





# Spuren der letzten Eiszeit in Kärnten

IRIS HANSCHKE UND CLAUDIA DOJEN

Der Weiberzahn. Aufn. LMK 2017

*„The glacier was God's great plough . . . set at work ages ago to grind, furrow, and knead over, as it were, the surface of the earth.“ (Louis Agassiz)*

Das „Eiszeitalter“ ist eine der faszinierendsten Epochen unserer Erdgeschichte, wurde doch gerade zu dieser Zeit das heutige Bild unserer Landschaft geprägt. Wie einen riesigen Pflug, der sich durch die Erdoberfläche arbeitet, beschrieb der im 19. Jahrhundert lebende Schweizer Natur- und Gletscherforscher Jean Louis Rodolphe Agassiz die Wirkung der Gletscher auf die Landschaft. Die Spuren, die die gewaltige Kraftwirkung der Gletscher auf der Erdoberfläche hinterlässt, werden als „glazialer Formenschatz“ zusammengefasst. Diese Spuren ermöglichen es uns heute, den Verlauf der Vereisungen und Gletscher vor tausenden von Jahren nachzuvollziehen.

Das Zusammenspiel irdischer und astronomischer Parameter führte im Laufe der Erdgeschichte mehrfach zur Entstehung von Kaltzeiten (Glazialen), also Perioden, in denen die Temperatur so stark absinkt, dass sich Gletscher und Eisschilder über große Teile der Nord- und/oder der Südhalbkugel ausbreiteten konnten. In solchen Kaltzeiten (umgangssprachlich auch Eiszeit) breiteten sich innerhalb weniger hundert Jahre die Eismassen von den Polen und den Gebirgen stark aus und bedeckten große Teile der Erde.

Das jetzige Eiszeitalter (Pleistozän) begann vor 2,6 Millionen Jahren. Viermal waren seitdem die Alpen (fast) vollständig mit Gletschern bedeckt. Die letzte Kaltzeit begann vor 115.000 Jahren und wird in den Alpen **Würm-Kaltzeit** genannt. Die Alpen-Gletscher reichten von der Schweiz über Innsbruck bis zum Großglockner, von dort erstreckte sich der sogenannte Draugletscher durch das Drautal bis nach Griffen und Ruden, wo wir die östlichsten Spuren der Vergletscherung in Kärnten finden. Das Eisstromnetz füllten aber nicht nur das Drautal, sondern alle Täler aus,

so dass nur noch die höchsten Gipfel wie etwa der des Mittagskogels (2145 m.ü.A.) über die mächtigen Gletscher herausragten. Über Klagenfurt lag z. B. eine Eisdecke von mehr als 600 m. Vor etwa 11.700 Jahren endete diese Kaltphase und unsere jetzige Warmzeit begann. Die Alpengletscher, die wir heute bewundern können, sind nur ein kleiner Rest der letzten Kaltzeit.

Laut Definition handelt es sich bei einem Gletscher (lat. glacie = Eis) um Eismassen aus zusammengepresstem Schnee, die aufgrund ihres eigenen Gewichts und unter dem Einfluss der Schwerkraft langsam hangabwärts strömen wie ein sehr langsamer Fluss. Bei dieser Bewegung führen spezielle Prozesse der Glazialerosion und Glazialakkumulation zur Überprägung der vorkaltzeitlichen Landschaft. Die dadurch entstandenen glazialen Spuren dienen der Rekonstruktion von Ausdehnung, Orientierung und Mächtigkeit eines ehemaligen Gletschers.

Die Würm-Kaltzeit als die jüngste des Pleistozäns hat in den Alpen die am besten erhaltenen Spuren hinterlassen, da sie noch nicht durch eine weitere Vereisung überprägt wurden. Infolge der ehemals starken Vergletscherung Kärntens, finden wir hier besonders viele glaziale Spuren aus dieser Zeit wieder. Viele namenhafte Wissenschaftler wie Hans BOBECK oder Elisabeth LICHTENBERGER, haben sich der Erforschung dieser unzähligen prä-holozänen Spuren in Kärnten gewidmet. Die Ergebnisse finden sich in zahlreichen Fachpublikationen, jedoch fehlt eine zusammenfassende populärwissenschaftliche Darstellung.

Im Rahmen eines Femtech-Praktikums (FFG-Projekt Nummer 856816) am Landesmuseum für Kärnten wurde deshalb von der Erstautorin damit begonnen, die eiszeitlichen Spuren und Ablagerungen aus Kärnten zu untersuchen, zu fotografieren und sie in einer Datenbank zu erfassen. Rund 260 Spuren (Drumlins, Erratische Blöcke, Gletscherschliffe und -schrammen, Gletschertöpfe, Kame, Moränen, Rundhöcker, Toteis-



Abb. 1: Hauptbildschirm der interaktiven Karte „Auf den Spuren der letzten Eiszeit in Kärnten“

löcher, Trog- und Hängetäler sowie Zungenbecken) wurden dokumentiert, die jedoch nur einen Bruchteil des glazialen Formenschatzes in Kärnten darstellen. Hauptbestandteil der Arbeit war jedoch die Darstellung der Ergebnisse in einer webbasierten, interaktiven Karte, die einige der vielfältigen Spuren der Würmeiszeit in Kärnten zeigt und beschreibt. Die Karte soll nach Fertigstellung über die Webseite des LMK der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und nach Möglichkeit Eingang in das neu zu gestaltende Landesmuseum finden.

Trotz ihrer intuitiven Bedienbarkeit, sollen die Funktionen sowie die Steuerung der Karten kurz erläutert werden: Der Bildschirm ist in verschiedene Bereiche unterteilt (s. Abb. 1). Links oben befinden sich drei Icons, mit der sich (1) glaziale Kategorien wie z. B. Findlinge, Moränen, Toteislöcher etc. auswählen lassen, (2) Kartenausschnitte vergrößern/verkleinern lassen und (3) Kartenausschnitte drucken oder als pdf speichern lassen. Rechts oben (4) lässt sich die

Kartengrundlage auswählen. Alle auf der Karte dargestellten Spuren sind mit einem Icon versehen, wobei der Hauptbildschirm beim Öffnen die Gesamtanzahl der Spuren in einem Gebiet darstellt. Durch das Vergrößern des Kartenausschnittes werden die Einzelicons sichtbar, die je nach Kategorie (Toteisloch, Gletschertopf, Moräne, etc.) eine andere Farbe aufweisen. Durch das Anklicken der Icons werden Popups aktiviert, die dem Nutzer neben einer Abbildung, der Positionsangabe und weiterführenden Literatur auch eine Beschreibung der glazialen Form sowie ihren Entstehungsprozess bietet. Einige dieser Entstehungsprozesse werden in dieser Publikation beschrieben, weitere sind auf der Webseite des Landesmuseums abrufbar. ([http://www.landmuseum.ktn.gv.at/210226w\\_DE.htm?seite=19](http://www.landmuseum.ktn.gv.at/210226w_DE.htm?seite=19)).

## GLAZIALE FORMUNGSPROZESSE (MORPHODYNAMIK)

Die Morphodynamik fasst alle aktuellen reliefbildenden Prozesse zusammen. Während einer



Eiszeit spielen dabei zwei Prozesse eine wesentlich Rolle: die **GLAZIALEROSION** und die **GLAZIALAKKUMULATION**.

