

Schweizer Alpen-Club SAC
Club Alpin Suisse
Club Alpino Svizzero
Club Alpin Svizzer



A. Rosenkranz / J. Meyer / M. Lüthi / F. Zoller

Lebenswelt Alpen



sehen / kennen / verstehen

Schweizer Alpen-Club SAC
Club Alpin Suisse
Club Alpino Svizzero
Club Alpin Svizzer



A. Rosenkranz / J. Meyer / M. Lüthi / F. Zoller

Lebenswelt Alpen

sehen – kennen – verstehen

Ausbildung

3. Auflage

SAC Verlag

Verlagsverzeichnis: sac-verlag.ch

Die SAC-Bücher sind im Buch- und Fachhandel erhältlich.

© 3. Auflage 2020, SAC Verlag, Bern

Alle Rechte beim Schweizer Alpen-Club SAC

Layout und Druck: Egger AG, Print und Dialog, Frutigen

Illustrationen und Grafik: Villard Kommunikationsmedien, Worblaufen
(oder die im Bild erwähnte Quelle)

Fotos: siehe Bildnachweis auf Seite 302

Umschlaggestaltung: Barbara Willi-Halter, Zürich

Bindung: Buchbinderei Grollimund, Reinach

Printed in Switzerland

ISBN 978-3-85902-425-0

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
Einführung	12
Zum Gebrauch des Buches	13
Tipps für die umweltgerechte Tourengestaltung	15
Die Alpen im Vergleich	16
1. Die alpine Landschaft	25
1.1 Entstehung der Alpen	26
1.2 Alpine Gesteine und Mineralien	42
1.3 Verwitterung und Erosion	62
1.4 Alpine Böden	68
1.5 Gletscher	73
2. Alpines Klima und Alpenwetter	87
2.1 Überleben im Alpenklima	88
2.2 Alpenwetter	95
2.3 Häufige Wetterphänomene	99
3. Klima im Wandel	105
3.1 Die von Menschen verursachte Klimaerwärmung	106
3.2 Klima- und Gletschergeschichte im Alpenraum	111
3.3 Die neuen Alpen	115
3.4 Naturereignisse	120
4. Alpine Lebensräume	129
4.1 Schnee und Eis	133
4.2 Schutt und Fels	141
4.3 Alpine Rasen	153
4.4 Alpine Wiesen und Weiden	165
4.5 Krummholz und Zwergsträucher	177
4.6 Moore und Moorlandschaften	187
4.7 Alpine Gewässer	195
4.8 Gebirgswälder	207



5. Leben und Arbeiten in den Alpen	223
5.1 Alpenbilder – eine Zeitreise in Zitaten	224
5.2 Wohnen in den Alpen	228
5.3 Berglandwirtschaft früher und heute	236
5.4 Stromproduktion in den Alpen	245
5.5 Tourismus in den Alpen	249
6. Nutzen und Schützen	261
6.1 Natur- und Landschaftsschutz in den Schweizer Alpen	262
6.2 Schutzgebietstypen	265
6.3 Rückkehr und Wiederansiedlung	273
6.4 Schneesport mit Rücksicht auf Wildtiere	279
6.5 Lebensraum Kletterfels	282
6.6 Naturerlebnisse vermitteln	285
Autorenportraits	294
Kommentiertes Literaturverzeichnis	295
Bildnachweis	302
Verdankungen	304
Stichwortverzeichnis	305

Verzeichnis Portraits

Kapitel 4

Einige typische Bewohner in Schnee und Eis

Portrait 1	Gletscherfloh (<i>Desoria saltans</i>)	136
Portrait 2	Gletscher-Hahnenfuss (<i>Ranunculus glacialis</i>)	137
Portrait 3	Schneehase (<i>Lepus timidus</i>)	138
Portrait 4	Alpenschneehuhn (<i>Lagopus muta</i>)	139

Einige typische Bewohner in Schutt und Fels

Portrait 5	Alpendohle (<i>Pyrrhocorax graculus</i>)	147
Portrait 6	Steinadler (<i>Aquila chrysaetos</i>)	148
Portrait 7	Polsternelken (auf Kalk: <i>Silene acaulis</i> ; auf Silikat: <i>Silene exscapa</i>)	149
Portrait 8	Landkartenflechte (<i>Rhizocarpon geographicum</i>)	150
Portrait 9	Flugbilder grosser Alpenvögel	151

Einige typische Bewohner der alpinen Rasen

Portrait 10	Edelweiss (<i>Leontopodium alpinum</i>)	159
Portrait 11	Frühlings-Enzian (<i>Gentiana verna</i>)	160
Portrait 12	Steinbock (<i>Capra ibex</i>)	161
Portrait 13	Kleine Bergvögel Alpenbraunelle, Bergpieper, Schneesperling	162
Portrait 14	Reptilien Aspispiper, Kreuzotter und Smaragdeidechse	163

Einige typische Bewohner in Wiesen und Weiden

Portrait 15	Alpen-Rispengras (<i>Poa alpina</i>)	172
Portrait 16	Gämse (<i>Rupicapra rupicapra</i>)	173
Portrait 17	Alpenmurmeltier (<i>Marmota marmota</i>)	174
Portrait 18	Insekten Hauhechel-Bläuling, Sechsfleck-Widderchen, Gebirgsgrashüpfer	175

Einige typische Bewohner von Krummholz und Zwergsträuchern

Portrait 19	Rotfuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	182
Portrait 20	Alpenrose (<i>Rhododendron sp.</i>)	183
Portrait 21	Birkhuhn (<i>Tetrao tetrix</i>)	184
Portrait 22	Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	185

Einige typische Bewohner der Moore und Moorlandschaften

Portrait 23	Scheuchzers Wollgras (<i>Eriophorum scheuchzeri</i>)	191
Portrait 24	Torf-Mosaikjungfer (<i>Aeshna juncea</i>)	192
Portrait 25	Torfmoos (<i>Sphagnum sp.</i>)	193

Einige typische Bewohner der alpinen Gewässer

Portrait 26	Amphibien: Grasfrosch, Erdkröte, Bergmolch	202
Portrait 27	Alpensalamander (<i>Salamandra atra</i>)	203
Portrait 28	Bachforelle (<i>Salmo trutta fario</i>)	204
Portrait 29	Köcherfliege (<i>Trichoptera sp.</i>)	205

Einige typische Bewohner von Gebirgswäldern

Portrait 30	Rothirsch (<i>Cervus elaphus</i>)	216
Portrait 31	Tannenhäher (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	217
Portrait 32	Waldbäume Arve, Lärche, Fichte	218
Portrait 33	Weitere häufige Waldbäume	220

Kapitel 6

Portrait 34	Bartgeier (<i>Gypaetus barbatus</i>)	275
Portrait 35	Luchs (<i>Lynx lynx</i>)	276
Portrait 36	Wolf (<i>Canis lupus</i>)	277
Portrait 37	Braunbär (<i>Ursus arctos</i>)	278



1. Die alpine Landschaft

1.1	Entstehung der Alpen	26
1.2	Alpine Gesteine und Mineralien	42
1.3	Verwitterung und Erosion	62
1.4	Alpine Böden	68
1.5	Gletscher	73

1.1 Entstehung der Alpen

Die Aussicht von einem Berg aus geniessend, wird sich mancher wohl fragen, wie dieses Meer von Bergen, diese gewaltigen Wände, die Schluchten und Täler überhaupt entstanden sind. Welche Kräfte und Prozesse stecken dahinter? Wachsen die Alpen heute noch? Waren sie einmal viel höher oder könnten sie noch höher werden? Wie sollen wir die verwirrende Vielfalt von Gesteinen deuten und einordnen?

DIE ALPEN – EIN KOLLISIONSGEBIRGE

Von weit oben betrachtet ist die Form der Alpen besonders eindrücklich: ein Gebirgszug, der sich bei Genua aus dem Apennin löst, sich in elegantem Bogen auf die Schweiz zu schwingt, sich dabei ständig verbreitert und dann langsam auffächernd bei Wien ausläuft (Abb. 11). Auf Abbildung 11 ist zu erkennen, dass die Alpen offensichtlich Teil eines ganzen Gebirgsystems sind, das sich vom Apennin über Alpen, Karpatenbogen, Balkangebirge, pontisches Gebirge, Kaukasus, Elburs, Zagros, Hindukusch und Karakorum bis zum Himalaja und weiter nach Südostasien erstreckt; auch die Pyrenäen und das Atlasgebirge gehören noch dazu. Diese als «alpidisch» bezeichneten Gebirgszüge entstanden im Wesentlichen in den letzten 100 Millionen Jahren. Die Alpen selbst sind das am besten untersuchte Gebirge der Welt – aber wohl auch das komplizierteste. Die mehrfach gebogenen Formen der Gebirgszüge Apennin–Alpen–Karpaten haben damit zu tun, dass früher in der Erdgeschichte – in der Jura- bis Kreidezeit – zwischen den afrikanischen und europäischen Grosskontinenten nicht einfach ein simples Meeresbecken lag, sondern eine komplizierte Anordnung von Mikrokontinent-Schollen und einer Vielzahl von kleinen Meeresbecken (Abb. 21, Seite 32).



