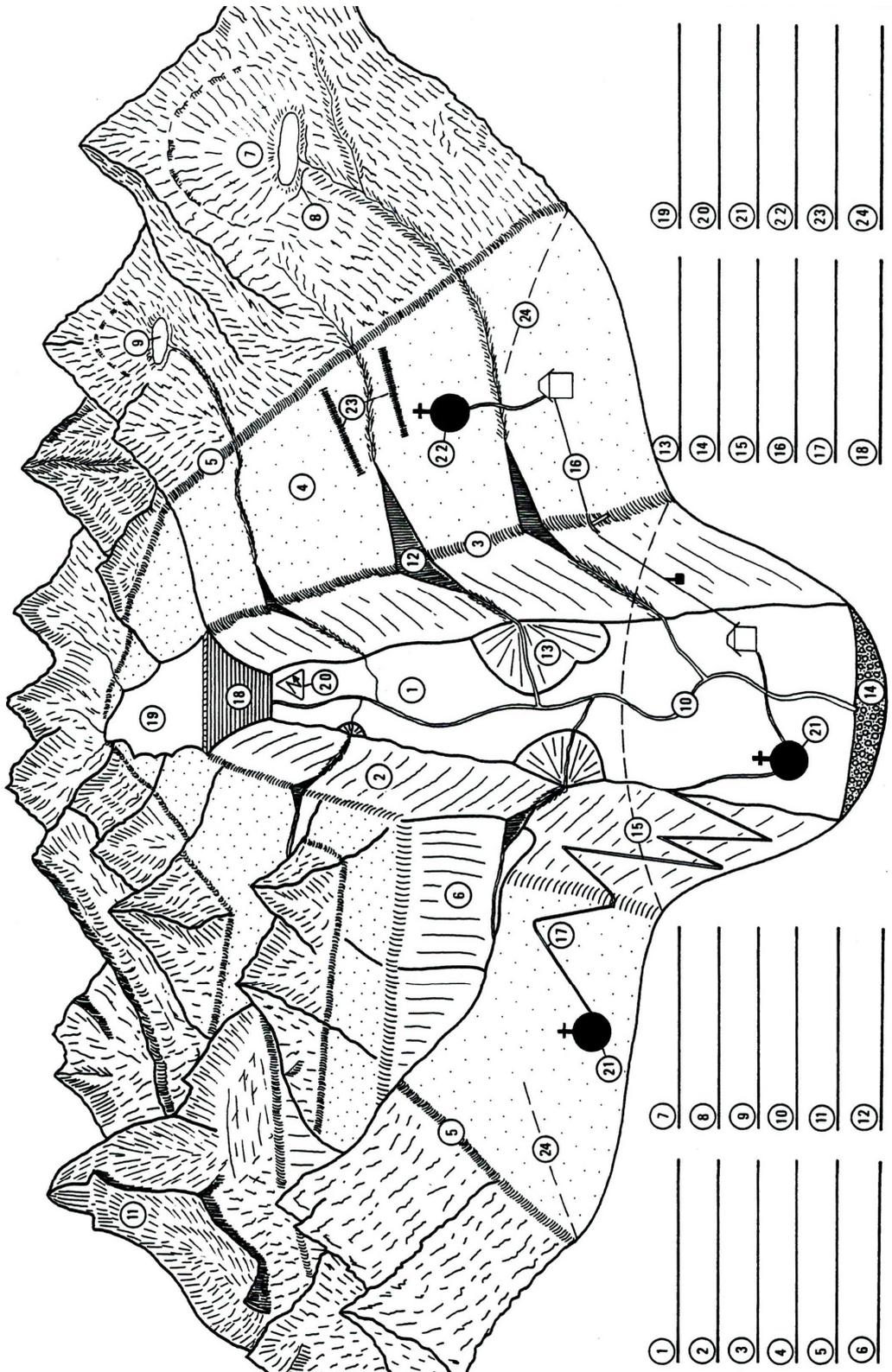


**Die Formen von Gletschererosion und -akkumulation**

Einstieg: Das Trogtal und seine Formenschätze (Aufgabe 2)



- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24

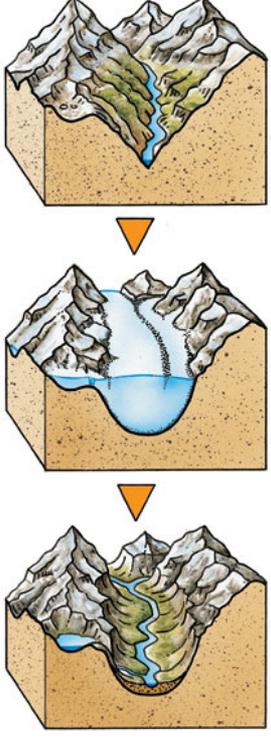
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18

- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

**Abbildung:** Das Trogtal und seine Formenschätze.  
**Grafik:** A. Siegenthaler

Glaziale Erosionsformen

EROSIONSFORM	ERLÄUTERUNG
<p>Trogtal</p>  <p><b>Abbildung:</b> Das Matterhorn als typisches Beispiel eines Karlings.  <b>Quelle:</b> <a href="http://www.top-wetter.de">www.top-wetter.de</a></p>	<p>Trogtäler (oder U-Täler) entstehen durch die erosive Tätigkeit des Eises aus V-Tälern. Der Talboden ist mit glaziofluviatilen Schottern bedeckt.</p>
<p>Hängetal</p>  <p><b>Abbildung:</b> Ein Trogtal im Yosemite-Nationalpark.  <b>Quelle:</b> <a href="http://turnerfamilyexpedition12.wordpress.com/tag/hanging-valley/">http://turnerfamilyexpedition12.wordpress.com/tag/hanging-valley/</a></p>	<p>Der Begriff Hängetal bezeichnet die glaziale Formung eines Seitentals, welche höher liegen als das Haupttal und typischerweise über eine Stufe in das Haupttal münden. Wie das Haupttal sind sie durch diese kleineren U-Täler durch die erosive Wirkung des Eises entstanden – allerdings hatten die kleineren Seitengletscher eine geringere erosive Wirkung, weshalb sie höher gelegen sind.</p>

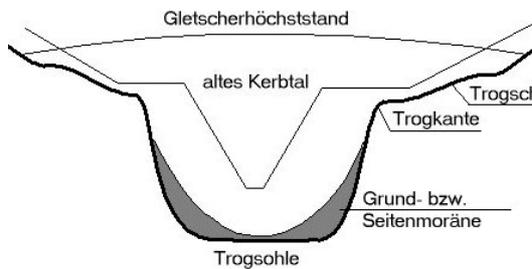
**Gletscherschliff**



**Abbildung:** Gletscherschliff beim Rohnegletscher.  
**Foto:** Chris Nussbaumer

Schleifende Erosion des Gletschers durch das Gletscherfliessen am Gletscherbett und an den Felswänden. Es ist der mitgeführte Schutt, der die Felsoberflächen poliert und in der Fliessrichtung des Eises Schrammen und Furchen hinterlässt.

**Schliffgrenze Maximale Eismächtigkeit / Gletscherhöchststand /**



Die Schliffgrenze ist die Obergrenze der schleifenden Tätigkeit des Gletschers bzw. des durch den Gletscher mitgeführten Moränenmaterials. Die Schliffgrenze zeigt gleichzeitig den Gletscherhöchststand an.

