

2.1 Glaziale Erosionsprozesse

 geomorphologie-montagne.ch/de/2-1-glaziale-erosionsprozesse/

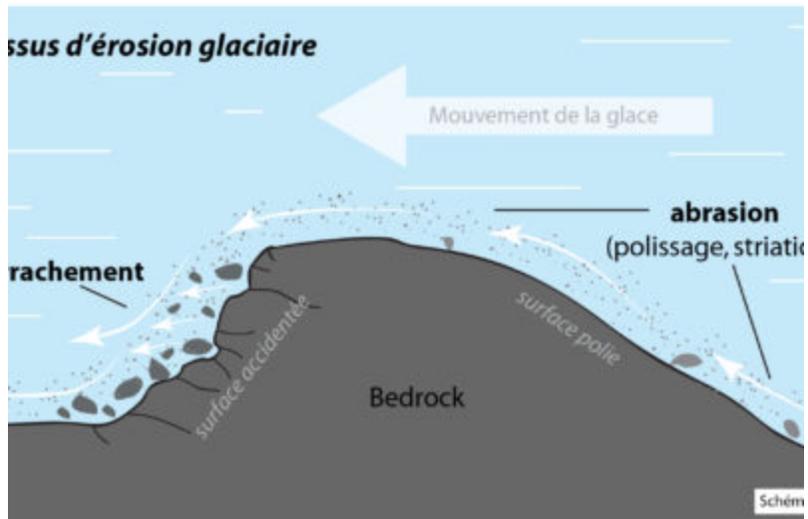
Eis wirkt erosiv: Es verändert mechanisch und chemisch den felsigen Untergrund, über den es fließt.

Man unterscheidet drei Gruppen von Erosionsprozessen: Abrasion, Detraktion und fluvioglaziale Erosion ([Abb. 1](#)). Die mechanische **Abrasion** ist das Ergebnis der fließbedingten Reibung am Gletscherbett von materialbeladenem Eis auf Festgestein; sie erfolgt auf zwei Arten: **Gletscherschrammen**, kleine Rillen oder Kratzspuren (Tiefe im Millimeterbereich) auf der Gesteinsoberfläche, die parallel zur Fließrichtung durch im Eis eingefrorene Steine entstehen, und **Gletscherschliff**, der durch relativ gleichmässiges Abschleifen des Gesteins durch die Reibung der Gletscherbewegung entsteht. Gletscherschliff überwiegt dort, wo der Härteunterschied zwischen den im basalen Eis und im Grundgestein enthaltenen (Gesteins-)Materialien gering ist. Das Losreißen/Herauslösen von Material aus dem Festgestein am Gletscherbett (mechanische Erosion durch Detraktion) ist die zweite Art von glazialen Erosionsprozessen. Der Gletscher reisst Stücke aus dem Felsbett heraus, die in die Grundmoräne eingearbeitet werden. **Rundhöcker** sind eine weit verbreitete Form der glazialen Erosion, die aus der Kombination dieser beiden Prozesse (Abrasion und Detraktion) entstehen (siehe [Factsheet Glazialmorphologie 2.2](#)).

Bei temperierten Gletschern stellt die fluvioglaziale Erosion durch Schmelzwasser am Gletscherbett, das manchmal unter hohem Druck steht, einen dritten Erosionsprozess dar.

Einen Sonderfall stellt die glaziale Karsterosion dar: Auf kalkhaltigem Substrat wird die Abtragung teilweise durch chemische Lösungsprozesse verursacht.

Die Abtragung durch glaziale Erosionsprozesse variiert stark von Gletscher zu Gletscher und hängt von glaziologischen (z. B. Fließgeschwindigkeiten) und geomorphologischen Bedingungen ab. Typische Werte liegen bei 0,01 mm/Jahr für kalte Gletscher, 1 mm/Jahr für kleine, temperierte Gletscher (Messungen unter dem Argentiè-re-Gletscher, Arve-Tal, ergaben jedoch Raten von 36 mm/Jahr auf Marmor) und 10-100 mm/Jahr für sehr schnelle, temperierte Gletscher in Alaska.



