscher stationär, obwohl sich einige aufgrund regionaler Klimaschwankungen zurückzogen, während andere vorstieszen. Im letzten Jahrhundert zogen sich die Gletscher in den niederen Breiten als Folge der globalen Erwärmung zurück. Da der Rückzug der Gletscher ein direkter Hinweis für Klimaveränderungen ist, werden die Gletscherhaushalte heute äusserst sorgfältig überwacht.

Aufgabe 2: Die Tabelle zeigt zusammenfassend den Gletscherhaushalt mit den drei möglichen Zuständen. Setzen Sie die mathematischen Zeichen $>$, $<$ oder $=$ in die grauen Kästchen, sodass die Abfolge stimmt.

Tabelle 1 Gletscherhaushalt

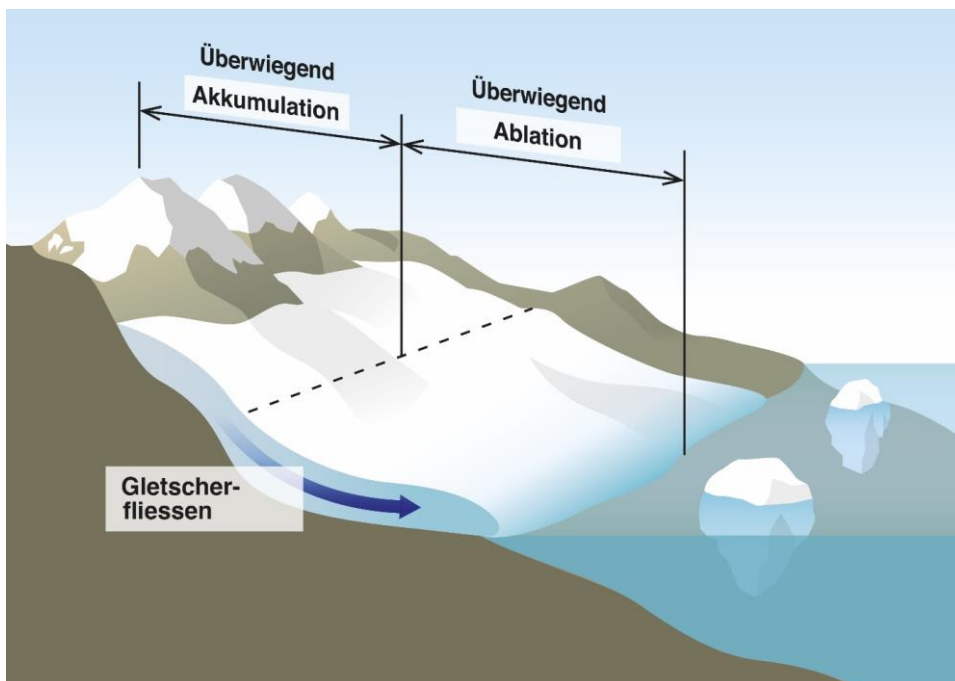
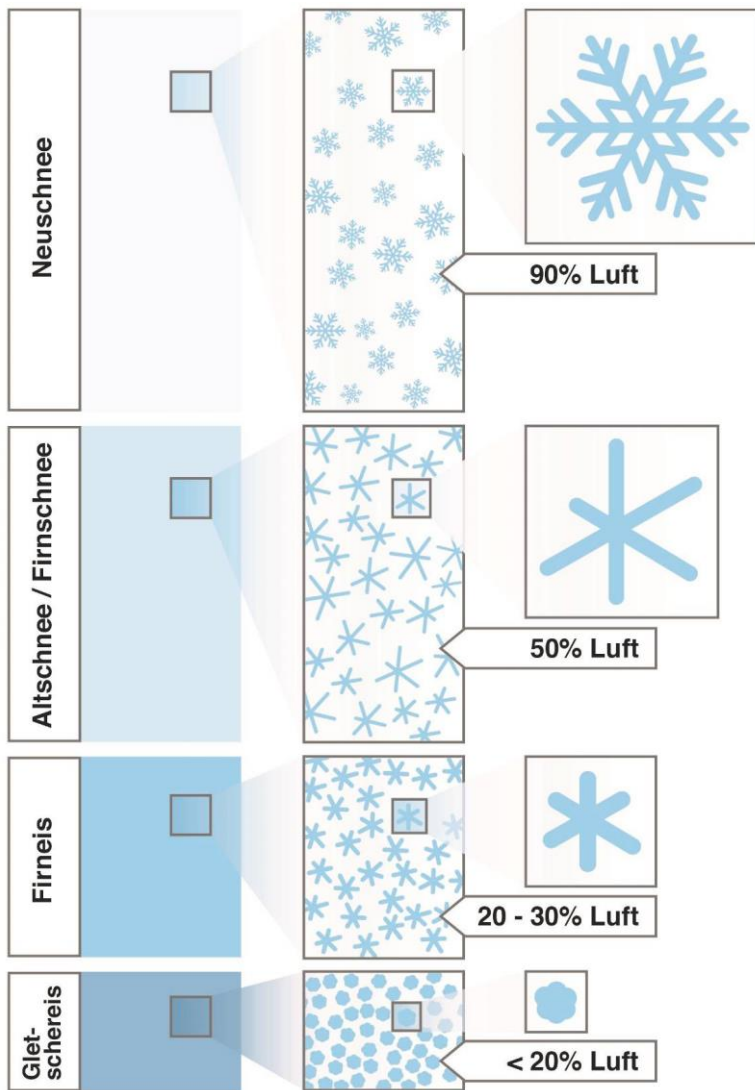
Ablation		Akkumulation	→ Gletscherfront zieht sich zurück
Ablation		Akkumulation	→ Gletscherfront bleibt stationär
Ablation		Akkumulation	→ Gletscherfront stösst vor

