

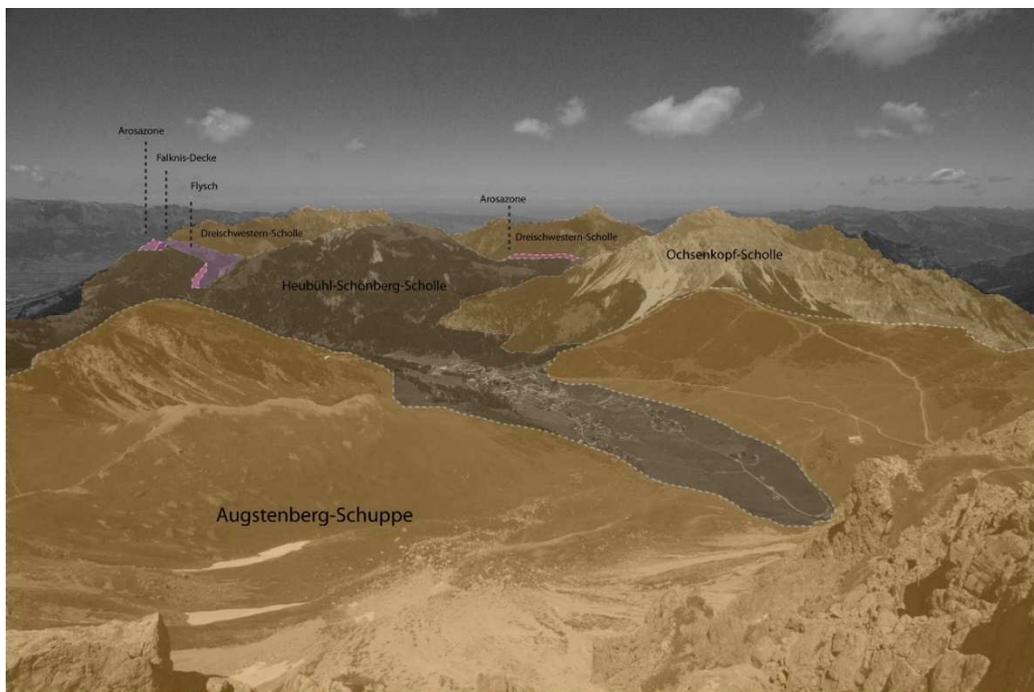


Geologiepfad Malbun

Entdecken Sie die Geologie von Liechtenstein rund um Malbun! Liechtenstein bietet spannende Erlebnisse rund um das Thema Geologie für Familien, Schulklassen und Geologie-Fans.

Was für Gesteine gibt es in Malbun? Wie entstehen eine Höhle oder ein See? Was hat es mit eiszeitlichen Moränen auf sich? Die gegenwärtigen Landschaftsformen in Liechtenstein sind jung. Vielerorts liegen die Spuren der Eiszeit wie ein dünner Teppich über der Landschaft. Hebung und Abtragung gehen weiter. So ist die gegenwärtige Landschaft nur eine Momentaufnahme in einer fortlaufenden Geschichte. Auf dem rund 4-stündigen Lehrpfad in Malbun erfahren Sie sehr viel Wissenswertes über die Geologie im Fürstentum Liechtenstein.

Autor (Inhalte): Daniel Miescher www.geologie.li



Blick vom Augstenberg auf die Tektonik Malbuns



Karte / Wegführung





Koordinaten der einzelnen Stationen

Station	SwissGrid	GMS
1	2'764'671E 1'219'182N	47°06'11.3"N 9°36'29.5"E
2	2'764'751E 1'219'183N	47°06'11.3"N 9°36'33.3"E
3	2'764'772E 1'219'214N	47°06'12.3"N 9°36'34.3"E
4	2'764'664E 1'219'419N	47°06'19.0"N 9°36'29.4"E
5	2'764'690E 1'219'512N	47°06'22.0"N 9°36'30.8"E
6	2'764'797E 1'219'706N	47°06'28.2"N 9°36'36.1"E
7	2'764'621E 1'219'853N	47°06'33.1"N 9°36'28.0"E
8	2'764'521E 1'220'059N	47°06'39.9"N 9°36'23.5"E
9	2'764'641E 1'220'416N	47°06'51.3"N 9°36'29.7"E
10	2'764'742E 1'220'992N	47°07'09.9"N 9°36'35.2"E
11	2'765'254E 1'218'812N	47°05'58.8"N 9°36'56.6"E
12	2'765'468E 1'218'046N	47°05'33.8"N 9°37'05.8"E
13	2'765'422E 1'217'901N	47°05'29.2"N 9°37'03.4"E
14	2'765'011E 1'217'941N	47°05'30.9"N 9°36'44.0"E
15	2'764'594E 1'218'389N	47°05'45.7"N 9°36'24.8"E
16	2'764'213E 1'218'901N	47°06'02.6"N 9°36'07.4"E

Die Karte und Wegführung sowie GPX Punkte sind auf [outdooractive](#) als Download verfügbar.



Station 1 - Meeresgrund, wo man hinblickt

Die Felsen rund um das Tal entstanden einst als Schlamm am Grunde eines Meeres.

Alle Felsen rund um den Talkessel, bestehen aus Ablagerungsgesteinen. Sie waren einst weicher Schlamm am Grunde eines Meeres. Der Schlamm bestand aus Überresten kleiner Meereslebewesen und aus feinem Staub und Schwebestoffen, die im Wasser trieben und sich mit der Zeit ablagerten und verhärteten. Die Ablagerungsgesteine Kalk, Dolomit, Gips und Rauwacken verwittern unterschiedlich. Das wird in den Felsformen erkennbar. Die Kalke des Augstenbergs und des Nospitz bauen solide und steile Felswände. Die Dolomite des Gamsgrats zerbröseln leichter als Kalk und formen zerklüftete Felswände, unter denen grosse Geröllhalden liegen. Der Gips und Rauwacken unter dem Gamsgrat zerfallen noch leichter. Übrig bleiben nur die bizarren Felstürme, die langsam zerfallen.



Augstenberg



Gamsgrat



Nospitz

Factbox: Entstehung von Kalk, Dolomit, Gips und Rauwacken

Die meisten Kalke der Erde sind biogene Gesteine. Sie bestehen zu grossen Teilen aus Trümmern der Kalkschalen von Meereslebewesen. Oft sind diese sehr klein und können nur unter dem Mikroskop erkannt werden. Dolomit ist ein veränderter Kalk. Er entsteht aus Kalkschlamm, der in sehr reichem Wasser starker Verdunstung ausgesetzt ist. Dolomit ist damit ein Zeuge einer Zeit, als das Klima ganz anders war als es heute hier ist. Auch Gips ist das Resultat starker Verdunstung. Er ist nicht biogen, wie der Kalk, sondern ein Verdunstungsgestein, ein so- genanntes Evaporit. Wie Salz wird er aus dem Wasser bei intensiver Verdunstung ausgesondert. In Rauwacken sind Gips, Dolomit und Kalk zu einem groben Gemenge vermischt. Da die verschiedenen Bestandteile unterschiedlich stark verwittern erhalten Rauwacken die charakteristische namengebende raue und löchrige Oberfläche. Starke Verdunstung herrscht im Erdzeitalter namens Trias vor rund 220 Millionen Jahren. Damals war wo heute die Alpen sind ein flaches und untiefes Meer unter einem Wüstenhimmel.



Station 2 – Eine Naturgefahr lauert im Schlucher

Eine Geröllmasse bedroht die Siedlung.

Im Schlucher sitzt eine gefährliche Geröllmasse. Sie besteht aus dem ansässigen Gipsstein und dem Geröll, das vom Gamsgrat herabstürzt. Bei heftigem Regen nimmt der Gips das Wasser auf wie ein Schwamm und wird beweglich. In früheren Jahren kroch die ganze Geröllmasse mit Geschwindigkeiten von über einen Meter pro Jahr und es bestand die Gefahr, dass sie als plötzliche Steinlawine die umliegenden Häuser zerstören könnte. Heute schützen Wasserleitungen und Sicherheitsdämme das Kirchlein und alle Häuser in dieser Gegend.