2.2.1_processus_erosion_glaciaire

Abb. 1: Glaziale Erosionsprozesse.

2.2 Mikroformen der glazialen Erosion

 geomorphologie-montagne.ch/de/2-2-mikroformen-der-glazialen-erosion/

Die Gletschererosion (siehe Factsheet Gletscher 2.1) wirkt auf verschiedenen Skalen. Auf Felsen, die mit dem Eis in Kontakt gekommen sind, findet man Mikroformen, die von der Richtung und dem Verlauf der Gletscherbewegung zeugen.

Auf mittlerer Skala (Hang) stellen die **Rundhöcker** (auch *roches moutonnées*), ein Begriff, der von Horace-Bénédict de Saussure im Chamonix-Tal eingeführt wurde, die wichtigste glaziale Erosionsform dar (Abb. 1-3). Sie sind das Ergebnis von Abrasions- und Detraktionsprozessen. Rundhöcker sind glatt und haben eine asymmetrische Form: Bergwärts (Luv-Seite) sind sie abgeschliffen, wo der Gletscher auf den Felsen (das Hindernis in Fliessrichtung) gedrückt wird, und talwärts (Lee-Seite) von Hindernissen kantig, wo der Gletscher sich vom Felsen abhebt und durch Wiedergefrieren des subglazialen Wassers Felsstücke ab- und in Fliessrichtung mitgerissen werden. Die Oberfläche eines vom Gletscher abgeschliffenen Felsens weist verschiedene Arten von Mikroformen auf, z. B. **Gletscherschrammen**, die durch die Bewegung des Gletschers über den Felsen entstehen (Abb. 4), **Rattails** ("Rattenschwänze"), die durch unterschiedlich starke Abrasion (differentielle Erosion) des Festgesteins entstehen, sowie **Sichelbrüche**, **Parabelrisse** und **Sichelwannen**, die durch das Abreißen von Stücken aus dem Festgestein durch den Gletscher entstehen (Abb. 5).

Zu diesen Formen der Abrasion kommen noch die Formen hinzu, die mit dem subglazialen Abfluss (Erosion durch subglaziales Schmelzwasser) zusammenhängen: **Nye channels** sind Rinnen, die durch den subglazialen Abfluss ins Felsbett eingeschnitten wurden. Sie können mit **Gletschertöpfen** verbunden sein, die durch den Abrieb des Festgesteins durch sedimenthaltiges Schmelzwasser entstanden sind (Abb. 6-8).

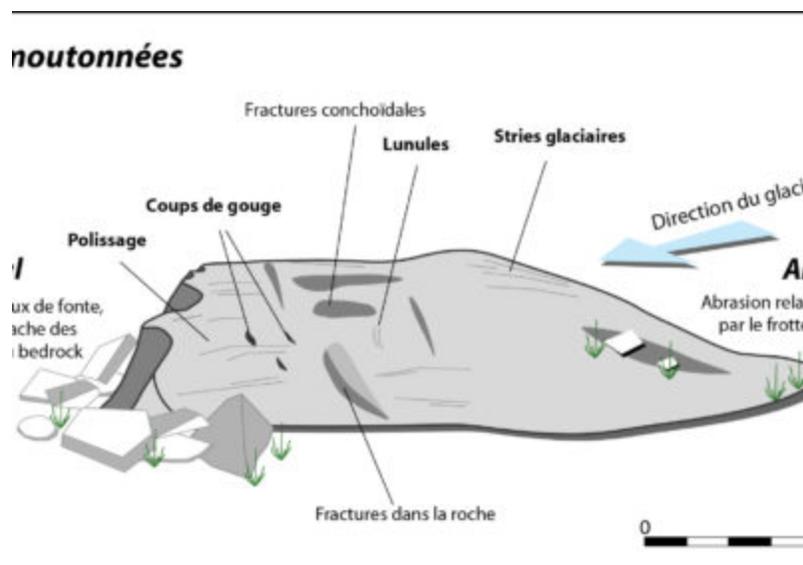


Fig. 1 – Dissymétrie des roches moutonnées liées à l'arrachement à l'aval de l'obstacle (adapté de Maisch et al., 1993).

