

Die geologische Vorgeschichte des Appenzellerlandes

Autor(en): **Heierli, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Innerrhoder Geschichtsfreund**

Band (Jahr): **33 (1990)**

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-405262>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die geologische Vorgeschichte des Appenzellerlandes

Von Hans Heierli, Trogen

Im letzten Jahrbuch des Historischen Vereins Appenzell legten Oskar Keller und Edgar Kraysz die eiszeitliche Gestaltung des Appenzellerlandes in den vergangenen zwei Millionen Jahren dar. Im folgenden Beitrag soll nun auf die Bildung der Gesteine und des heutigen Innenbaus unserer Landschaft eingegangen werden. Dabei müssen wir sehr weit in die geologische Vergangenheit zurückgehen.

Der Geologe rechnet mit andern, weit grösseren Zeiträumen, als wir es uns gewohnt sind. Angesichts des Alters unserer Erde als Planet, welches man heute mit gegen fünf Milliarden Jahren annimmt, sind im geologischen Zeitmass Jahrmillionen gleichbedeutend wie Jahrhunderte in der landläufigen (historischen) Zeitrechnung.

Die **absolute geologische Zeitrechnung** stellt dem Geologen grosse Probleme, denn es fehlen schriftliche Zeugnisse. Die heute gängige absolute Altersbestimmung geschieht mit den in manchen Gesteinen in äusserst geringen Mengen vorhandenen instabilen radioaktiven Elementen (Isotopen), welche unter Abgabe von Strahlung in bestimmten Zeiträumen (Halbwertszeit) zur Hälfte ihrer Masse in stabile Endprodukte zerfallen. Dabei ist eine bestimmte Fehlergrenze zu berücksichtigen. Die erdgeschichtliche Tabelle (Fig. 1) gibt Auskunft über die Gliederung der Geschichte unserer Erde mit absoluten Zeitangaben in Millionen Jahren vor heute.

Bevor wir die wechselvolle Entwicklung unseres Appenzellerlandes vor unserem geistigen Auge vorbeiziehen lassen, wollen wir einen Blick werfen auf seine heutige **Oberflächengestalt**. Da lassen sich zwei völlig unterschiedliche Regionen erkennen: Das wuchtige Alpsteinmassiv – vom berühmten Geologieprofessor Albert Heim als das «vielleicht schönste Gebirge der Welt» bezeichnet – und das hügelige Vorland.

Betrachten wir eine topographische Karte des **Alpsteins**, so fallen uns die parallelen Felskämme und Täler auf, aber auch das beidseitige Absinken der Bergketten von der zentralen Kulmination Säntis-Altman-Mutschen zum Obertoggenburg und zum St.Galler Rheintal hin auf. Während sich die Säntisfalten gegen Südwesten über die Einmündung im Obertoggenburg bei Starckenbach im Mittagberg, Goggeien und Mattstock ohne Unterbruch fortsetzen, brechen die Ketten gegen Nordosten treppenartig ab – Ebenalp/Bommenalp/Schwende; Alp Sigel/Alp Soll; Hoher Kasten/Kamor/Semelenberg – hin zum eingesunkenen Rheintalgraben, um erst jenseits dieses weiten und tiefen Tales in den Vorarlberger Höhen ihre Fortsetzung zu finden. Hiezu die Faltenkarte (Fig. 2).

