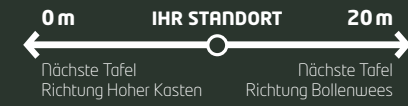
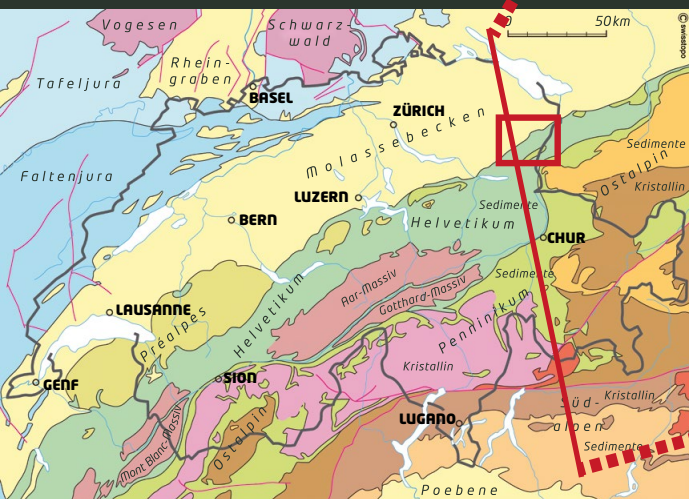
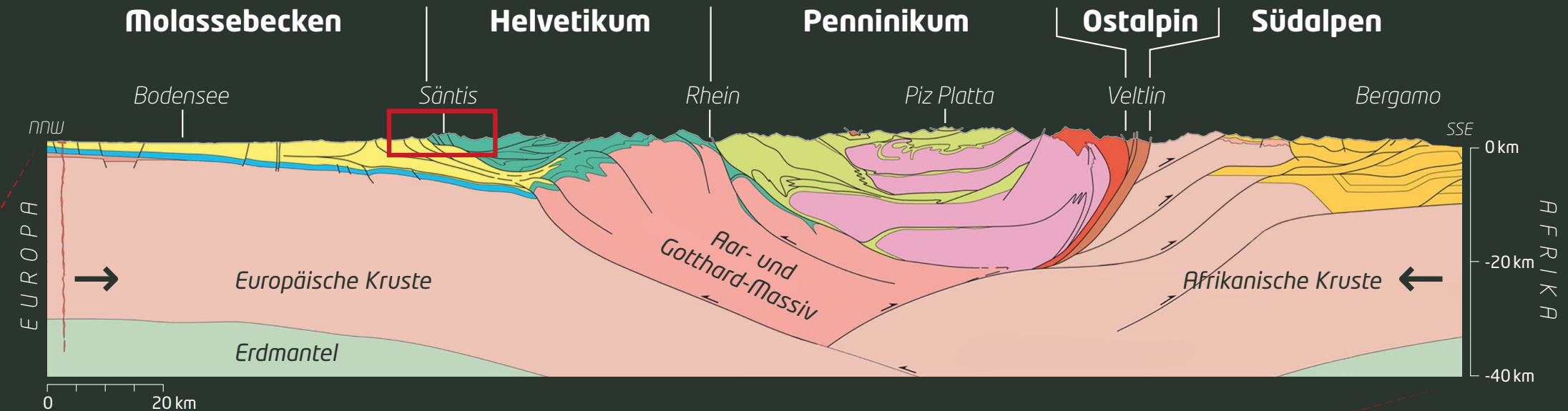


DER ALPSTEIN - TEIL DER ALPEN



Der geologische Bau der Alpen ist kompliziert. Grossräumige Bewegungen in der Erdkruste und im Erdmantel führten zum Zusammenstoss der Kontinente Europa und Afrika. Der zwischen diesen Kontinenten liegende Ozean verschwand dabei in der Tiefe.

Überreste aus dem Ozean und die verschiedensten Gesteine der beiden Kontinente wurden durch die gewaltigen Kräfte der Kollision über- und ineinander geschoben, gefaltet und zerbrochen. So rückten Gesteinseinheiten einander näher, welche ursprünglich weit voneinander entfernt waren.



Geologisches Profil durch die östliche Schweiz

Die Karte links und der Profilschnitt oben geben einen Überblick über die geologischen Einheiten der Schweiz. Gesteine, die zur gleichen Einheit gehören, haben eine identische geologische Geschichte. Entsprechend erscheinen sie in den Darstellungen mit der gleichen Farbe.

Der Alpstein, auch Säntis-Massiv genannt, stellt nur einen kleinen Teil der Alpen dar (siehe roter Ausschnitt). Er gehört zum so genannten Helvetikum, der heute nördlichsten geologischen Einheit der Alpen. Diese hat ihren Ursprung im ehemaligen Ozean zwischen Europa und Afrika.

Durch den Druck aus Süden wurden das Helvetikum und damit der Alpstein über die Gesteine des Molassebeckens geschoben. Mit Molasse bezeichnet man den frühen Abtragungsschutt der Alpen. Er füllt das ganze schweizerische Mittelland aus.

DER ALPSTEIN – VOM MEER INS MEER



Der Alpstein hat eine lange Geschichte. Sie beginnt im Meer und wird letztlich wieder in einem Meer enden.

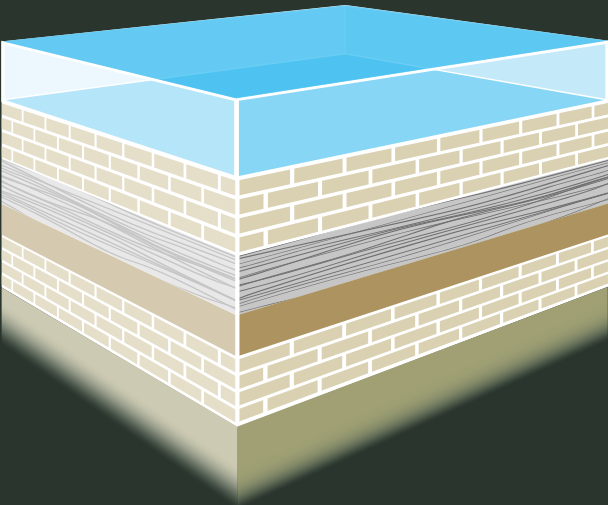
Die Entstehung eines Gebirges kann man grob in drei Phasen unterteilen:

Sedimentation und Gesteinsbildung

Gebirgsbildung und Tektonik

Verwitterung und Erosion

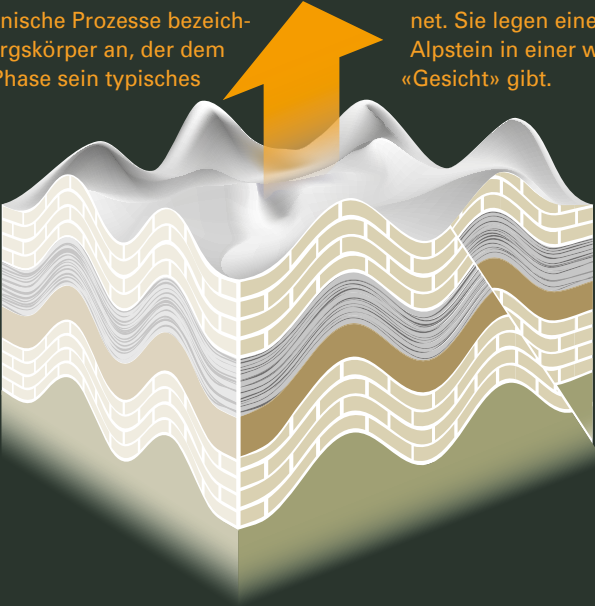
Die Gesteine des Alpsteins entstanden in einem Meer. Beweise dafür liefern Versteinerungen von Muscheln, Korallen und Seeigeln, wie man sie oft im Alpstein findet. Die Gesteinsbildung setzt ein, wenn diese eher grossen Meeresbewohner sterben. Ihr kalkhaltiges Skelett sinkt auf den Meeresgrund, begleitet von Resten mikroskopisch kleiner Lebewesen, die ebenfalls aus Kalk bestehen. Diese Form der Ablagerung nennt man Sedimentation. Die noch nicht verfestigten Schichten werden als Lockersedimente bezeichnet. Je nach Nähe zum Festland gelangen auch Ton und Sand zur Ablagerung. Am Meeresgrund bilden sich daher unterschiedliche Schichten. Werden ältere von jüngeren Schichten überdeckt, verfestigen sich die unteren allmählich: Aus dem Lockersediment wird festes Gestein.



Sedimentation und Gesteinsbildung

Ablagerung der Sedimente im Meer und Verfestigung zu den Gesteinsschichten des Alpsteins

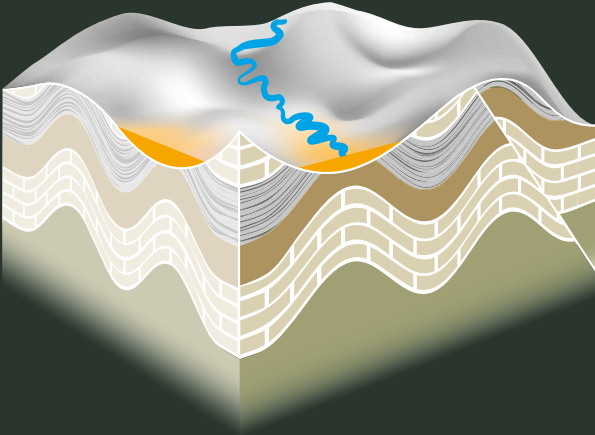
Die verfestigten Gesteinsschichten geraten durch grossräumige Bewegungen der Erdkruste unter hohen Druck und verformen sich langsam. Dabei werden sie gefaltet und aus dem Meer herausgehoben: Es entsteht ein Gebirge. Ist die Beanspruchung besonders stark, zerbrechen einzelne Gesteinspakete und verschieben sich entlang einer Bruchfläche. Ursprünglich auf gleicher Höhe abgelagerte Schichtabfolgen kommen so versetzt oder gar übereinander zu liegen. Es kann nun sein, dass sich dieselbe Schichtabfolge von unten nach oben wiederholt. Solche Falten, Überschiebungen und Brüche kann man im Alpstein besonders schön beobachten. Zusammen werden sie als tektonische Prozesse bezeichnet. Sie legen einen Gebirgskörper an, der dem Alpstein in einer weiteren Phase sein typisches «Gesicht» gibt.



Gebirgsbildung und Tektonik

Faltung der Gesteinsschichten des Alpsteins und Ausbildung von Überschiebungen und Brüchen

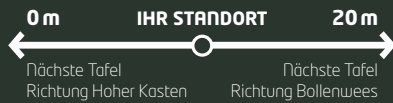
Mit der Heraushebung des Gebirges aus dem Meer setzen zeitgleich auch abtragende Prozesse ein. Die Gesteine sind nun dauernd verwitternden Kräften wie Wind, Wasser und Eis ausgesetzt. Sie verlieren ihre Festigkeit, werden umgewandelt oder gar zerstört. Gletscher, Flüsse und Bergstürze tragen das Verwitterungsmaterial nach und nach ab. Diese Abtragung, auch Erosion genannt, führt zu einer laufenden Veränderung der Landschaft. Einzelne Gesteinsschichten verschwinden gänzlich. An anderer Stelle entstehen Täler, die überhaupt erst Einblick in tiefer liegende Schichten geben. Das erodierte Material lagert sich in Mulden und Senken wieder ab oder kehrt schliesslich, nach langer Transportzeit, als neues Sediment ins Meer zurück. Der Kreislauf schliesst sich.