Abbildung 11: Satellitenbild von Europa und Vorderasien mit den «alpidischen» Gebirgszügen.

DIE ALPENFALTUNG GIBT ES NICHT

Der Begriff «Alpenfaltung» wird für den Entstehungsprozess der Alpen leider immer noch verwendet. Einerseits ist das verständlich, weil Falten jeglicher Grösse in den Alpen so häufig anzutreffen sind (Abb. 16 bis 18, Seite 28). Andererseits wird mit dem Begriff Alpenfaltung ein Entstehungsprozess suggeriert, der vollkommen falsch ist – wir nennen es das «Tischtuch-Modell»: Das Tischtuch steht für die Ablagerungsgesteine im Tethys-Ozean (siehe Seite 32) zwischen Europa und Afrika, und als sich Letzteres an Europa anzunähern begann, wurden die Tücher zusammengeschoben, gefaltet und aufgetürmt – und so stellt man sich dann die Alpenbildung vor. Ein einziger Blick auf das Tiefenprofil durch die Zentralalpen von Abbildung 12 reicht, um zu erkennen, dass dies falsch ist: Die Alpen sind sozusagen in die Tiefe gebaut, und ihre Hauptbauelemente sind übereinandergestapelte Gesteinspakete, die als «Decken» bezeichnet werden (Abb. 13 bis 15, Seite 28). Diese Gesteinspakete wurden bei der Kollision zwischen Europa und dem Afrika vorgelagerten Mikrokontinent Adria von ihrer Unterlage abgeschert und übereinandergeschoben – die grössten Decken bis gegen 100km weit! Die Alpen sind daher ein Deckengebirge oder auch Kollisionsgebirge. Bei diesen Überschiebungsvorgängen wurden die meisten der Decken gleichzeitig noch verfault, ja es gibt eigentliche Falten-Decken, die aus einer einzigen riesigen, bei der Überschiebung entstandenen Falte bestehen – etwa die Morcles-Decke im Unterwallis. Deshalb die vielen gut sichtbaren Falten in den Alpen!

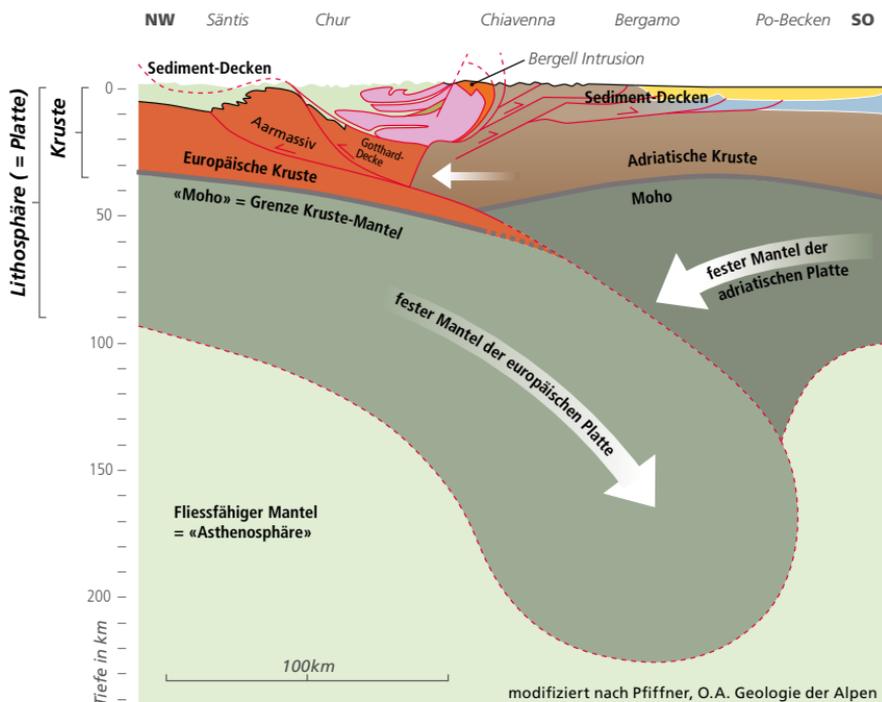


Abbildung 12: Tiefenstruktur der Zentralalpen bis in 250km Tiefe – eine gigantische kontinentale Kollisionszone, ein «Gebirge in der Tiefe»!



Abbildung 13: Die berühmte «Glarner Hauptüberschiebung» an den Tschingelhörnern, von der Flimser Seite her gesehen (GR). Oben die Glarner Decke mit Verrucano-Gesteinen, darunter die Sardona-Flyschdecke.



Abbildung 14: Dreifacher Deckenbau im Prättigau, östlich von St. Antönien (GR). Brauner «Deckel» = Silvretta-Decke, helles Kalksteinband = Sulzfluh-Decke, darunter grasige Hänge in der Prättigauer Flyschdecke.



Abbildung 15: Deckenbau am Walliser Weisshorn (VS); dieses liegt in der Dent-Blanche-Decke bis zum hellen Kalksteinband, welches die Obergrenze der darunterliegenden Mischabel-Siviez-Decke markiert.



Abbildung 16: Grossmassstäbliche Falten in braunen Kalksteinen am Ferdenrothorn am Lötchenpass (VS).



Abbildung 17: Falten und kleine Überschiebungen im Hochgebirgskalk am Ballenberg zwischen Brienz und Meiringen (BE).



Abbildung 18: Fliessfalten in Tessiner Gneisen, bei hohen Temperaturen um 650 °C gebildet; bei Lavertezzo im Verzascatal (TI).

DIE ALPEN WURDEN NICHT AUFGETÜRMT, SONDERN «ABGETÜRMT»

Am Tiefenprofil ist zu erkennen, dass der Hauptteil der alpinen Kollisionszone in der Tiefe liegt. Dass es durch die Kollision überhaupt zu einem Gebirge gekommen ist, hat zum grössten Teil mit dem archimedischen Auftrieb zu tun: Die feste Hülle der Erde, die sogenannte «Lithosphäre», schwimmt auf einer plastischen Schicht des obersten Erdmantels, so wie Holzstücke auf Wasser oder Eisberge im Meer. Je dicker das Holz oder das Eis, desto tiefer reicht es in die Flüssigkeit, aber auch etwas höher über das Wasser hinaus. Genauso verhält sich die Erdkruste: Wird sie verdickt, sinkt sie tiefer in den plastischen Erdmantel ein, ragt aber auch ein wenig höher hinaus – ein Gebirge entsteht.

Die ganzen Deckenüberschiebungen, welche die Struktur der Alpen ausmachen, spielten sich in vielen Kilometern Tiefe ab (Abb. 19), und erst danach wurden sie langsam durch den archimedischen Auftrieb angehoben. Die berühmteste Deckenüberschiebung der Alpen, die «Glarner Hauptüberschiebung» im Weltnaturerbe Tektonikarena Sardona, steigt heute steil aus dem Churer Rheintal auf, kulminiert am Piz Sardona und sinkt dann unter den Walensee ab, um nördlich des Säntisgebirges wieder an die Oberfläche zu gelangen (Abb. 13). Diese Form ist der Anhebung nach der Deckenüberschiebung zu verdanken. Ursprünglich wurde die Überschiebung in 10 bis 20 km Tiefe gebildet. Also: Die Alpen wurden nicht aufgetürmt, sondern sozusagen «abgetürmt»!