Schlucher (Blick nach Malbun)



Schlucher mit Verbauungen



Factbox: Naturgefahren in Liechtenstein

Die meisten Naturgefahren in Liechtenstein sind die Folge natürlicher Prozesse. An den Gebirgshängen zeigt sich die Abtragung der Berge in Form von Rufen, Schlammströmen, Felsstürzen und Wildbächen. Im Winter können Lawinen hinzukommen. Im Tal besteht die Gefahr von Überschwemmungen durch den Rhein. Diese Vorgänge gab es lange bevor Menschen hier waren und es wird sie auch nachher noch geben. Zur Gefahr werden sie erst, wenn der Mensch und seine Siedlungen und Verkehrswege sich zu dicht an sie heranwagen. Nebst diesen von äusseren Kräften verursachten „exogenen“ Naturgefahren, gibt es hier auch eine unsichtbare und nur selten spürbare Gefahr aus dem Erdinneren. Erdbeben sind eine „endogene“ Naturgefahr. Deren Gefährlichkeit ist auch bei uns nicht zu unterschätzen. Sie treten selten und ohne Vorwarnung auf und können auch in Liechtenstein Schäden verursachen. Bei jedem Erdbeben sei es stark oder schwach, bewegen sich die Gebirgsdecken ein klein wenig und die Alpen wachsen weiter, im Durchschnitt knapp einen Millimeter pro Jahr. Gleichzeitig werden sie durch exogene Prozesse um etwa den gleichen Betrag abgetragen.



Station 3 – Was für Steine liegen im Bachbett?

Die Steine im Bachbett wurden vom Schlucherbach her gespült und haben eine lange Geschichte.

Ursprünglich waren alle lose herumliegenden Steine Teile der Felswände rund um den Schlucher. Durch Wind und Wetter, Eis und Schnee werden die Felswände angegriffen und zerfallen. Diesen Vorgang nennt man Verwitterung. Wir finden in diesem Bachbett Kalke, Dolomite, Gipse und Rauwacken aber auch seltenere Radiolarite. Diese haben eine völlig andere Entstehungsgeschichte als die anderen Gesteine. Sie stammen nicht aus einem untiefen Meer unter Wüstenklima, sondern aus der Tiefsee. Interessant sind auch die roten Sandsteine in den Bachverbauungen. Sie kommen im Malbun zwar nicht vor, können aber nicht weit von hier im Valorschtal, im Valünatal und in Triesenberg angetroffen werden. Sie sind mit 250 Millionen Jahren die ältesten Ablagerungsgesteine des Tethysmeers und stammen aus der Zeit als dieses begann sich zu öffnen. Sie bestehen aus versteinertem Sand, der vom nahen Festland ins untiefe Meer gespült wurde.



Gips



Radiolarit



Rauwacke



Dolomit



Kalk



Schieferton



Bundsandstein in der Bachverbauung



Bundsandstein Nahaufnahme

Factbox: Der Kreislauf der Gesteine

Alle Gesteine in diesem Bachbett gehören zur Gesteinsgruppe der Ablagerungsgesteine. Sie wurden einst als Lockermaterial wie Sand, Kies oder Schlamm auf dem Meeresgrund abgesetzt und verhärteten später zu Stein. Sie zeigen noch heute die Spuren der Zeit ihrer Ablagerung und lassen viele Schlüsse über die damalige Welt zu. Nebst Ablagerungsgesteinen gibt es auf der Erde auch Erstarungsgesteine. Das sind Gesteine, die aus glühend-heissen Schmelzen tief im Erdinneren entstanden, als diese erkalteten, oder von Vulkanen ausgespuckt wurden und erstarrten. Durch Kontinentaldrift und Gebirgsbildung werden Gesteine, die sich einst an der Oberfläche befanden manchmal tief ins Erdinnere gepresst. Dabei verändern sie sich. So entstehen Umwandlungsgesteine. Über die Jahrmillionen können beliebige Ausgangsgesteine durch solche Prozesse umgewandelt werden. So befinden sich die Gesteine in einem fortwährenden Kreislauf.



Station 4 – Wie entstehen Höhlen?

Durch Verwitterung von Kalkstein können sich anfängliche Risse zu Höhlen ausweiten.

Kalk wird in Wasser aufgelöst. Die Lösungsverwitterung setzt dort am leichtesten an, wo Risse dem Wasser eine Angriffsmöglichkeit geben. Auch Dolomit- und Gipsgesteine sind der Lösungsverwitterung ausgesetzt. In ihnen entstehen aber keine Höhlen, weil diese Felswände bei Verwitterung zerbröseln, und zerfallen. Die Felswände aus Kalk sind stabiler und stürzen nicht ein. Diese kleine Höhle in der Felswand vor uns und die grossen «Bärenlöcher» in den Felswänden auf der gegenüberliegenden Talseite bei Pradame befinden sich im gleichen Kalkgestein.



Höhle auf dem Saasweg



Bärenlöcher aus der Ferne



Bärenlöcher Nahaufnahme



Blick aus den Bärenlöcher zum Schlucher



Factbox: Die Höhlen sind auch Spuren der Eiszeit

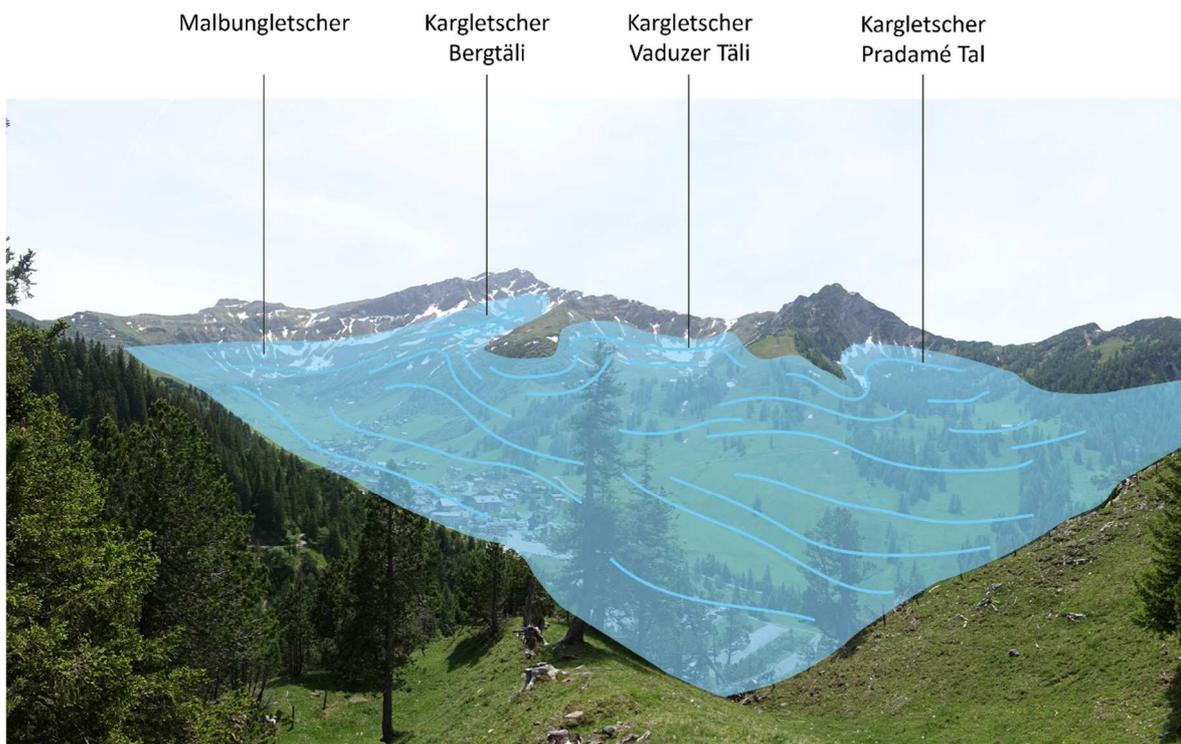
Das natürliche Regenwasser ist leicht sauer und kann daher Kalkstein auflösen. Das Regenwasser enthält Kohlendioxid aus der Atmosphäre welches mit Wasser zu Kohlensäure reagiert. Die Auflösung erfolgt sehr langsam. Eine flache Kalkstein-Ebene würde von Regenwasser allein nur um 25mm in 1000 Jahren aufgelöst. Wenn Wasser fließt, ist der Lösungsprozess schneller. Hinzu kommt, dass fließendes Wasser Schwebstoffe und Geröll mit sich führt, welches den Stein auch mechanisch abschleift. Die hier sichtbaren Höhlen dürften aus der Zeit stammen, als fließendes Wasser am Gletscherrand hier Wirbel und Strudel bildete.



Station 5 – Spuren der Eiszeit, wo man hinblickt

Der Talkessel von Malbun und seine Seitentäler sind das Resultat Jahrhunderttausende langer Arbeit von Gletschern.

Gletscher formten während rund zwei Millionen Jahren das Malbuntal. Gletscher entstehen, wenn nicht aller Schnee im Sommer schmilzt. Er häuft sich an und wird unter seinem eigenen Gewicht zu Eis verdichtet. Diese wird beweglich und fließt langsam zu Tale. Dabei zieht es am Grunde Geröll mit sich und schürft den Felsen ab. So entstanden zur Eiszeit die Talkessel des Haupttals und der Nebentäler. Die Landschaften, die unter dem Eis lagen, sind noch heute gerundet. Die Gebirgsgipfel darüber sind schroff und kantig. Sie liegen über der Schlifffgrenze und ragten zur Eiszeit aus der Gletschermasse heraus. Als die Gletscher sich zurückzogen, blieb das Geröll, das sie mitgeführt hatten, liegen. Man nennt es Moräne. Heute sind die Moränen von Wiesen und Wäldern überdeckt.