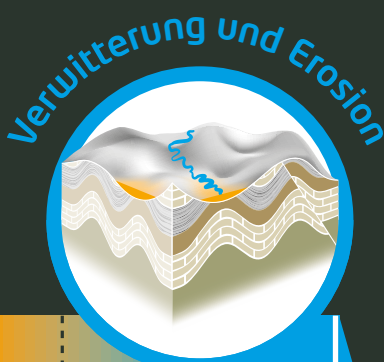
Verwitterung und Erosion

Verwitterung und Erosion des Alpsteins durch Gletscher, Flüsse, Bergstürze und Bildung der heutigen Landschaft

DER ALPSTEIN IN DER GEOLOGISCHEN ZEITLEISTE



Die drei Phasen, die den Alpstein hervorgebracht haben, überschneiden sich zeitlich. Sie liefen in der geologischen Vergangenheit an verschiedenen Orten zu unterschiedlichen Zeiten ab, und sie finden noch heute irgendwo auf der Erde statt. Sedimentation und Gesteinsbildung sind im Alpstein längst abgeschlossen. Sie währten zwischen ca. 140 bis 40 Mio. Jahre vor heute. Gebirgsbildung und Tektonik setzten vor rund 40 Mio. Jahren ein und sind weit fortgeschritten. Verwitterung und Erosion haben seit ca. 15 Mio. Jahren einen Grossteil der Gesteinsschichten abgetragen.



Die vorliegende zeitliche Abfolge gilt nur für den Alpstein. In anderen Gebieten der Alpen kommen beispielsweise ältere Gesteine vor oder setzte die Gebirgsbildung schon früher ein.

Die Hebung der Alpen und des Alpsteins dauert heute noch an. Sie wird aber durch Verwitterung und Erosion teilweise ausgeglichen. So wächst etwa der Säntis durchschnittlich um einen halben Millimeter pro Jahr.



Spuren und Zeugnisse der drei beschriebenen Phasen zeigen sich im Alpstein besonders eindrucksvoll. Wo sie entlang der Route Hoher Kasten–Stauberer–Bollenwees gut erkennbar sind, werden sie auf weiteren Schautafeln erläutert.

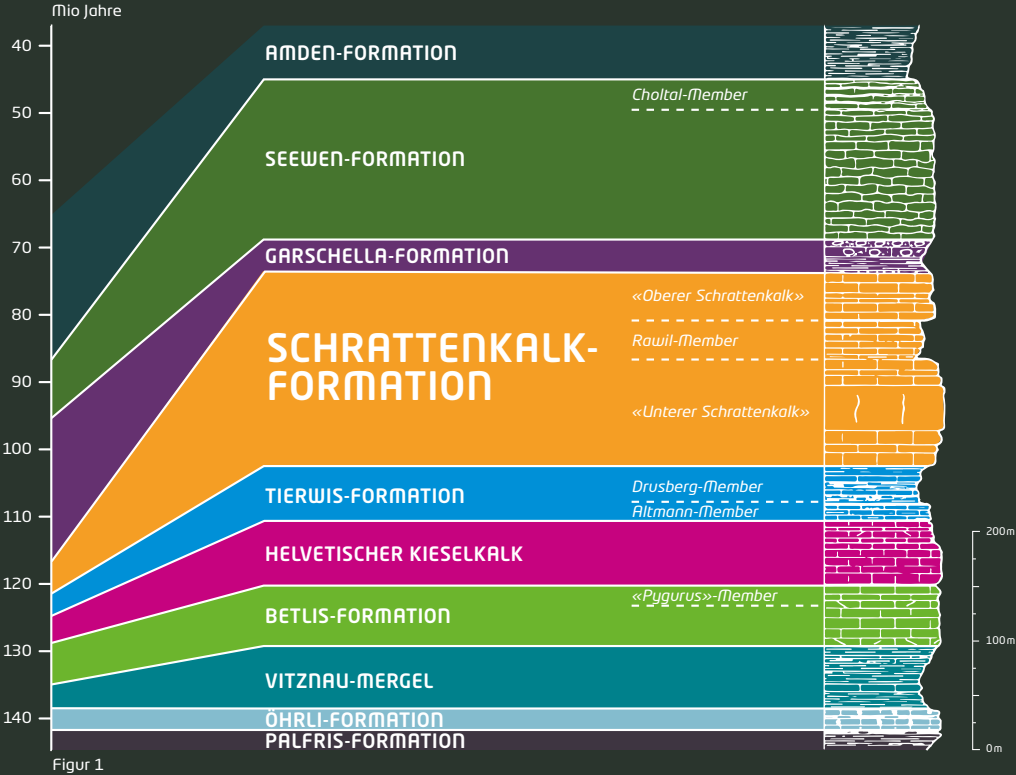
Begeben Sie sich während 3,5 Stunden Wanderung auf eine faszinierende Zeitreise durch die Jahrmillionen und lernen Sie, die Spuren der Erdgeschichte zu lesen!



RIFFE IM ALPSTEIN – DIE SCHRATTENKALK-FORMATION



SCHICHTABFOLGE DER GESTEINE IM ÖSTLICHEN ALPSTEIN



Figur 1 zeigt die Schichtabfolge sämtlicher Gesteine des östlichen Alpsteins, wie sie vor der Gebirgsbildung entstanden ist. Es handelt sich ohne Ausnahme um verfestigte Sedimente, die in einem Meer abgelagert wurden. Die vielfältigen Mischungen aus Kalkskeletten, Ton und Sand brachten jedoch sehr unterschiedliche Schichten hervor, die sich heute im Alpstein entsprechend unterschiedlich in Farbe und Form präsentieren. Fachleute unterteilen Schichtabfolgen in so genannte Formationen. Eine Formation fasst Schichten mit gleichen Ablagerungsbedingungen zusammen.

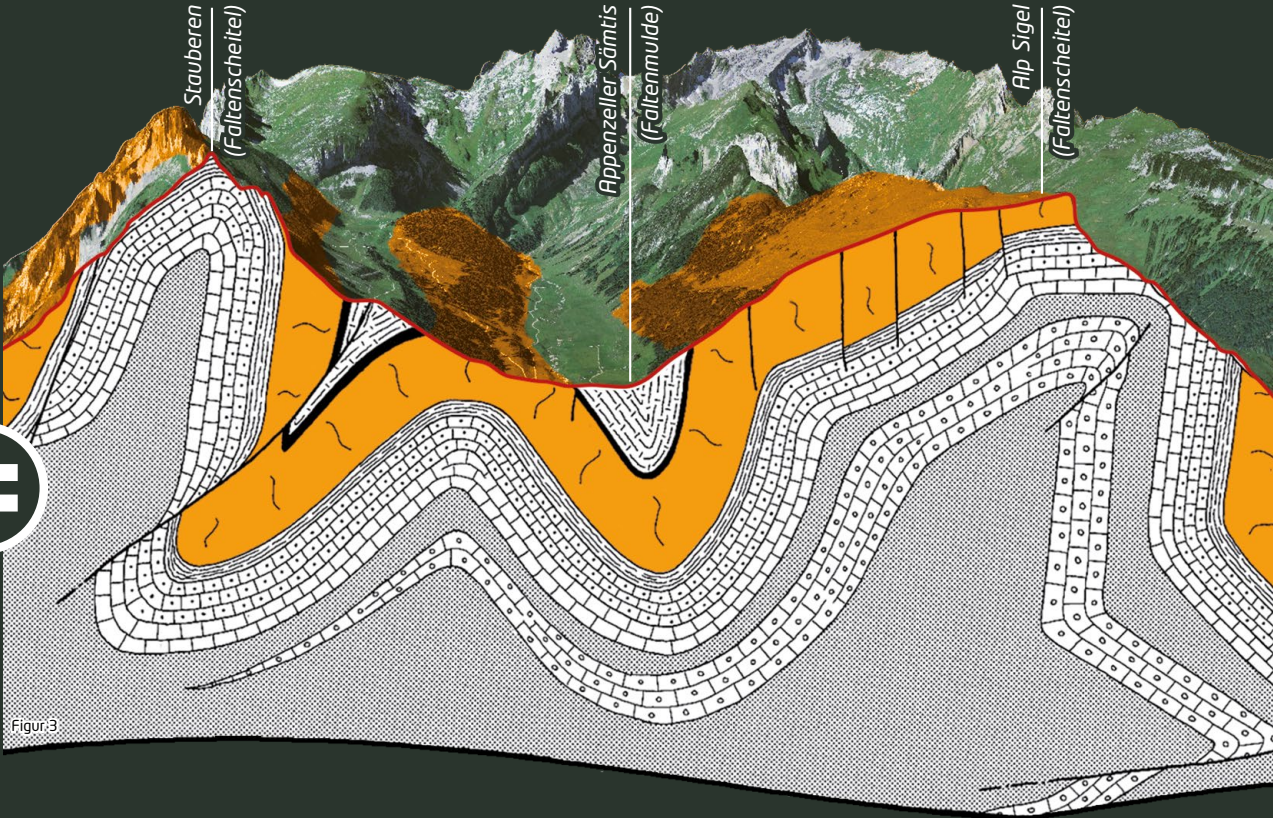
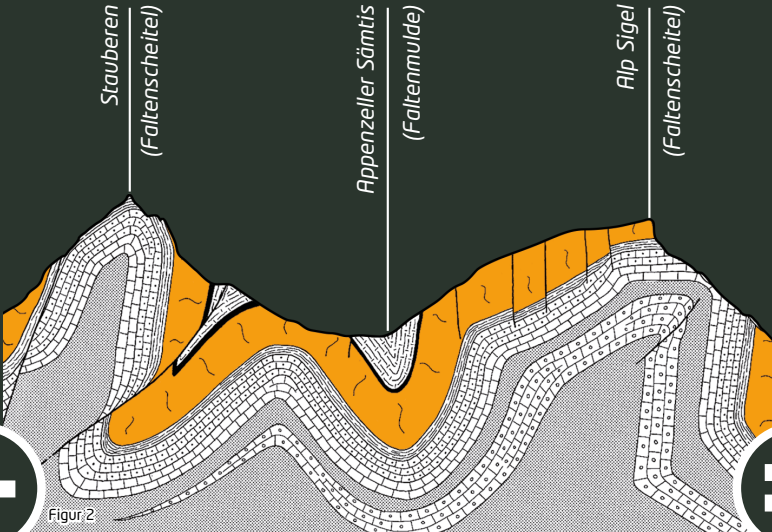
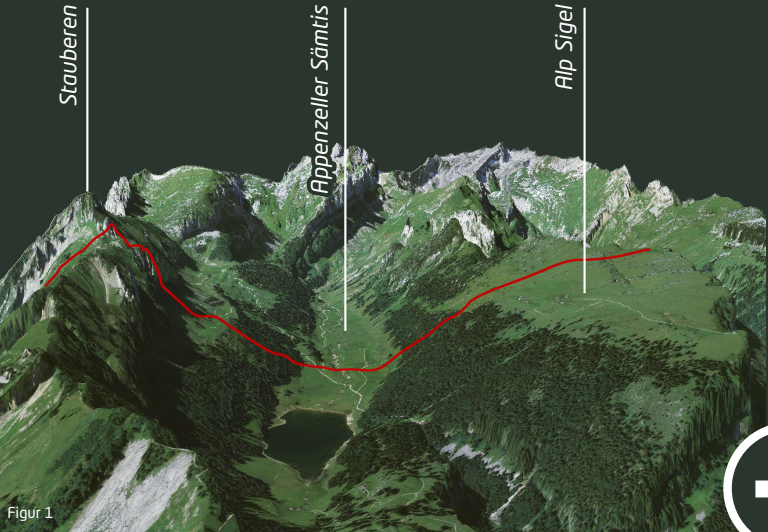
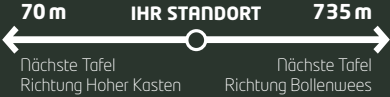
Ein einzelnes, im Alpstein sehr auffälliges Schichtglied stellt die **Schrattenkalk-Formation** dar. Ihre hellgrauen Kalke sind reich an Versteinerungen, die man oft auch von Auge sieht. An untenstehendem Gesteinsblock (siehe auch Figur 2) lassen sich im Querschnitt die Reste von trichterförmigen Muscheln, so genannten Rudisten, beobachten. Rudisten bauten zusammen mit Korallen und Schwämmen in flachem Wasser kleinere Riffe auf. Figur 3 verdeutlicht, wie man sich den Lebensraum einer solchen Rudisten-Kolonie (im Vordergrund) vorstellen muss. Schwimmende Tiere wie Ammoniten und Haie lebten ebenfalls zu jener Zeit.