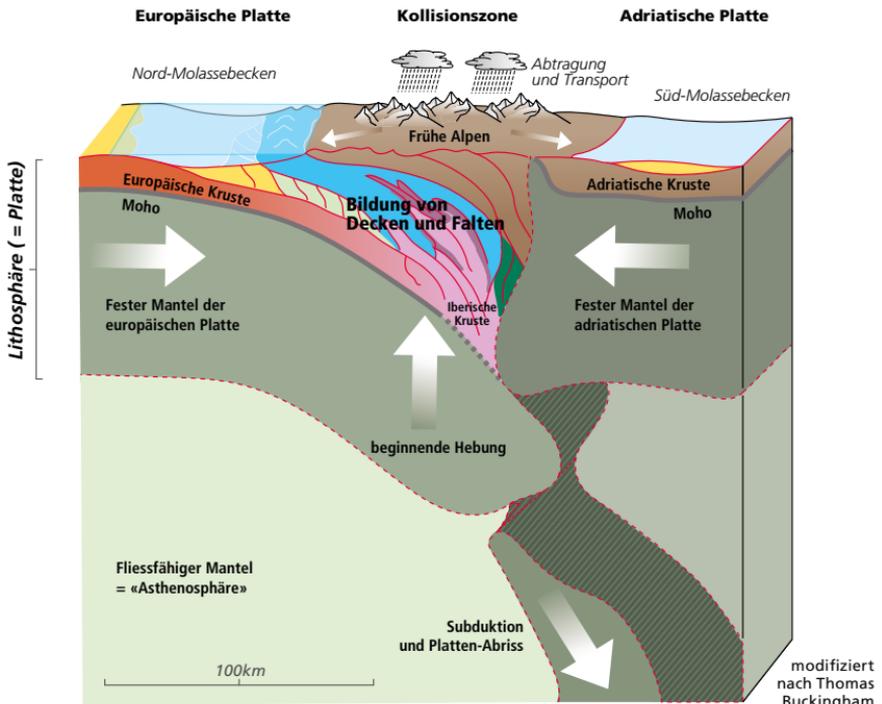
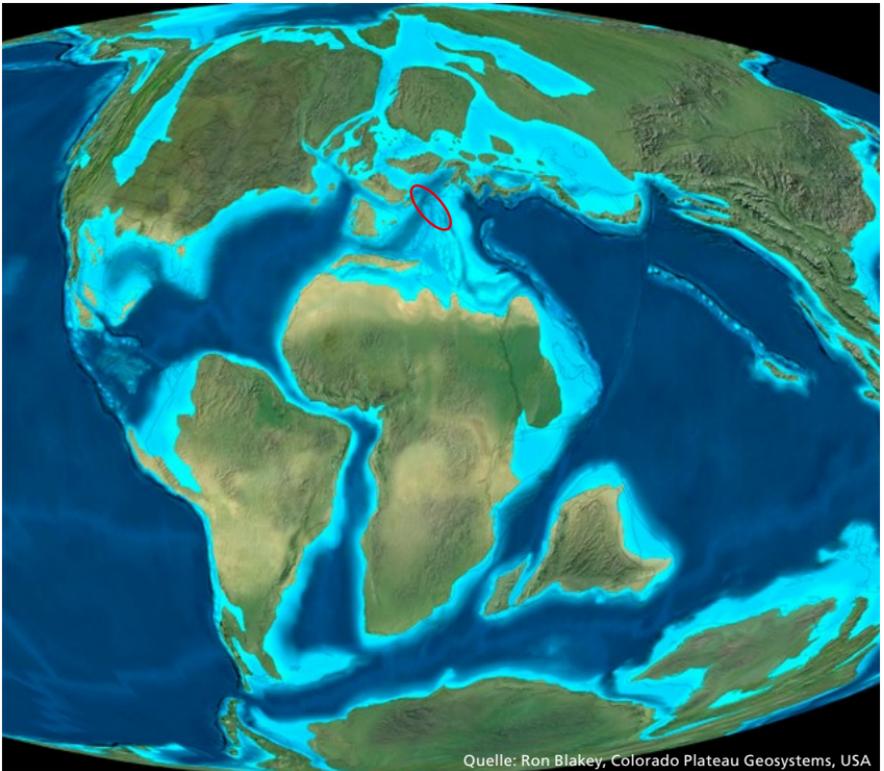


Abbildung 19: So sah die alpine Kollisionszone vor etwa 33 Millionen Jahren aus – Gebirgsbildung in der Tiefe!

HABEN DIE ALPEN EIN GEBURTSDATUM?

Eine häufig gestellte Frage lautet: Wie alt sind eigentlich die Alpen? Man kann die Alpenbildung mit einem Menschenleben vergleichen. Dann würden die Alpen heute kurz vor der Pensionierung stehen. Ein Menschenleben ist ein Prozess, der vom Kinderwunsch der Eltern bis zum Ableben dauert. So ist auch die Bildung der Alpen ein langer Prozess, der noch nicht abgeschlossen ist (siehe Tabelle 2 und Abb. 20). Wenn denn eine Zeitmarke als «Geburtsdatum» für die Alpen gesetzt werden soll, so wäre das am ehesten die Wende von der Unter- zur Oberkreide vor rund 100 Millionen Jahren. Damals kehrte Afrika seine bisherige Bewegungsrichtung hin zu Europa um, und begann, sich wieder anzunähern. Ohne diesen Richtungswechsel gäbe es keine Alpen.



Quelle: Ron Blakey, Colorado Plateau Geosystems, USA

Abbildung 20: So sah die Weltgeografie vor 100 Millionen Jahren in der mittleren Kreidezeit aus. Die zukünftigen Alpen (rotes Oval) lagen noch unter Meeresbedeckung und weiter südlich als heute.

Tabelle 2: Die Etappen der Alpenbildung

Die in der Tabelle verwendeten Fachbegriffe werden in den nachfolgenden Texten erläutert.

Phase	Alter in Millionen Jahren	Alter geologisch	Prozesse	Wichtigste Gesteine, die gebildet werden	Lebenszyklus Mensch
Variszische Gebirgsbildung (siehe Seite 33)	350 bis 300	Karbon	Bildung des Superkontinents Pangäa; Gebirgsbildung mit Bildung von vielen grossen Granitkörpern (z.B. Aare-, Mont-Blanc-, Rotondo-Granite)	Granite, Gneise	Heirat
Megakontinent Pangäa (siehe Seite 33)	300 bis 250	Perm	Globale Kontinentalmasse; im zukünftigen Alpenraum Bildung von Gräben mit Vulkanen und klastischen Sedimenten	Verrucano (Vulkanite und vulkanosedimentäre Ablagerungen)	Kinderwunsch
Dehnung und Absenkung (Rifting)	250 bis 200	Trias	Beginnende Zerdehnung von Pangäa (siehe Seite 33) entlang einer E-W-Zone, als Folge davon leichte Absenkung und langsame Überflutung durch tropische Flachmeere	Sandstein, Mergel, Tonsteine, Dolomit, auch Kalksteine	Zeugung
Auseinanderdrift Gondwana-Laurasia	200 bis 100	Jura Unterkreide	System von Ozeanbecken bildet sich (unter anderem Piemont und Walliser Becken), Bildung von ozeanischer Kruste, Ablagerung der mesozoischen Sedimentgesteine der späteren Alpen	Kalksteine, Mergel, Tonsteine Ophiolithe oder Bündner Schiefer	Schwangerschaft
Umkehr von Afrika	um 100	Wende Unter-/Oberkreide	Infolge Zerfall von Gondwana und rascher Öffnung des Südatlantik kehrt Afrika seine Bewegungsrichtung um		Geburt
Gondwana driftet auf Laurasia zu	100 bis 50	Oberkreide	Ozeankruste des Piemont-Ozeans wird subduziert, Bildung von Bündner Schiefer- und später Flyschserien	Wie oben, jedoch vor allem Bündner Schiefer und neu dazu Flyschgesteine	Kindheit
Kollisionen	50 bis 30	Paläogen	Teil-Subduktion (siehe Seite 33) der kontinentalen Kruste von Mittelpenninikum (Briançonnais), Deckenbildungen, Verfaltungen, Hochdruck-Metamorphose	Metamorphe Gesteine Flysche/Bergeller Granit	Pubertät
Hebung und Erosion	30 bis 0	Neogen	Plattenabriss und Beginn der starken Heraushebung, weitere Deckenbildungen und Verfaltungen, die Gebirgsfront erfasst auch den europäischen Kontinentalrand (Helvetikum). Der adriatische Krustenkeil in der Kollisionszone bewirkt Rückfaltung und Aufschiebungen – Entwicklung zum voll ausgebildeten «erwachsenen» Gebirge. Ganz am Schluss Jura-faltung (10 bis 3 Millionen Jahre)	Molassegesteine (Konglomerate, Sandsteine)	Adoleszenz
Eiszeiten	2,5 bis 0	Quartär	Mehr als 15 grosse Vereisungen bewirken eine starke morphologische Ausgestaltung von Alpen und Mittelland	Moränen, Löss, Schotterfluren	Erwachsenenalter
Die Zukunft – mögliche Entwicklung					
Fortsetzung von Hebung und Erosion	0 bis 50		Hebung und Erosion halten sich vorerst +/- die Waage, eventuell noch etwas Wachstum		Erwachsenenalter
Abtragung und Einebnung	50 bis 100		Die Erosion überwiegt, schliesslich erfolgt eine vollständige Einebnung		Alter und Tod

TETHYS UND ANDERE OZEANE

Es ist heute wohl allgemein bekannt, dass es vor langer Zeit ein Meer zwischen dem europäischen und afrikanischen Kontinent gegeben hat und dass dieses von den Geologen «Tethys» getauft wurde, nach der griechischen Meeresh Göttin gleichen Namens. Das Tethysmeer entwickelte sich aus dem «Paläotethys-Ozean», einem Vorläufer des heutigen Pazifiks.