Sicht in Süden mit Bergtäle, Vaduzer Täle, Pradame Tal und deren Gletscher



Eiszeitkarte vom Rheintal (O. Keller)



Eiszeitkarte von den Alpen (swisstopo.ch)

Factbox: Ist die Eiszeit wirklich vorbei?

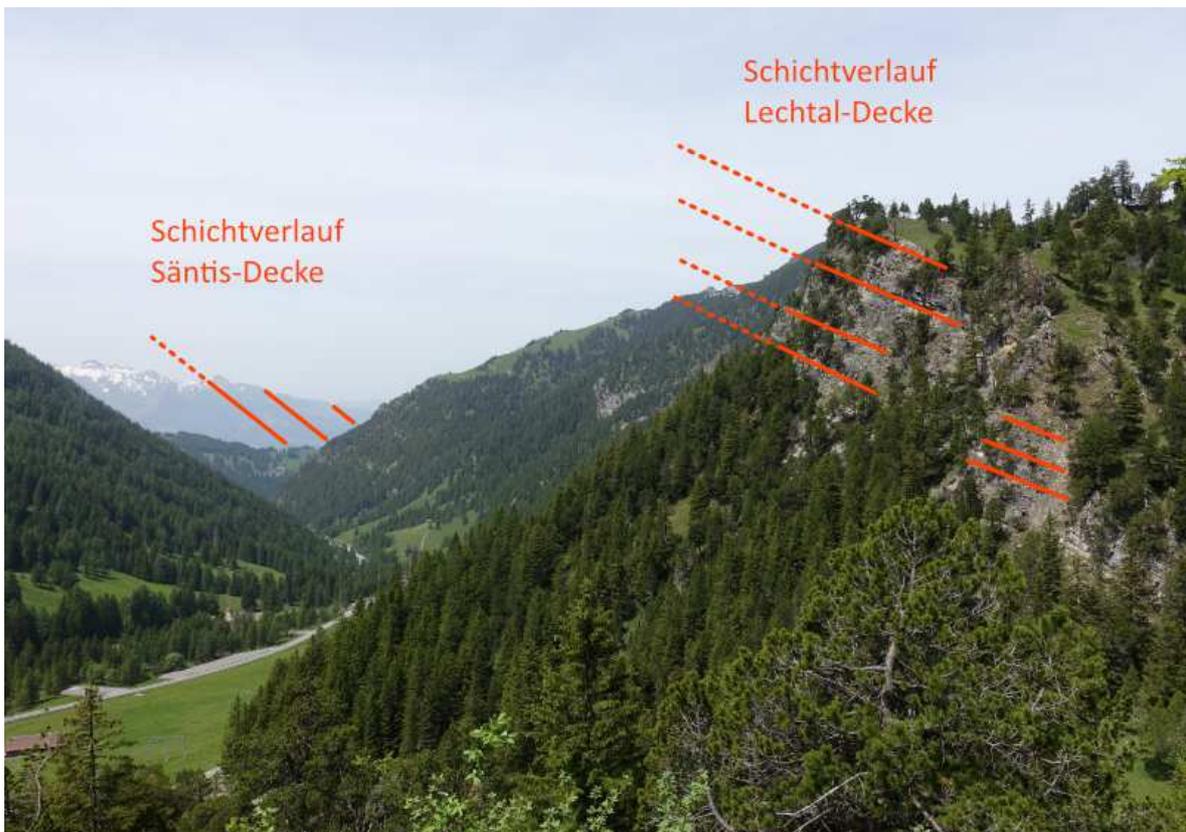
Das jüngste Erdzeitalter heisst Quartär. Es dauerte zwei Millionen Jahre. Nachdem die Erde zuvor Millionen von Jahren lang wärmer und überall eisfrei gewesen war, drangen im Quartär die Gletscher auf vielen Landmassen vor. Beim letzten Höchststand des Eises, vor etwa 20'000 Jahren waren die Alpentäler so sehr mit Gletschern gefüllt, dass nur noch die höchsten Bergketten aus den Eismassen ragten. Auch wenn die Gletscher heute bedeutend kleiner sind, gibt es doch immer noch grosse Eismassen auf einigen Landmassen der Erde. Erdgeschichtlich betrachtet leben wir daher noch heute im Quartär also im Zeitalter der Eiszeiten.



Station 6 – Eine Felswand erzählt von der Geschichte der Alpen

Der Blick auf eine einzige Felswand erzählt von den Phasen der Entstehungsgeschichte unserer Berge.

Die Felswand auf der gegenüberliegenden Seite erzählt einiges über die Entstehung des Gebirges. Die Schichtung von Ablagerungen am Meeresgrund, die Schrägstellung der Schichten bei der Hebung des Meeresgrundes und schliesslich die Entstehung der Landschaftsformen mit Tälern, Schluchten und Gebirgsgraten. Schicht um Schicht wurde über Jahrtausende hinweg vor etwa 200 Millionen Jahren in einem Meer Kalkschlamm am Boden abgelagert und langsam zum Stein der Felswand verhärtet. Das geschah unter dem Meeresspiegel. Vor etwa 60 Millionen Jahren begann sich der Meeresgrund aus dem Wasser zu heben. Dabei wurden die Schichten schräg gestellt und in Form riesiger Schichtpakete weit verschoben. Diese Schrägstellung ist von hier aus auch in den Bergen der anderen Rheintalseite zu erkennen. Erst in den letzten wenigen Millionen Jahren entstand durch Verwitterung und Erosion das heute Landschaftsbild.



Schichtverlauf lokal und bei der Säntis-Decke beim Margelkopf



Nahaufnahme Schichtverlauf Lokal

Factbox: Geologische Begriffe

Stratigraphie heisst die geologische Wissenschaft, die sich mit dem Alter und der Entstehung von Gesteinsschichten befasst. Sie erforscht wann und unter welchen Bedingungen die Gesteinsschichten im Meer gebildet wurden.

Tektonik heisst die geologische Wissenschaft, die erforscht wie und warum grosse Gesteinspakete räumlich verschoben, aus dem Meer gehoben, verformt und zerbrochen wurden. Tektonik erklärt die Entstehung von Gebirgen aus ehemaligem Meeresgrund.

Geomorphologie heisst die geologische Wissenschaft, die erklärt, wie die heutigen Landschaftsformen durch Erosion entstehen.



Station 7 – Dolinen – Sackungstrichter im Gipsstein

Die Krater auf «Fluh» und «Weiherboda» sind eine Karsterscheinung, leider ohne Tropfsteinhöhlen.

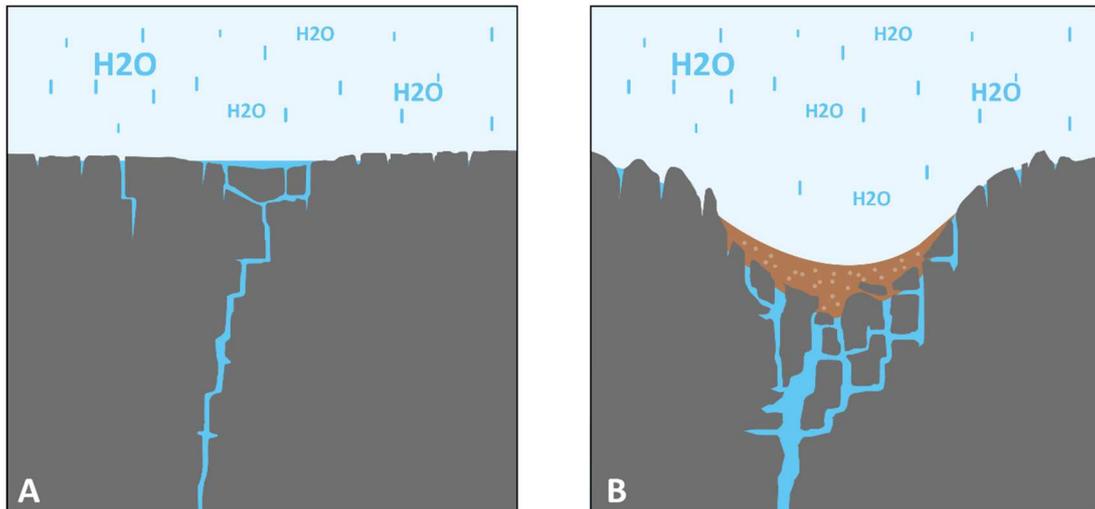
Gipsgestein wird durch Wasser leicht gelöst und aufgeweicht. Dabei entstehen unterirdische Hohlräume, die einsacken oder einstürzen. An der Oberfläche wird dies in Form zahlreicher Einsturz- oder Sackungstrichter sichtbar. Diese werden Dolinen genannt.