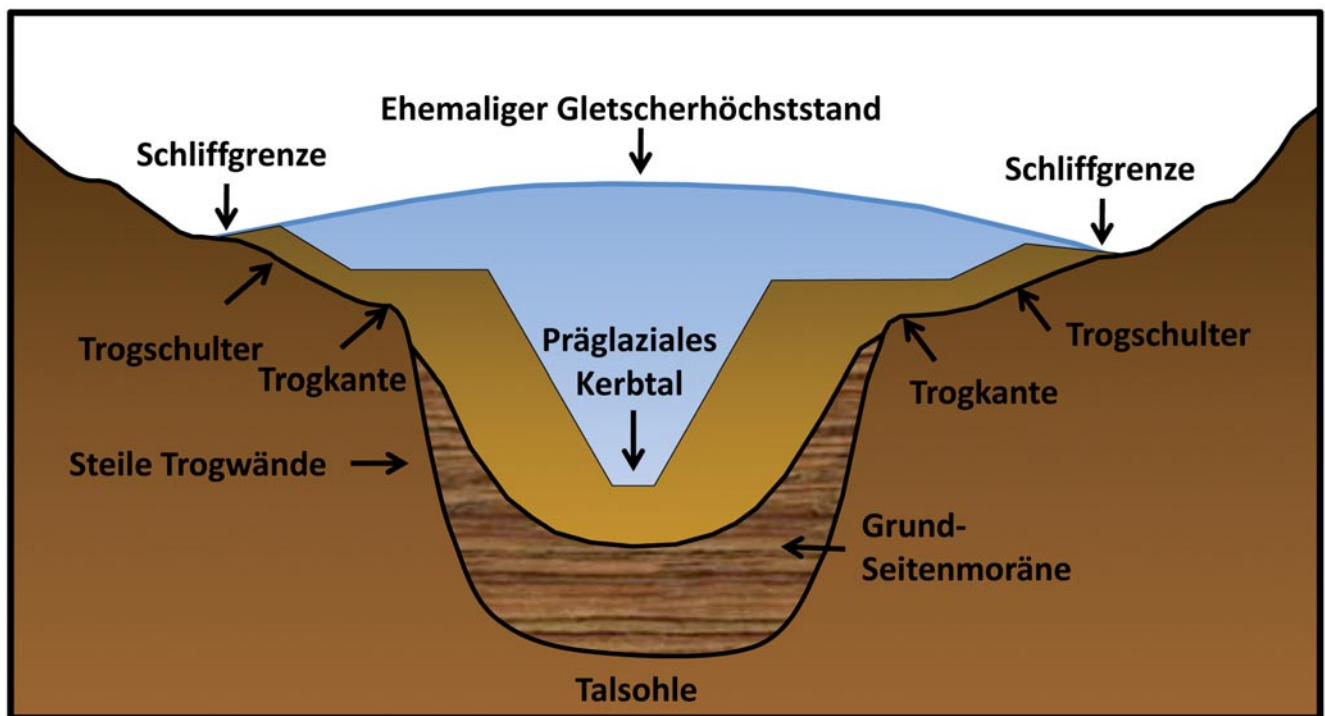
Unter der **GLAZIALEROSION** fasst man alle Prozesse zusammen, die einen Materialabtrag durch das Gletschereis bewirken. Da das Gletschereis plastisch ist, hat es allerdings kaum Erosionskraft. Das untermauert der in diesem Zusammenhang gern zitierte Ausspruch „Mit Butter kann man nicht hobeln!“ (EICHER 1982). Die Glazialerosion kommt erst dann zur Wirkung, wenn die Auflast des Eises Druck auf das an der Gletschersohle mitgeführte Gesteinsmaterial ausübt. Es werden drei Erosionsprozesse unterschieden:

- 1) Die Detersion (lat. deterere = abwischen) beschreibt die schleifende, schrammende und kratzende Wirkung der an der Gletscherbasis mitgeführten Gesteine aller Korngrößen auf das darunterliegende Festgestein.
- 2) Unter der Detraktion (lat. detrahere = herausziehen) oder Plucking versteht man den Prozess des Herausbrechens von am Gletscher angefrorenem Gestein durch die Bewegung der Eismassen.

- 3) Die Exaration (lat. exarare = herauspflügen) bezeichnet die Erosion von Lockergestein und Festgestein im Bereich der Gletscherstirn.

Glazialerosion führt zur Formung von Trog- und Hängetälern, Rundhöckern, Gletscherschliffen und -schrammen, gekritzten Geschieben, Gletschertöpfen u.v.m.

**Trogtäler**, auch **U-Täler** genannt, sind typische Tal-Formen, die ein Gletscher hinterlässt. Sie bilden sich entlang von präglazialen Tälern (sogenannten „Talvorläufern“) oder anderen präglazialen linearen Vertiefungen. Konzentriert sich der Abfluss des Gletschereises auf eine solche Rinne – statt in die Breite zu fließen – so überprägt es z. B. ein fluviatil angelegtes Kerbtal. Durch Abtragung an den Talseiten und am Talboden entsteht ein U-förmiges Tal (glaziale Überprägung durch Tiefen- und Seitenerosion). Der heute sichtbare Talboden ist jedoch nicht die vom Gletscher geformte Talsohle, sondern wird bei Abschmelzen des Gletschers durch große Mengen Moränenmaterial und Sedimenten aufgeschüttet. Dieses Material kann Mächtigkeiten von mehreren hundert Metern erreichen.



Trogtäler zeigen steile Trogwände und einen flachen Talboden. Im oberen Bereich der Wände erkennt man oft die sogenannte Trogkante, die in einen flachen Hang übergeht. Diese markante Morphologie wird als Trogschulter bezeichnet. Deutlich sichtbar ist häufig die sogenannte Schliiffgrenze. Sie markiert die Stelle, bis zu der der Gletscher den Untergrund abgeschliffen hat (erodiert) und somit den höchsten Gletscherstand. Sie stellt den Übergang zwischen den überformten und den nicht überformten Teilen des Talhanges dar. Das Drautal, Gailtal, Mölltal, Gegendtal, Lesachtal und viele andere Täler in Kärnten sind während der letzten Eiszeit zum Trogtal umgeformt worden. (Quellen: WINKLER 2009; BENN& EVANS 2013; FRAEDRICH 1996).

**Hängetäler** sind Seitentäler, dessen Mündung sich deutlich über dem Talboden des Haupttales befindet. Sie haben die gleiche Morphogenese wie Trogtäler, werden jedoch durch kleine Nebengletscher geformt und sind deshalb kleiner und werden wesentlich langsamer überprägt. Durch diese unterschiedlich schnelle Übertiefung „hängen“ sie scheinbar in den Trogwänden des Haupttales, nachdem sich der Gletscher zurückgezogen hat. Oft stürzen sich Bäche oder Flüsse von solchen Hängetälern über ihre steile Wand ins Tal hinab. Ein Beispiel für ein Hängetal ist das **Göbnitztal**. Seine Talsohle liegt heute ungefähr 70 m über der des Mölltales, von wo sich der Göbnitzwasserfall in das Tal ergießt. (Quelle: FRESNER et al. 2000).