Allgemein besteht eine einfache Vorstellung, wie die Geografie vor 200 bis 50 Millionen Jahren aussah: hier Europa, dann das Tethysmeer, dann Afrika. Heute wissen wir, dass es zwischen den beiden Riesenkontinenten Eurasien und Afrika in der Jura- und Kreidezeit ein höchst kompliziertes Muster von sich ständig verändernden kleineren und grösseren Ozeanbecken gab, noch verkompliziert durch verschiedene dazwischen herumdriftende Mikrokontinent-Blöcke (Abb. 20 und 21). So sollte man heute eigentlich bei den Alpen nicht mehr von einer Kollision Europa–Afrika reden, sondern von Europa–Adria. Adria war ein unregelmäßig geformter Kleinkontinent, der sich von Afrika abgelöst hat. Diese «alte Geografie» wurde zusätzlich durch den Mikrokontinent Iberia verkompliziert, dessen östlicher Spickel als «Briançonnais-Schwelle» bis in den zukünftigen Alpenraum reichte. Die beiden für die Alpenbildung relevanten Meeresbecken sind der Piemont-Ozean und das Walliser Becken. Dieses komplizierte Muster von Meeresbecken und Mikrokontinenten ist der Hauptgrund für die ebenso komplizierten Formen der alpidischen Gebirgsketten Europas, von den Pyrenäen–Apennin–Korsika–Sardinien über die Alpen zu den Dinariden und Karpaten.

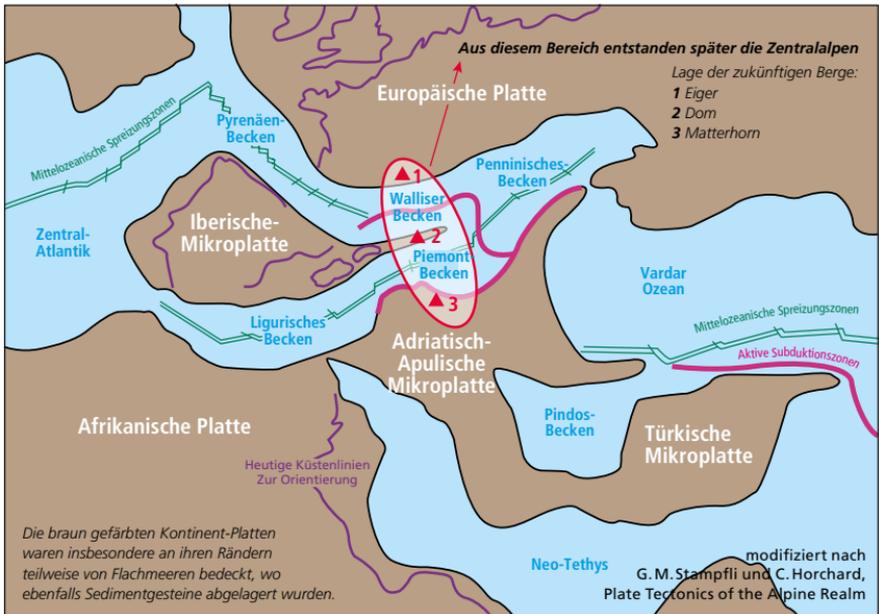


Abbildung 21: Die regionale Geografie vor 120 Millionen Jahren in der unteren Kreidezeit – ein komplexes Muster von Ozeanbecken und Mikrokontinenten.

Heute schätzt man die maximale Breite des Piemont-Ozeans auf rund 1000 km, diejenige des Walliser Beckens auf vielleicht 200 km. Was passierte damit bei der Alpenbildung? Ganz einfach: Sie tauchten bei der Wiederannäherung von Adria und Afrika an Europa unter Adria in den oberen Erdmantel ab. Man nennt das Subduktion.

Ozeankruste besteht aus Basalt, Gabbro und Serpentin (siehe Kapitel 1.2, Seite 54), die insgesamt ein höheres spezifisches Gewicht (Dichte) haben als kontinentale Kruste. Deswegen sinkt Ozeankruste von allein unter kontinentale Kruste ab, ja zieht die angrenzenden Teile richtiggehend in die Tiefe. Zum Glück für die Geologen wurden bei der Subduktion kleine Stücke der Ozeankruste als «Decken» am adriatischen Kontinentalrand abgesichert und sozusagen an diesen angeklebt. So blieben sie von der Subduktion verschont und wurden später in die Kontinentalkollision Adria–Iberia–Europa mit einbezogen. So finden wir in den Alpen Resten sowohl des Piemont- als auch des Walliser Ozeanbeckens in Form von metamorphen Basalten und Gabbros (Grüngesteinen), Serpentiniten und Tiefsee-Sedimenten. Die Geologen bezeichnen diese Ozeanboden-Stücke als «Ophiolithe». Die grössten Ophiolithdecken der Schweiz stammen aus dem Piemont-Ozean und bilden die «oberpenninischen» Decken, im Wallis die Zermatt-Saas-Decke, in Graubünden die Platta-Decke. In beiden kann man unter anderem gut erhaltene submarine Kissenlava beobachten, wie sie für Ozeanboden-Basalte typisch ist (Abb. 23, Seite 34).

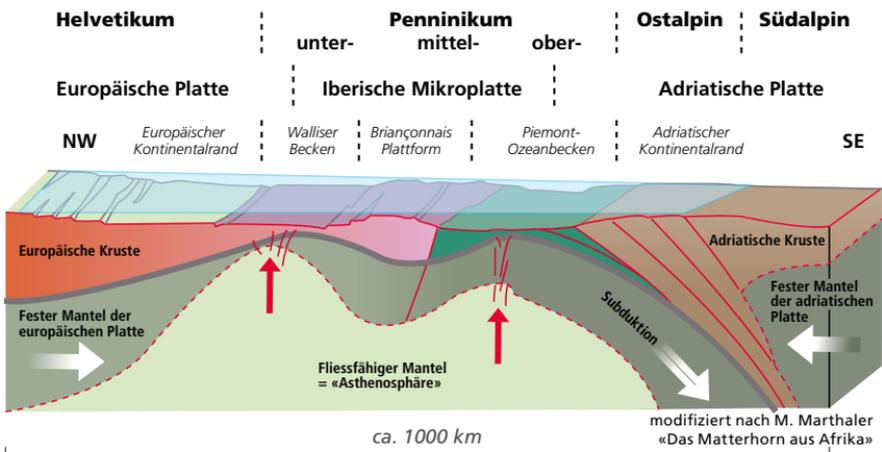


Abbildung 22: Profil durch den Raum der zukünftigen Alpen vor 100 Millionen Jahren, entlang der elliptisch eingerahmten Zone von Abbildung 21. Der Piemont-Ozean beginnt unter Adria abzutauchen (Subduktion).

SUPERKONTINENT PANGÄA

Vor rund 250 Millionen Jahren, am Ende der Permzeit, war der zukünftige Alpenraum Teil des erodierten und eingeebneten variszischen Gebirges mitten im Superkontinent Pangäa. Das Gebiet sah etwa so aus wie das heutige Innere von Australien. Der Untergrund bestand zum grössten Teil aus alten metamorphen und magmatischen Gesteinen. Dieses alte



Abbildung 23: An den Gipfelfelsen des Rimpfischhorns bei Zermatt (VS) klettert man über ehemalige Ozeanboden-Kissenlava aus vulkanischem Basaltgestein!

Ensemble nennen wir kristallines Grundgebirge. Ab der Triaszeit vor rund 240 Millionen Jahren wurde Pangäa zerdehnt und es bildete sich ein Flachmeer über dem Grundgebirge. Dann riss der Superkontinent ganz auf und es bildete sich neue Ozeankruste zwischen dem Südtteil Gondwana und dem Nordteil Laurasia. Die Ränder dieser Kontinente lagen ebenfalls unter Meeresbedeckung. Deshalb wurden dort wie im eigentlichen Tief-Ozean laufend Sedimentgesteine wie Kalksteine, Tonsteine, Mergel, Sandsteine und Brekzien abgelagert. Diese Ablagerungen erfolgten über 200 Millionen Jahre lang bis vor rund 50 Millionen Jahre und umfassten die ganze geologische Zeitspanne des «Mesozoikums» (Trias-, Jura- und Kreidezeit). So entstanden kilometermächtige Ablagerungen, denen wir heute in den Alpen als überschobene und verfaltete Gesteinsdecken begegnen können.

BROT UND AUFSTRICH

Bei der kontinentalen Kollision der Alpenbildung wurden sowohl Teile des Grundgebirges als auch die mesozoischen Sedimentgesteine als Decken überschoben und verfaltete. Deshalb treffen wir in allen Gebieten und in allen tektonischen Einheiten der Alpen immer diese beiden grundsätzlich verschiedenen Gesteinsabfolgen an (Abb. 24).

Tabelle 3

«Aufstrich»	Mesozoische Sedimentgesteine, Ablagerungen jünger als rund 240 Millionen Jahre	darüber	Kalksteine, Dolomite, Mergel, Tonsteine Brekzien, Sandsteine, Gips/Salz; diese wurden teilweise bei der Alpenbildung in grössere Tiefen versenkt und deshalb zu metamorphen Gesteinen umgewandelt
«Brot»	Kristallines Grundgebirge, älter als Triaszeit bzw. als rund 240 Millionen Jahre	darunter	Metamorphe Gesteine wie Gneise, Glimmerschiefer, Amphibolite, Marmore usw. Variszische Granite und andere Plutonite

Oft wurden bei den Deckenüberschiebungen die mesozoischen Sedimentgesteine von ihrem kristallinen Grundgebirgssockel abgeschert und als eigene Decken gegen vorne/oben überschoben, manchmal bis gegen 100 km weit. Wenn wir also in den Alpen unterwegs sind und uns gesteinsmässig orientieren wollen, müssen wir als Erstes immer Klarheit erhalten darüber, in welcher Grosseinheit wir uns befinden, denn dies hat einen entscheidenden Einfluss auf die zu erwartenden Gesteine.