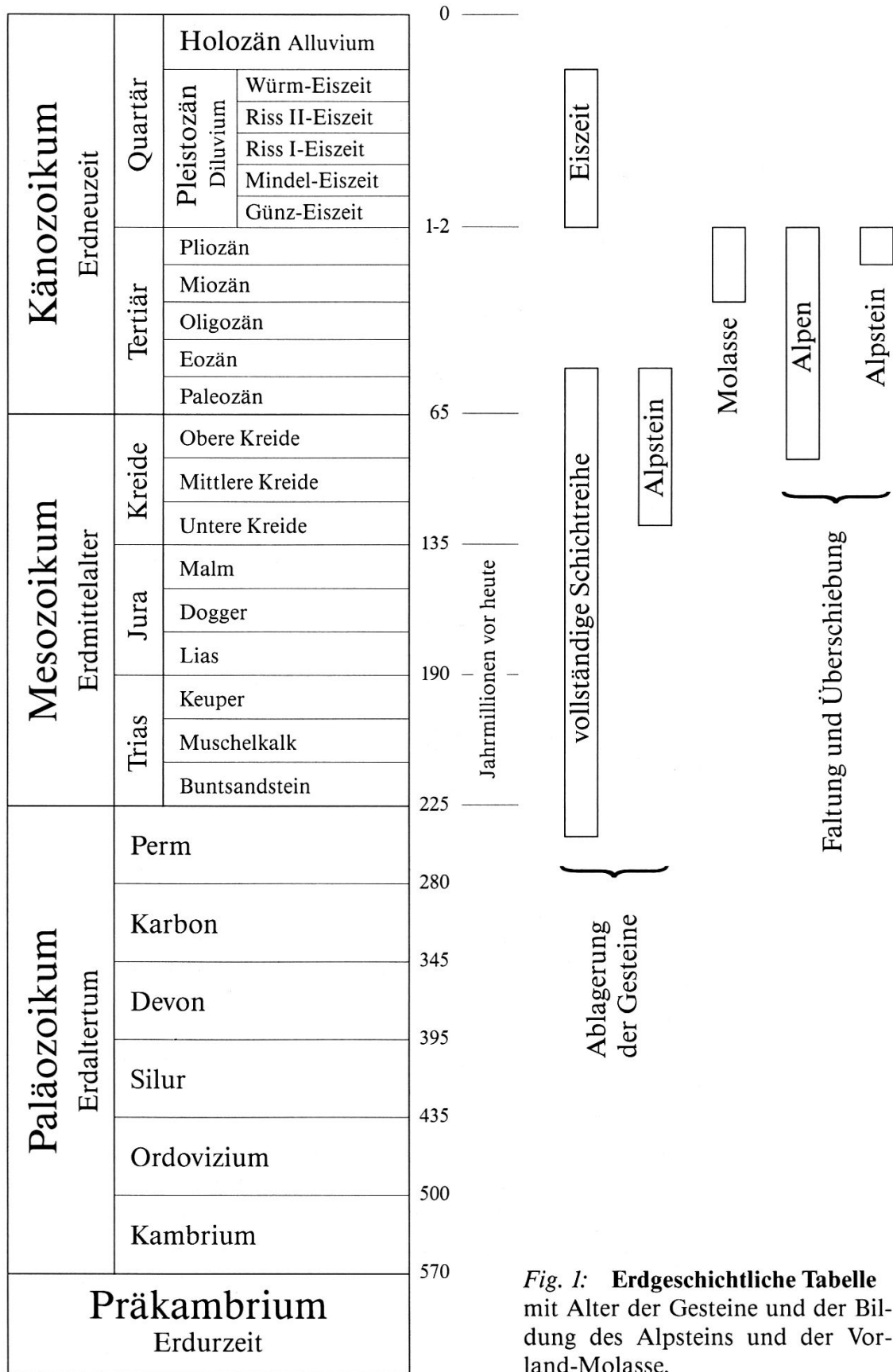


Fig. 1: Erdgeschichtliche Tabelle mit Alter der Gesteine und der Bildung des Alpsteins und der Vorland-Molasse.



Abb. 1 **Der Alpstein vom Hohen Kasten aus**
 Deutlich erkennbar ist das allgemeine Ansteigen der Strukturen gegen Nordwesten (gegen rechts). Sichtbar sind auch die Falten am Staubererfirst, an den Hüsern, am Roslenfirst und am Sän-tis.

der das Gebirge auf einer Linie Saxerlücke-Bollenwees-Stifel-Bogarten-Wasserauen schief zerreisst. Diese heutige Innenstruktur des Alpsteins – die dank dem geologisch jungen Alter des Gebirges noch weitgehend mit den Oberflächenformen übereinstimmt – ist für das Verständnis seiner Bildungsgeschichte eine wesentliche Voraussetzung.