Dolinen mit Wasser gefüllt auf dem Saasweg



Dolinen mit Wasser gefüllt auf dem Saasweg



Entstehung von Dolinen

Factbox: Karstlandschaften

Landschaftsformen, die durch die Auflösung von Kalksteinen entstehen, werden Karstlandschaften genannt. Der Name Karst stammt von einer Region in Slowenien, in der es besonders ausgeprägte solche Erscheinungen gibt. Dazu gehören besonders grosse und schöne Tropfsteinhöhlen. Die Dolinen im Gipsgestein von Malbun sind eine Karsterscheinung. Im Gegensatz zum Kalk ist der Gips aber zu weich, um Höhlen zu bilden. Er sackt oder stürzt bei Auflösung des Gesteins ein.



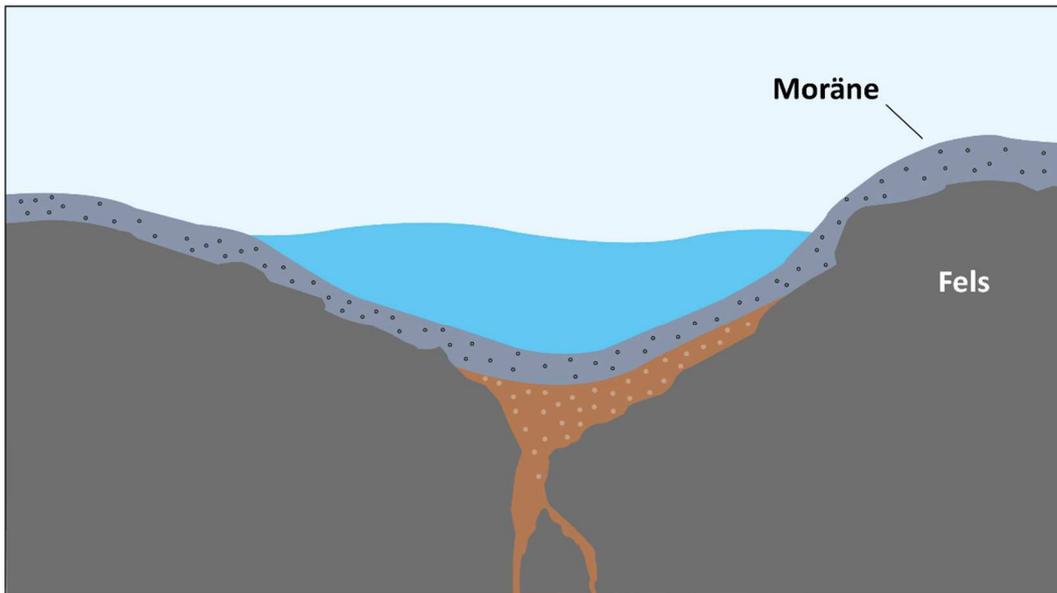
Station 8 – Entstehung des Saas-See

Der Saas-See ist eine Doline, die durch eiszeitliche Gletscherablagerungen abgedichtet ist.

Der Saas-See ist ein natürlich entstandener See. Er ist eine Doline, die wie überall in dieser Gegend als Sackungstrichter im Gipsgestein entstanden ist. Über dem Gipsgestein liegt das Lockematerial das einst am Grunde des Malbun Gletschers mitgeführt wurde. Diese sogenannte Grundmoräne ist ein Gemisch aus Gesteinsbrocken und fein zermalmtem Schlamm. Der Schlamm dichtet die Doline auf natürliche Weise ab und sie kann sich mit Regenwasser füllen, dass unter den Schutt-halden der Berghänge herabfließt. In dieser Gegend gibt es noch mehr solche mit Wasser gefüllten Dolinen. Das Gebiet hier trägt daher den treffenden Namen «Weiherboda».



Saas-See in Malbun



Querschnitt vom Saas-See zeigt die gleichen Eigenschaften wie Dolinen

Factbox: Seen verlanden, ob klein oder gross

Es gibt nur zwei natürlich entstandene Seelein in Liechtenstein. Den Saas-See und das Gampriner Seelein. Es entstand bei der Rheinflut im Jahr 1927. Mit der Zeit verlanden diese Seen. Beide Seen werden mit der Zeit mit Schlamm und Pflanzen-resten aufgefüllt und verlanden. Manche Ebenen hier auf „Fluhboden“ sind die Überreste kleiner bereits verlandeter Seelein.

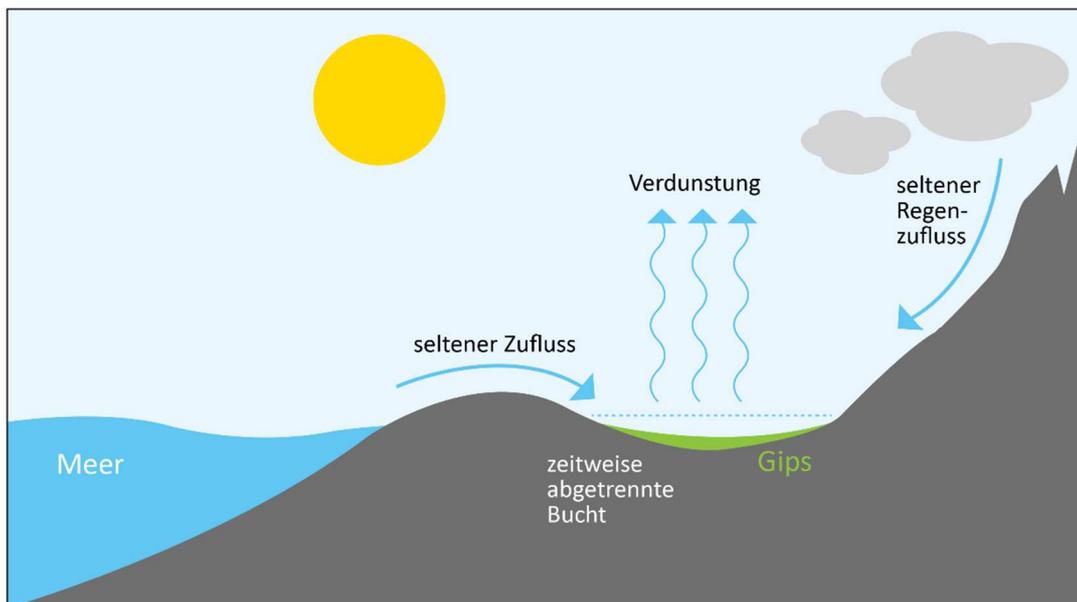
Auch der Bodensee wird eines Tages verlandet sein. Am Ende der Eiszeit reichte er bis Chur. Seither schrumpft er. Gegenwärtig führt der Rhein 3 Millionen Kubikmeter Sediment pro Jahr in den Bodensee. Er lädt dort täglich so viel Schlamm und Sand ab, wie 800 Lastwagen pro Tag heranschaffen könnten. In etwa 15'000 Jahren wird der Bodensee damit aufgefüllt und verschwunden sein.



Station 9 – Gipsstein näher betrachtet

Was Gipsstein über Klima und Jahreszeiten der Trias Zeit erzählt

In einem flachen Becken am Rande des Meeres verdunstete Salzwasser. Dabei blieben die im Wasser gelösten Stoffe am Grunde zurück. In regelmässigen Abständen floss vom nahen Festland Wasser ins Becken („Sabkha“) und brach feinen Staub und Schlamm mit, der sich über den Gips legte. Das Gipsgestein zeigt daher eine Bänderung von abwechselnd hellen und dunklen Streifen. Der Gips ist hell, das eingeschwemmte Material ist dunkel. Die Regelmässigkeit des Streifenmusters lässt auf einen gleichmässigen Wechsel von Verdunstung und Einschwemmung schliessen. Grund dafür war wahrscheinlich der Wechsel der Jahreszeiten in der Trias-Zeit vor über 200 Millionen Jahren. Trocken- und Regenzeiten folgten aufeinander sowie heute in den Gebieten an den Rändern der Wüsten.



Entstehung von Gips in einem «Sabkha»



Beispiele von Gips Schichtungen



Gips auf dem Saas-Weg



Verfaltungen im Gips

Factbox: Wie faltet man Gestein?