Abb. 1: Asymmetrie der Rundhöcker (roches moutonnées) durch Abrasion bergwärts (Luv-Seite) und Detraktion talwärts (Lee-Seite) des Hindernisses (angepasst nach Maisch et al., 1993).



Fig. 2 – Morphologie dissymétrique des roches moutonnées du Vadreck dal Valdraus(Val Camadra, TI) due au polissage et à l'arrachement. Ecoulement du glacier de la droite vers la gauche.

Abb. 2: Asymmetrische Morphologie von Rundhöckern des Vadreck dal Valdraus (Val Camadra, TI) aufgrund von Abrasion und Detraktion. Ehemalige Fließrichtung des Gletschers von rechts nach links.



Fig. 3 – Roches moutonnées en aval du glacier de Moiry (Val de Moiry, VS).

Abb. 3: Rundhöcker unterhalb des Moiry-Gletschers (Val de Moiry, VS).



Fig. 4 – Stries glaciaires sur substratum de calcaire laissées par le glacier de Tsanfleuron (Col du Sanetsch, VS). La flèche jaune indique les stries, la flèche orange des veines de calcite dans le substratum.

Abb. 4: Gletscherschrammen auf Kalkstein, die der Tsanfleuron-Gletscher (Sanetschpass, VS) hinterlassen hat. Der gelbe Pfeil zeigt auf Gletscherschrammen, der orangefarbene Pfeil weist auf Kalzitadern (nicht in Fliessrichtung des Gletschers).



Fig. 5 – Coups de gouge sur substratum gneissique en aval du Vadreck dal Valdraus (Val Camadra, TI). Le crayon indique la direction du glacier.

Abb. 5: Sichelbrüche auf Gneis unterhalb des Vadreck dal Valdraus (Val Camadra, TI). Der Bleistift zeigt die ehemalige Fliessrichtung des Gletschers an.

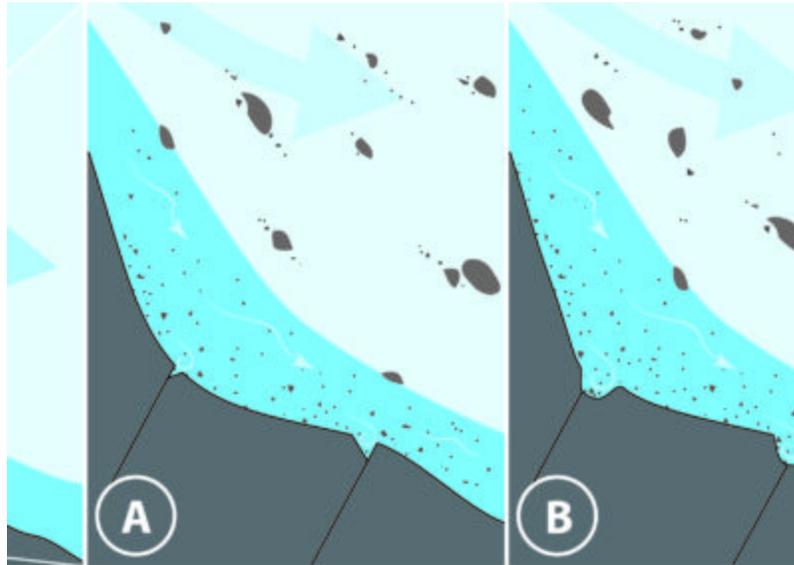


Fig. 6 – Étapes de la formation d'une marmite par l'eau s'écoulant sous un glacier.

Abb. 6: Phasen der Entstehung eines Gletschertopfes durch sedimentbeladenes, unter Druck stehendes Schmelzwasser am Gletscherbett.