Abbildung 24: Die Wände des Hinter Selbsanfts in den Glarner Alpen mit dem Grundgebirge («Brot») und den darüber abgelagerten Meeressedimenten («Aufstrich»).

DECKEN: DIE BAUEINHEITEN DER ALPEN

Die frühen Alpengeologen wussten noch nichts von Plattentektonik, sie kannten auch nicht die komplexen früheren Meer-Land-Verteilungen oder die Vorgänge bei Kontinentalkollisionen. Sie erforschten die Alpen und versuchten, Ordnung in ihre Beobachtungen zu bringen, indem sie ähnliche Gesteinszonen zusammenfassten und bezeichneten. Dann entdeckten sie um die vorletzte Jahrhundertwende die Decken und gaben diesen auch Namen, meist nach markanten Berggestalten (z.B. Säntis- oder Dent-Blanche-Decke, (Abb. 13 bis 15, Seite 28)). So entstand langsam ein Bild des Baus der Alpen (der Tektonik) und somit die entsprechenden Karten und Profile. Abbildung 25 zeigt eine stark vereinfachte tektonische Karte der Alpen. Die Grosseinheiten heissen von Nordwest nach Südost: Jura – Molassebecken – Helvetikum – Penninikum – Ostalpin und Südalpin. Innerhalb all dieser Baueinheiten können einzelne Decken unterschieden werden (z.B. im Helvetikum die Doldenhorn-, Axen- und Wildhorn-Decke). Schon seit Langem wurde erkannt, dass diese Einheiten von Südost nach Nordwest übereinandergeschoben wurden, dass also das Ostalpin über dem Penninikum und dieses über dem Helvetikum liegt.

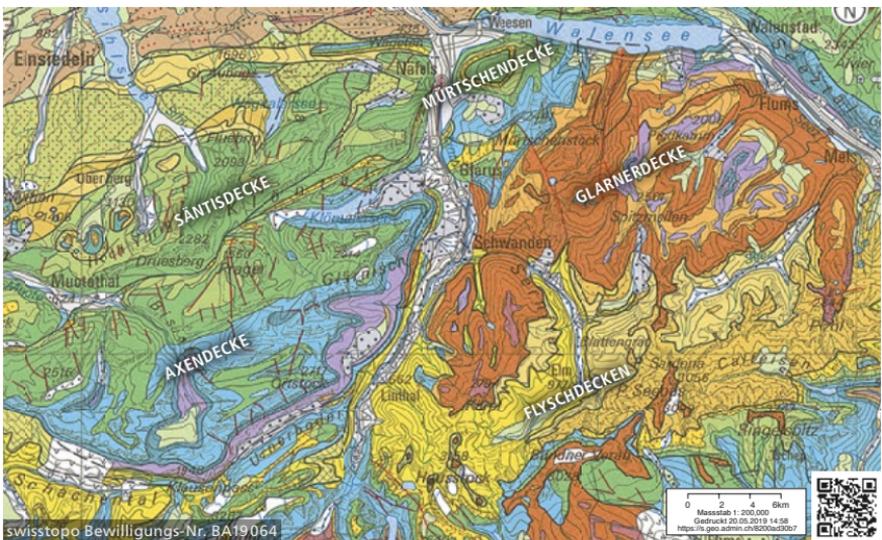
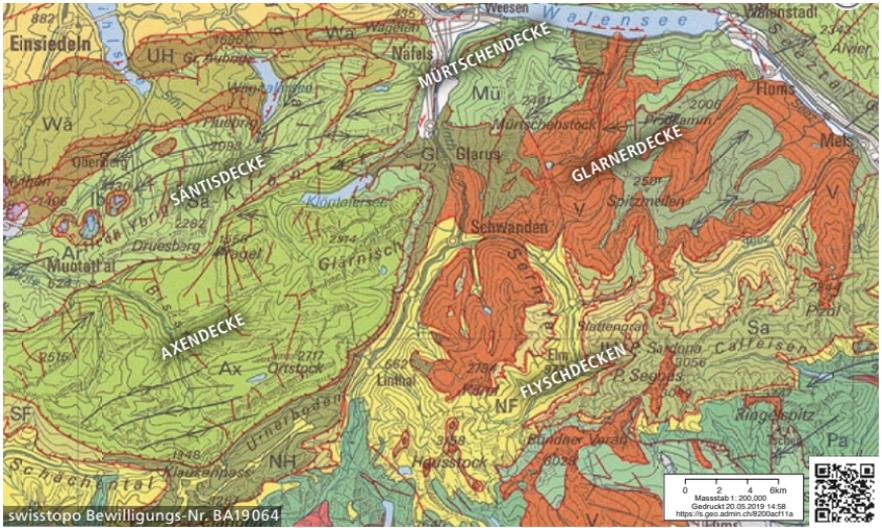
In der Legende zur Karte von Abbildung 25 ist die Verbindung der im Gelände definierten Grossbaueinheiten und der unterdessen bekannten plattentektonischen Zuordnung aufgeführt. Diese Zuordnung ist für das Verständnis der Alpenbildung zentral wichtig.

GEOLOGISCHE KARTEN

Eine geologische Karte ist eine Abbildung der Gesteinsarten, die in einem Gebiet an der Oberfläche vorkommen. Die unterschiedlichen Gesteine werden mit Farben, manchmal noch mit Übersignaturen und/oder mit Zeichensymbolen markiert. Tektonische Karten hingegen sind Strukturpläne. Als Beispiel sei die tektonische Einheit der Wildhorn-Säntis-Decke genannt (Abb. 26, Seite 38). Diese besteht zwar aus ganz unterschiedlichen Sedimentgesteinen, die auf einer geologischen Karte ausgeschieden sind; da diese jedoch bei der Alpenbildung als zusammenhängende Decke von ihrer Unterlage abgeschert und überschoben wurden, wird das Ensemble auf der tektonischen Karte in einer einzigen Farbe dargestellt und als Decke ausgeschieden.

Die Schweizerische Landesgeologie gibt geologische Karten verschiedenster Art heraus. Heute sind diese alle im Internet frei zugänglich – eine grosse Hilfe für alle Geologie-Interessierten! Sie können auf der Webseite ([map.geo.admin.ch/Geokatalog/Natur und Umwelt/Geologie](http://map.geo.admin.ch/Geokatalog/Natur%20und%20Umwelt/Geologie)) eingesehen, exportiert und ausgedruckt werden. Am genauesten sind die Blätter des «Geologischen Atlas der Schweiz» 1 : 25 000 oder bei den Gebieten, wo eine solche Karte noch nicht publiziert ist, das Menu-Tool «GeoCover-Vektordaten».

Allen Geologie-Interessierten seien die geologischen und tektonischen Übersichtskarten 1 : 500 000 empfohlen. Aus ihnen kann schon enorm viel herausgelesen werden. Für einige Gebiete gibt es geologisch-tektonische Karten 1 : 100 000, die sehr vielseitig verwendbar sind: Westschweizer Alpen, Tessin, Helvetische Decken und Aarmassiv–Tavetsch–Gotthard. Und für das Lieblingsgebiet kann man die gedruckten Blätter 1 : 25 000 mit Begleitbüchlein sehr empfehlen.



Abbildungen 26 und 27: Ausschnitte aus der tektonischen (oben) und der geologischen (unten) Karte der Schweiz 1 : 500 000 im Gebiet der nördlichen Glarner Alpen. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo.

ÜBER DIE HÖHE DER BERGE

Wohl alle werden folgender Aussage zustimmen: «Je höher die Berge, desto tiefer die Täler.» Ist ja logisch! Doch von der geologischen Entstehung her ist es genau umgekehrt: «Je tiefer die Täler, desto höher die Berge!» Diese Erkenntnis ist ziemlich jung. Es sind die Erosion und die Talbildung, welche Krustenmaterial wegnehmen und zu Auftriebs-Ausgleichshebungen führen. Je tiefer und steiler die Täler eingeschnitten werden, desto mehr Höhe erreichen die «stehen gelassenen» Gipfel infolge der Ausgleichshebungen! Das bedeutet, dass das Klima und das Wetter, die «Motoren» der Abtragung, entscheidend bei der Gebirgsbildung mitspielen, dass es also einen sehr engen Zusammenhang zwischen Vorgängen in der Atmosphäre und der Erdkruste gibt (Abb. 28).