**Kare** sind kesselartige Hohlformen an Berghängen, die ehemalige Hochgebirgs-Vereisungen anzeigen. Ihre Morphologie besteht aus einem übertieften Karboden, steilen seitlichen Flanken und einer ebenso steilen Karrückwand. Ihre Entstehung ist an eine geeignete präglaziale

Vorform gebunden, d. h. bereits vor der Entstehung des Gletschers muss eine Vertiefung im Festgestein existiert haben. Wenn sich aufgrund entsprechender klimatischer Bedingungen über einen längeren Zeitraum mehr Schnee in diesen Mulden ansammelt als abschmilzt, entsteht ein Gletscher. Kare sind damit der Ursprungsort von Gletschern. An den die Kare umgebenden Felswänden findet durch Temperaturunterschiede Forstverwitterung statt. Der dadurch entstehende Gesteinsschutt fällt auf das Gletschereis und wird mit ihm zunächst supraglazial, dann englazial und subglazial weiter transportiert. Das überlagernde Eis übt Druck auf diesen mitgeführten Schutt aus, v.a. an der Gletscherbasis. Dadurch kommt es hier zur Detersion und Detraktion und so zur Übertiefung dieser Hohlform. Nach und nach bildet sich so ein typisches Kar heraus. Sie können in ihrer Größe zwischen einigen 100 Metern und wenigen Kilometern variieren. (Quellen: WINKLER 2009; BENNETT & GLASSER 2009).

Ein markantes Beispiel ist das Kar in der Kellerwand ca. 3 km westlich des Plöckenpasses. Von dort breitet sich das **Eiskar** aus, das heute der einzige Gletscher des Karnischen Hauptkammes und zudem der südlichste Gletscher Österreichs ist. Das Kar liegt auf einer Höhe von 2200 m.ü.A. und damit 500 m unterhalb der heutigen Schneegrenze. Dass sich hier bis heute ein Gletscher halten konnte, liegt zum einen an seiner Ausrichtung nach Norden und den mächtigen Felswänden der Kellerwand, die das Eiskar vor Sonneneinstrahlung und dem Abschmelzen schützen. Zum anderen gehört die Region zu der niederschlagsreichsten Kärntens und das Niederschlagsmaximum im Oktober und November sind Garanten für große Mengen an Schnee. (Quellen: SCHÖNLAUB 2005, KREUTZER 1992; PASCHINGER 1951; WAKONIGG 1971).

Ein **Rundhöcker** ist ein Felsbuckel, der durch einen Gletscher stromlinienförmig umgeformt wurde. Er hat eine flach ansteigende, glatte Stoßseite (Gletscher zugewandte Seite) und eine steile, zerklüftete Leeseite (Gletscher abgewand-

**Abb. 2:** Morphologie eines Trogtales (verändert nach SCHÜTZE 2003)



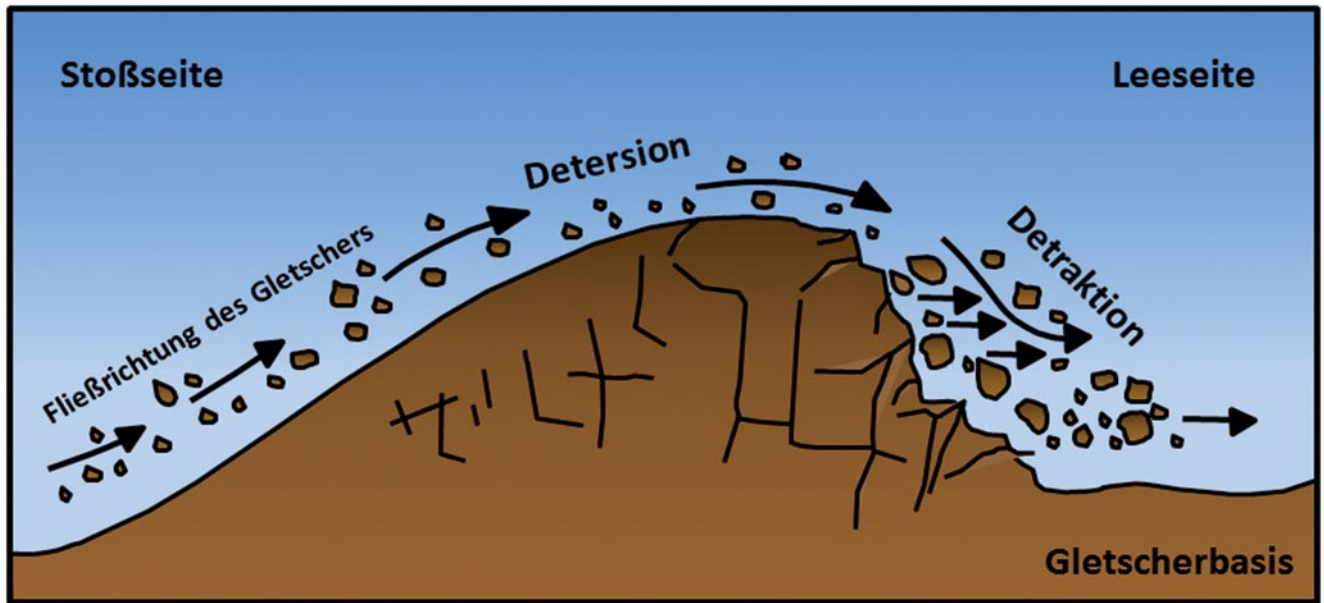


Abb. 3: Entstehung eines Rundhöckers (verändert nach GAMESBY o. J.)



Abb. 4: Rundhöcker am Forstsee; Bewegung des Eises auf dem Foto von rechts (Westen) nach links (Osten). Aufn. Dr. J. Mörtl

te Seite). Rundhöcker können nur entstehen, wenn der Untergrund aus widerstandsfähigem Material wie einem Kristallingestein besteht. Wenn ein Gletscher ein solches Festgestein überfährt, übt das Eis starken Druck auf die dem Gletscher zugewandte Gesteinsoberfläche aus und schleift diese ab (Detersion) bzw. poliert sie

glatt. Zusätzlich findet man häufig Gletscherschrammen. Auf der Leeseite nimmt dieser Druck (= Wärme) rapide ab und Teile des Felsuntergrundes frieren an der Gletscherbasis fest. Wenn der Gletscher sich weiterbewegt, reißt er die festgefrorenen Gesteine des Untergrundes fort und nimmt sie in das Eis auf (Detraktion).



Abb. 5: Gletscherschliff bei St. Nikolai. Aufn. LMK 2017



Abb. 6: Gekritztes Geschiebe aus der Grundmoräne bei Passriach. Aufn. LMK 2017

Dadurch entsteht die typische Form eines Rundhöckers, die somit Auskunft über die Richtung der ehemaligen Eisbewegung gibt. (Quellen: WINKLER 2009; BENN & EVANS 2013) Wunderschöne Rundhöcker findet man in Kärnten am **Forstsee**. Die Form lässt auf die Bewegungsrichtung des Draugletschers in Richtung Osten schließen, wobei er die voreiszeitliche Vertiefung des Forstsees überfloss (PASCHINGER 1934).

**Gletscherschliff und Gletscherschrammen** entstehen durch Deterision, wenn sich das Eis über einen Felsuntergrund bewegt und die im Gletschereis angefrorenen Steine dabei den Untergrund abschleifen und abschrammen. Entstehen dabei tiefere Furchen, Rillen oder Kratzungen im Fels, spricht man von Gletscherschrammen; sie zeichnen die Bewegungsrichtung des Gletschereises nach. Entstehen glatt polierte Flächen spricht man von Gletscherschliff. Sehr häufig findet man die Gletscher-

schrammen sogar auf den glatt polierten Felsoberflächen. Gletscherschrammen kommen oft in großer Zahl vor, sind nur wenige Millimeter tief, können aber mehrere Meter lang sein. In der Längserstreckung treten immer wieder Unterbrechungen auf, die durch Druckentlastung im Gletschereis entstehen. Eine solche Druckentlastung kann z. B. durch die Veränderung der subglazialen (= unterhalb vom Eis) Entwässerungskanäle oder der Topographie ausgelöst werden. Ein sehr schönes Beispiel für einen Gletscherschliff mit Gletscherschrammen findet sich im gebänderten Amphibolit am **Kirchenhügel von St. Nikolai**, ca. 1,5 km östlich von Keutschach. (Quellen: WINKLER 2009; BENN & EVANS 2013).