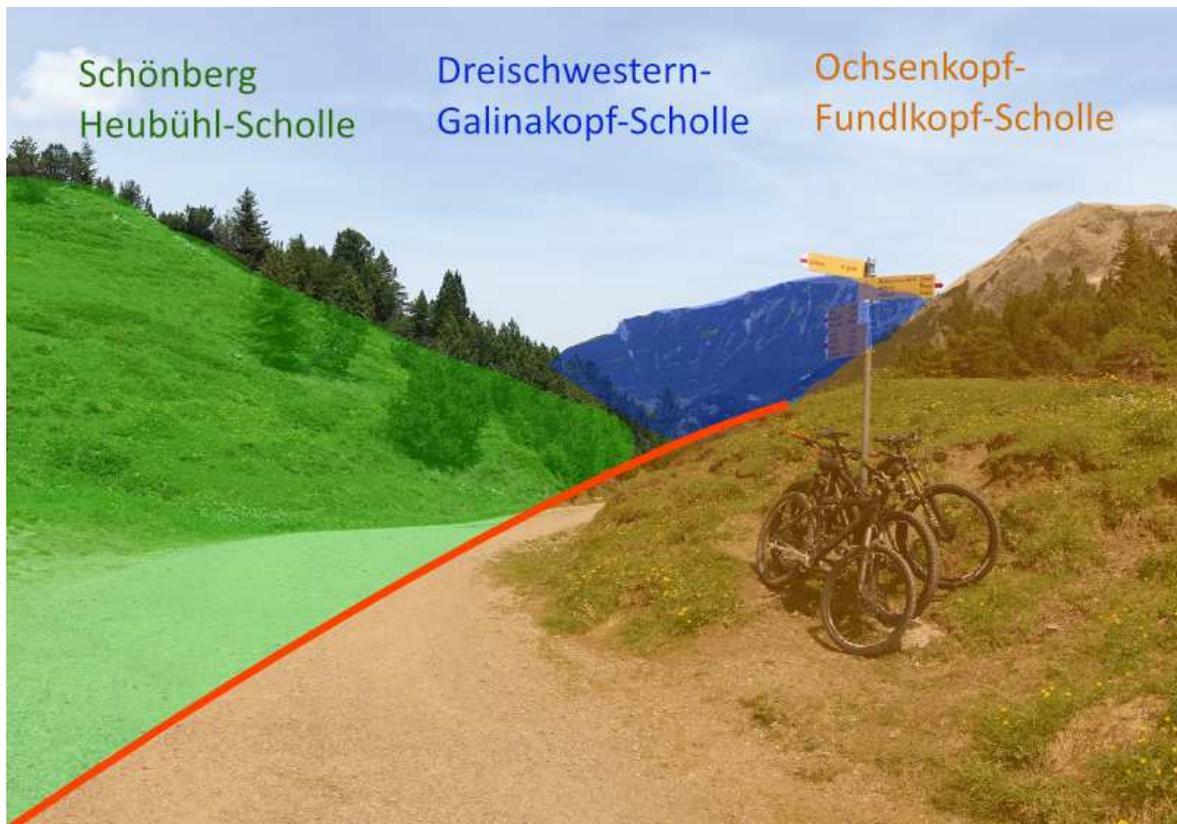
Die Bänderung im Gipsgestein zeigt mancherorts Falten. Diese entstanden, wenn das Gestein durch tektonische Bewegungen unter Druck kam. Doch nicht nur weiches Gipsgestein ist verfaltbar. Auch steinharter Kalk und viele andere Gesteine wurden während der Gebirgsbildung gefaltet. Gestein kann nur unter sehr hohem Druck, hohen Temperaturen und meist im Beisein von Wasser gefaltet werden. Falten zu bilden dauert Jahrtausende. Falten, wie im Kalkstein des Fläschbergs bei Balzers, entstanden nicht an der Erdoberfläche. Solche Falten wurden tief im Meeresgrund gebildet, als der Meeresboden noch unter Wasser lag und durch den Kontinentaldrift bereits zusammengepresst wurde. Die Bedingungen zur Verfaltung von Kalk sind erst in fast einem Kilometer unter der Erdoberfläche gegeben. Als das Gebirge schliesslich aus dem Meer gehoben wurde, waren die Falten bereits entstanden.



Station 10 – Das Sass-Fürkle ein kleiner Alpenpass

Gletscher formten einen sanften Übergang zwischen Malbuntal und Valorschtal.

Das Sass-Fürkle ist ein Pass zwischen dem Malbuntal und dem Valorschtal. So wie die grossen Alpenpässe wurde er in der Eiszeit von Gletschern ausgeschliffen. Unter den Wiesen und Legföhren hier liegen überall noch Moränen, die davon zeugen. Die Gletscher wählten diesen Übergang nicht zufällig. Sie schliffen dort den ursprünglichen Grat zwischen den beiden Tälern weg, wo das Gestein am wenigsten Widerstand bot.



Saas-Fürkle – ein Alpenpass zwischen zwei Gesteinplatten

Factbox: Die Lage des Sass-Fürkle ist tektonisch vorgegeben.

Das Sass-Fürkle befindet sich auf der Grenzzone zwischen zwei grossen Gesteinsplatten, der Heubühl-Schönbergsscholle im Westen und der Ochsenkopf-Fundelkopf-Scholle im Osten. Die Schollen wurden bei der Alpenhebung tektonisch gegeneinander verschoben. Das Gestein an der Grenzzone ist durch zahlreiche Brüche geschwächt und die Gletscher konnten hier ihr Werkzeug leichter ansetzen.



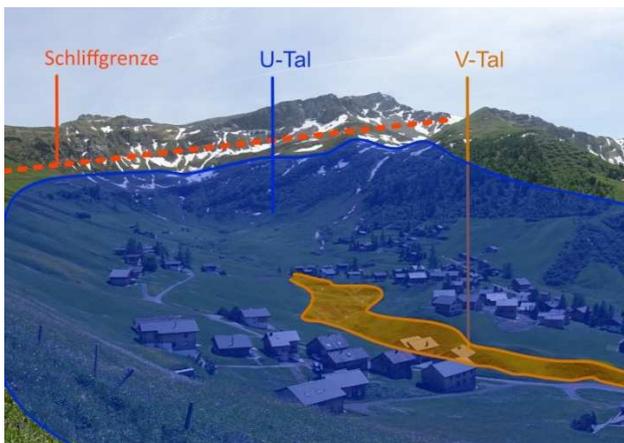
Station 11 – Eiszeitliche und nacheiszeitliche Talformung

Ins eiszeitliche U-Tal wird nacheiszeitlich ein V-Tal eingesägt.

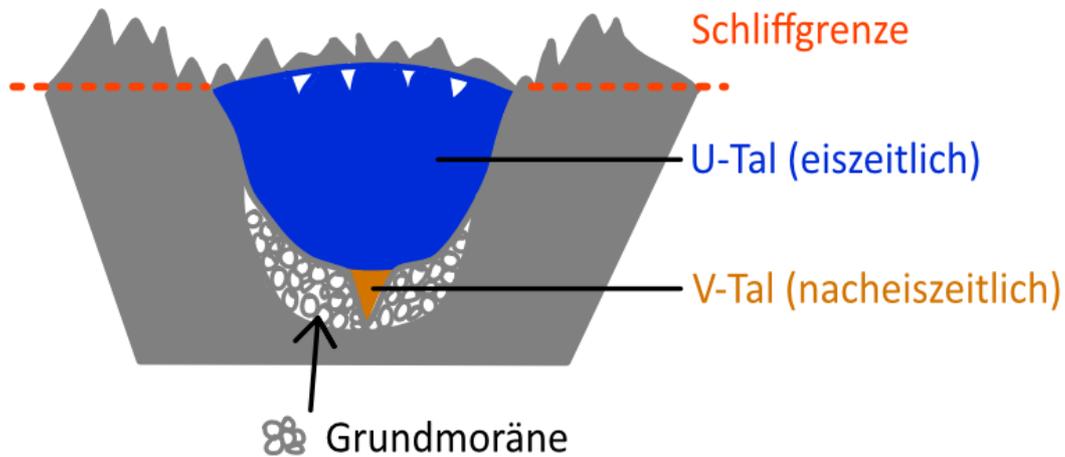
Ins eiszeitliche U-Tal wird nacheiszeitlich ein V-Tal eingesägt. Beim Blick ins Malbuntal sind zwei ganz unterschiedliche Talformen erkennbar, die beide durch die Arbeit von Wasser entstanden sind. Der Talkessel von Malbun und die einzelnen Nebentäler, wie das Vaduzer Täle und das Bergtäle haben die Form gerundeter Schüsseln. Im Querschnitt erinnert diese Form an den Buchstaben «U». Daher werden solche Talformen U-Täler genannt. Um ein solches Tal herauszuarbeiten benötigen Gletscher hunderttausende von Jahren. In der Mitte des Tals fließt der Malbunbach in einem scharf V-förmigen Einschnitt. Ein solches V-Tal entsteht, wenn sich ein Bach in die Landschaft einsägt. Das V-Tal, in dem der Bach heute fließt, entstand nachdem der Gletscher geschmolzen war. Die Form ist nacheiszeitlich entstanden und nur wenige Tausend Jahre alt.