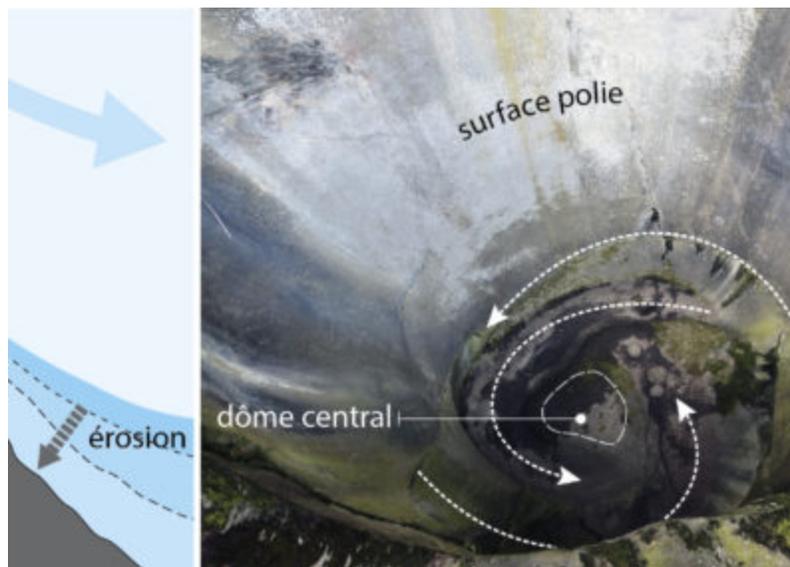


Fig. 7 – Les parois et le fond de la marmite gardent la trace de l'écoulement turbulent de l'eau descendant en spirale. Exemple : Marmite glaciaire des Caillettes, Bex (VD).

Abb. 7: Die Wände und der Boden des Gletschertopfes behalten die Spuren der subglazial turbulenten Strömung des spiralförmig nach unten fließenden Wassers. Beispiel: Gletschertopf von Les Caillettes, Bex (VD).



Fig. 8 – Marmite glaciale (Ferpècle, Val d'Hérens, VS).

Abb. 8: Gletschertopf (Ferpècle, Val d'Hérens, VS).

2.3 Makroformen der glazialen Erosion

 geomorphologie-montagne.ch/de/2-3-makroformen-der-glazialen-erosion/

Glaziale Makroformen sind auf regionaler Skala zu beobachten: Sie prägen die Alpentäler und sind der Ursprung bestimmter Bergseen.

Unter den Makroformen (regionaler Massstab) stellt das **Kar** die einfachste Form der glazialen Übertiefung dar (Abb. 1). Es handelt sich um eine «*breite Senke mit flachem Boden und leichtem Gefälle, im Gegensatz zu den steilen Wänden, welche die Senke umgeben, und welche im Allgemeinen wenig unterhalb der Kämmen vertikal eingeschnitten sind*» (P. Lory, zitiert in Lliboutry, 1965). Wenn ein Gipfel an seiner Basis von einer Reihe unterschiedlich ausgerichteter Kare begrenzt wird, entsteht ein **Horn**, ein pyramidenförmiger Gipfel, der von in unterschiedliche Richtungen fließenden Gletschern geformt wurde. Das Matterhorn ist ein Beispiel dafür (Abb. 2).

Alpine Trogtäler sind ein weiteres Beispiel für glaziale Makroformen. Das **Querprofil** eines Trogtals ist in der Regel **u-förmig** (z. B. Lauterbrunnental, BE) (Abb. 3), aber es gibt auch v-förmige glaziale Täler (z. B. das Mer de Glace), was vor allem auf die subglaziale Schmelzwassererosion zurückzuführen ist. Die trogförmige Erosion wird durch die (abrasiven) Kräfte begünstigt, die der Gletscher seitlich auf die Hänge (Felswände) ausübt (Abb. 4). Die U-Form ist häufig auf die fluvioglaziale **Auffüllung** des Talgrundes mit Lockermaterial zurückzuführen, welche während und nach dem Gletscherrückzug stattfindet. So kann ein ursprünglich v-förmiges Talquerprofil aus felsigem Untergrund vollständig überdeckt werden. Dies ist in bestimmten Abschnitten des Rhonetals im Zentralwallis der Fall. Die unterschiedlichen relativen Kräfte, welche die Gletscher in einem Haupttal im Vergleich zu den Gletschern in einem Seitental auf den Untergrund ausüben, führt zu unterschiedlich starker Übertiefung der Täler: Nach dem Rückzug der Gletscher liegt das Haupttal tiefer als die weniger erodierten Seitentäler.