**Gekritzte Geschiebe** sind Steine, deren Oberfläche zahlreiche Schrammen und Kratzer vom Transport im Gletscher aufweisen. Die Kratzer entstehen v. a. im subglazialen Bereich, wenn die im Eis eingefrorenen Steine an der Unterseite





des Gletschers über den Felsuntergrund schrammen, dagegen nur selten bis gar nicht auf (supraglazial) oder im (englazial) Gletscher (HAMBREY 1994, S.126). Die Schrammen und Kratzer werden als „Kritzung“ bezeichnet, die Steine als „gekriztes Geschiebe“. Die Kritzung besitzt hierbei keine spezielle Orientierung und zeigt eher eine willkürliche oder beliebige Anordnung auf. Schöne gekritzte Geschiebe findet man in Passriach innerhalb einer Grundmoräne. Diese wurde beim letzten Vorstoß des Gailtalgletschers in der jüngeren Dryaszeit (vor 12.730-11.700 Jahren) oberhalb einer älteren Deltaschüttung abgelagert. (Quelle: Van HUSEN 1981).

Als **Gletschertöpfe** werden vom Gletscher (glazial) und vom Gletscherwasser (glazifluvial) geformte topfartige, runde Hohlräume bezeichnet, die mehrere Meter tief und breit sein können. Über ihre Bildung ist man sich bis heute nicht einig. Nach der vorherrschenden Theorie entstehen sie durch Schmelzwasserströme mit hohen Fließgeschwindigkeiten von bis zu 200 km/h und unter hohem Druck unterhalb eines Gletschers (subglazial) oder an dessen Rand (lateroglazial). Diese Schmelzwässer an der Basis eines Gletschers führen Gesteinspartikel mit sich, die gelegentlich auf Schwachstellen wie z. B. kleine Vertiefungen im Festgestein treffen. Dadurch wird eine Wirbelbewegung des Schmelzwassers und eine Rotation der mitgeführten Gesteinspartikel verursacht. Nach und nach erodieren diese Partikel eine tiefe Hohlform in das Festgestein. Die so entstandenen Gletschertöpfe können in der Tiefe und im Durchmesser mehrere Meter messen. (Quellen: BENNETT & GLASSER 2009; MORGAN 2002).

In Kärnten finden sich schöne Gletschertöpfe in Pritschitz an der B83 an der Abzweigung zur Straße „Am Gletschertopf“ oder auch auf der Turrach.

Auch viele der **Kärntner Seen** entstanden durch die Erosionswirkung des Eises (Gletscherschurf) bzw. durch den Wasserstau durch Moränenwälle (Segger 2013: 105). Ihre Becken sind meistens an

tektonische Schwächezonen gebunden, die die Gletscher bevorzugt ausgeräumt haben. Mit Rückzug der Gletscher füllten sich diese Seenbecken, die heutzutage jedoch schon wieder der Verlandung unterliegen (Sampl 1999: 65).

Der **Wörthersee** ist eine wannenförmige glaziale Ausschüfung in den kristallinen Untergrund. Sie wird bis zu 85 m tief und kann in drei Becken untergliedert werden, die durch Felsschwellen voneinander getrennt sind. Die Felsschwellen sind oberirdisch durch die Halbinseln Maria Wörth und Pörtschach mit seinen vorgelagerten Inseln gut erkennbar (Schlamberger 2011). Die Kleinseen Kärntens sind zumeist Toteislöcher (s. dort).

Unter der **GLAZIALAKKUMULATION** fasst man Prozesse und Formen zusammen, bei denen durch die Wirkung eines Gletschers Material zusammengetragen wird. Ein Gletscher besitzt wie Wasser und Luft die Fähigkeit (Kompetenz), Partikel bestimmter Größen über eine gewisse Distanz zu transportieren. Im Vergleich zu Wasser und Luft kann ein Gletscher jedoch sowohl sehr kleine Sandkörner wie auch sehr große Blöcke mit vielen Metern Durchmesser über kilometerweite Strecken transportieren. Ein Gletscher besitzt damit eine größere Transport-Kompetenz als die Transportmedien Wasser oder Luft. Zusätzlich kann ein Gletscher auch sehr viel Material transportieren, er hat also eine hohe Kapazität. Aufgrund seiner hohen Kompetenz besteht dieses transportierte Material aus den unterschiedlichsten Korngrößen, von kleinsten Sandkörnern bis großen Blöcken. Schmilzt das Gletschereis, wird diese heterogene Sedimentfracht unterschiedlichster Korngrößen akkumuliert bzw. sedimentiert. Da das Gletschereis immer irgendwo schmilzt (z. B. an den Randbereichen oder an der Gletscherstirn), wird im Umfeld eines Gletschers ständig Material abgelagert.

Man unterscheidet zwei Vorgänge, die beide sowohl an der Gletscherbasis (subglazial), randlich (marginal) oder vor dem Gletscher (proglazial) zu Ablagerungen führen können. Als glazia-



Abb. 7: Gletschertopf bei Pritschitz. Aufn. LMK

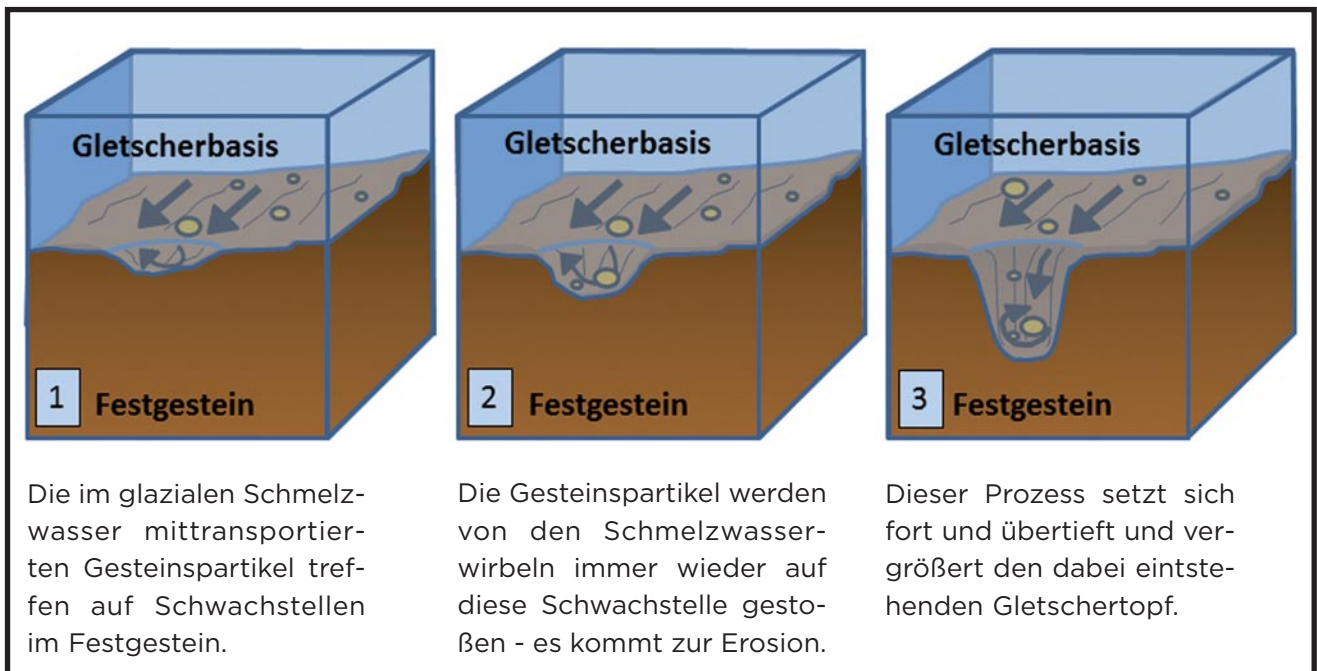


Abb. 8: Entstehungsprozess eines Gletschertopfs (verändert nach MORGAN 2002)