10cm



GESTEINSFALTEN FORMEN DEN ALPSTEIN

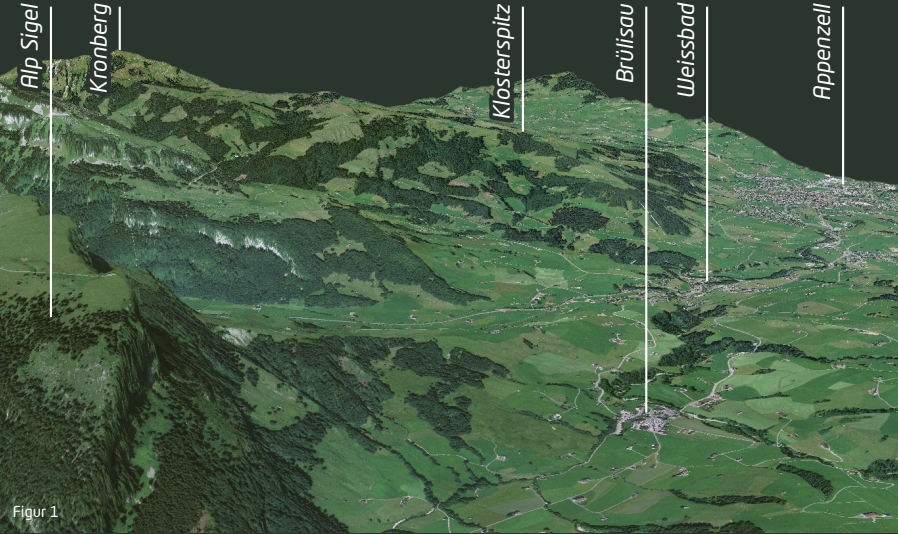
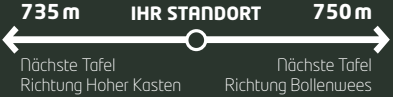


Im Alpstein können die gefalteten Gesteinsschichten besonders gut beobachtet werden, weil sich die Falten meist direkt in der Landschaftsform abbilden. Dieser Zusammenhang wird verständlich, wenn wir den Alpstein quer zu den Gebirgsketten (entlang der roten Linie in Figur 1) «zerschneiden». Verbindet man den dadurch erhaltenen Landschaftsausschnitt mit dem unterirdischen Faltenverlauf (Figur 2), ergibt sich Figur 3. Im Querschnitt ist die **Schrattenkalk-Formation** orange eingefärbt. Bedingt durch Faltung und nachfolgender Erosion tauchen die Kalksteine

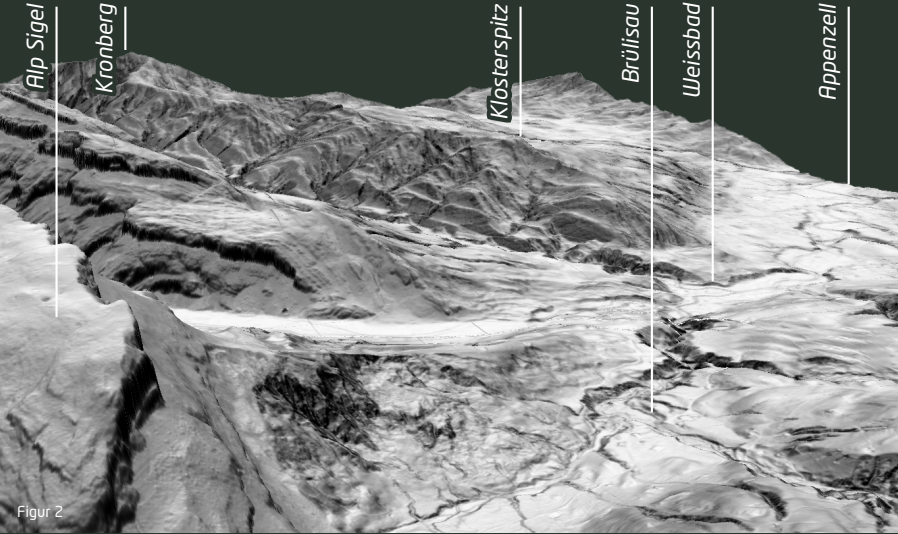
dieser Formation gleich mehrfach und an unterschiedlichen Stellen an der Oberfläche auf (auch orange markiert in Figur 3). Sie bilden meist steile Felswände und Gipfel. Die Faltenscheitel bringen in der Regel Kämme und Grate hervor (z.B. Hoher Kasten – Stauberen, Alp Sigel). Die Faltenmulden bilden Talungen (z.B. Appenzeller Sämtis). **Schrattenkalke sind sehr kalkreich und somit erosionsbeständig.** Falten bleiben daher in dieser Formation besonders gut erhalten.



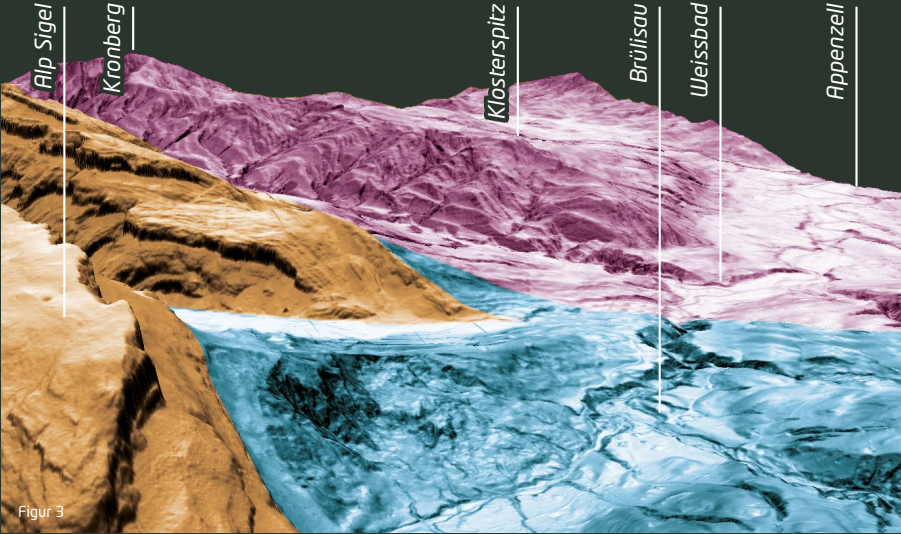
GESTEINE VERWITTERN UNTERSCHIEDLICH



Die vor uns liegende Landschaft, wie sie auch Figur 1 abbildet, besteht aus verschiedenen Gesteinen. Gesteine verwittern je nach Zusammensetzung unterschiedlich rasch und werden entsprechend stärker oder schwächer abgetragen. In der Landschaft lassen sich diese Unterschiede deutlich erkennen. Das dreidimensionale digitale Geländemodell (Figur 2) hilft uns dabei: Steile Flächen erscheinen dunkel, flache Gebiete hell.



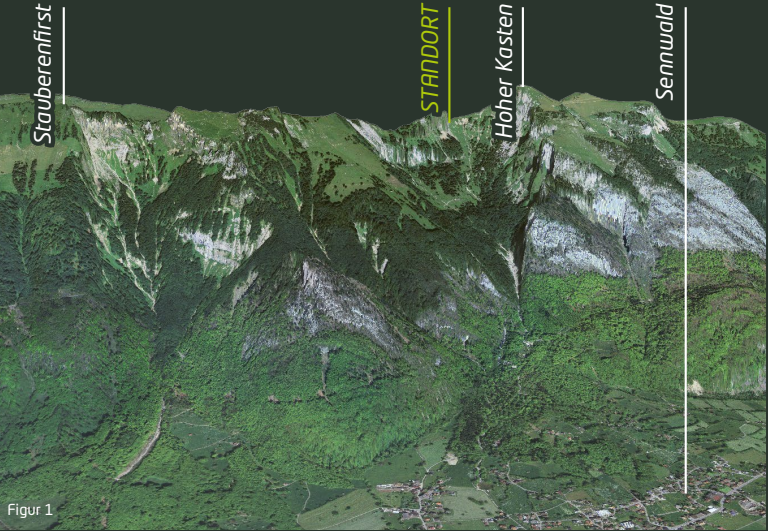
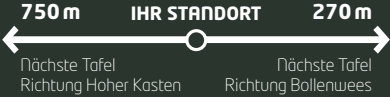
Zunächst fällt ein Bereich mit eher **schroffen Gipfeln und vielen senkrechten Felswänden** auf (orange gefärbt in Figur 3). Es handelt sich um Kalksteine des Alpsteins (z.B. die Schrattenkalk-Formation). Sie sind relativ hart und leisteten den eiszeitlichen Gletschern entsprechend Widerstand. Das Gebiet um Brülisau (blau gefärbt in Figur 3) wirkt hingegen sanft. Es besteht nämlich aus **weichen, tonigen Gesteinen**, die leicht verwittern und abgetragen werden. Die Erosion ist entsprechend weiter fortgeschritten.



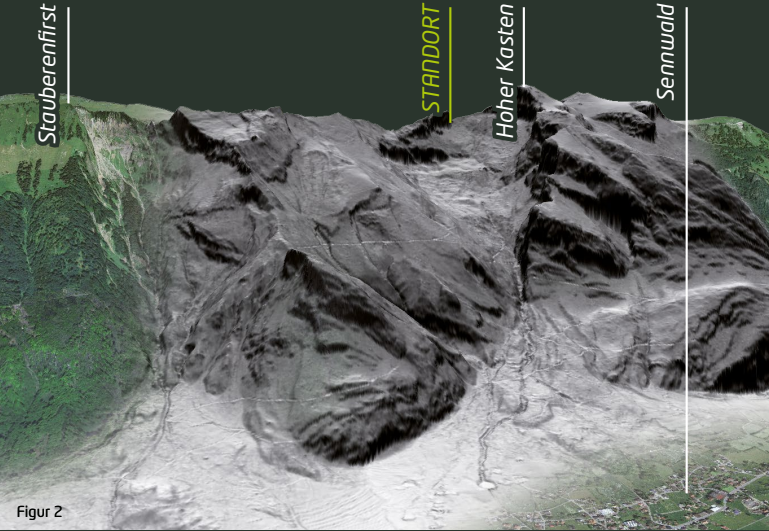
In einem weiteren Bereich rund um Kronberg und Klosterspitz (violett eingefärbt in Figur 3) reihen sich Nagelfluh-Bänke wie Bücherstapel aneinander. Sie bilden eine so genannte **Schichtstufenlandschaft**, bestehend aus dem frühen Abtragungsschutt der Alpen. Sie sind weicher und erodieren besser als die Kalksteine des Alpsteins, jedoch härter als die tonigen Gesteine um Brülisau.