Blick vom Malbunbach Richtung Augstenberg



Grafik mit U- und V-Tal in Malbun



Querschnitt vom U- und V-Tal

Factbox: Eis und Wasser sind weicher als Stein und formen doch Täler.

Wie kann Wasser Täler aus festem Felsen ausschleifen? Genau genommen schleift weder ein Gletscher noch ein Bach Felsen ab. Aber beide führen Geröll mit sich. Gletscher von der Grösse des Malbuntal Gletschers fließen rund 10 cm pro Tag. Dabei ziehen sie das Geröll und feinen Sand an ihrer Sohle mit. Dieses Gesteinsgemisch heisst Grundmoräne. Indem ein Gletscher an seiner gesamten Grundfläche so die Landschaft abschleift, formt er ein breites U-Tal. Ein fließender Wildbach reisst ebenfalls Geröll in seinem Bachbett mit. Dieses sägt die Landschaft entlang einer Linie wie ein V ein. Das kleine V-Tal des Malbunbachs wurde noch nicht in den felsigen Untergrund eingeschnitten, sondern erst in die Grundmoräne des ehemaligen Gletschers, die den ganzen Talgrund bedeckt.



Station 12 – Die Schichtfolge der Trias

40 Millionen Jahre Meeresablagerungen auf einen Blick.

Die Nordwand von den Felsen unterhalb der Alp Turna bis hoch zum Gipfel des Augstenbergs zeigt die Abfolge aller Gesteinsschichten der Triaszeit, die im Malbun vorkommen. Hier liegen sie in der Reihenfolge übereinander, in der sie im Meer abgelagert wurden. Unten sind die ältesten Schichten, oben die Jüngsten. Je nach Gesteinsart verwittern die Schichten unterschiedlich. Kalke zeigen sich in steilen Felswänden. Tonhaltige Gesteine, wie Mergel und Schiefer verwittern zu sanft geneigten Wiesen. Dolomit bilden Steilwände ähnlich wie Kalk aber mit ergiebigen Schutthalden.




Muschelkalk


Partnachschiefer


Arlbergschichten
(Kalk & Schiefer)


Raiblerschichten
(Kalk, Rauwacken, Gips)


Hauptdolomit



Factbox: Unterschiedliche Ablagerungen durch unterschiedliche Umweltbedingungen.

Warum entstanden so unterschiedliche Gesteine in ein und demselben Meer? Die untersten Kalksteine sind vor 240 Millionen Jahren abgelagert worden. Der Dolomit des Gipfels wurde vor etwa 200 Millionen Jahren abgelagert. Von unserem Standort bis zum Gipfel überblicken wir also 40 Millionen Jahre durchgehende Gesteinsablagerung. In dieser langen Zeit haben sich die Wassertiefe und das Klima verändert. Die Kalke zuunterst und die Schiefertone darüber entstanden in tieferem Wasser, als die Kalke weiter oben und die Gipse und Dolomite darüber. Generell zeigt die Nordwand eine Entwicklung von einem tieferen hin zu einem weniger tiefen Meer und einen zunehmenden Einfluss der Verdunstung. Der Meeresboden hob sich langsam an und das Klima wurde wärmer und trockener.



Station 13 – Warum gibt es Quellen?

An einer Schichtgrenze tritt am «Wasserkopf» Quellwasser aus.

Unter den Geröllhalden und Gras bedeckten Steilhängen über dem Wasserkopf befinden sich Schiefer-ton. Regenwasser kann in zahlreiche Risse in den Kalk und Dolomit der Gipfelregion eindringen und trifft schliesslich auf den kaum durchlässigen Schiefer-ton darunter. Auch Regenwasser, das auf das Gras bedeckte Geröllhalde fällt, sickert bis auf diese undurchlässige Schicht. Dort, wo die Schicht die Oberfläche erreicht. Dort tritt das Regenwasser als Quellwasser aus.



Quellen in Malbun

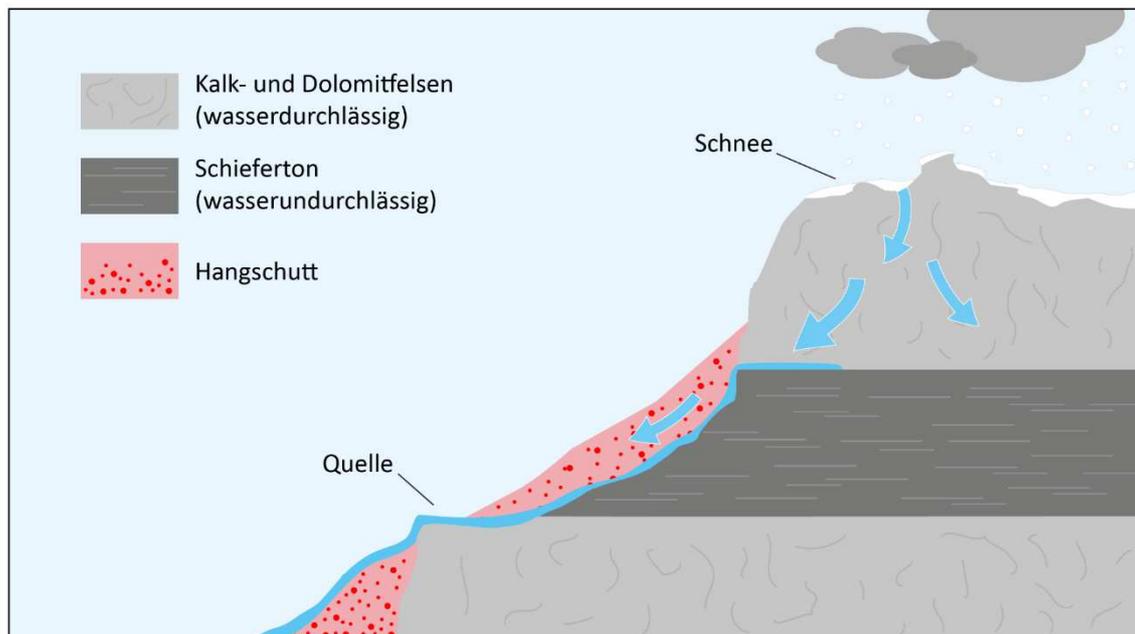


Kalk und Dolomit



Schiefer-ton

Querschnitt Schichtverlauf Augstenberg



Querschnitt Wasserkopf – Entstehung der Quellen in Malbun

Factbox: Vom Wasserkreislauf, Meersalz und Gips im Malbun

Wasser befindet sich in einem ewigen Kreislauf. Das Regenwasser, das in Malbun fällt, verdunstete vor einigen Tagen aus dem Atlantik und wurde als Wasserdampf mit der Westwindströmung nach Europa transportiert. An Wetterfronten und an Gebirgshängen entstehen aus dem Wasserdampf Wolken. Das ehemalige Meerwasser fällt als Süßwasser aufs Land und fließt schliesslich ins Meer zurück. Dabei löst es Stoffe aus dem Gestein heraus und trägt durch sogenannte chemische Verwitterung zum Abtragen der Berge bei. Beim Verdunsten bleiben diese Stoffe als Salz im Meer zurück. Daher ist Meerwasser salzig. Unter speziellen Bedingungen kann in einem Meeresbereich sehr viel Wasser verdunsten und es bilden sich Salzkrusten. So entstanden die Gipsgesteine, die wir in der Gegend um den Sass-See antreffen.



Station 14 – Die Tektonik Malbuns

Die Landschaft Malbuns besteht aus riesigen Schollen, die gegeneinander verschoben sind.