Das **Vorland des Alpsteins** – am Fuss seiner wuchtigen Nordwand – setzt, wenn auch in weniger prägnanter Weise, die Parallelstruktur in mehreren Kämmen und Talfluchten fort. Erwähnt seien etwa Chlosterspitz-Kronberg-Petersalp-Hochalp; Hirschberg; St.Anton-Surogge-Gäbris-Saul-Hundwiler Höhi-Hochhamm. Diese parallelen Rippen, zwischen denen sich recht weite Täler erstrecken, werden durchbrochen von zum Teil schluchtartigen Flusstälern (Urnäsch, Sitter, Rotbach, Goldach). All diese Oberflächenelemente wie auch die Steilstellung der Gesteinsschichten im Vorland des Alpsteins suchen ebenfalls nach einer Erklärung ihrer Entstehungsgeschichte.

Nun aber wollen wir den **Gang durch die Erdgeschichte** antreten, um der Auf-türmung des Alpsteins, der Steilstellung der Schichten im Appenzeller Vorland im Gesamtrahmen der Bildung unserer Alpen vor unserem geistigen

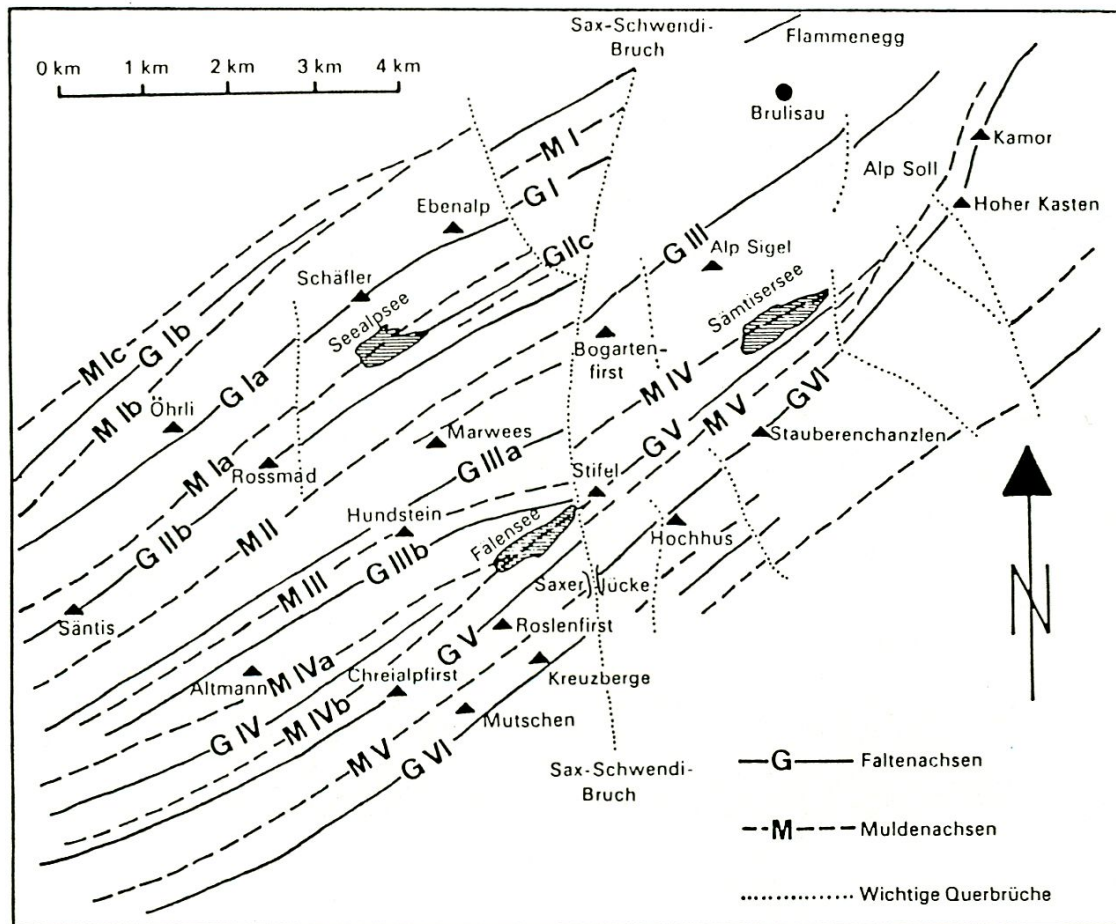


Fig. 2: Faltenkarte des östlichen Alpsteins

G = Gewölbe, Falte (Scheitel); M = Mulde (tiefster Punkt). Erkennbar ist der Mulden-gipfel des Hundsteins (M III) und die Reliefumkehr auf der Widderalp (G IIIa). Es sind nur die wichtigsten Querbrüche eingetragen.