Letztere bilden **Hängetäler**. Durch rückschreitende Erosion der Seitenflüsse sind diese zunächst durch einen Wasserfall (z. B. Pissevache im Rhonetal, VS) und dann, bei ausreichender Erosion, durch eine **Schlucht** (wie z. B. Trient-Tal oder Lizerne-Talan deren Zusammenfluss mit dem Rhonetal, VS) mit dem Haupttal verbunden.

Das **Längsprofil** eines glazialen Tals ist durch eine Abfolge von Stufen und Senken gekennzeichnet, die als **Felsriegel** bzw. **Übertiefungen** bezeichnet werden (Abb. 5). Die Stufe kann talwärts ein Gegengefälle (also ein Gefällsanstieg) aufweisen; in diesem Fall kommt es zu einer glazialen Übertiefung, wie dies beispielsweise südlich des Felsriegels von St-Maurice der Fall ist, wo das Profil des Grundgesteins (Fels) bis zur Höhe des Riegels in nördlicher Richtung um mehrere hundert Meter ansteigt. Diese Übertiefungen können manchmal von einem See eingenommen werden (Abb. 6), wie es beim Genfer See

nordöstlich des Genfer Felsriegels der Fall ist. Diese Art von Längsprofil ist auf die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit des Grundgesteins (differentielle Erosion) zurückzuführen, die wiederum mit lithologischen oder tektonischen Faktoren zusammenhängt. **Walfischrücken** – kleinere glaziale Erosionsformen von maximal einigen Dutzend Metern Höhe – werden durch denselben Prozess der differentiellen Erosion geformt (Abb. 7).

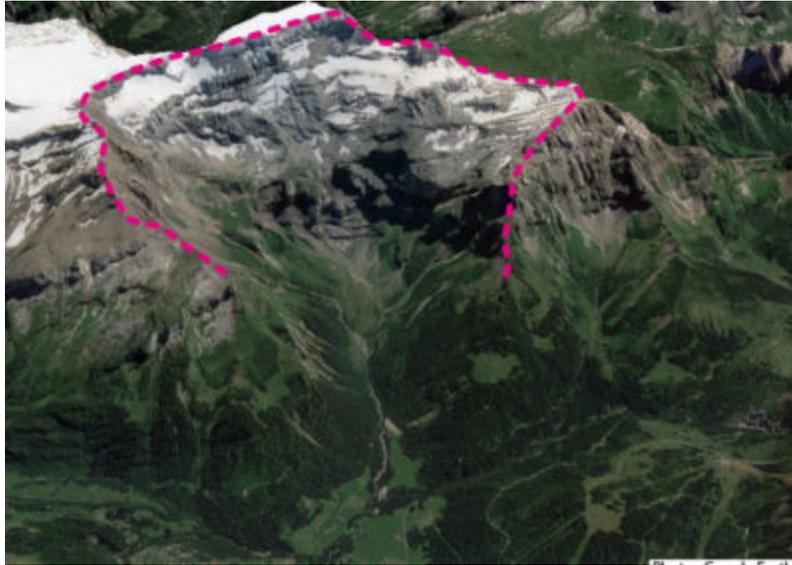


Fig. 1 – Cirque glaciaire de Creux de Champs (VD). Le glacier qui occupait le cirque est aujourd’hui complètement disparu.

Abb. 1: Durch glaziale Erosion entstandenes Kar von Creux de Champs (VD). Der Gletscher, der das Kar einst einnahm, ist heute völlig verschwunden.



Fig. 2 – Le Cervin : un horn mondialement connu.

Abb. 2: Das Matterhorn : ein buchstäblich weltberühmtes Horn.



Fig. 3 – Vallée glaciaire en auge : la vallée de Lauterbrunnen (BE).