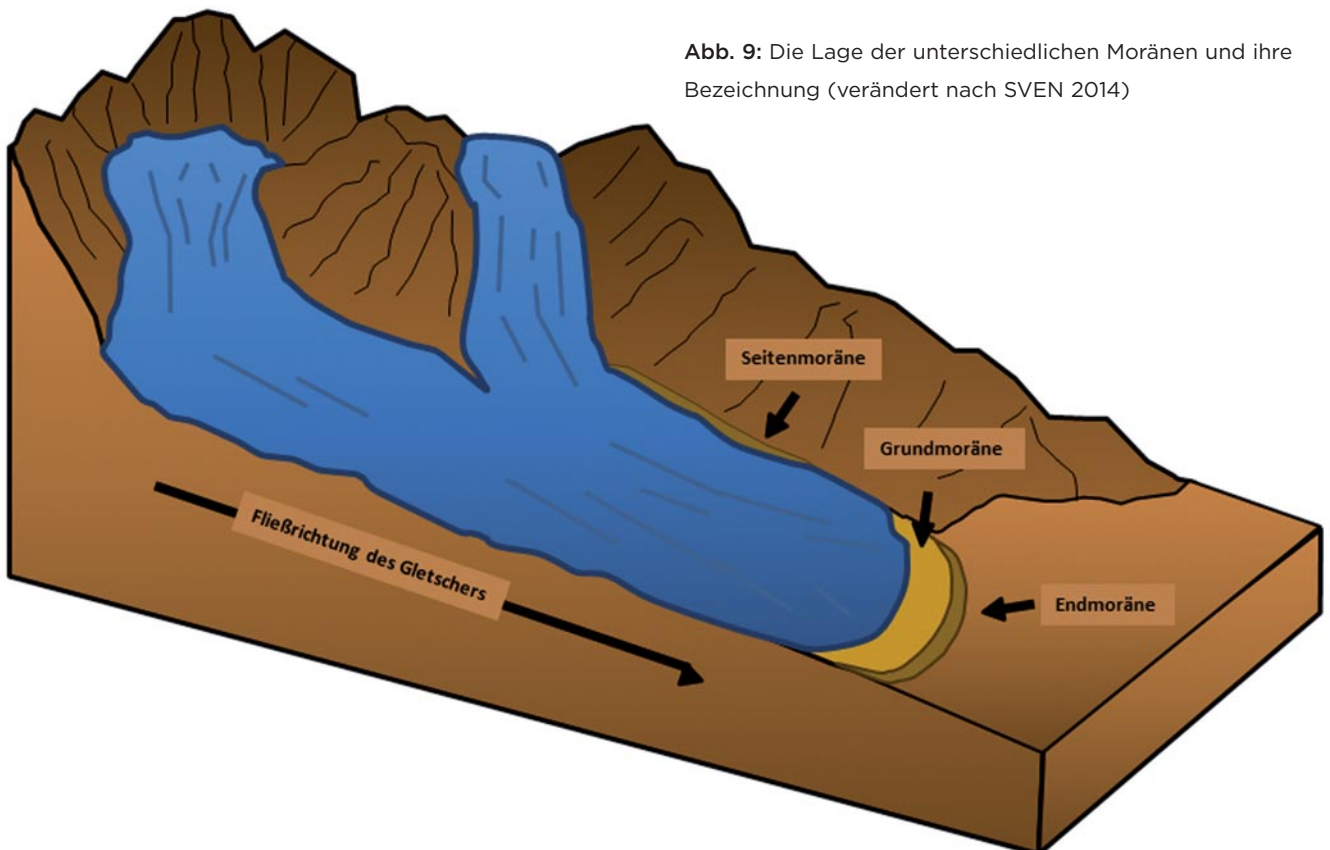
ler Prozess werden durch Abschmelzen des Gletschereises die verschiedensten Korngrößen ohne Sortierung gemeinsam z. B. als Moräne abgelagert. Außerdem nimmt das Schmelzwasser des Gletschers Material mit und lagert es weiter fort wieder ab (glazifluviale Prozesse). Das Wasser kann nicht alle Korngrößen gleich weit transportieren und sortiert sie damit. Dies führt so zu den glazifluvialen Ablagerungen. Sie können vor dem Gletscher (proglazial), unterhalb des Gletschers (subglazial), auf dem Gletscher (supraglazial) und auch randlich vom Gletscher (lateral) auftreten. (Quellen: WINKLER 2009; GROTZINGER & JORDAN 2017).

Glazialakkumulation führt z. B. zu Ablagerungsformen wie Moränen, Drumlins, Findlingen und Toteislöchern.

**Moränen** sind wohl die bekanntesten Ablagerungsformen der Gletscher. Es handelt sich

dabei um alle vom Gletscher transportierten und abgelagerten Materialien (Schutt, Gerölle, Blöcke, Kies, Sand und Ton). Oftmals sind die Ablagerungen als Moränenwälle im Gelände sichtbar. Kennzeichnend für eine Moränenablagerung ist die unsortierte und unregelmäßige Mixture aller Korngrößen. Da das Eis das Material beim Transport nicht wie ein Fluss abrundet, zeigen die meisten Materialkomponenten eine kantige (angulare) Form. Abhängig von ihrer Lage zum Eis und ihrer Genese werden Grund-, Seiten- und Endmoränen unterschieden. (Quellen: WINKLER 2009; GROTZINGER & JORDAN 2017).

Da Moränen direkt vom Gletscher abgelagert werden, deutet ihr Vorhandensein immer auf eine ehemalige Vergletscherung hin. Die Karten von Lichtenberger (1953) oder Bobek (1959) mit ihren unzähligen eingezeichneten Moränen zeigen die umfangreichen Vergletscherungen in Kärnten während der Würm-Eiszeit.



**Abb. 9:** Die Lage der unterschiedlichen Moränen und ihre Bezeichnung (verändert nach SVEN 2014)

Eine **Grundmoräne** entsteht unterhalb des Gletschers, wo sich alle Materialien (subglazial, englaziale, proglaziale und supraglazial transportierte Sedimenten) aus dem Eis unsortiert ablagern. Typischerweise handelt es sich hier um Geschiebemergel oder Geschiebelehm, also um ein Gemisch aus Ton, Schluff, Sand, Kies und Steinen bis hin zu Findlingen. Die Grundmoräne wird erst nach dem Abschmelzen des Gletschers sichtbar und kann dann als wellige oder hügelige bzw. kuppelige Geländeoberfläche erkennbar sein. Welche Form sich ausbildet, hängt von der Form des Untergrundes und der Eisdynamik ab. Eine Grundmoräne breitet sich immer hinter der Endmoräne in Richtung des ehemaligen Nährgebiets aus. (Quellen: PG-NET, FREIE UNIVERSITÄT BERLIN 2016; GROTZINGER & JORDAN 2017).