Der Blick vom Hohen Kasten oder vom Sântis aus in die parallelen Kämmе und Täler des Alpsteins eröffnet uns aber auch einen klaren Einblick in seinen heutigen Innenbau. Wir beobachten, wie sich Gesteinsfalten und -mulden ablösen, oft überschoben und verschuppt. Vom **Hohen Kasten** aus erkennen wir etwa prächtige Faltenbilder am Stauberengrat, an den Hüsern, an der Hundsteinkette, am Sântisgipfel, an der Alp Sigel und an Zisler/Ebenalp. Der Ausblick vom **Sântis** zeigt uns Falten am Roslenfist, an der Marwees, an der Rossmad, an Schäfler und Altenalptürmen, am Wildhuser Schafberg und am Stoss. Weitere gut aufgeschlossene Gesteinsfalten und -mulden begegnen uns stets wieder auf Wanderungen im Alpstein. Betrachten wir diese Strukturen in ihrer Gesamtheit, so fällt uns auf, dass sie durchwegs gegen Nordwesten leicht überkippt sind, dass sie gegen das Vorland aufsteigen – besonders eindrücklich auch zu sehen in der **Nordwand des Alpsteins** bei einer Fahrt mit der Luftseilbahn Schwägalp-Sântis. Ein weiteres wesentliches Element des Innenbaus ist der sog. **Sax-Schwende-Bruch**, der topographisch deutlich hervortritt und

Auge im Zeitraffertempo beizuwohnen (man konsultiere dabei stets die erdgeschichtliche Tabelle).

Beginnen wir unsere zeitliche Wanderung in der jüngsten Formation des Paläozoikums (Erdaltertum), im **Perm**. Damals herrschte in unserer Gegend, einer flachen Ebene, ein tropisch-heisses und trockenes Wüsten- bis Steppenklima. Von einem alten Gebirge, den sog. Zentralmassiven – deren abgetragene Gebirgrümpfe wir heute am Gotthard wieder finden – wurde in episodischen Schichtfluten eckiger, rötlicher Abtragungsschutt ins Vorland verfrachtet.

Diese Schüttung, wenn auch mit feinerem, sandigem Material, setzte sich in der ältesten Abteilung der **Trias** (Buntsandstein) fort. In der Zeit des Muschelkalks treffen wir Salz- und Süsswasserseen sowie Lagunen eines nahen Meeres an, in welchen sich neben Kalk auch Gips und Steinsalz absetzten. (Die meisten grossen Steinsalzlager stammen aus dieser Zeit vor etwa 200 Millionen Jahren). Im sog. Keuper, der jüngsten Abteilung der Trias, begann bei uns der Meeresspiegel langsam zu steigen, ohne allerdings das Land völlig zu überfluten.

Vor 250 bis 200 Millionen Jahren war die Verteilung der Kontinente auf der Erde völlig verschieden vom heutigen Zustand. Alle Erdteile waren in einem riesigen Grosskontinent, der sog. **Pangaea**, vereinigt. Der Äquator verlief ungefähr durch Mitteleuropa (daher das damalige heisse tropische Klima in unserer Region, daher auch die grossen Steinkohlenlager der Karbonzeit in der