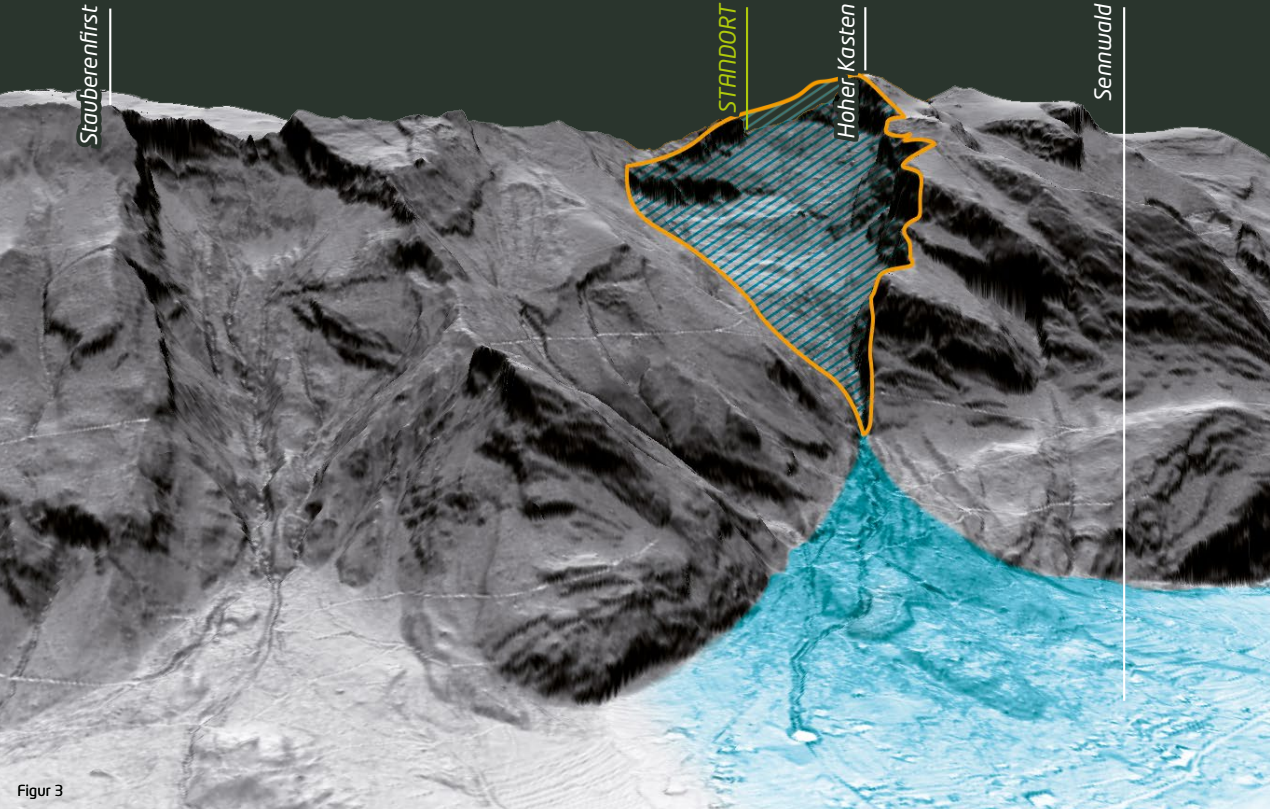
BERGSTURZGEBIET «ROHR»



Bergstürze sind beispielhaft für abtragende Prozesse, die meistens gut sichtbare Spuren im Gelände hinterlassen. Direkt vor uns, im Gebiet «Rohr» zwischen Hohem Kasten und der mächtigen Felswand rechts (vgl. Figur 1), haben sich vor langer Zeit gewaltige Gesteinsmassen gelöst und sind ins Rheintal gestürzt. Vermutlich handelt es sich nicht um ein einzelnes, grosses Ereignis. Viel eher sind zahlreiche kleinere Fels- und Bergstürze nacheinander niedergegangen. Die dadurch entstandenen Geländeformen kann man am digitalen Geländemodell aus östlicher Richtung eindrücklich beobachten (Figur 2). Wo sich die Gesteinsmassen lösten und talwärts stürzten, wirkt die



ursprüngliche Form des Berges wie unterbrochen. Eine auch im Gelände gut erkennbare Linie (orange gefärbt in Figur 3) umrandet dieses **Abrissgebiet**. **Im Ablagerungsgebiet der Bergsturmassen hat sich ein Schuttkegel gebildet** (blau gefärbt in Figur 3). Dieser reicht bis in die Talsohle. Er besteht aus groben Gesteinsblöcken der verschiedenen Bergsturzereignisse sowie aus Schwemmmaterial, das die Bäche und Murgänge ablagerten. Entlang dem Grat Hoher Kasten–Saxerlücke hat es zahlreiche Bergsturzgebiete. Eines befindet sich etwas weiter in Richtung Stauberenfist. Haben Sie seine typische Form in Figur 3 schon entdeckt?



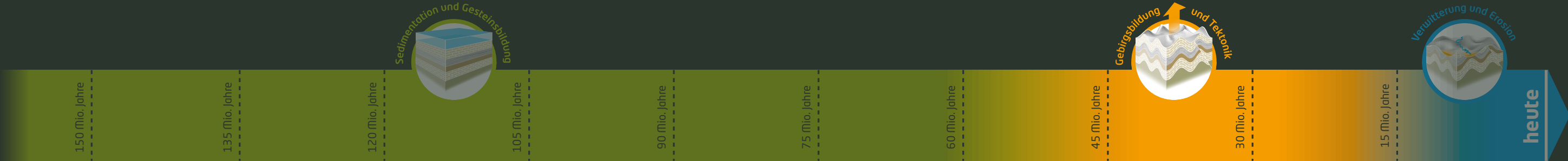
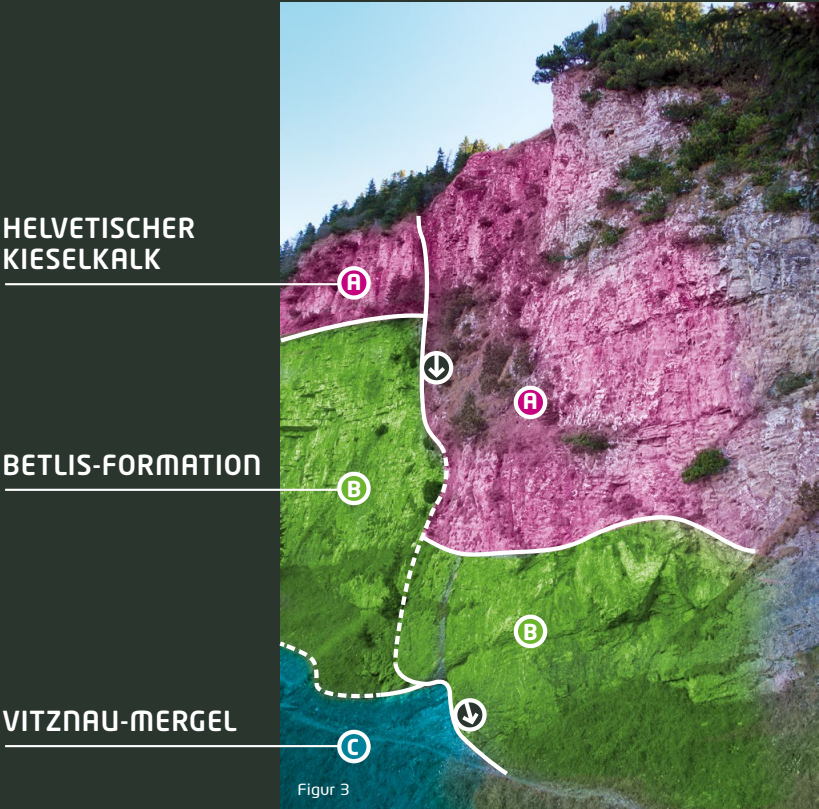
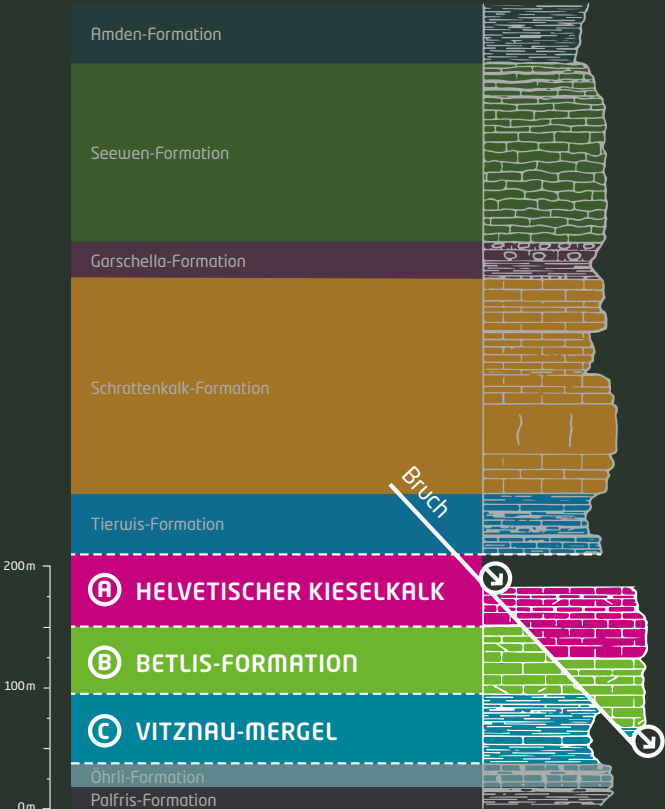
BRUCH VERSETZT GESTEINSSCHICHTEN



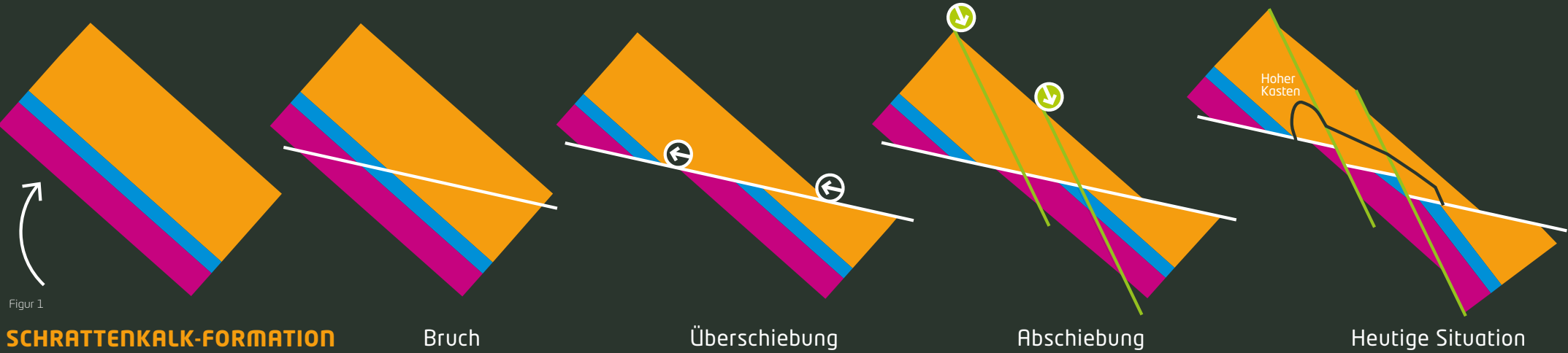
Die Felswand vor uns (vgl. Figur 1) zeugt von den ungeheuren Kräften, die im Alpstein während der Gebirgsbildung wirkten. Ihre Schichtabfolge, dargestellt in Figur 2, ist nämlich entlang einer fast senkrechten Linie buchstäblich zerbrochen. Dabei wurden die Schichten rechts dieser Bruchfläche gegenüber der linken Seite um einige Meter nach unten versetzt (Figur 3).

Die Schichtreihe besteht hier zuoberst aus der Formation des **Helvetischen Kieselkalks** (A). Dieses Gestein ist wegen der Verwitterung etwas dunkler und zudem stark mit weissen Flechten bewachsen. In der Mitte baut die **Betlis-Formation** (B) eine glatte und weniger mit Pflanzen bedeckte Felswand auf. Die Kalksteine sind hier etwas heller. Zuunterst kann man, direkt neben dem Wanderweg, die Formation der **Vitznau-Mergel** ausmachen. Sie zeichnet sich durch den Wechsel von weichen, tonigen Schichten und schmalen Kalkbändern aus.

Die Folgen des Bruchs sind leicht ersichtlich: So grenzen nun die mit weissen Flechten besetzten Gesteine des **Helvetischen Kieselkalks** (A) teilweise an die hellen Kalke der **Betlis-Formation** (B). Am besten ist der abrupte Gesteinswechsel am Wanderweg zu beobachten, wo die Gesteine der **Vitznau-Mergel** (C) von der Bruchfläche scharf abgeschnitten werden. Haben Sie dort die Unterschiede zwischen **Vitznau-Mergel** und **Betlis-Formation** schon mit den eigenen Händen wahrgenommen?