**Rundhöcker**

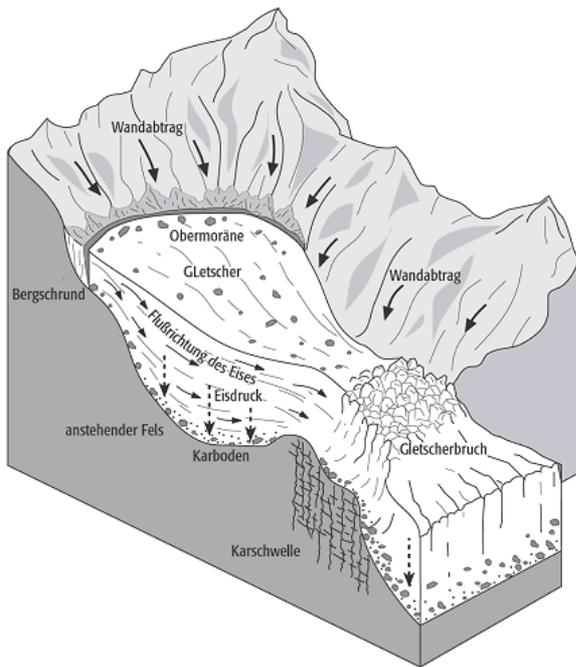


**Quelle:**  
<http://www.raonline.ch/pages/edu/nat/glacier01b1Ob.html>

Ein Rundhöcker ist ein kleinerer oder grösserer Hügel aus anstehendem Fels, der auf jener (Luv-)Seite geschliffen wurde, welche der Fliessrichtung des Gletschers entgegengesetzt ist. Die andere etwas steilere Leeseite ist durch Vorgänge der mechanischen Verwitterung aufgeraut, insbesondere durch Absplitterung durch Frostsprengung.

**Quelle:** Wörterbuch allgemeine Geografie

**Kar**



**Abbildung:** Entstehung eines Kars

**Quelle:** Wörterbuch allgemeine Geografie (nicht exakt die selbe Abbildung)

Ein Kar ist eine sesselförmige Felswanne in einem steileren Berghang, welche durch den Gletscher entstanden ist. Kühlt das Klima ab, entsteht aus Schnee Firn und schlussendlich Eis. Die Eismasse wächst und fließt schlussendlich talwärts. Durch den Druck des Eises und das Gletscherfließen wird die Hohlform ausgehobelt. Schmilzt der Gletscher ab, entsteht häufig ein Karsee, der dank des Karriegels nicht ausläuft.



**Abbildung:** Der Milchspülsee im Glarnerland

**Quelle:** [www.bergundtanz.ch](http://www.bergundtanz.ch)

**Karling**



**Abbildung:** Das Matterhorn als typisches Beispiel eines Karlings.

**Quelle:** [www.top-wetter.de](http://www.top-wetter.de)

Ein Karling ist ein steiler, meist pyramidenförmiger Berggipfel mit scharfen Graten. Eine solche Form entsteht, wenn ein Berg allseitig von Karen umgeben ist, dessen rückwärtige Wände sich mit der Zeit gegenseitig verschneiden.

**Quelle:** Wörterbuch allgemeine Geografie (nicht exakt die selbe Abbildung)

Glaziale Akkumulationsformen

<p><b>Nummer in der Grafik „Das Trogtal und seine Formenschätze“</b></p>	<p><b>Erosionsform</b></p>
<p>Gletschermoränen</p>  <p><b>Abbildung:</b> Der Morteratschgletscher (rechts im Bild) mit seinen verschiedenen Moränen. Seit dem Sommer 2015 erreicht der Persgletscher (links im Bild) den Morteratschgletscher nicht mehr.</p> <p><b>Quelle:</b> <a href="http://home.datacomm.ch/">www.http://home.datacomm.ch/</a></p>  <p><b>Abbildung:</b> Endmoräne aus der Kleinen Eiszeit unterhalb der aktuellen Zunge des Blau Schnee (ein kleiner Gletscher am Säntis).</p> <p><b>Quelle:</b> <a href="http://www.swisseduc.ch">www.swisseduc.ch</a></p>	<p>Der Begriff Gletschermoräne ist eine Sammelbezeichnung für Schutt, welcher vom Gletscher mitgeführt wird, sowie für verschiedene Akkumulationsformen, welche durch Anhäufung von solchen Schuttmassen durch den Gletscher im Gelände hinterlassen wurden.</p> <p>Einige typische Moränenarten sind:</p> <p><b>Obermoräne</b> Die Obermoräne ist Schuttmateriale auf der Gletscherzunge, welches von den Felswänden auf den Gletscher gestürzt ist.</p> <p><b>Innenmoräne</b> Intraglazial transportiertes Gesteinsmaterial.</p> <p><b>Grundmoräne</b> Mitgeführtes und unsortiertes Gesteinsmaterial an der Gletscherbasis, welches beim zurückweichen des Gletschers zum Vorschein kommt.</p> <p><b>Seitenmoränen</b> Diese verlaufen seitlich vom Gletscher. Das Material stammt von ehemaligen Untermoränen, vom anstehenden Fels auf der Seite der Gletscher, und von Schutt, der von den Gletschern heruntergefallen ist.</p> <p><b>Mittelmoränen</b> Entstehen, wenn zwei Gletscher zusammenfließen und sich zwei Seitenmoränen vereinigen.</p> <p><b>Endmoränen</b> Endmoränen sind Schuttanhäufungen an Gletscherenden, wenn der Gletscher längere Zeit stillsteht.</p>

Findlinge



**Abbildung:** Der elf Meter hohe Pflugstein ist der älteste Findling im Kanton Zürich. Er steht an der Grenze zwischen den Gemeinden Erlenbach und Herrliberg, liegt aber auf Herrliberger Grund.