Beim Rückzug des Draugletschers entstanden in Kärnten unzählige Grundmoränen. Sie bilden z. B. die ebene bis flachhügelige Landschaft von Pörschach (JERNEJ 2012) und vermutlich auch einen Teil der Kapuziner-Insel im Wörthersee (OEHLKE 2002).

Die **Endmoräne** ist die wallartige Aufschüttung von Moränenmaterial vor der Gletscherstirn. Durch das stetige Bergabfließen des Gletschers werden immer mehr Sedimente unterschiedlichster Korngrößen an die abschmelzende Gletscherstirn transportiert. An dieser Gletscherstirn werden diese Sedimente nach und nach ausgeschmolzen und abgelagert und bilden so einen zumeist zusammenhängenden Sediment-

wall um die Gletscherstirn. Sowohl das Wachstum wie auch der Rückzug des Gletschers verlaufen gewöhnlich nicht gleichmäßig, sondern der Gletscher stößt immer wieder vor und schmilzt dann wieder ab. Während der generellen Vorstoßphase, wenn das Wachstum über einen langen Zeitraum insgesamt größer ist als das Abschmelzen, werden alle vorher aufgebauten Moränen wieder abgetragen. In der Abschmelzphase, wenn mehr Eis schmilzt als sich aufbaut, hinterlässt der Gletscher seine älteste Endmoräne am Punkt seiner maximalen Ausdehnung. Beim allmählichen Rückzug ins Gebirge kann er jedoch durch gelegentliche Vorschubphasen weitere Endmoränen ablagern, die in Richtung Kar immer jünger werden.

Die östlichsten Endmoränen Kärntens finden sich ungefähr auf der Linie von Ruden Richtung Rinkenbergl und Lettenstätten bei Bleiburg. Sie markieren die maximale Ausdehnung des Draugletschers vor ca. 22.000 Jahren. Während der Wallersberg bei Ruden vom Eis umflossen wurde, schob sich das Eis an der Nordseite des Rinkenbergl bis ca. 545 m Höhe und an dessen Westhang sogar bis ca. 600 m Höhe entlang (WUTTE 1964). Nicht nur Endmoränenmaterial ist hier zu finden, sondern nach PENCK & BRÜCKNER (1909: 1079) auch Grundmoränen mit gekritzten Geschieben wurden abgelagert. UCİK (1996: 340) beschreibt außerdem ein 100 m großes Toteisloch südöstlich von Rinkenbergl.

Eine **Seiten- oder Lateralmoräne** bezeichnet die Ablagerung seitlich des Gletschers. Sie besteht

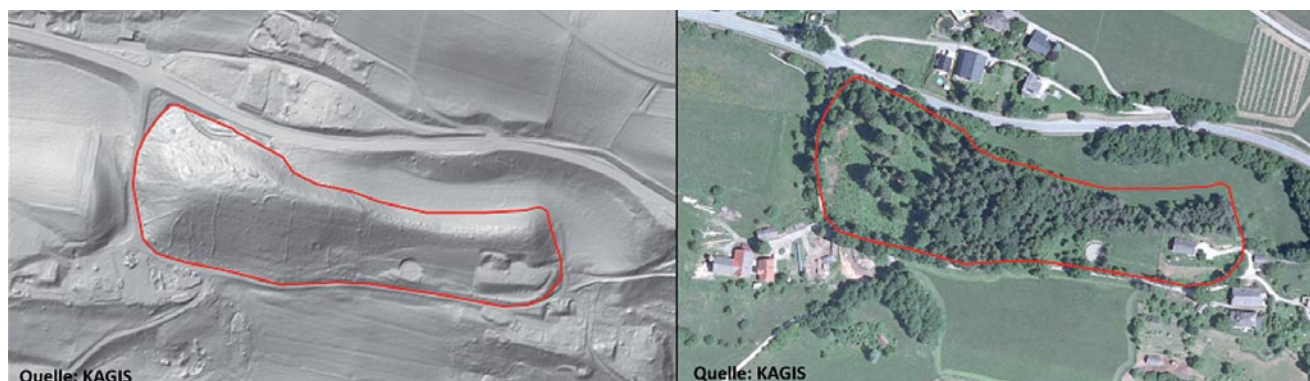


Abb. 10: Seitenmoräne nördlich vom Bassgeigensee (Abb: KAGIS)



neben dem an den Talseiten von Gletschern erodierten Material auch aus dem Schutt der umliegenden Berghänge und dem Material von Massenbewegungen wie z. B. Felsstürzen. Nach dem Abschmelzen des Gletschers bleibt ein Wall aus Schutt zurück, der die seitliche maximale Ausdehnung des Gletschers dokumentiert. (Quelle: GROTZINGER & JORDAN 2017).

An der Nordseite der Keutschacher Talfurche findet sich eine Seitenmoräne, die heute als schmaler bewaldeter Rücken unterhalb der Landstraße erkennbar ist. Als 2003 dort eine Baugrube ausgehoben wurde, kamen mehrere Meter Geschiebelehm und gekritzte Geschiebe zum Vorschein (OEHLKE 2004).

**Drumlins** sind große stromlinienförmige Ablagerungen, deren Name aus dem Irischen stammt (druim = „schmaler Rücken“). Sie können zwischen 5 bis 50 m hoch und 10 bis 3000 m lang sein. In der Regel sind sie aber weniger als die Hälfte ihrer Länge breit und weniger als 10 m hoch. Sie besitzen idealerweise eine steile Stoßseite (zum Gletscher hin gewandt), während die dem Gletscher abgewandte Leeseite flach ist (also umgekehrt wie beim Rundhöcker). Drumlins entstehen unter aktivem Gletschereis und bestehen in den meisten Fällen aus Moränenmaterial, nur selten besitzen sie einen Kern aus Festgestein. Drumlins kommen oft in großer Zahl vor (Drumlinschwärme).

Wie genau Drumlins entstehen, ist bis heute nicht restlos erforscht. In den vorherrschenden Theorien entstehen sie unterhalb des Gletschers, wobei die Anhäufung (Akkumulation), Verformung (Deformation) und die Abtragung (Erosion) die wichtigste Rolle spielen. Laut GROTZINGER & JORDAN gibt es zwei wesentliche Theorien zur Entstehung von Drumlins. Nach der ersten Theorie liegt zwischen der Unterseite des Gletschers und dem Felsuntergrund ein formbares (plastisches) Gemisch aus Materialien wie Sand, Steinen etc. und Wasser, über das sich der Gletscher bewegt. „Wenn diese plastische Masse auf einen Felshöcker oder ein anderes Hindernis trifft, ist sie steigendem

Druck ausgesetzt. Dabei gibt sie Wasser ab und verfestigt sich unter Bildung eines stromlinienförmigen Körpers.“ (GROTZINGER & JORDAN 2017: 610). Nach der zweiten Theorie überfährt ein Gletscher eine bereits abgelagerte ältere Grundmoräne und formt dadurch die Drumlins.