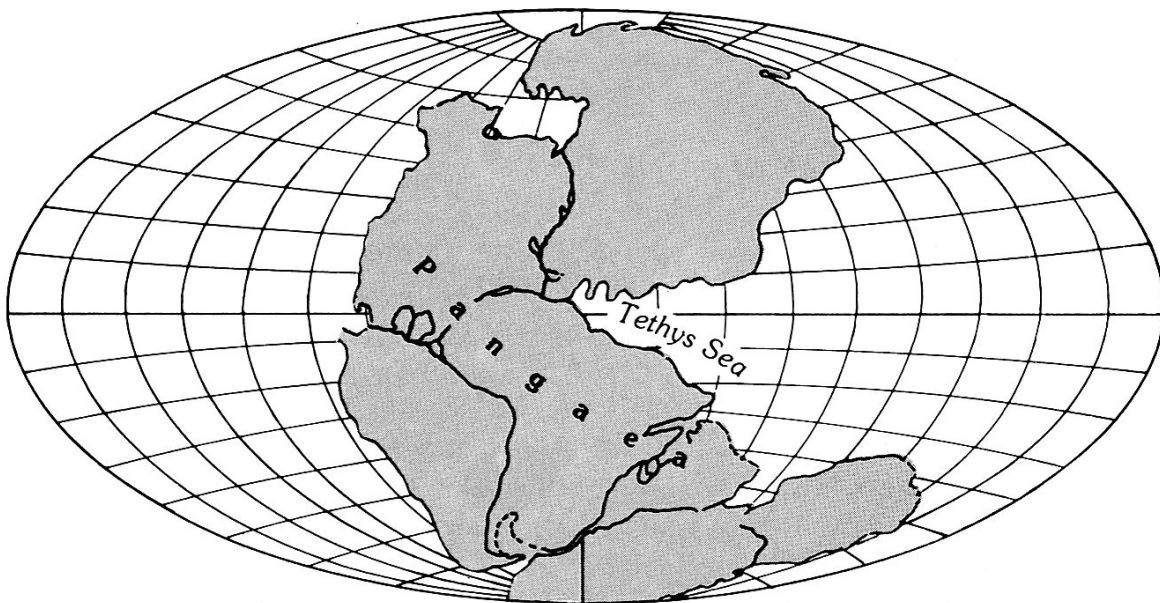


Abb. 2 **Der Grosskontinent «Pangaea»**

Vor 200 Millionen Jahren waren alle heutigen Kontinente in einem riesigen Grosskontinent «Pangaea» vereinigt. Dann trennten sich die einzelnen Schollen, mitgeführt von Strömungen im zähflüssigen, heissen Untergrund, im oberen Mantel.

Nordschweiz, in Lothringen, im Ruhrgebiet, ja bis nach Spitzbergen!), während sich der Südpol mit seiner Eiskappe im Bereich des südlichen Afrikas befand. Vor 200 Millionen Jahren begannen dann die Kontinente langsam auseinander zu driften, und es öffneten sich meererfüllte Senken, die sich äusserst langsam – mit Geschwindigkeiten von wenigen Zentimetern pro Jahr – erweiterten. Für unsere Gegend, die zwischen dem Nordkontinent «Laurasia» (hiez zu Mitteleuropa) und dem Südkontinent «Gondwana» (hiez zu Afrika) lag, bedeutete dies eine allgemeine Überflutung.

Im **Jura**, der mittleren Formation des Mesozoikums (Erdmittelalter) weitete sich der Trog zwischen Afrika und Mitteleuropa stets weiter aus; die nun langdauernde Meeresherrschaft begann. Wir nennen dieses Meer, aus dem viel später dann die alpinen Gebirge von Gibraltar bis zum Himalaya aufstiegen, die «Tethys». Am Grunde dieses sich öffnenden Meeres lagerten sich nun mächtige Schlammassen – vorwiegend Kalke in den flacheren Schelfregionen, kieselhaltige Gesteine im zentralen Tiefmeer – zufolge Übersättigung ab. Diese verfestigten sich zu Kalkstein. Denn aus dem Ozean verdunstet nur das Wasser, sodass die Konzentration an gelöstem «Kalk» stetig zunimmt und schliesslich die Sättigungsgrenze überschreitet. Sehr bedeutend ist aber auch der Beitrag der Meerestiere an die Ausscheidung von Kalkstein im Meer. Sie entziehen dem Wasser den für den Aufbau ihrer Schalen und Skelette benötigten Kalk. Viele dieser versteinerten Hartteile (Fossilien, Versteinerungen) finden wir heute auch im Alpstein und in seinem Vorland: Algen, Korallen, Seeigel, Muscheln und andere. In der Nähe der Tierwis wurde gar ein versteinertes Wirbel eines Fisches gefunden.