**Quelle:**

[http://www.geocaching.com/seek/cache\\_details.aspx?guid=1d15a009-c0ac-4639-991e-8eae20f46913](http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=1d15a009-c0ac-4639-991e-8eae20f46913)

Findlinge sind Gesteinskomponenten von über 10 bis maximal mehrere 100 m<sup>3</sup>, welche durch Eisströme transportiert und beim Zurückschmelzen der Gletscher häufig weit entfernt von ihrem Ursprungsgebiet abgelagert wurden.

**Quelle:** Wörterbuch allgemeine Geografie

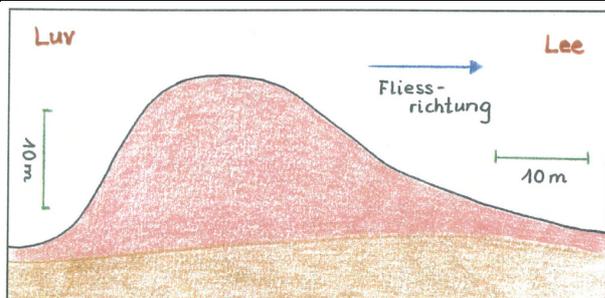
Drumlins



**Abbildung:** Drumlinlandschaft südöstlich von Luzern.

**Foto:** Chris Nussbaumer

Drumlins sind längliche Hügel von tropfenförmigem Grundriss mit einer Länge zwischen 100 und mehreren 1000 Metern und einer Höhe von max. 40 Metern. Sie bestehen aus gepresstem Grundmoränenmaterial und haben sich unter einem sich aktiv bewegenden Gletscher geformt. Drumlins sind immer längs zur ehemaligen Fließrichtung ausgerichtet, und die steilere Luvseite ist dem Gletscher zugewandt. Drumlins treten meist in Gruppen auf (Drumlinlandschaft).



**Abbildung:** Drumlin im Querschnitt. In der Regel zeigt die steilere Seite in Richtung (ehemalige) Gletscherfront.

**Grafik:** A. Siegenthaler

<p>fluvioglazialer (o. glazifluvialer) Schotter</p>	<p>Sedimente, welche durch die Schmelzwasser der Gletscher transportiert wurden und sowohl fluviatile wie auch glaziale Merkmale aufweisen. Je weiter entfernt vom Gletscher sich die Sedimente befinden, desto mehr weisen die Gesteinspartikel eine abgerundete Form auf, weil der Materialtransport zunehmend fluvial bestimmt ist.</p>
---	--

**Gletscherspalten**

Allgemeines

Gletscherspalten sind spaltförmige Öffnungen in der Gletscheroberfläche, welche durch Störungen im Eisfluss entstehen, wie zum Beispiel:

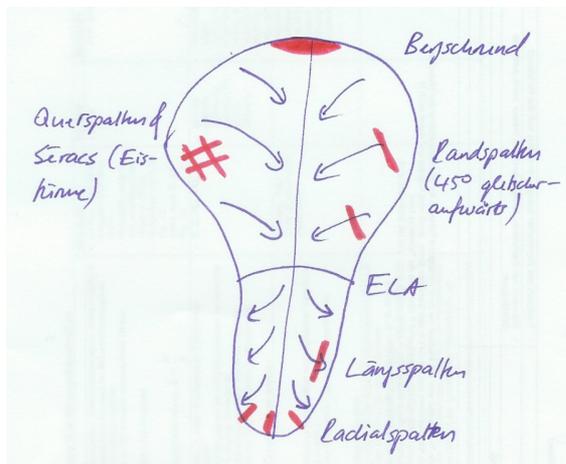
- (Fels-)erhebung unter dem Eis
- Änderung des Gefälles
- Zusammenfluss von zwei oder mehreren Gletschern
- unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten innerhalb des Gletschereises

Gletscherspalten bilden sich immer senkrecht zur maximalen Zugspannung und sind selten tiefer als 30 Meter. Besonders wenn sie verschneit und dadurch nicht sichtbar sind, können sie eine Gefahr für Bergsteiger und Tourengeher darstellen.