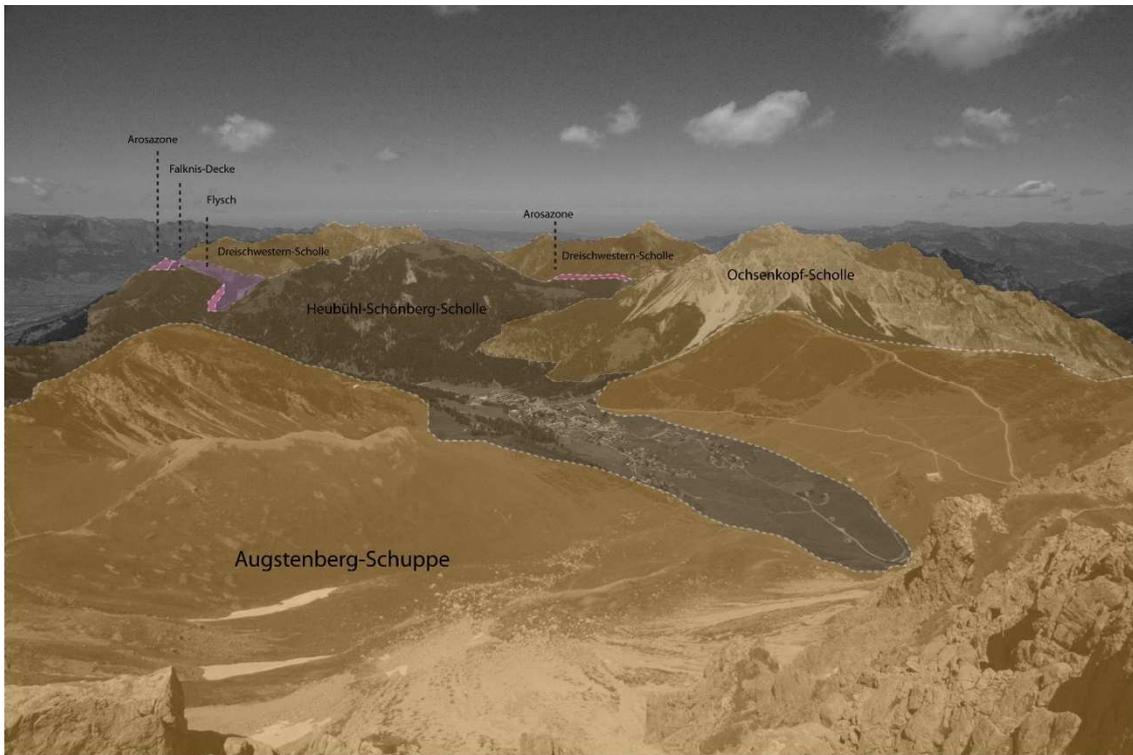
Gesteine gleichen Alters treffen wir heute in Malbun in ganz unterschiedlichen Höhen an. Am Augstenberg sind die jüngsten Gesteine (Gipse und Hauptdolomit) erst auf Gipfelhöhen um 2200 m anzutreffen. Am Fuss des Berges treten die ältesten Gesteine zu Tage (Muschelkalk). Ganz anders sieht es am Ochsenkopf aus. Hier baut der Hauptdolomit fast das ganze Massiv auf und am Fusse befinden sich die Gipse. Alles liegt hier viel tiefer unten. Die Ostalpine Decke ist nämlich in verschiedene Schollen zerbrochen. Diese sind vertikal gegeneinander verschoben. Der Augstenberg ist Teil einer Scholle. Der Ochsenkopf ist Teil einer anderen Scholle, die gegenüber der Augstenberg-Scholle nach unten versetzt ist.

Raiblerschichten der
Heubühl-Schönberg- und
Ochsenkopf-Fundlkopf-Scholle

Raiblerschichten der
Augstenberg-Schuppe



Foto Ochsenkopf und Saas mit Raiblerschichten



Tektonik Malbuns

Factbox: Tektonische Bewegungen bringen zusammen was nicht zusammengehört.

Der Fachbereich, der sich mit der räumlichen Verschiebung und Lage der Gesteinspackete beschäftigt, heisst Tektonik. Der Blick vom Augstenberg nach Norden lässt die tektonischen Einheiten erkennen. An den Schollengrenzen kommen Gesteine zum Vorschein, die zu ganz anderen Zeiten und in anderen Meeresgebieten entstanden sind. Sie wurden bei der Deckenüberschiebung zur Zeit der Gebirgsbildung am Grund der Ostalpinen Decke mitgeschleppt. Als die Ostalpine Decke in Schollen zerbrach und diese sich vertikal verschoben, kamen diese Gesteine an den Schollenrändern zum Vorschein. Zu ihnen gehört der Radiolarit, den wir im Bett des Schlucherbachs finden. Er ist ein Gestein der Tiefsee und entstand wahrscheinlich zur Jurazeit. Er hat nichts mit den Gesteinen des untiefen südlichen Tethysmeers der Trias gemeinsam und kommt in der heutigen Landschaft doch direkt daneben vor.



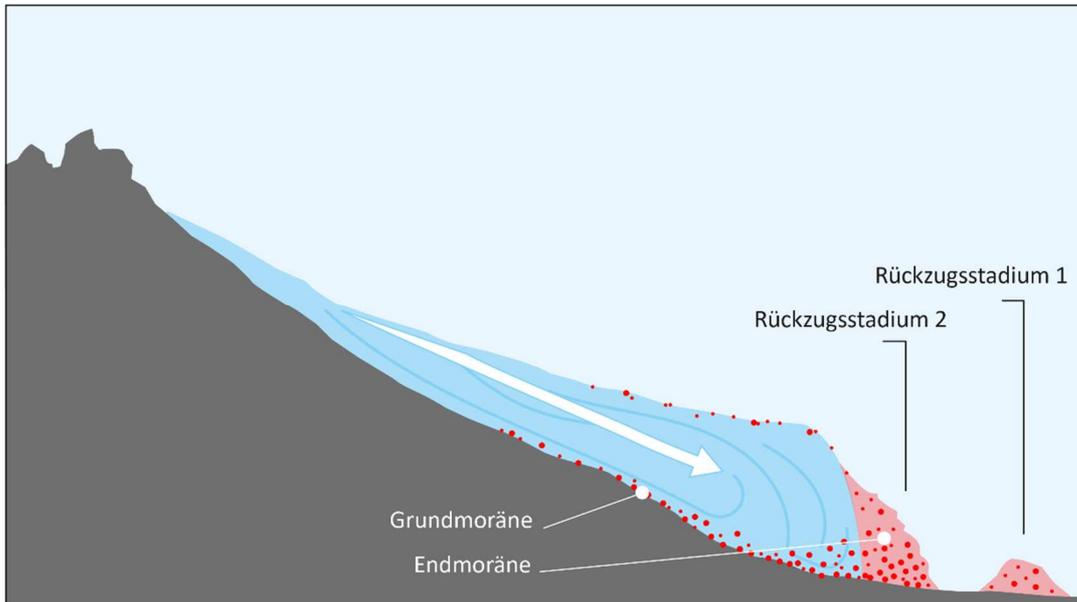
Station 15 – Eiszeitliche Moränen

Was der Gletscher im Vaduzer Täle zurückgelassen hat.

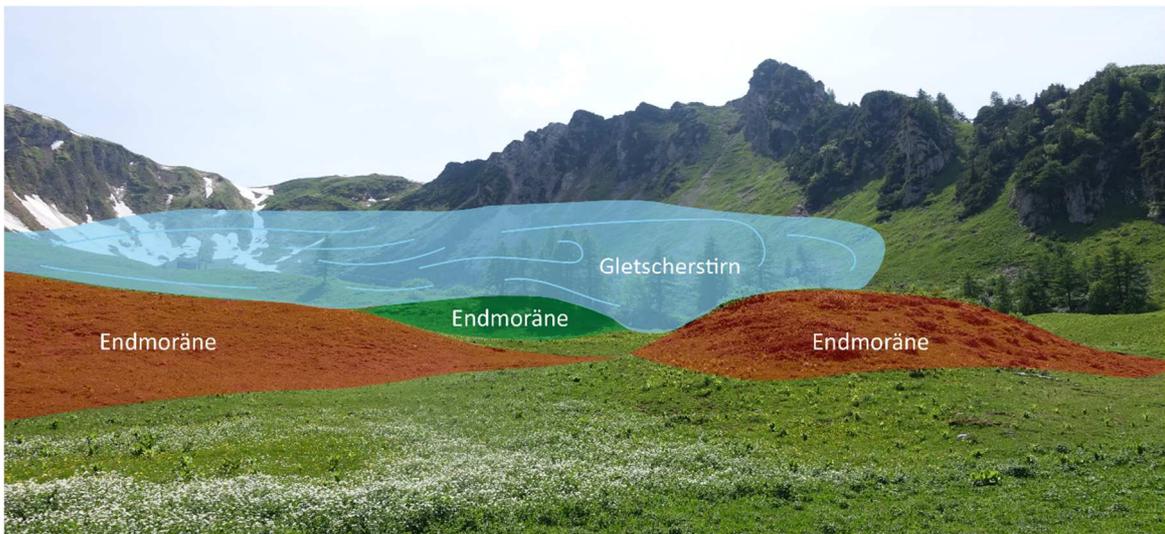
Von den umliegenden Felswänden stürzten während der Jahrtausende Gesteinsbrocken auf den Gletscher im Vaduzer Täle. Das Geröll wurde auf dem Eis transportiert. Wie ein Förderband transportierte er Geröll an sein unteres Ende und lagerte es dort als Moräne ab. So entstand der Endmoränenwall auf dem heute Bäume wachsen. Nebst dem Endmoränenwall bedecken Grundmoränen den ganzen Täleboden unter den Alpweiden und Skipisten.