So erklärt man sich die Himalajakette am Südrand des tibetischen Plateaus heute mit dem Anbränden der Monsunregen von Süden her: Deren enorme Erosionskraft schnitt am Südrand des Plateaus tiefe Täler ein, und als Folge der Ausgleichshebungen wurden die stehen gelassenen Berge auf ihre Achttausenderhöhe angehoben (Abb. 29, Seite 40). Das wird dadurch untermauert, dass die mittlere Höhe des Tibetplateaus mit rund 5000 m höher liegt als die mittlere Höhe des Himalajagebirges mit nur rund 4600 m (wegen der tiefen Täler!).

Hartnäckig geistert die Vorstellung herum, dass die Alpen früher einmal viel höher waren, ja, dass es Achttausender gab in den Alpen. Gebirge auf der Erde können nicht beliebig hoch werden, die physikalische Obergrenze liegt bei 9000 bis 10 000 m. Dies hat mit der Stabilität von Gesteinen unter hohem Druck und erhöhten Temperaturen zu tun. Je höher nämlich die Berge, desto tiefer ist auch ihre «Wurzel» im oberen Erdmantel – wo die Temperaturen rasch zunehmen, die Gesteine in der Folge plastisch verformbar werden und «wegfließen» können. Gebirge über 10 km Höhe würden demzufolge wie ein Kuhfladen zu flachen Gebilden «zerfließen».

Wir wissen heute, dass vor rund 30 Millionen Jahren die eigentliche Heraushebung der Alpen als Gebirge begann. Seither hob sich die Kollisionszone insgesamt mit rund 0,5 bis 1 mm pro Jahr an. Das summiert sich über die 30 Millionen Jahre auf 15 bis 30 km – alles wurde aber kontinuierlich abgetragen und als Schutt in die Molassebecken transportiert. Wie hoch dabei das Gebirge wurde, wissen wir schlicht nicht. Aktuell geht man eher davon aus, dass die Alpen nie wesentlich höher waren als heute und dass sie auch in Zukunft nicht massiv höher werden, auch wenn die Gebirgsbildung noch nicht abgeschlossen ist. Übrigens – trotz etlichen Viertausender und zahllosen Dreitausender in den Alpen – beträgt die mittlere Höhe der Alpen lediglich rund 1400 Meter über Meer!

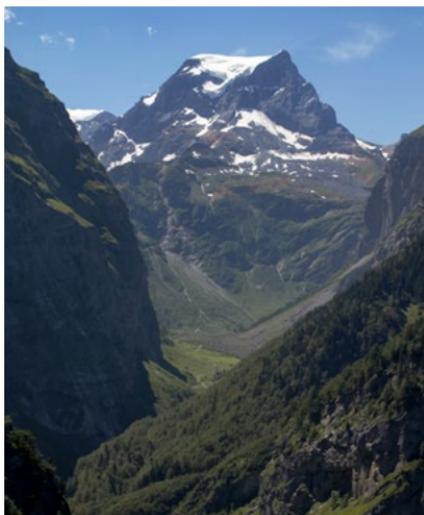


Abbildung 28: Das tief eingeschnittene hinterste Linthal (GL) sorgte für die Heraushebung der umgebenden Dreitausender mit dem Tödi.

EISKALTES SCHABEN

Während der über 15 heute bekannten Eiszeiten der Quartärzeit (letzte 2,5 Millionen Jahre, siehe Kapitel 3.2) lagen die Alpen unter dicken Gletschereis-Panzern, nur einzelne Gipfel und Bergketten guckten als «Nunatakker» aus dem Eis heraus. Die Gletscher stiessen weit ins Mittelland vor (Abb. 126, Seite 112). Gletscher haben eine sehr grosse Erosionskraft. Gletschererosion erfolgt einerseits durch die Schleifwirkung von am Gletscherboden mitgeführten und angefrorenen Gesteinskomponenten am Felsuntergrund (mit typischer Entstehung von Gletscherschrammen), andererseits durch Herausbrechen von an der Gletscherunterseite angefrorenen Fragmenten des Untergrunds. So runden Gletscher Felsoberflächen ab, hobeln aus V-Tälern U-Täler (Abb. 31), erzeugen Landschaftselemente wie Karkessel, Hängetäler, subglaziale Schluchten, übertiefte Täler, Rundhöcker-, Moränen- und Drumlinlandschaften (Abb. 30). Einige der eindrücklichsten glazial ausgeformten U-Täler der Schweiz sind das Lauterbrunnental, das Gasterntal, das hintere Linthtal und das Aaretal ob Guttannen.



Abbildung 29: Ausschnitt aus der Achttausender-Region des Himalaja-Gebirges. Viel höhere Berge sind auf der Erde nicht möglich.



Abbildung 30: Rundhöckerlandschaft («roches moutonnées») gegenüber des Aletschwaldes (VS); der spätglaziale Aletschgletscher floss von rechts nach links, von oben her mündete der Oberaletschgletscher ein.

ÜBERTIEFTE RINNEN

Flossen die grossen Gletscher über Zonen mit weichem und leicht erodierbarem Gestein, konnten sie dort tiefe Rinnen aushobeln. Lagen davor Zonen mit härterem Gestein, konnte es zur Ausbildung von massiv übertieften Rinnen kommen. Bekannte Beispiele sind das übertiefte untere Gasterntal bei Kandersteg (Abb. 31) oder der Kessel von Innertkirchen mit dem Felsriegel des Kirchet davor. Das spektakulärste Beispiel einer glazialen Übertiefung findet sich im Unterwallis. Es ist erst seit Mitte der 90er-Jahre bekannt, als erstmals seismische Profile durch die Alpen erstellt wurden. Musste der eiszeitliche Rhonegletscher bei St. Maurice den Felsriegel aus Hochgebirgskalk etwa auf heutigem Niveau überwinden, so schürfte er sich von Brig bis Martigny in den weichen Schiefergesteinen tief ein. Von dieser Übertiefung ist nichts zu sehen, weil diese Stellen seit dem Ende der letzten Eiszeit mit Schotter und Sand aufgefüllt wurden. Man stellte fest, dass der Übertiefungstrog bei Martigny bis 900 m tief ist, mithin also bis auf -450 m unter dem Meeresspiegel!

Viele der landschaftlich so reizvollen Alpenrandseen verdanken ihre Entstehung auch solchen glazialen Übertiefungen. Nicht nur formten die Eiszeitgletscher die Landschaften direkt aus, auch ihr letztes Verschwinden aus den Alpentälern hatte Folgen. Infolge des Wegfalles des Eisdruckes auf die Talflanken lösten sich an zahlreichen Stellen nach einer Weile Bergstürze und Sackungen. Einige der grössten Bergstürze der Alpen werden auf diesen Mechanismus zurückgeführt.

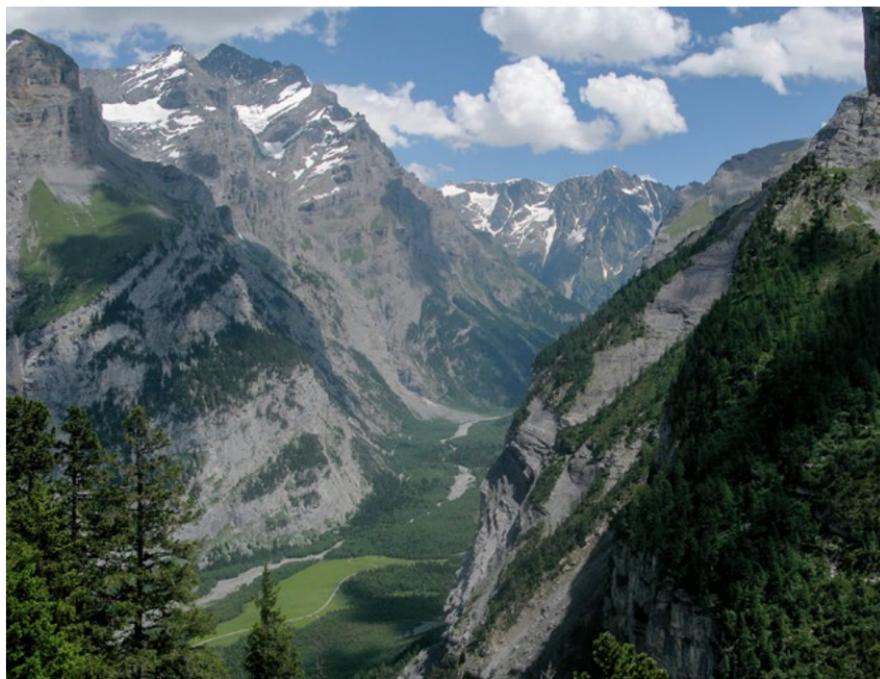


Abbildung 31: Blick von Sunnbühl ob Kandersteg (BE) in das glazial ausgeformte, übertiefte und mit Schotter angefüllte Gasterntal.

Verdankungen

Die Realisierung dieses Buches wurde ermöglicht dank eines Beitrages aus dem SAC-Naturschutzfonds sowie unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU).