**Quellen (u.a.):** wikipedia → Gletscherspalte / www.gletscher-info.de

Arten von Gletscherspalten

Folgende Arten von Gletscherspalten werden unterschieden:



**Abbildung:** Gletscherspalten (rot) bilden sich immer senkrecht zur maximalen Zugspannung (blaue Pfeile).

**Grafik:** Chris Nussbaumer

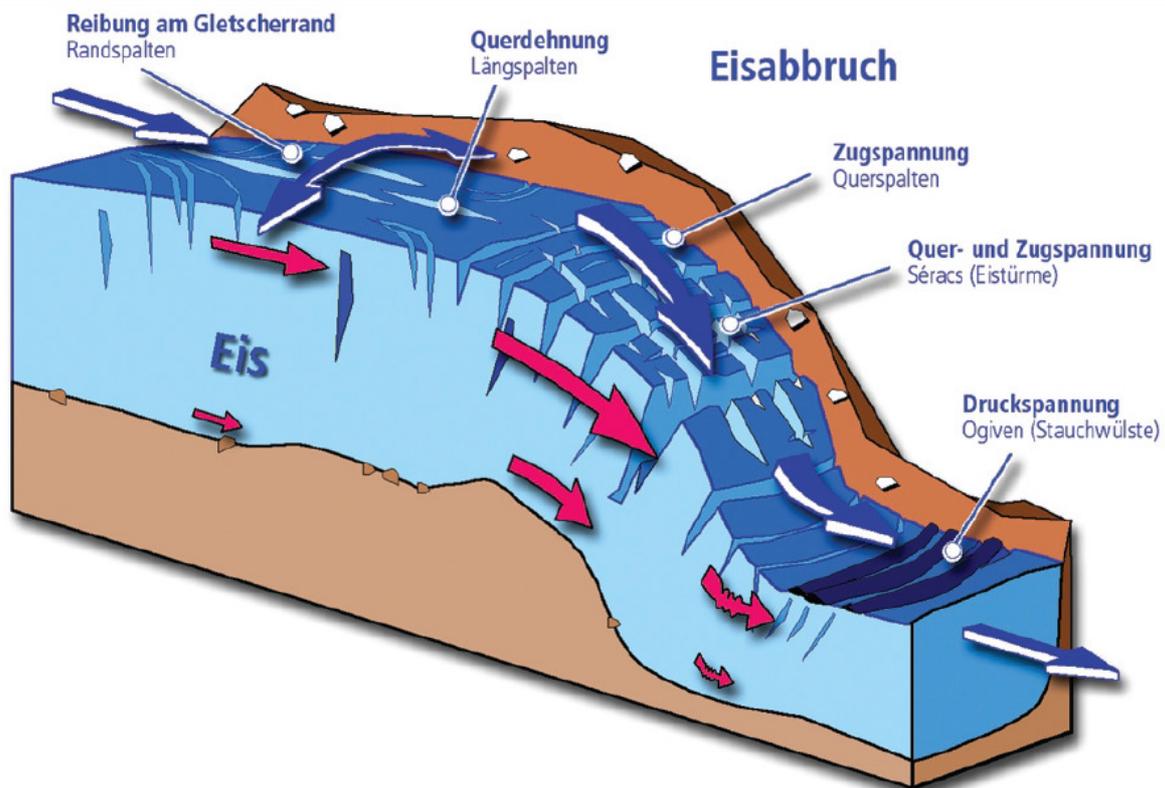
Der **Bergschlund** ist im Nährgebiet die oberste, ortsfeste Spalte und zieht sich oft über längere Strecken entlang des Kar-Randes.

**Randspalten** entstehen bevorzugt entlang der Talflanken, wo der Gletscher seitlich an einem Felshindernis hängenbleibt.