Woher stammt eigentlich der im Meerwasser gelöste Kalk (es handelt sich um das leicht lösliche Calciumbicarbonat, Calciumhydrogencarbonat, welches uns auch als «Wasserhärte» bekannt ist)? Fällt auf eine Kalksteinoberfläche Regen – der stets reichlich Kohlendioxid-Gas («Kohlensäure») in sich gelöst mitführt – so wird diese äusserst langsam in einer chemischen Reaktion aufgelöst. Es bilden sich tiefe Rinnen und scharfe Kämme aus, die Karren oder Schratten. Der Alpstein bietet uns zahlreiche Beispiele von Karrenfeldern, so bei der Stütze zwei der Säntis-Luftseilbahn oder auf dem Stifel am Fälensee. Beim Aufstieg von der Wagenlücke zum Säntis passieren wir zahllose Karren in der Abflussrichtung des Wassers. Da der Kalkstein klüftig ist, versickert das Regenwasser in die Tiefe und setzt dort sein Zerstörungswerk fort, indem es die unterirdischen Hohlräume zu weitverzweigten Höhlensystemen erweitert. So ist auch der Alpstein als «Karstgebirge» reich an Höhlen (Wildkirchli-, Säntis-, Eis-, Furglenhöhle und viele andere). Das aus solchen Kalkgebieten abfliessende Wasser gelangt schliesslich in die Ozeane, womit der Kreislauf geschlossen ist.

Vor über siebenzig Jahren vertrat der deutsche Geophysiker Alfred Wegener eine revolutionäre Theorie von der Kontinentalverschiebung. Er bewies mit den damals zugänglichen Forschungsergebnissen, dass die Kontinente über ihrer Unterlage, dem sog. Oberen Mantel der Erde wandern (s. oben: Pangaea).



Abb. 3 **Karrenfeld auf dem Stifel**

Das mit Kohlendioxidgas beladene Regenwasser zerfrisst die Kalkoberfläche sehr langsam und führt den gelösten Kalk meist unterirdisch ab («Wasserhärte»).

Nach dem Zweiten Weltkrieg konnte diese Hypothese, wenn auch dank der neueren Erkundungen des Tiefseebodens und weiterer Methoden in modifizierter Form, weitgehend bestätigt werden. Es entstand die heute durch zahllose Beweise gesicherte Theorie der **Plattentektonik**. Die dünne feste Erdkruste (unter Ozeanen nur 10-20, unter Kontinenten bis 70 km dick) «schwimmt» auf dem heissen, zähflüssigen Material der Tiefe – welches uns bei Vulkanausbrüchen als Lava entgegentritt –, und sie besteht aus einem Mosaik von mehreren grösseren und kleineren Platten, die sich relativ zueinander verschieben können. Der «Motor» dieser äusserst langsamen Bewegungen (höchstens einige Zentimeter pro Jahr) liegt in Ausgleichsströmungen im Oberen Mantel, welche die Krustenplatten gewissermassen wie riesige «Schiffe» mitführen. Konvergierende Strömungen im Untergrund führen zu Gebirgsbildungen, divergierende zum Aufreissen von Gräben und zur Erweiterung der Ozeanbecken. Dieses Spiel der Plattenwanderung hält dauernd an; stets entstehen Gebirge und Ozeanbecken von neuem und verschwinden wieder. So ist auch die Bildung unserer Alpen und ihres Vorlandes zu verstehen: In einer ersten Phase erweitert sich ein Meerestrog unter gleichzeitigem stetigem