VERWERFUNGEN AM HOHEN KASTEN



Gesteinsschichten werden während der Gebirgsbildung oftmals zerbrochen und entlang von Bruchflächen gegeneinander versetzt. Solche Brüche, auch Verwerfungen genannt, können unterschiedlich auftreten: Verschieben sich die Schichten über der Bruchfläche nach oben, spricht man von einer Überschiebung. Bei einer Abschiebung hingegen werden Schichten über einer Bruchfläche nach unten versetzt (vgl. Figur 1).

Verwerfungen dieser Art begründen die komplizierte Geologie am Hohen Kasten (Figur 2). Figur 1 stellt die einzelnen Verwerfungsphasen, die zur heutigen Situation geführt haben, modellhaft dar.

Zunächst wurden die Gesteinsschichten am Hohen Kasten durch Faltung schräg gestellt. Es folgte eine Reihe von Verwerfungen, welche die ursprüngliche Schichtfolge richtiggehend «zerhackten»: Als erstes sorgte eine Überschiebung (entlang der weißen Linie in Figur 1) dafür, dass Teile der Schrättalkalk-Formation über die in der

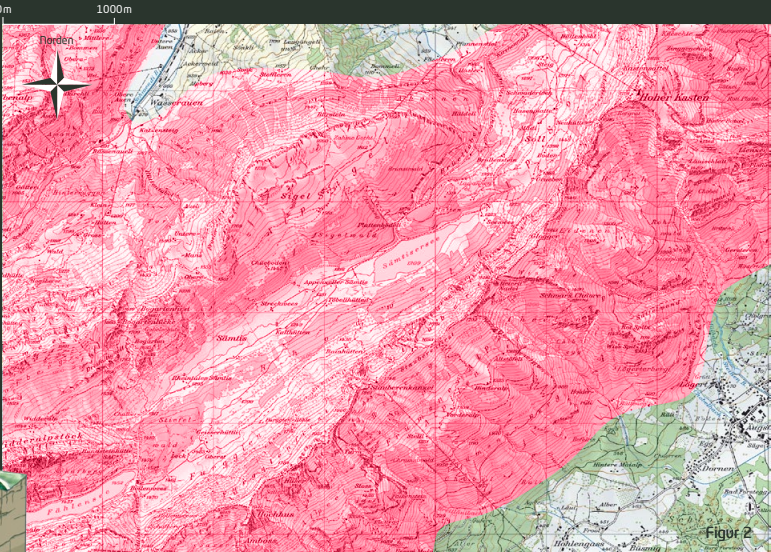
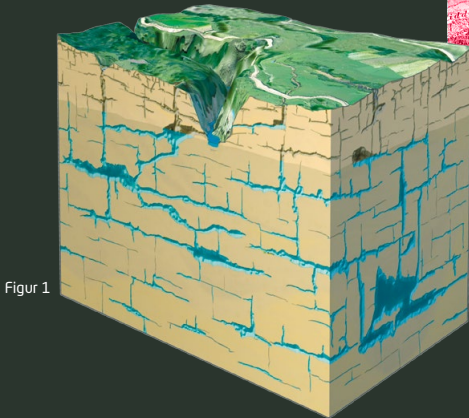
Schichtabfolge tiefer liegenden Formationen geschoben wurden. In einer späteren Phase führten mehrere Abschiebungen (entlang der grünen Linien) dazu, die ehemalige Überschiebungsfläche – und mit ihr die darüber und darunter liegenden Gesteinsschichten – treppenartig nach unten zu versetzen.

In einer jüngsten Phase setzten Verwitterung und Erosion ein, welche schliesslich die heute beobachtbare Silhouette des Hohen Kastens herausmodellierten.

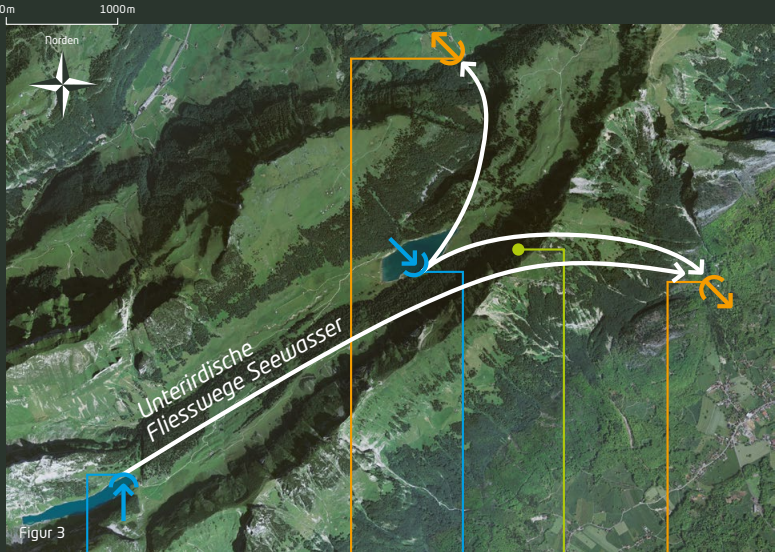


DER SÄMTISERSEE – EIN KARSTSEE

Kalkgestein wird leicht durch Wasser gelöst, wenn es damit in Berührung kommt. Diesen Prozess nennt man Verkarstung. Er bewirkt, dass bestehende Risse, Klüfte und kleine Hohlräume zu Spalten und gar Höhlen erweitert werden (Figur 1). Niederschlagswasser kann in einem solchen Karstsystem leicht versickern, weite Strecken überwinden und an anderer Stelle wieder zutage treten. **Der Alpstein besteht überwiegend aus Kalkgestein** (siehe rot eingefärbtes Gebiet in Figur 2). Er ist daher stark von dieser Verkarstung geprägt.



Der **Sämtisersee** besitzt keinen oberflächlichen Abfluss. Sein Wasser versickert ausschliesslich über eine natürliche Spalte am Seegrund (Figur 3). Nach ein bis vier Tagen tritt es in der **Mühlebachquelle bei Sennwald** im Rheintal wieder aus. Durch Einfärben des Seewassers weiss man, dass ein Teil auch zur **Quelle Pfannenstiel bei Brülisau** fliesst. Zur Mühlebachquelle im Rheintal gelangt überdies Wasser aus dem weiter entfernten **Fähleensee**. Es braucht für die rund 5 km Distanz nur knapp zwei Tage.



Verickerungsstelle
Fähleensee

Quelle
Pfannenstiel-Brülisau

Verickerungsstelle
Sämtisersee

STANDORT

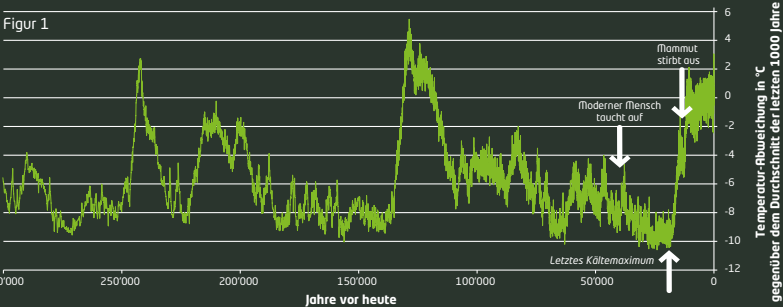
Quelle
Mühlebach-Sennwald



Typisch für den Sämtisersee als Karstsee ist sein stark schwankender Wasserpegel. Die Schneeschmelze im Frühjahr liefert mehr Wasser, als versickern kann. Bis zum Sommer erreicht der See deshalb seine maximale Ausdehnung. Gegen den Spätherbst und im Winter trocknet er hingegen beinahe aus (Figur 4). In diesen Jahreszeiten fliesst kaum noch Wasser zu, so dass die Versickerung den See fast vollständig entleert.

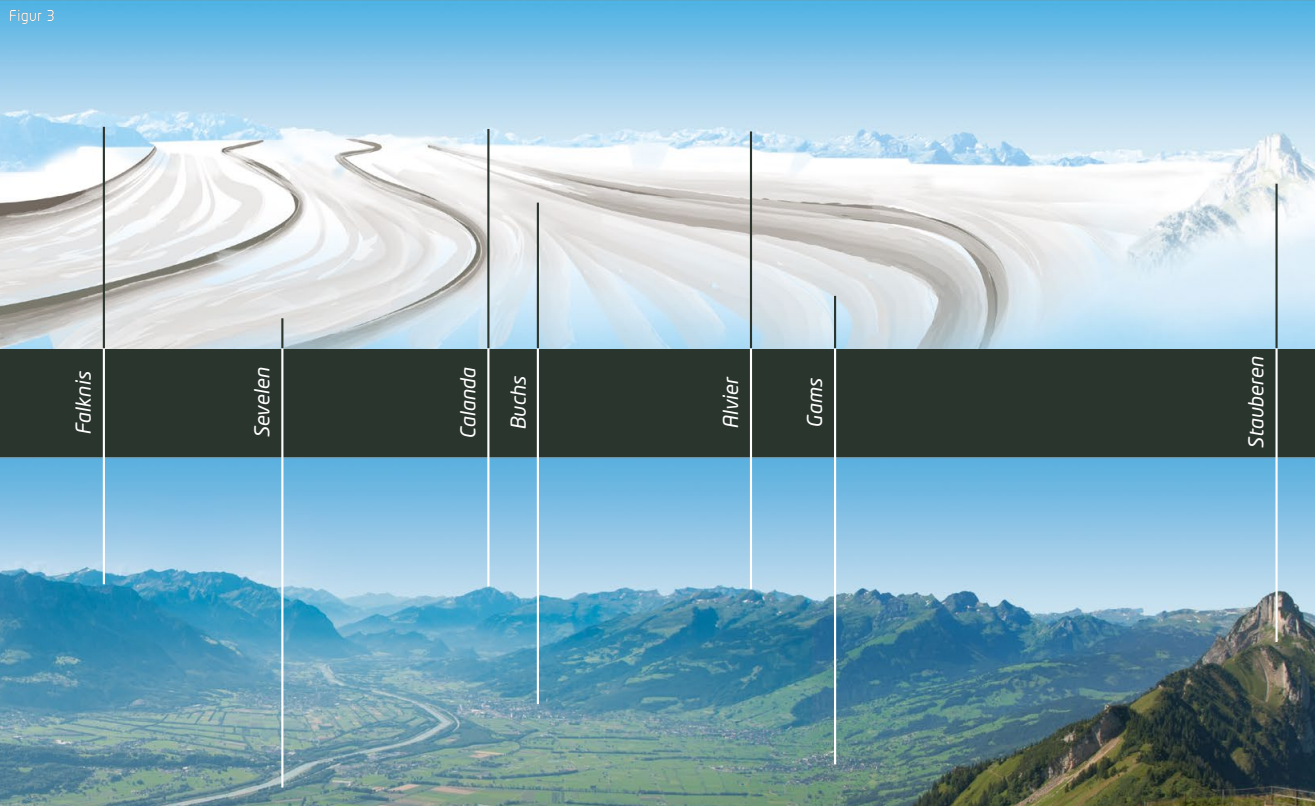


DER RHEINTALGLETSCHER

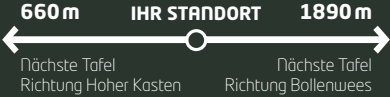


Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt heute in Appenzell rund 7 °C, auf dem Säntis –2 °C. Vor 20'000 Jahren lagen diese Temperaturen um ca. 10 °C tiefer (vgl. Figur 1, letztes Kältemaximum). Als Folge drangen die Alpengletscher bis weit ins schweizerische Mittelland vor. So füllte der Rheintal­gletscher das gesamte Bodensee­becken aus und reichte bis nach Schaffhausen (Figur 2).