**Längsspalten** sind in der Richtung des Gletscherflusses orientiert und öffnen sich dort, wo sich der Gletscher seitlich ausdehnen kann und wo dadurch die Fließlinien auseinander klaffen (dies ist meist im Bereich der Gletscherzunge der Fall).

**Querspalten** brechen dort gehäuft auf, wo eine Gefällsstufe im Gletscherbett die Spannung an der Eisoberfläche erhöht.

**Radialspalte** = Gletscherspalte



**Abbildung:** Arten von Gletscherspalten.

**Grafik:** Max Maisch

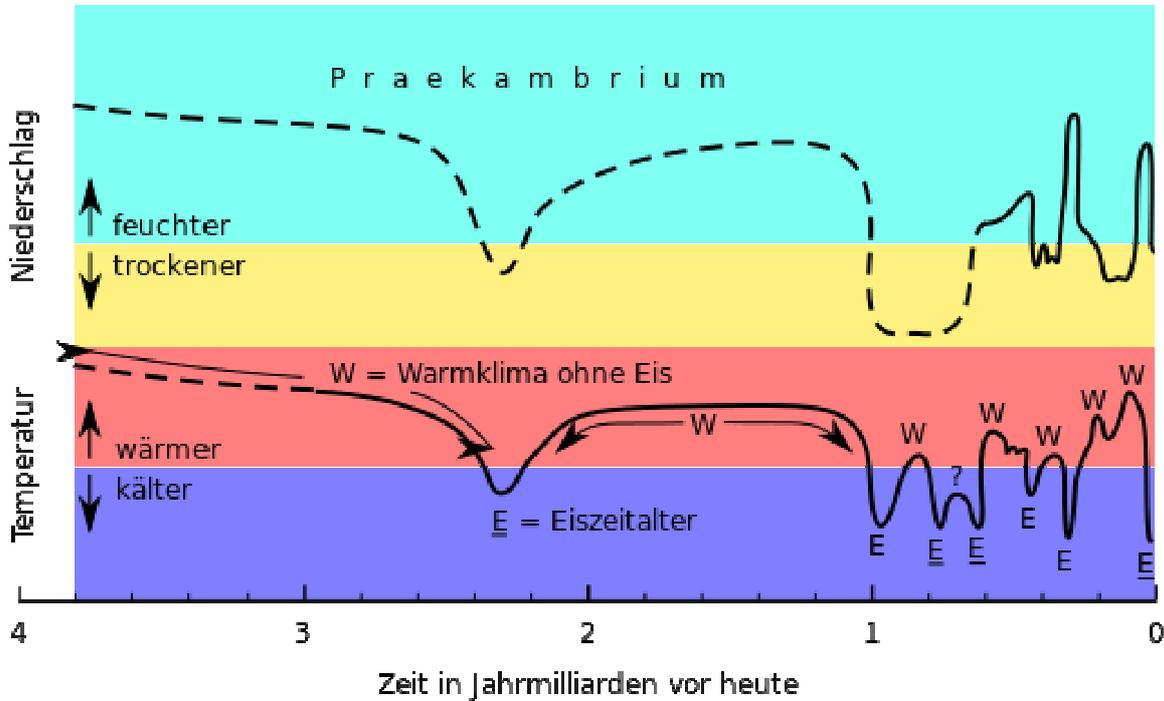
### Bedeutung von Gletschern für den Menschen

Gletscher sind nicht nur schöne Landschaftselemente, sondern haben in vielen Weltregionen ganz konkrete Auswirkungen auf das Leben und Wirtschaften der Menschen. Durch den Klimawandel gehen aber praktisch überall die Eismassen dramatisch zurück, was nicht ohne Folgen bleiben wird. Hier eine (unvollständige) Aufzählung von einigen Punkten:

- Gletscher sind in den Sommermonaten wichtige Wasserzulieferer für viele Flusssysteme, und dieses Wasser wiederum wird genutzt als Trinkwasser, für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen und für die Energieversorgung.
- Ein Drittel der Weltbevölkerung ist von Gletscherwasser abhängig ([www.gletscher-info.de](http://www.gletscher-info.de))
- Durch die Gletscherschmelze könnte der Meeresspiegel ansteigen, was grosse Infrastrukturschäden zur Folge hat.
- Die Albedo der Erdoberfläche wird durch Gletscher maßgeblich erhöht: Beinahe 90% des Sonnenlichts werden zurückgespiegelt, wodurch die Erderwärmung vermindert wird.
- Gletscher sind wichtige Landschaftselemente, welche wichtig sind in Tourismusgebieten
- ...