Aufgabe 3: Wo auf dem unten abgebildeten «Elefantenfuss Gletscher» im Nordosten Grönlands könnte der Übergang von Akkumulationsgebiet zu Ablationsgebiet liegen? Zu welchem Zeitpunkt wäre diese Abschätzung ideal?



Abbildung 3 Elefantenfuss Gletscher nahe des Romer Sees im Nordosten Grönlands (Nicolaj Larsen / shutterstock.com)

Lösung Aufgabe 1



Lösungen Aufgabe 2 und 3

Aufgabe 2: Die Tabelle zeigt zusammenfassend den Gletscherhaushalt mit den drei möglichen Zuständen. Setzen Sie die mathematischen Zeichen $>$, $<$ oder $=$ in die grauen Kästchen, sodass die Abfolge stimmt.

Tabelle 2 Gletscherhaushalt

Ablation	$>$	Akkumulation	→ Gletscherfront zieht sich zurück
Ablation	$=$	Akkumulation	→ Gletscherfront bleibt stationär
Ablation	$<$	Akkumulation	→ Gletscherfront stösst vor

Aufgabe 3: Wo auf dem unten abgebildeten «Elefantenfuss Gletscher» im Nordosten Grönlands könnte der Übergang von Akkumulationsgebiet zu Ablationsgebiet liegen? Zu welchem Zeitpunkt wäre diese Abschätzung ideal?



Abbildung 4 Elefantenfuss Gletscher nahe des Romer Sees im Nordosten Grönlands (Nicolaj Larsen / shutterstock.com)

Die Gleichgewichtslinie, wo Akkumulation = Ablation gilt, ist im September (Ende Sommer, vor ersten Winterniederschlägen) auf den Gletschern der Nordhalbkugel zu erkennen. Im September haben die Schneefälle der beginnenden Saison noch nicht eingesetzt und die maximale Menge an Schnee ist durch den Sommer geschmolzen. Deshalb gilt, dort wo man im September noch den frischen Schnee erkennen kann, liegt in etwa auch die Gleichgewichtslinie.