Abb. 3: U-förmiges glaziales Trogtal: Lauterbrunnental(BE).

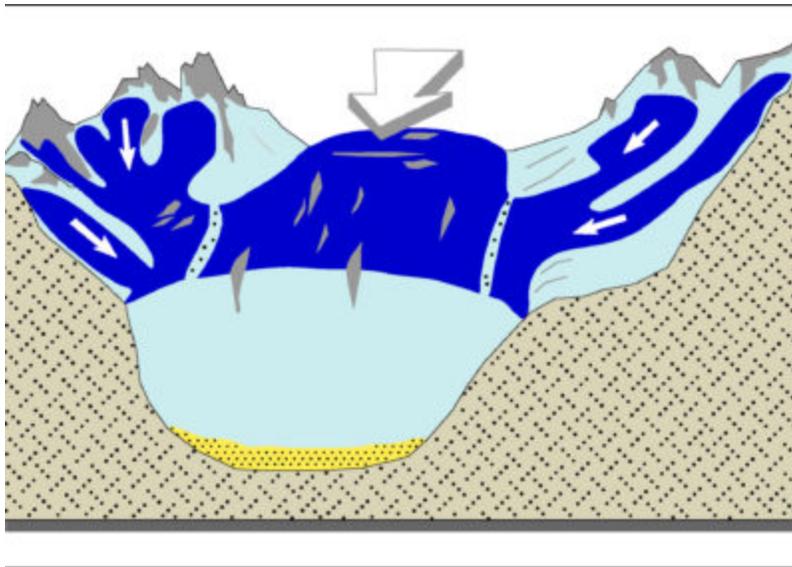


Fig. 4 – Profil transversal d'une vallée alpine durant une période glaciaire (adapté de Maisch et al., 2000).

Abb. 4: Querprofil eines alpinen Trogtals während einer Eiszeit (angepasst an Maisch et al., 2000).

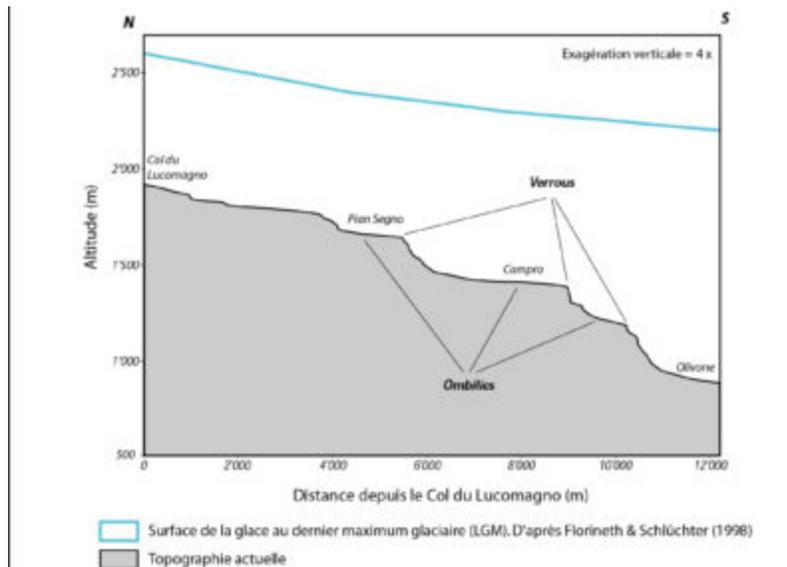


Fig. 5 – Profil longitudinal de la Valle Santa Maria (TI).

Abb. 5: Längsprofil des Valle Santa Maria (TI).



Fig. 6 – Exemple de lac d'ombilic, le lac de Ténéhet (Vallée de la Liène, VS).

Abb. 6: Beispiel eines Übertiefungssee: lac de Téné (Vallée de la Liène, VS).



Fig. 7 – Dos de baleine dans les environs de Finhaut (Vallée du Trient, VS).

Abb. 7: Walfischrücken in der Umgebung von Finhaut (Vallée du Trient, VS).