**Einige Infos zu den Eiszeiten**

In der Erdgeschichte gab es je nach Definition etwas vier bis sieben Eiszeitalter, wobei jedes davon mehrere hunderttausend bis mehrere Millionen Jahre umfasst. Dazwischen liegen unterschiedlich lange Warmklima.

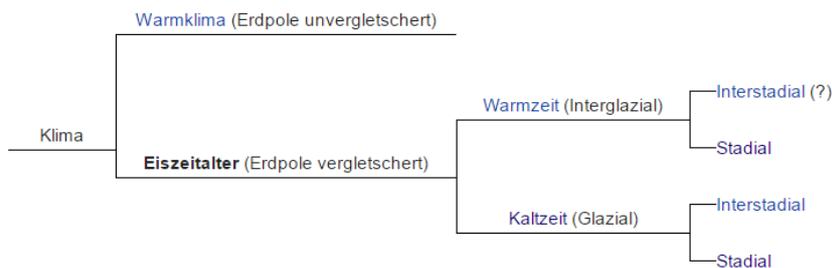


**Abbildung:** Die Klimageschichte der Erde, wobei die Eiszeitalter mit E bezeichnet sind.

**Quelle:** Wikipedia → Eiszeitalter

©: gemeinfrei

Während einer Eiszeit gibt es sowohl Kaltzeiten (Glaziale) und Warmzeiten (Interglaziale), welche wiederum in Stadiale und Interstadiale eingeteilt werden.



Momentan befinden wir uns immer noch in einer Eiszeit, wobei die letzte Kaltzeit (die sog. Würm-Eiszeit) vor etwa 12'000 Jahren abgeschlossen wurde.

Die Vergletscherungen während der verschiedenen Kaltzeiten hinterliessen deutliche Spuren auf der Erdoberfläche. Die vier wichtigsten Kaltzeiten hiessen Günz, Mindel, Riss und Würm. Sie sind benannt nach Nebenflüssen der Donau, bei welchen klare Spuren der betreffenden Kaltphasen gefunden wurden.

In der Schweiz sind praktisch nur noch Spuren aus der Würmzeit erhalten geblieben (ca. 115'000 – 12'000 Jahre vor heute). Dabei sind die Alpengletscher bis weit ins Vorland vorgestossen und haben u.a. riesige Moränenwälle (z.B. die Albiskette und den Pfannenstiel), Gletscherseen (z.B. den Zürichsee) und ausgedehnte Drumlinlandschaften zurück gelassen. Auch die Anwesenheit von Findlingen beweist die ehemalige Gletscheranwesenheit.

Eiszeitliche Gletscher mit riesigem Ausmass sind:

- Linth-/ Rheingletscher
- Rhonengletscher
- Aaregletscher
- Reussgletscher

Vor rund 12'000 Jahren(= Übergang Pleistozän/Holozän) haben sich die Gletscher endgültig ins Alpeninnere zurückgezogen. Verschiedene Rückzugsstadien, wo die Gletscher für längere Zeit stehen blieben, können noch heute festgestellt werden. So finden wir zum Beispiel im Limmattal vier ausgeprägte Endmoränenwälle. Diese befinden sich bei:

- Killwangen (=Würm-Maximum)
- Schlieren (1. Rückzugsstadium)
- Zürich (= 2. Rückzugsstadium)
- Hurden (3. Rückzugsstadium).