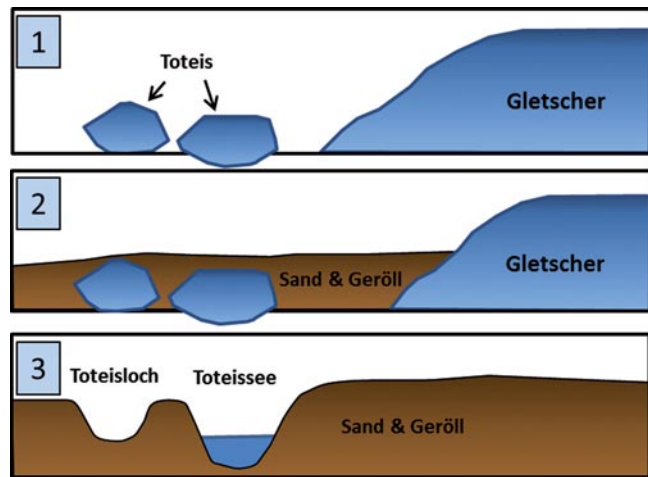
Mustergütig geformte Drumlins findet man im Raum Lendorf – St. Peter in Holz. Der Kirchenhügel von **Maria Bichl** besteht beispielsweise aus überformtem Grundmoränenmaterial und zeigt mit seiner talparallelen Ausrichtung die Eistromrichtung des ehemaligen Gletschers sowie die Abflussrichtung der glazialen Schmelzwässer an (Reitner 2005: 69; Reitner et al. 2005: 229–230).

**Findlinge** nennt man einzelne Gesteinsblöcke, die von einem Gletscher als Geschiebe an seinem heutigen Fundpunkt abgelagert wurden. Die Gesteinsart bzw. die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins kommt gewöhnlich am Fundort nicht vor. Aufgrund ihres zur Umgebung andersartigen Gesteinscharakters hat man sie auch Erratika (lat. errar = irren), erratische Blöcke oder Irrblöcke genannt. Erratika können über weite Distanzen (hunderte Kilometer) transportiert werden. Nur Gletscher sind in der Lage, solche großen Gesteinsblöcke so weit zu transportieren. In der Forschung werden sie daher zur Rekonstruktion der Reichweite des Gletschers, der Fließrichtung und dem Zeitpunkt des Rückzuges verwendet. (Quelle: GROTZINGER & JORDAN 2017).

Im Ortsteil **Pritschitz** (Krumpendorf) findet sich inmitten eines Föhrenwaldes ein einzelner großer Findling: der **Weiberzahn**. Mit einer Kantenlänge von ca. 6 x 3 x 2 Metern sticht er aus der Landschaft heraus und lenkte stets die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich. Angeblich wurde er in prähistorischen Zeiten für Fruchtbarkeitsrituale genutzt (STRUNZ 2014).

Ehemals vergletscherte Gebiete sind oft übersät mit trockenen oder Wasser gefüllten Mulden und Wannen, den **Toteislöchern**. Ihre Entstehung verdanken sie dem Abschmelzen der Gletscher,

Abb. 11: Entstehung von Toteislöchern (verändert nach HALL 2002)



wobei häufig größere Blöcke Eis abbrechen (= Toteis). Dieses nicht mehr mit dem aktiven Gletscher verbundene Eis wird durch Schmelzwasserströme mit Sediment um- und überlagert, das eine isolierende Wirkung ausübt. Das Abschmelzen eines Toteisblockes von 1 km Durchmesser kann dadurch länger als 30 Jahre dauern (GROTZINGER & JORDAN: 612). Ist der Toteisblock abgeschmolzen, hinterlässt er eine Mulde, die sich mit Wasser füllen kann. Toteislöcher sind in Kärnten zahlreich vertreten. Wunderschöne Beispiele sind das **Meerauge im Bodental**, der **Bassgeigensee** im Keutschacher Seental oder auch der **Klopeinersee**.

**Kames** nennt man Ablagerungen eines Gletschers gegen ein Widerlager wie das Eis selber oder die Talflanke, die nach Abschmelzen des Eises als

unregelmäßige Erhebungen zurückbleiben. Der Name Kames leitet sich von dem schottischen „cam“ oder „kaim“ ab und bedeutet „schiefer, sich windender Hügel“. Dies bezieht sich auf die typisch diffuse Morphologie der Kames, mit ihren unregelmäßigen Breiten und Längen und Unterbrechungen. Diese Form ist auf ihre Entstehung zurückzuführen, die durch Schmelzwässer auf dem Gletscher (supraglazial) und vor dem Gletscher sowie oft in Verbindung mit Toteis, also nicht dem aktiven Gletscher verbundene Eis, stattfindet.

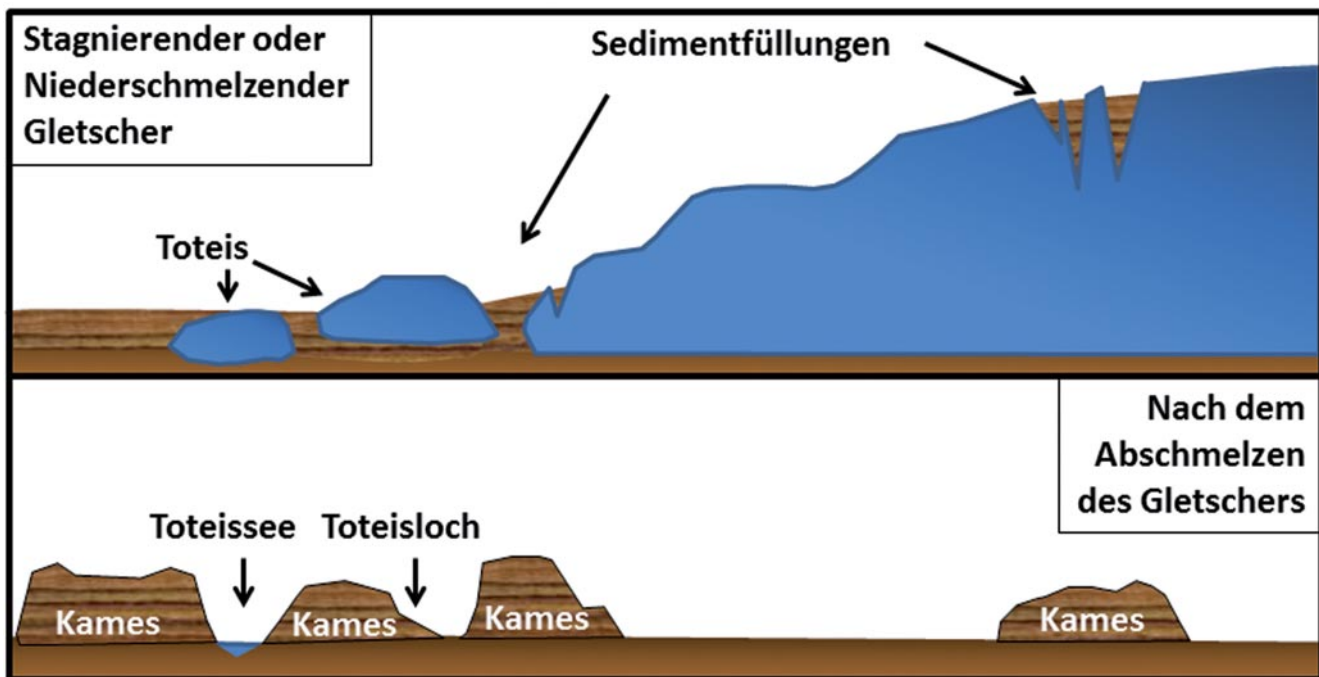


Abb. 12: Entstehung von Kames. Zeichnung I. Hansche



Durch das Zerfallen einer Gletscherzunge nimmt neben der Bildung von Gletscherspalten auch die Produktion von Toteisblöcken zu. Die im Schmelzwasser mitgeführten Sedimente treffen auf diese Widerlager und häufen sich an dieser Stelle an. Nach dem Abschmelzen des Gletschers und des Toteises bleibt die Auffüllung am Talboden als Erhebung zurück, die man nun Kames nennt. Eine Sonderform sind die Kamesterrassen. Hierbei lagern sich die im Schmelzwasser mitgeführten Sedimente in der Spalte zwischen Gletscher und angrenzendem Talhang ab, so dass nach dem Abtauen eine terrassenförmige, langgestreckte Form zurückbleibt. (Quellen: GROTZINGER & JORDAN 2017; WINKLER 2009; BENN & EVANS 2013).