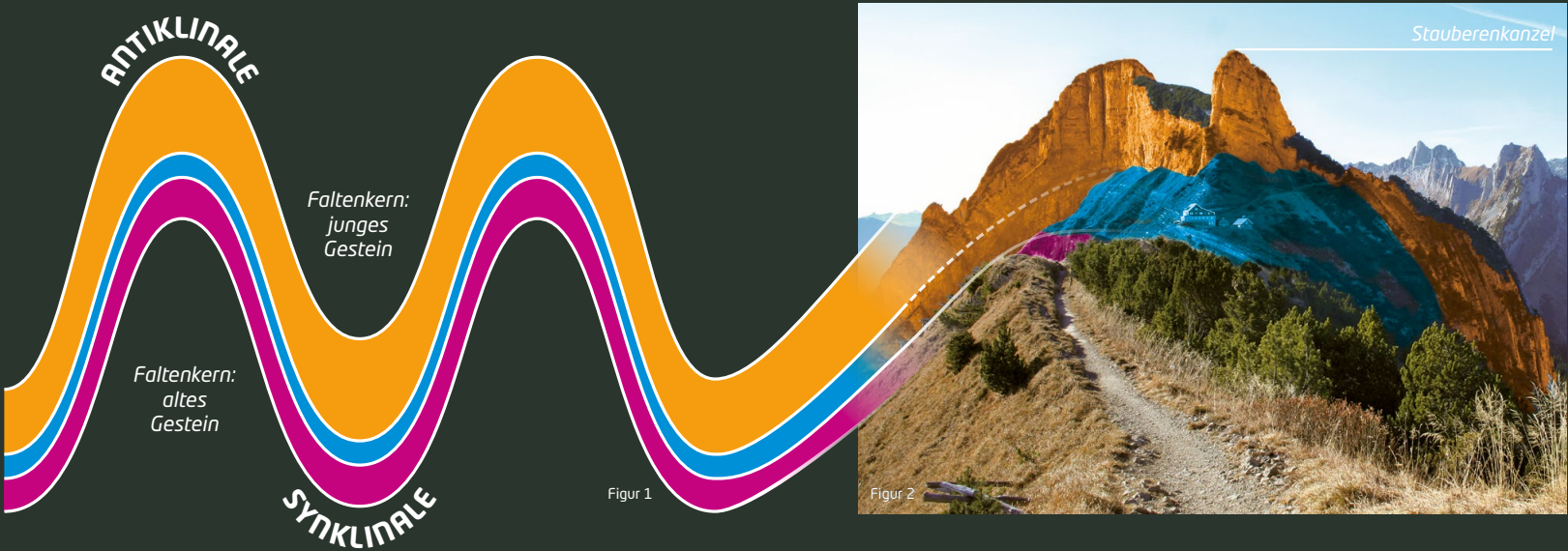
Die obere Darstellung in Figur 3 zeigt, wie die Aussicht vom Hohen Kasten zu jener Zeit ausgesehen haben könnte. Das Rheintal war mit einer Eisschicht von über 1 km Dicke bedeckt. Lediglich die höchsten Erhebungen des Alpsteins, der Alviergruppe und des Falknis ragten aus dem Eismeer heraus. Diese Gipfel wurden kaum von den Eismassen abgeschliffen. Sie weisen daher noch heute eher schroffe, turmartige Formen auf. Jene Gebiete, die unter dem Gletscher lagen und dadurch stetig abgetragen und abgeschliffen wurden, wirken heute weicher und sanfter. Auch die Täler des Alpsteins waren damals bis hoch hinauf mit Gletschereis gefüllt. Der Stauber­enfirst ragte knapp aus den Eismassen heraus. Der Grat, auf dem wir uns befinden, war von kleineren, lokalen Hang­gletschern bedeckt.



DIE HOHER-KASTEN-ANTIKLINALE



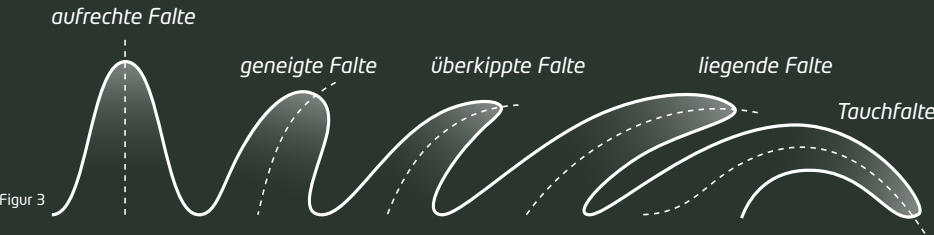
SCHRATTENKALK-FORMATION
TIERWIS-FORMATION
HELVETISCHER KIESELKALK



Bei der Bildung von Falten werden Gesteinsschichten durch Druck von aussen wellenartig verformt (Figur 1). Der nach oben gerichtete Teil einer Falte heisst auch Antiklinale, den nach unten gerichteten Teil nennt man Synklinale. Der gesamte Gebirgszug zwischen dem Hohen Kasten und der Saxerlücke stellt eine einzige, zusammenhängende Antiklinale dar, die so genannte Hoher-Kasten-Antiklinale. Würden wir auf der Stauberenzanzel im Scheitel der Antiklinalen senkrecht nach unten bohren, kämen wir nach und nach durch ältere Gesteinsschichten in den Faltenkern (vgl. Figur 1).

Die Erosion, unter anderem in Form zahlreicher Bergstürze, hat uns jedoch Teile dieses Faltenkerns freigelegt. Somit können wir auf unserer Wanderung auch ohne Bohrung ältere Gesteinsschichten der Hoher-Kasten-Antiklinale studieren, so etwa die Tierwis-Formation und den Helvetischen Kieselkalk (Figur 2).

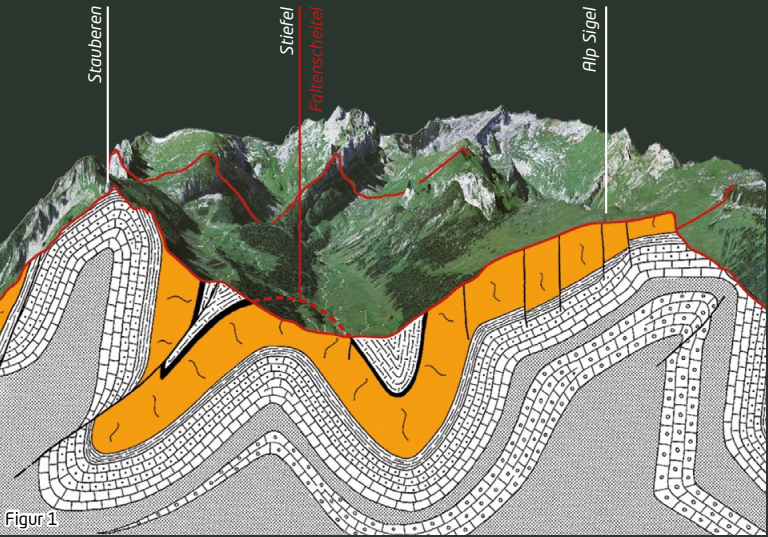
Im Gegensatz dazu liegt der Säntisersee in einer Faltenmulde und damit im Faltenkern einer Synklinalen. Da dort die Erosion weniger weit fortgeschritten ist, blieben auch die jüngeren Gesteinsschichten erhalten.



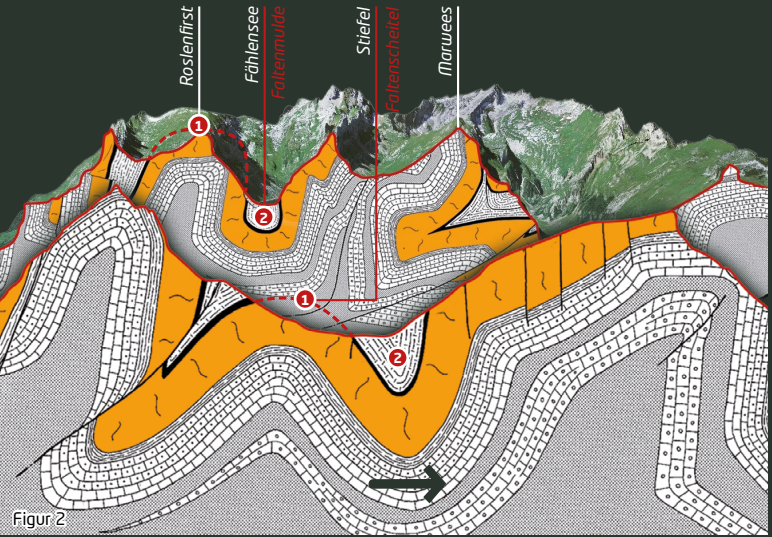
Antiklinalen und Synklinalen sind nicht immer schön symmetrisch und aufrecht stehend. Sie können sich auch nach einer Seite neigen oder sogar überkippen (Figur 3). An der Stauberenzanzel steht die Antiklinale fast senkrecht. In nordöstlicher Richtung neigt sie sich zusehends, bis sie beim Hohen Kasten zu einer liegenden Falte wird.



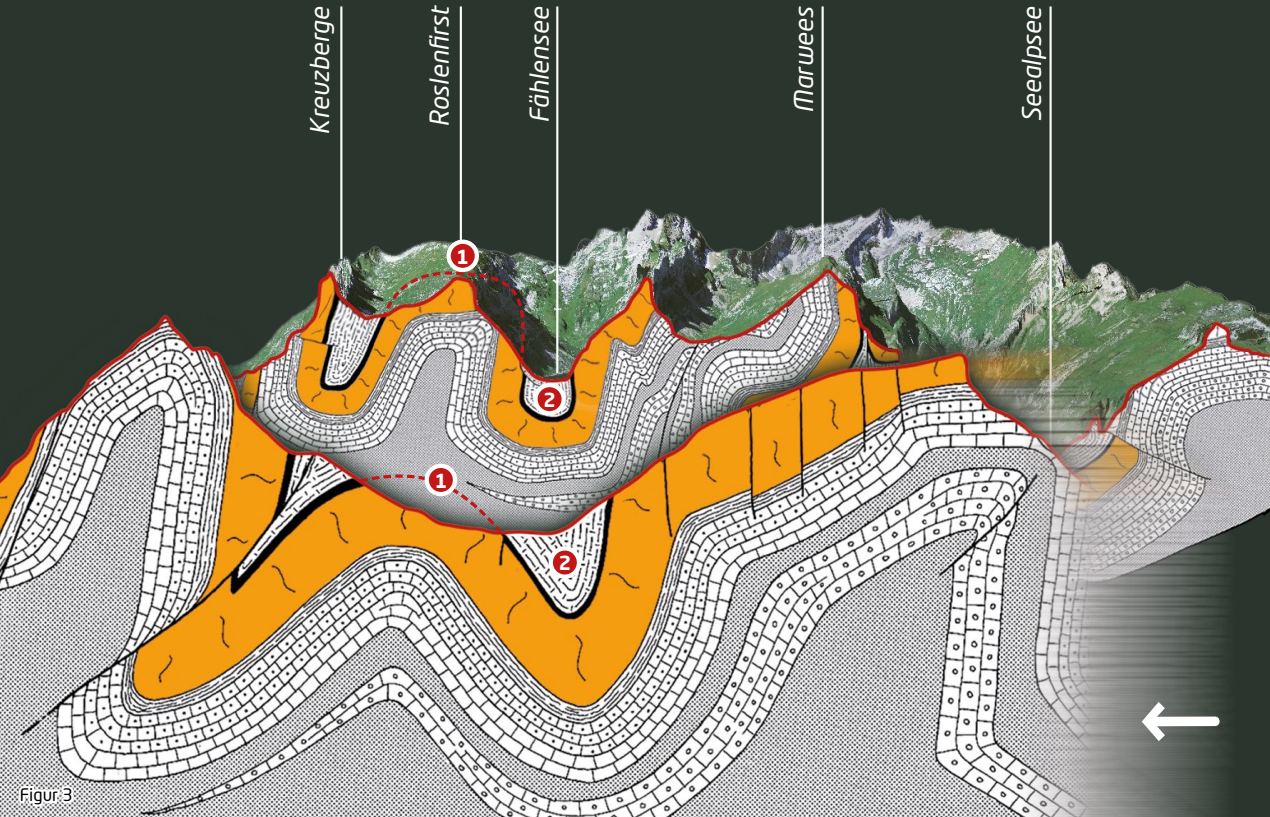
DER FÄHLENSEE UND DER SAX-SCHWENDE-BRUCH