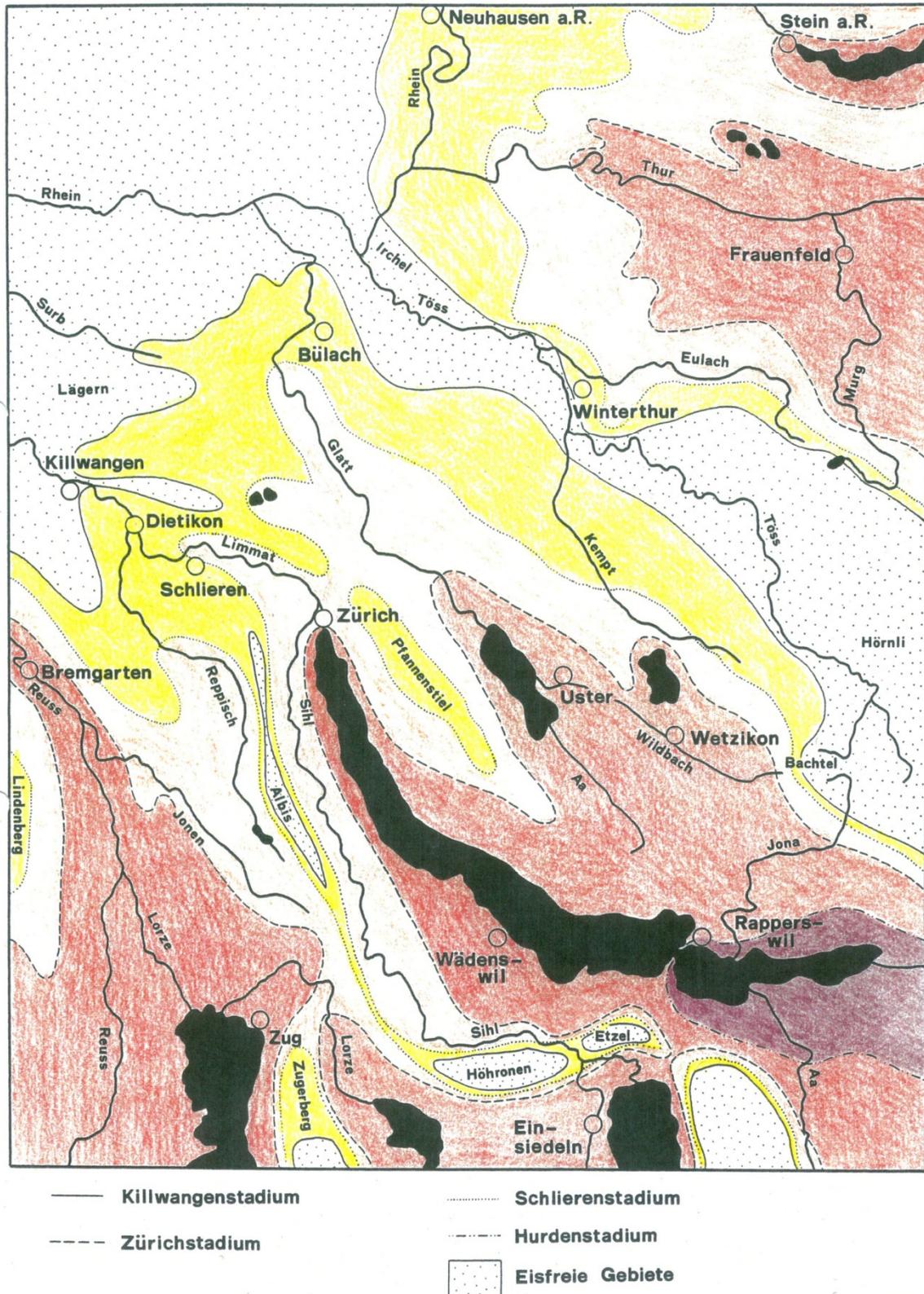
Die genannten Stadien lassen sich auch bei anderen Gletschersystemen erkennen (z.B. bei Rhone, Reuss und Aare). Auffällig ist, dass bei allen Systemen hinter dem Moränenwall des Zürichstadiums häufig Seen zu finden sind.

**Quelle:** Wikipedia → Eiszeitalter / Schülerskript A. Siegenthaler



**Abbildung:** Blick von Luzern in Richtung Südosten. Vor ungefähr 20'000 Jahren hatten die Gletscher während der letzten Kaltzeit (Würmeiszeit) das Maximum erreicht. Anschliessend haben sich die Gletscher in mehreren Rückzugsstadien zurück gezogen und den Vierwaldstättersee hinterlassen.

**Bildquelle:** unbekannt.



**Abbildung:** Maximale Ausdehnung und Rückzugsstadien der würmeiszeitlichen Gletscher zwischen Rhein und Reuss.

**Quelle:** Schülerskript am MNG von Albert Siegenthaler