Südöstlich von Feicht und nordwestlich von Rojach befinden sich die Reste eines Kames, der trotz einer langen Nutzung zur Kiesgewinnung noch seine typische Hügelform zeigt. Nach REITNER (2005: 73) und REITNER et al. (2005: 230) deuten die Einfallswinkel der Sedimente auf eine Verkippung durch den randlich zerfallenden Eiskörper während der Ablagerung.

### Dank

Unser besonderer Dank geht an den Geologen Dr. Josef Mörtl (Viktring), der mit den Autoren zahlreiche Fundpunkte im Gelände aufsuchte und viele Informationen, Fotografien und Literatur zur Verfügung stellte.

### Literatur- und Abbildungsverzeichnis:

- BENN, D. & EVANS, D. (2013): *Glacier and Glaciation*. Taylor & Francis Ltd Verlag. 816 S.
- BENNETT, R. M. & GLASSER N. F. (2009): *Glacial Geology - Ice Sheets and Landforms*. 2. Auflage. Wiley-Blackwell Verlag. 385 S.
- BOBECK, H. (1959): Der Eisrückzug im östlichen Klagenfurter Becken. *Mitteilung der Österreichischen Geographischen Gesellschaft* (110).
- EICHER, H. (1982): Zur Flußnetzentwicklung im Klagenfurter Becken und in der Norischen Senke. *Carinthia* 2, 172./92.

FRAEDRICH W. (1969): *Spuren der Eiszeit; Landschaftsformen in Europa*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York. 184 S.

FRESNER R., KRAINER K., MOSTLER W., PONTA U., SCHULZ L. & WIESER G. (2000): Hydrogeologische und limnologische Untersuchungen der Langtalseen (Vorderer, Mittlerer und Hinterer Langtalsee) im Gößnitztal (Kärnten). In: *Carinthia* 2, 190./110. S. 641-657.

GAMESBY, Rob (o.J.): The formation of corries. *Cool Geography* (Url.: <http://www.coolgeography.co.uk/A-level/AQA/Year%2012/Cold%20environs/Glacial%20Landforms/Landforms.htm>).

GROTZINGER, J. & JORDAN T. (2017): *Allgemeine Geologie*. 7. Auflage. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 769 S.

HALL, Adrian (2002): *Cairngorm Landscape*. (Url.: <http://www.landforms.eu/Cairngorms>).

HAMBREY, M. (1994): *Glacial Environments*. UBC Press, 304 S.

HUSEN van, D. (1981): Geologische-sedimentologische Aspekte im Quartär von Österreich. In: *Mitteilung der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 74/75. S. 197-230.

JERNEJ, S. (2012): Örtliches Entwicklungskonzept 2012 und Umweltbericht LT. K-UPG, Der Gemeinde Pörschach a. W. Ingenieurbüro für Raumplanung & Raumordnung. 111 S.

KREUTZER, H. L. (1992): *Photoatlas zu den variszischen Karbonat-Gesteinen der Karnischen Alpen (Österreich/Italien)*. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, Bd. ISBN 3-900312-82-6. 129 S.

LICHTENBERGER, E. (1953): Der Rückzug des Würm-Draugletschers aus dem Villacher Becken und im aufwärts anschließenden Drautal. *Carinthia* II, *Naturwissenschaftliche*

- Beiträge zur Heimatkunde Kärntens 143./63.
- MORGAN, A. (2002): Glacial potholes at rock-wood. In: Grand Action; The grand strategy newsletter. 7/4. S. 2-3.
- OEHLKE, M. (2004): Das Geotop-Inventar der Gemeinde Keutschach am See. In: Kärntner Naturschutzberichte, Bd. 9. S. 69-81.
- OEHLKE, M. (2002): Das Geotop-Inventar Kärnten. In: Kärntner Naturschutzberichte, Bd. 7. S. 91-101.
- PASCHINGER, H., 1951: Der Gletscher im Eiskar in den Karnischen Alpen. Carinthia 2, 141./ 61. S. 55-62.
- PASCHINGER, V. (1934): Der Forstsee in glazial-geologischer Betrachtung. In: Richard Canaval Festschrift, Sonderheft der Carinthia 2. S. 107-113.
- PENCK, A. & BRÜCKNER E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter 3. Leipzig.
- PG-NET FREIE UNIVERSITÄT BERLIN (2016): Zungenbecken. (Url: [http://www.geo.fu-berlin.de/v/pg-net/geomorphologie/glazialmorphologie/Glazialer\\_Formenschatz/Mor\\_\\_nen/](http://www.geo.fu-berlin.de/v/pg-net/geomorphologie/glazialmorphologie/Glazialer_Formenschatz/Mor__nen/)).
- REITNER, J. M. (2005): Landschaftsentwicklung im Quartär. Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 2005 Gmünd. S. 63-81.
- REITNER, J. M., ERTL V., ORTNER G. & MANDLER H. (2005): Exkursion: Quartärgeologie Millstätter See - Unterdraultal (14.9.05). Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 2005 Gmünd. S. 227-231.
- SAMPL, H. (1999): Kärnten - ein Land der Seen. In: Mildner, P. & Zwander, H. (Hrsg.): Kärnten Natur. Die Vielfalt eines Landes im Süden Österreichs. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten.
- SCHLAMBERGER, J. (2011): Die Geologie des Wörthersees. - In: Honsig-Erlenburg W. & Petutschnig W. (Hrsg.): Der Wörthersee: Aus Natur und Geschichte. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten.
- SCHÖNLAUB, P. Hans (2005): Der wahre Held ist die Natur - Geopark Karnische Region. Herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt und dem Gemeindeverband Karnische Region. 259 S.
- SCHÜTZ, M. (2003): Trogtal, U-Tal. (Url:[http://sat-geo.zum.de/satgeo/beispiele/glossar/gl\\_trt.htm](http://sat-geo.zum.de/satgeo/beispiele/glossar/gl_trt.htm)).
- SEGER, M. (2013) Kärnten. Landschaftsräume-Lebensräume. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten.
- STRUNZ, G. (2014): Kärnten, Natur und Kultur zwischen Alpen und Wörthersee. Trescher Verlag. 360 S.
- SVEN, L. (2014): Moraines - piles of dirt record glacier fluctuations. (Url.: <http://climatica.org.uk/moraines-piles-dirt-record-glacier-fluctuations>).
- UCIK, F. (1996): Bericht 1996 über geologische Aufnahmen auf Blatt 205 Völkermarkt. Geologische Bundesanstalt. S. 340.
- Wakonigg, H. (1971) Der Gletscher im Eiskar (Karnische Alpen) im Sommer 1971. Zt. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie. Bd VII, Heft 1-2: 213-214.
- WINKLER, Stefan (2009): Gletscher und ihre Landschaften - Eine illustrierte Einführung. Primus Verlag, Darmstadt, 183 S.
- WUTTE, A. (1964): Der eiszeitliche Stausee des Rückersdorfer Berglandes und seine südliche Umgebung. In: Carinthia 2, 154./74. S. 24-35.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Rudolfinum- Jahrbuch des Landesmuseums für Kärnten](#)

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: [2016](#)

Autor(en)/Author(s): Dojen Claudia

Artikel/Article: [Spuren der letzten Eiszeit in Kärnten 189-203](#)