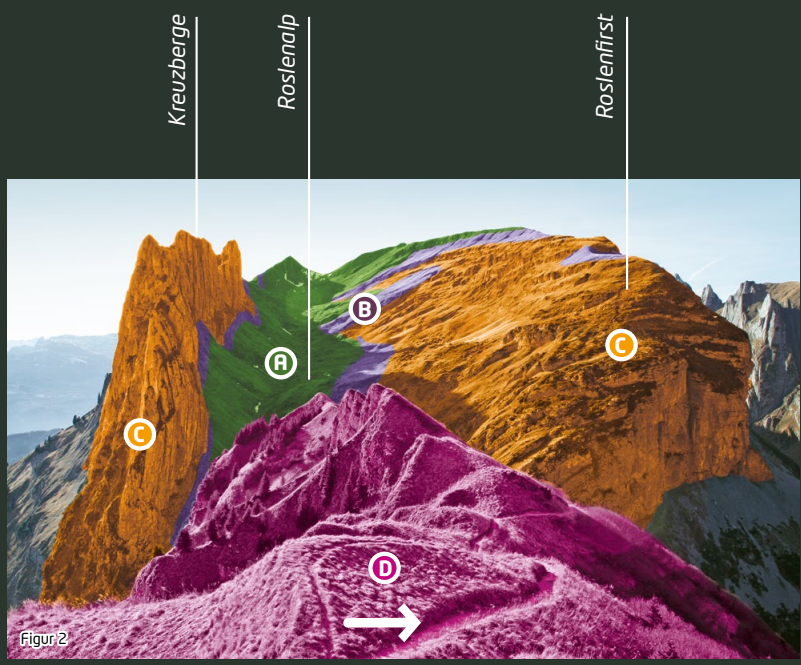
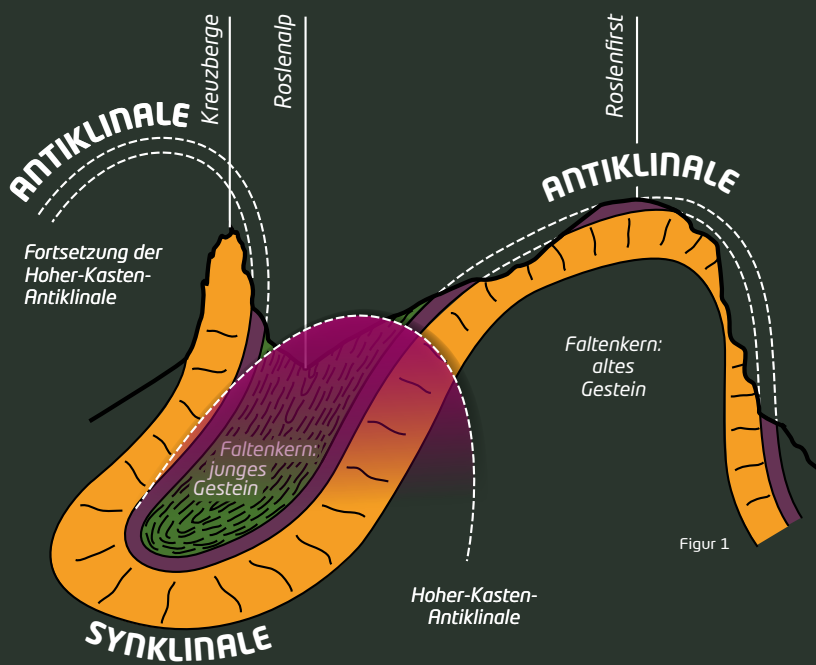
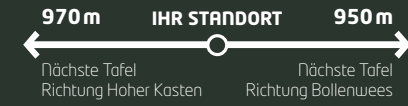
Figur 1 zeigt den geologischen Querschnitt entlang der Linie Stauberen–Alp Sigel. Zwischen den Faltenscheiteln Stauberen und Alp Sigel kann man beim Stäbel einen dritten Faltenscheitel erkennen. Bei allen dreien handelt es sich um Antiklinalen. Zerschneidet man das Alpsteingebirge parallel dazu, etwas weiter südwestlich, entlang der (in Figur 1 rot markierten) Achse Roslenfirst–Fählensee–Marwees, so ergibt sich Figur 2. Sie verdeutlicht, dass die **Faltenmulde** beim Fählensee (hinterer Querschnitt) abrupt auf den **Faltenscheitel** beim Stäfel (vorderer Querschnitt) trifft. Dies erklärt, wieso der Fählensee überhaupt gestaut werden konnte.



Die markante Erscheinung im Bau des Alpsteins, wie sie aus Figur 2 hervorgeht, liegt in einem grossen, quer zur Blickrichtung verlaufenden Bruch begründet. Dieser Sax-Schwende-Bruch folgt der Linie Saxerlücke–Bollenwees–Bogarten–Schwende. Sämtliche Bergketten im vorderen Querschnitt wurden entlang dieses Bruchs relativ zum hinteren Querschnitt nach rechts geschoben (siehe Pfeil in Figur 2). Figur 3 stellt die ursprüngliche Situation dar, nachdem der vordere Querschnitt um ca. 800 m zurückversetzt wurde. Die **Faltenscheitel** (Punkte 1) und die **Faltenmulden** (Punkte 2) liegen nun wieder auf einer Linie.



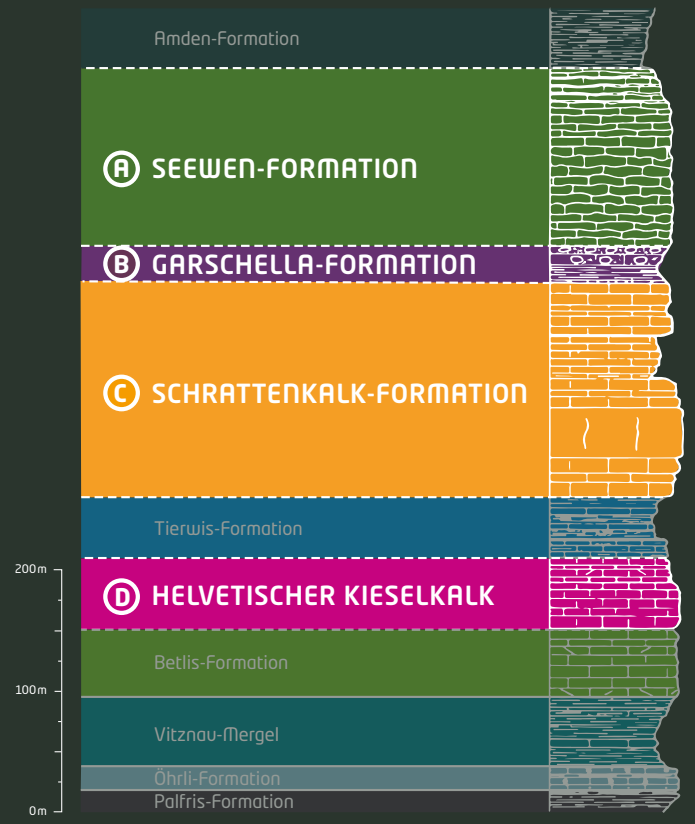
DIE KREUZBERGE - TEIL EINER SYNKLINALEN



Aber wie passen die Synklinale der Roslenalp und die Antiklinale des Bollenweeser Schafbergs, die offenbar auf der gleichen Linie liegen, zusammen?

Die Lösung liegt im Sax-Schwende-Bruch, der unmittelbar vor uns, quer zur Blickrichtung, verläuft. Er hat das, was wir in Figur 2 im Vordergrund sehen, gegenüber dem Hintergrund nach rechts verschoben.

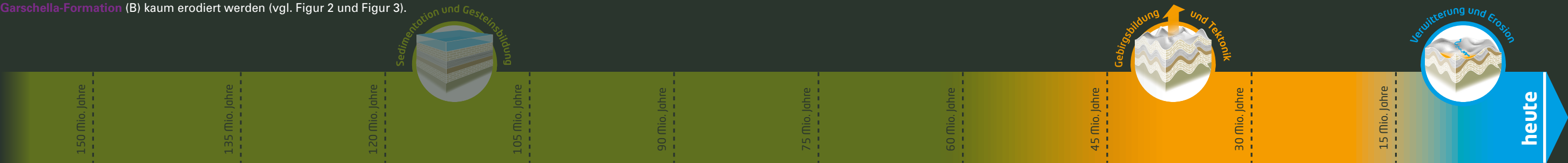
Setzte man auf die Kieselkalke unseres Standorts den **Schrattenkalk** darauf und würde das ganze nach links rücken, würde es mit den himmelwärts verlängerten Kreuzbergen bestens zusammenpassen.



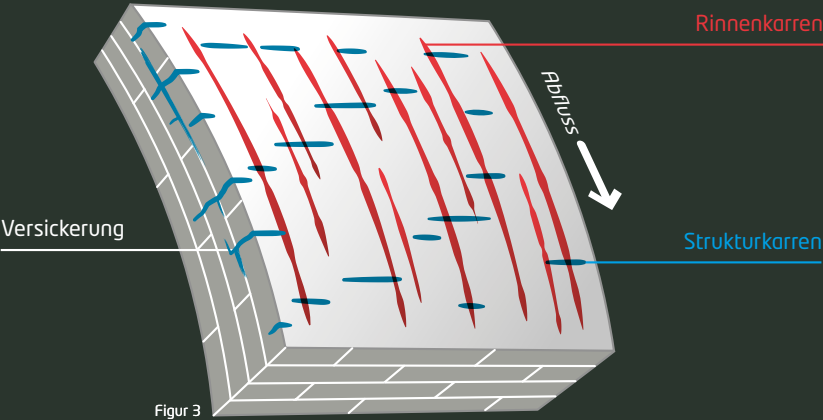
Figur 3

Falten entstehen, wenn Gesteinsschichten durch Druck von aussen wellenartig verformt werden. Den nach oben gerichteten Teil einer Falte nennt man Antiklinale, den nach unten gerichteten Teil Synklinale. Die Kreuzberge und die Roslenalp entsprechen einer Synklinale (Figur 1). In dessen Faltenkern blieben typischerweise jüngere Gesteinsschichten erhalten: Gut eingebettet in die Mulde aus **Schrattenkalk** (C) konnten die **Seewen-Formation** (A) und die **Garschella-Formation** (B) kaum erodiert werden (vgl. Figur 2 und Figur 3).

Der Grat vom Hohen Kasten bis zur Saxerlücke bildet hingegen eine Antiklinale, die so genannte Hoher-Kasten-Antiklinale. Hier auf dem Bollenweeser Schafberg stehen wir im Faltenkern dieser Antiklinalen, die vor uns abrupt endet (Figur 1). Um uns herum finden sich die Gesteine des **Helvetischen Kieselkalks** (D). Wie Figur 3 zeigt, handelt es sich dabei um wesentlich ältere Gesteine. Die jüngeren, vor allem der **Schrattenkalk**, wurden vollständig abgetragen.