Vaduzer Täle mit Moränen (Sicht von oben Richtung Malbun)



Langschnitt durch einen Gletscher



Endmoränen im Vaduzer Täle

Factbox: Das Vaduzer Täle – ein Kar

Das Vaduzer Täle ist ein Kar. Es entstand durch einen Kargletscher einen Seitengletscher das Malbuntal Gletschers. Dieser floss einst mit einer Geschwindigkeit von wenigen Zentimetern pro Tag in den Malbuntal Gletscher und verband sich mit diesem. Der grössere Malbuntal Gletscher schürfte sein Tal bedeutend tiefer aus als der Kargletscher. Daher ist das Vaduzer Täle ein höher gelegenes Seitental des Malbuntals.



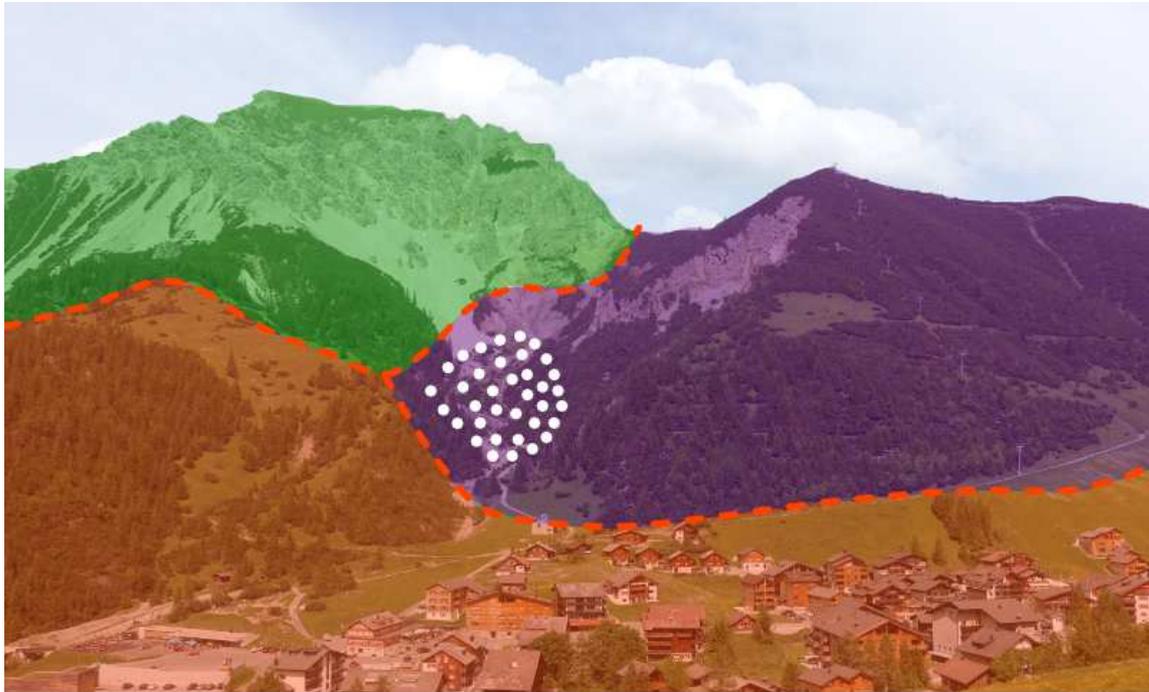
Station 16 – Im Schlucher kommt alles zusammen

Der Schlucher und die von ihm ausgehende Naturgefahr als Ergebnis von 250 Millionen Jahren Erdgeschichte.

Im Schlucher treffen die Augstenberg-Schuppe, die Ochsenkopf-Scholle und Heubühl-Schönberg-Scholle aufeinander. Die Augstenberg-Schuppe wurde von Südosten her gegen die beiden anderen Schollen gepresst. Dabei wurden die Gipsschichten zu einer dicken Masse zusammengepresst. Wenn Gips nass wird, zerbröckelt er und wird verformbar. Die Gipsmasse im Schlucher kriecht daher langsam talabwärts. Ausserdem fällt ständig neues Geröll aus den Felsen des Gamsgrat darauf. Zusätzlich gibt es im Schlucher tonigen Tiefseesedimente. Wenn es heftig regnet könnten aus diesem Gemisch Schlamm- und Gerölllawinen entstehen und die Siedlung bedrohen.



Blick Richtung Gamsgrat und Schlucher



Ochsenkopf-
Fundlkopf-
Scholle

Augstenberg-
schuppe

Heubühl-
Schönberg-
Scholle

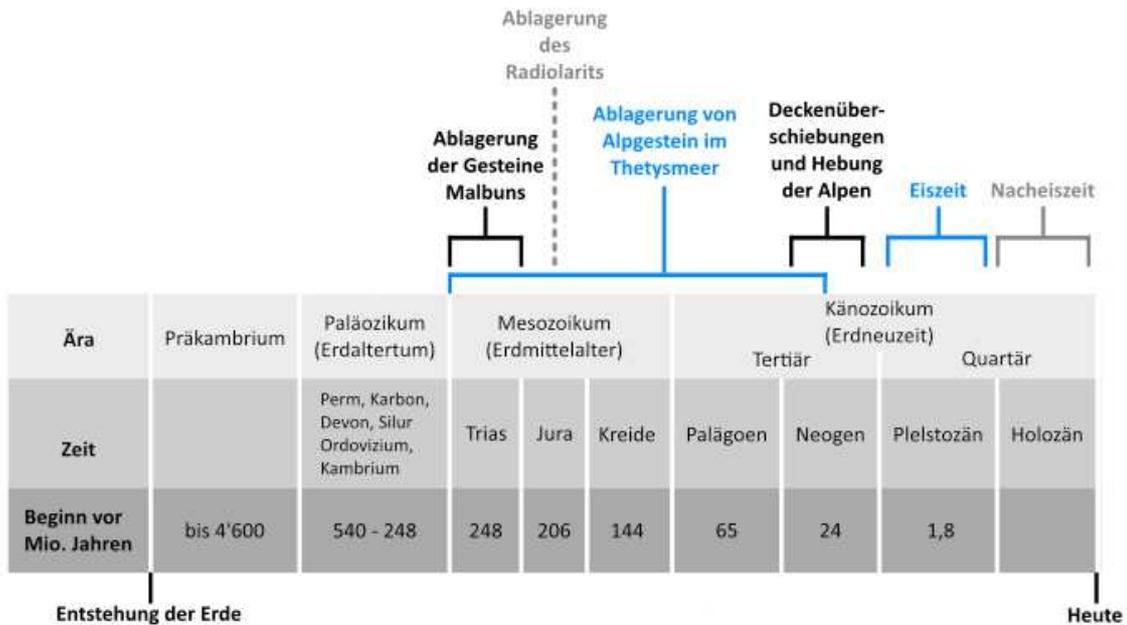
Gipsmasse

Im Schlucher treffen drei tektonische Einheiten aufeinander



Factbox: Die geologische Zeittafel

Die vor uns liegende Landschaft der Gegenwart ist das Ergebnis einer Jahrtausenden lang dauernden Geschichte. Deren verschiedene Ereignisse lassen sich den Epochen der erdgeschichtlichen Zeittafel zuordnen. Die Ablagerung der Gesteine im Tethysmeer geschah in der Trias im Erdmittelalter. Die Anhebung des Meeresgrunds zum Gebirge erfolgte im Tertiär, in der Erdneuzeit. Die jüngsten Formen der Gebirgsgipfel- und Grate sowie der Schutthalden, Schluchten und Täler mit ihrer Moränenbedeckung ist das Produkt des Quartärs. An anderen Stellen in den Alpen – auch in Liechtenstein – gibt es Gesteine, die aus dem Erdaltertum stammen. Sie zeugen davon, dass es lange vor dem Tethysmeer und vor den Alpen hier schon einmal ein Gebirge gab. Dieses ist längst verschwunden. So wird es einst auch den Alpen ergehen.



Die geologische Zeitachse



Über den Autor – Daniel Miescher



Dr. Daniel Miescher studierte Geowissenschaften in Freiburg und Sydney. Er unterrichtete am Liechtensteinischen Gymnasium sowie an der Interstaatlichen Maturitätsschule für Erwachsene in St. Gallen und war Rektor der Berufsmaturitätsschule Liechtenstein. Heute ist er Leiter der Abteilung für Mittel und Hochschulen am Schulamt des Fürstentums Liechtenstein. Seine Leidenschaft für die Geologie vermittelt er auf Führungen, Vorträgen und in didaktischen Beiträgen.

Website Daniel Miescher: www.geologie.li

Link zum Buch «Geologie Liechtensteins – Ein grosses Meer in einem kleinen Land»: <https://bit.ly/3kNzvgD>

Link zum Geologiepfad Malbun: <https://bit.ly/3t2hEGu>