Im Weiteren danken der SAC Verlag und die Autorenschaft folgenden Institutionen und Organisationen für die finanzielle Unterstützung:



Bernd-Thies-Stiftung

Die im Jahr 1990 gegründete Bernd-Thies-Stiftung hat den Schutz und die Erhaltung der Natur zum statutarischen Zweck. Schwerpunktmässig unterstützt sie Schutzprojekte sowie praxisorientierte Forschungsprojekte zur Erhaltung des Wolfes in Europa.



Forum Landschaft, Alpen, Pärke der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)

Als wichtiges nationales Netzwerk thematisiert das Forum die Herausforderungen und Entwicklungen der Landschaft, des Alpenraums und der Pärke. Es fördert das Wissen und die Diskurse über Landschaft mit ihrer Vielfalt, Qualität sowie Gestaltung. landscape-alps-parks.scnat.ch



Mountain Wilderness

Mountain Wilderness Schweiz setzt sich ein für Wildnis und umweltverträglichen Berg-

sport. Der Verein sensibilisiert und begeistert für den Erhalt der ursprünglichen Bergnatur, eines einzigartigen und unwiederbringlichen Lebens- und Erlebnisraumes.



Schweizer Bergführerverband (SBV)

Der Schweizer Bergführerverband vertritt die Interessen der Bergführer/innen, Wanderleiter/innen, Kletterlehrer/innen und Seilzugangsspezialisten in der Schweiz und organisiert deren Ausbildung und Fortbildung.



Stiftung Landschaftsschutz Schweiz (SL)

Die Stiftung Landschaftsschutz Schweiz besteht seit 1970 und ist eine gemeinnützige Stiftung ohne kommerzielle Zwecke. Sie engagiert sich für die Erhaltung, Pflege und Aufwertung der schützenswerten Landschaften der Schweiz. www.sl-fp.ch

Für die Unterstützung bei Promotion und Vertrieb danken wir herzlich:



Schweizer Wanderwege



Naturfreunde Schweiz

Stichwortverzeichnis

- A**
- Ablagerungsgestein *siehe* Sedimente
 - Abtragung 31, 39, 53, **66f**
 - Adern (in Gestein) **55f**
 - Adler *siehe* Steinadler
 - Adria (Mikroplatte) 27, 31, **32**, 33, 36
 - Afrika (tektonische Platte) **26**, 27, 30, 32
 - Aletschgletscher 40, **76**, 116, 124
 - Alpen-Rispengras 172
 - Alpenbildung 31
 - Alpenbraunelle 162
 - Alpendohle **147**, 151
 - Alpenfaltung 27
 - Alpenmurmeltier 94, **174**, 288
 - Alpenrandsee 41
 - Alpenrose 183
 - Alpensalamander 203
 - Alpenschneehuhn **139**, 153, 265, 271, 289
 - Alpin (Höhenstufe) 130
 - Alpwirtschaft 241f
 - Amphibien 202
 - Anpassungen 88f, **279f**
 - Artenschutz **263**, 274
 - Arve 211, 217, **218**
 - Aspiviper 163
 - Aue, Auenlandschaft 199
 - Auftauschicht 70
- B**
- Bachforelle 204
 - Bannwald *siehe* Schutzwald
 - Bär *siehe* Braunbär
 - Bärentraube 181
 - Bartgeier 273, **275**
 - Basalt 33, 34, 44, **45**, 54
 - Baum **209f**, 220
 - Beobachten 287
 - Bergahorn 220
 - Bergföhre 211, **221**
 - Bergkristall 43, 44, **58**, 59
 - Berglandwirtschaft 21, **236f**
 - Bergmolch 202
 - Bergpieper 162
 - Bergschrund 74, **77**, 78
 - Bergsee 198f
 - Bergsturz 121, **123f**, 198
 - Bergwinter 279f
 - Besiedlung, siedeln 18, **228f**
 - Beweidung **166**, 168, 207
 - Biodiversität, biologische Vielfalt 264f
 - Biosphärenreservat 266, **267**
 - Biotope von nationaler Bedeutung 268
 - Biotopschutz 263
 - Birke 220
 - Birkhuhn **184**, 271
 - Birrfeld-Eiszeit 112
 - Blaugrasrasen 157
 - BLN-Inventar *siehe* Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler
 - Blockgletscher 70f
 - Boden, Böden **68f**, 125, 153
 - Borkenkäfer 214
 - Borstgrasrasen 157
 - Braunbär 274, **278**
 - Brockengespenst 102f
 - Buchdrucker *siehe* Borkenkäfer
 - Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) 263, 267, **268**
 - Bündnerschiefer 52f
- C**
- Calcit 43, 44, 45, **65**
 - Chalet 234 f
 - Chlorit 44, **56**, 57
 - CO₂-Kreislauf 106
 - CO₂ 92, **106**, 108, 111, 209
 - Coaz, Wilhelm Fortunat 262
- D**
- Decken, Deckengebirge **27**, 28, 29, 33, 35
 - Dolomit 31, 35, 43, **44**, 52
 - Drumlin 40, 67, **82**
- E**
- Edelweiss 159
 - Eichhörnchen 95, **288**

Eidgenössische Jagdbanngebiete **267f**, 270
 Eintagsfliege 197
 Eisabbruch 74, **77**, 80
 Eiszeit 31, 41, 67, 82, **111**, 112, 113, 153, 228
 Eiszeitalter 111
 Eiszeitrelikt 153
 Energie sparen (Alpentiere) 279f
 Energiefluss **166**, 167
 Enzian 160
 Erdkröte 202
 Erdkruste **29**, 43, 45, 59
 Erdpyramiden 72, **73**
 Erosion 31, 39, 40, **62f**, 72
 Europa (tektonische Platte) **26**, 27, 30, 32
 Extremereignis 120f

F

Falten (Gestein) **27**, 28, 56
 Feldspat **45**, 49
 Felsenprimel 283
 Felsenspringer 282
 Felsspezialisten 282f
 Felswand (Lebensraum) 141f
 Fettwiese **169**, 170
 Fichte 210f, **219**
 Findling **67**, 82, 111, 268
 Firn, Firnschnee 73, 74, 75, **133**
 Firngrenze 74, **75**
 Fischsterben 201
 Fischtreppe 201
 Flachmoor 188f
 Flechten 64, **145**, 146, 150, 283
 Flysch 28, 31, **52f**
 Forschung 273
 Fotosynthese **92**, 145, 146, 166
 Frostmusterboden 70
 Frostsprengung **62f**, 123, 142
 Fuchs 288

G

Gabbro 33, **44**, 45, 52, 54
 Gämse 90, **173**, 271, 279, 288
 Gebirgsgrashüpfer 175
 Gebirgszüge **16**, 26
 Gefahrenkarte 122f
 Geheimnisse der Natur 286

Gewässer 20, **195 f**
 Gewitter 101
 Gleichgewichtslinie 74, **75**
 Gletscher 20, 40, 41, 67, **73f**, 107, 111, 124
 Gletscher-Hahnenfuss 135, **137**, 143
 Gletscherfloh 89, **136**
 Gletschergeschichte (Alpen) 111
 Gletschermilch 76, **84**
 Gletschermühle 81
 Gletschersee 116
 Gletscherspalten 76
 Gletschertisch 78f
 Gletschertor 74, **77f**
 Gletschervorfeld **143f**, 247, 267
 Glimmer **44**, 45, 55
 Glorie 102 f
 Gneis 44, 45, **50f**, 52
 Granit, Granitkörper 31, 42, 45, **48f**, 52
 Grasfrosch 202
 Grundgebirge **33f**, 36
 Grünerle 165, **177f**
 Gruppenleiter/in 290

H

Halo 102 f
 Hängegletscher **73f**, 126
 Hängetal 40
 Hauhechel-Bläuling 175
 Hebung (Gebirge) 29, 31, **39**
 Heidelbeere 180, **185**
 Helvetikum 31, **36**, 38
 Herdenschutz **242**, 277
 Hirsch *siehe* Rothirsch
 Hochgebirgskalk 28, 35, **46**, 65
 Hochmoor 188f
 Hochstaudenflur 179
 Hochwasser 66, 117, 120f, **126**
 Höhenstufen 131
 Höhlen **65**, 196
 Holozän **111**, 113, 114
 Holznutzung 209