KARREN – EINE KARSTFORM



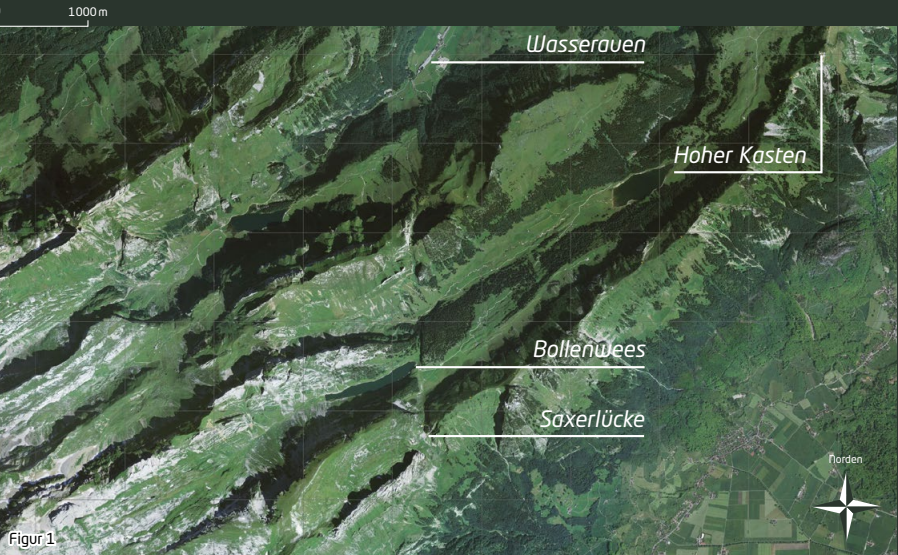
Mit Karst sind sämtliche Erosions- und Landschaftsformen gemeint, die durch den Kontakt von Kalk- oder Gipsstein mit Niederschlagswasser entstehen. Wenn Regen Kohlendioxid (CO₂) aus der Luft bindet, bildet sich Kohlensäure. Dieses kohlensäurehaltige Wasser ist aggressiv genug, um beispielsweise aus einem Kalkstein Calciumcarbonat (CaCO₃) herauszulösen und wegzutransportieren. Die Bezeichnung Karst wurde aus der Region Kras im Grenzgebiet zwischen Italien und Slowenien in die deutsche Sprache übernommen. Dort treten Karstformen oft auf und wurden bereits vor langer Zeit beschrieben.

Eine in Karstgebieten häufig zu beobachtende Erosionsform sind so genannte Karren (Figur 1). Der Begriff leitet sich vom Althochdeutschen «kar» ab und bedeutet Fels. Entsprechend versteht man unter Karren alle oberflächlichen Lösungsformen, die auf kompaktem Kalkfels vorkommen. Karren treten in der Natur äusserst vielfältig auf. Ihre Variation hängt unter anderem von der Neigung der Felsoberfläche, von der vorgegebenen Schichtung und vom Grad der Bodenbedeckung ab.

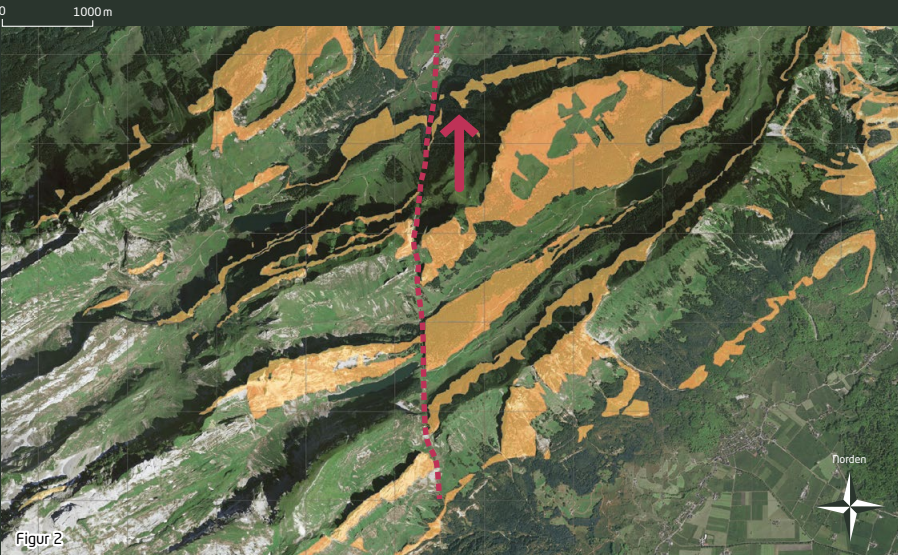
Rinnenkarren – auch «Runnels» genannt – sind wenige Zentimeter breit, U- oder V-förmig und oberflächlich angelegt. Sie folgen immer der Falllinie der Felswand (vgl. rote Linien in Figur 2). Sie entstehen, wenn direkt auf den blanken Kalkfels fallendes Regenwasser stetig abfließt. **Strukturkarren** – auch «Grikes» genannt – sind hingegen viel kürzer und scharfkantiger ausgebildet. Sie reichen meist recht tief und verlaufen eher quer zur Neigung der Felswand (vgl. blaue Linien in Figur 2). Im Gegensatz zu den Rinnenkarren setzen sie bereits bestehende Trennflächen wie Klüfte oder Schichtfugen voraus, die sich durch den Kontakt mit dem Regenwasser allmählich ausweiten (Figur 3).



DER SAX-SCHWENDE-BRUCH



Das Luftbild in Figur 1 zeigt einen Teil des Alpsteingebirges von oben. Achten Sie besonders auf die Verteilung der Waldflächen und den Verlauf der einzelnen Bergkämme. Ungefähr in der Mitte des Bildes lässt sich eine markante Nord–Süd verlaufende Linie erkennen. Entlang dieser Linie wird der Gebirgscharakter jäh unterbrochen: Bergkämme wirken wie abgeschnitten, Waldflächen weisen wie mit dem Lineal gezogene Begrenzungen auf.



Was die Beobachtungen anhand Figur 1 vermuten lassen, belegt Figur 2. Die Bereiche, welche **Schrattenkalk an der Oberfläche** aufweisen, wurden hier blau angefärbt. Die Veränderung im Bau des Alpsteins, die mit der rot gestrichelten Linie einhergeht, tritt dadurch noch deutlicher zutage. Verursacht wurde sie durch eine tektonische Störung, die den Alpstein in zwei Teile zerbrach. Gemäss ihrem Verlauf zwischen der Saxerlücke im Süden und Schwende im Norden wird sie **Sax-Schwende-Bruch** genannt.



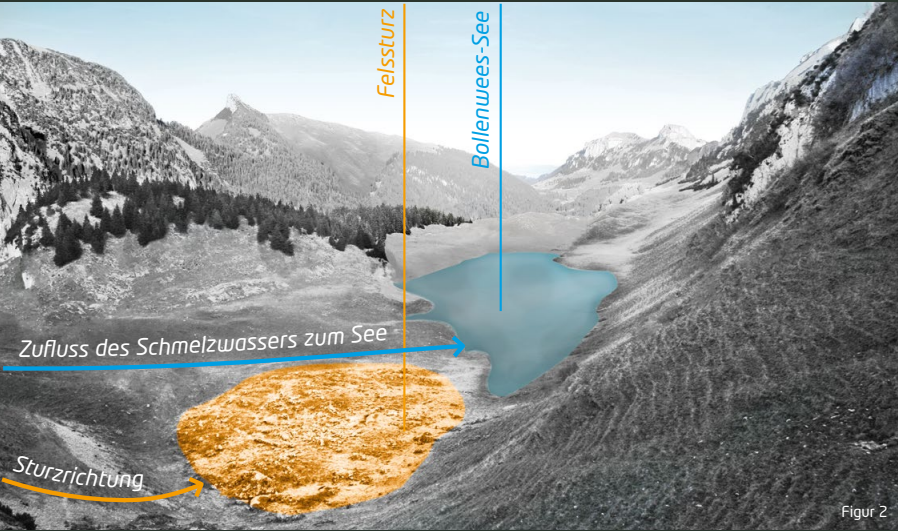
Der **Sax-Schwende-Bruch** verläuft direkt über unseren Standort bei der Saxerlücke, vorbei an der Bollenwees und dem Fählensee hinüber zur Bogartenlücke (Figur 3). Aufgrund dieses Bruchs wurde der östliche Teil des Alpsteins (rechts der roten Linie) gegenüber dem westlichen Teil stärker nach Norden verschoben. Allerdings lassen sich nicht alle Bergkämme und Mulden durch eine simple Rückverschiebung entlang der Bruchfläche passend aneinander fügen. Dies weist darauf hin, dass der Sax-Schwende-Bruch bereits in einer frühen Faltungsphase des Alpsteins angelegt wurde.



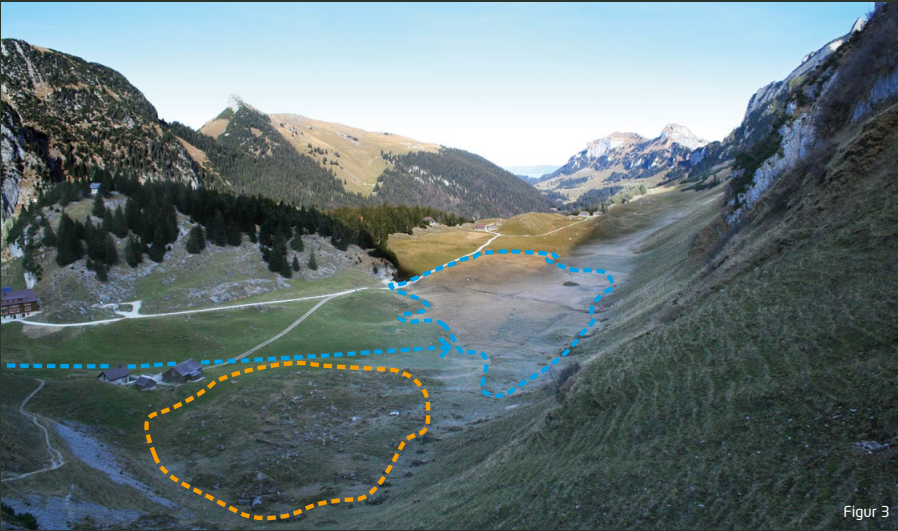
DER BOLLENWEES-SEE – ZEUGNIS DER LETZTEN EISZEIT



Während der letzten Eiszeit (ca. 115'000 bis 10'000 vor heute) ergossen sich Eismassen vom Fählensee und Roslenfirst her talwärts. Bei deren Rückzug hinterliessen die Gletscherzungen in flachen Lagen abflusslose Senken (vgl. Figur 1). Vor rund 12'000 Jahren reichte der Fählengletscher immer noch bis zu der Stelle, wo heute das Berggasthaus Bollenwees steht. Die zuvor entstandene Senke bei Bollenwees/Furgglen füllte sich nun mit Schmelzwasser, gespiesen vom Fählengletscher, auf: Der «Bollenwees-See» entstand (Figur 2).



Gegen Ende der letzten Eiszeit zogen sich die Gletscher vollständig zurück, die **Schmelzwasser-Zuflüsse** versiegten. Somit begann das Wasser des Bollenwees-Sees allmählich zu versickern. Zum einen ist dies geologisch begründbar, weil der Untergrund aus Kalkstein besteht. Die damit verbundene Verkarstung brachte Klüfte und Spalten hervor, über die Oberflächenwasser leicht abgeführt wird. Zum andern spielt das kleine Einzugsgebiet eine Rolle, aufgrund dessen nur geringe Niederschlagsmengen zufließen. Diese Mengen versickern auch heute noch zu schnell, als dass sich wieder ein See bilden könnte.



Die Spuren des ehemaligen «Bollenwees-Sees» sind immer noch vorhanden und lassen sich leicht ausmachen: Der ursprünglich mit Wasser bedeckte Teil ist auffallend flach und heute noch versumpft. Die Uferbereiche und die Zuflussrinne des Schmelzwasserbaches kann man im Gelände nachvollziehen (blau gestrichelte Umrandung und Pfeil in Figur 3). Im Vordergrund fällt zudem eine **Ansammlung von Kalkblöcken der Schrattenkalk-Formation** auf (orange markiert in Figur 2 und Figur 3). Es handelt sich um die Ablagerungen eines Felssturzes vom Roslenfirst her. Vermutlich lösten sich die Gesteinsmassen während oder kurz nach der Rückzugsphase des Gletschers.