I

Insekten, Insektenlarven **175**, 197, 209

- J**
 Jagd **214f**, 267, 270
 Jura(gebirge), Jurafaltung 30, 37, **46f**
 Jura(zeit) 26, **31**, 32
- K**
 Kalkspat *siehe* Calcit
 Kalkstein 31, 35, 43, 44, **46f**, 56, 60, 65
 Kampagne Respektiere deine Grenzen 280
 Kantonale Jagdbanngebiete 267, **270**
 Kar(kessel) 67, **73**
 Karst 63, **65**, 196
 Kastanie 211, **221**
 Keeling-Kurve 108
 Kleine Eiszeit **114**, 144, 230
 Klettern mit Rücksicht **282f**, 284
 Kletterverbote 284
 Klima **88f**, 96f, 106f
 Klimaarchiv 110
 Klimaerwärmung **106f**, 125f, 134, 165, 195, 207
 Klimawandel 119
 Kluft (in Gestein) 56f
 Köcherfliege 197, **205**
 Kollin (Höhenstufe) 130
 Kollision, Kollisionsgebirge **26**, 27, 29, 31
 Kontinentale Kruste **31**, 44
 Krähenbeere 180
 Kreuzotter 163
 Kristallin, kristallin **35**, 36, 43
 Krummseggenrasen 157
 Kuppen, Kuppenvegetation 154f
- L**
 Lägerflur 167
 Landkartenflechte 150
 Landschaftsschutz **263**, 264
 Lärche 211, **219**
 Lawine (Schnee) 121, 125, **126**, 177
 Legföhre 177
 Libelle *siehe* Torf-Mosaikjungfer
 Luchs 273f, **276**, 288
 Luft, Luftdruck 92
- M**
 Magerwiese **169**, 170
 Magmatische Gesteine **43**, 52
 Massenbilanz 75
 Mauerläufer 282
 Mauerpfeffer 283
 Maus 288
 Mesozoikum **34**, 35, 37
 Metamorphe Gesteine 31, 35, **44f**, 50, 54
 Mikroklima 153f
 Mikrokontinent **26f**, 32, 37
 Milankovich-Zyklen 112
 Mineral 42, **43f**, 56f
 Mittagslöcher **78**, 79
 Mobilität, Verkehr 22, **255**
 Molasse 31, 37, **52f**, 60
 Montan (Höhenstufe) 130
 Moor, Moorlandschaft **187f**, 267, 268
 Moorbeere, Rauschbeere 180
 Moorschutz 189, 247, **268**
 Moräne 31, 67, 72f, **75**, 82, 113
 Morgenrot, Abendrot 100
 Mulden, Muldenvegetation 154f
 Mure *siehe* Murgang
 Murgang **120f**, 208
 Murmeltier *siehe* Alpenmurmeltier
 Mykorrhiza 213
- N**
 Nachhaltigkeit **213**, 264
 Nährgebiet 75
 Nahrungsnetz 171
 National Prioritäre Arten 264
 Nationalpark (Schweizer) 267f, **272f**
 Natur entdecken 290
 Naturereignisse **120**, 122
 Naturerlebnis 285f
 Naturerlebnispark 267, **272f**
 Naturkatastrophe 121f
 Natürliche Rückkehr 274
 Naturreservat *siehe* Nationalpark
 Naturschutz, Naturschutzgebiete 19, **263f**
 Naturwaldreservat 269
 Niederschlag **91**, 117, 126, 195
 Nival (Höhenstufe) 130
 Nunatakker 40

O

Ogiven 80
 Ökologische Infrastruktur **262**, 263
 Ökosystemleistungen 264
 Olivin 44
 Ophiolith 31, 33, **54**
 Orgelpfeifen 72
 Ostalpin 36f
 Ötzi (Eismann) 114, **228f**
 Ozeankruste 31, 33, **54**

P

Pangäa 31, **33**, 34
 Paris Klimaabkommen **109**, 116
 Parkforschung 273
 Penninikum **31**, 33, 37, 53
 Peridotit 44, **45**, 54
 Permafrost 63, 106, 116, 123, **125**, 153
 Piemont-Ozean **31f**, 33
 Pilze 212
 Pionierpflanzen 121, **143f**
 Plattentektonik **36**, 120
 Pleistozän 111
 Plutonit 35, 43f, **48**, 52
 Podsol 69
 Polsternelke 149
 Polsterseggenrasen 156
 Polsterwuchs **92**, 283
 Preiselbeere 181

Q

Quartär **31**, 111, 113
 Quartär(zeit) 30f, **40**, 111, 113
 Quarz 42f, 48, 50, 56, **59f**
 Quelle 196

R

Radiolarit **54**, 60
 Randkluft 74, **77**
 Rasen, Rasengesellschaften 153f, **156f**, 165
 Raufusshühner **139**, 279
 Regenbogen 99f
 Regulation, natürliche 215
 Reh 288
 Rendzina **69**, 72
 Reptilien 94, **163**, 283

Reservat *siehe* Nationalpark
 Restwasser 200
 Rostseggenrasen 158
 Rote Liste 264
 Rotfuchs 135, **182**
 Rothirsch **216**, 271, 279, 288
 Rückkopplungseffekt **106**, 115
 Rücksicht auf Wildtiere **279f**, 284
 Rücksichtsvoller Bergsport **279f**, 282f
 Rundhöckerlandschaft **40**, 67, 83

S

Schichtung 46, **55**
 Schiefer, Schieferung 31, 44f, 48, 50f, **55**
 Schnee, Schneebeschaffenheit 133
 Schneeralgen, Blutschnee 133
 Schneehase 90, **138**, 279 f, 289
 Schneehuhn *siehe* Alpenschneehuhn
 Schneesperling, Schneefink 162
 Schratzenkalk **46**, 47
 Schutthalden 63, **142**, 282
 Schutzgebiete 265f
 Schutzwald 122, **208**
 Sechsfleck-Widderchen 175
 Sedimentgestein 31, 34f, **43**, 46, 50f, 60
 Sensibilisierung 263, 267, **280**
 Sérac 77
 Serpentin/Serpentinit 33, **44**, 52, 54
 Siedlungsentwicklung 18, **231f**
 Smaragdeidechse 163
 Solifluktion 70
 Sonderwaldreservat 269
 Sonnenenergie 247f
 Spalten *siehe* Gletscherspalten
 Spurendetektiv 290
 Stausee 246f
 Steinadler **148**, 151, 274
 Steinbock **161**, 274, 288
 Steinfliege 135, 197
 Steinschlag 48, 116, **123**, 125
 Strahler, strahlen 57f
 Strahlung 93
 Stromproduktion 245f
 Subalpin (Höhenstufe) 19, **130**, 210
 Subduktion, subduzieren 31, **33**, 53
 Subglaziale Schlucht **40**, 66

Südalpin **36f**, 238
 Sukkulenz 91, **283**
 Sukzession 143
 Suone 84
 Superfötation 138

T

Talgletscher 73f
 Tannenhäher 95, 151, **217**
 Tektonik, tektonisch 34, **36f**
 Temperatur **88f**, 106f, 153f, 279f
 Tethys, Tethysozean 27, **32**, 37
 Tierspuren 288f
 Tintenstriche 141
 Tonminerale 64
 Torf 187f
 Torf-Mosaikjungfer 192
 Torfmoos 187f, **193**
 Toteis 81
 Tourismus 23, 226, 235, **249f**
 Treibhaus (-gas, -effekt) **106**, 153
 Trias(zeit) **31f**, 109
 Trichterprinzip 281
 Trockenperiode **127**, 146, 219
 Trockenwiese- und weide **169**, 267, 268

U

U-Täler **40**, 82
 Überschiebung **27**, 28, 29, 35
 Umweltbildung 263, **285f**
 Umweltschutz 264
 UNESCO-Weltnaturerbe 267

V

V-Täler **40**, 82
 Variszisch, variszische Gebirgsbildung **31**,
 33, 35, 50
 Vegetationszeit 93f
 Verbiss (Wildtierverschlingung) 214
 Verbuschung 165, **239**, 264
 Vergandung *siehe* Verbuschung
 Verrucano 28, **30**, 59
 Verwitterung 25, 44, **62f**
 Vogelbeere 221

W

Wacholder, Zwerg-Wacholder 180
 Wald-Wild-Schongebiete *siehe* Wildruhezonen
 Wald, Bergwald, Gebirgswald 177, **207f**, 267f
 Waldgesellschaften 210f
 Waldgrenze 130, **177**, 184, 185, 237, 281
 Waldreservate 267, **269**
 Walliser Becken **31f**, 37, 53
 Walser 232f
 Wasserabsorption 283
 Wasserkraft 20, **246f**
 Weggebot 267f
 Weide, Alpweide 165f
 Weisstanne 210, **220**
 Wetter 95f
 Wettermodelle 97
 Wettervorhersage, Wetterprognose 97f
 Wiederansiedlung 273f
 Wiese, Alpwiese 165f
 Wildnis 269
 Wildruhegebiete *siehe* Wildruhezonen
 Wildruhezonen 267, **271**
 Wildschutzgebiete *siehe* Eidgenössische
 Jagdbanngebiete
 Wildschwein 274
 Wildtiere 271
 Wildtierregulation *siehe* Regulation
 Wind **90f**, 127, 156, 247
 Windenergie 247f
 Winterruhe 95, **279**
 Winterschlaf 94, **279**
 Wintersport 118, **279f**
 Winterstarre 94, **279**
 Witterung 96
 Wolf 242, 273f, **277**
 Wolken 99
 Wollgras 191
 Würm-Eiszeit **111**, 113
 Wurzeln 90, **142**, 213

Z

Zehrgebiet 75
 Zeigerpflanzen 72
 Zerrklüftung (in Gestein) 44, **56f**
 Zwergsträucher **177f**, 180