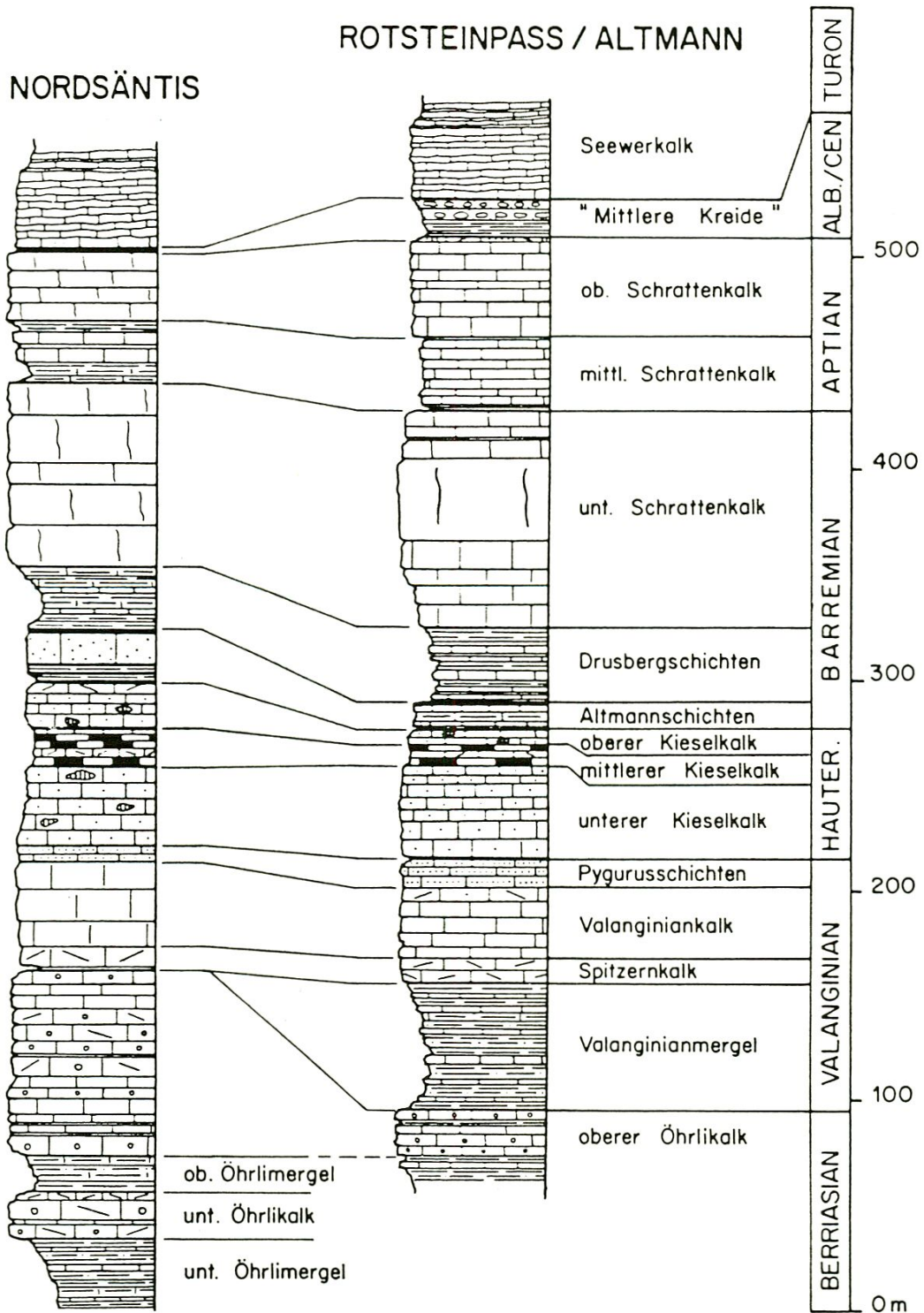


Fig. 3: Zwei Schichtprofile der Gesteins-Serie im Alpstein

Gegen Süden treten vermehrt weiche Mergel (gestrichelt) auf, was auf den Falten-/Schuppencharakter Einfluss nimmt.

Im Alpstein finden wir nur Gesteine aus der Kreidezeit (vor ca. 135 bis 65 Millionen Jahren abgelagert). Die ältere Unterlage ist weiter südlich zurückgeblieben.

Absinken und unter Ablagerung von mächtigen Gesteinsmassen (Divergenz); in einer zweiten Phase nähern sich die beidseitigen Platten wieder und schieben den Gesteinsinhalt des zwischenliegenden Ozeans zu einem Gebirge zusammen (Konvergenz).

Auch in der **Kreide**, der jüngsten Formation des Erdmittelalters, setzte sich die Erweiterung des Tethysmeeres und die Ablagerungen vorerst fort. Doch ab etwa Hundert Millionen Jahre vor der Jetztzeit begann eine gegenläufige Bewegung: Afrika und Eurasien näherten sich nun und engten die Tethys mehr und mehr ein.

Wir stehen nun am Beginn der **Bildung unserer Alpen**. Afrika wanderte langsam gegen Norden, während die alten Gebirge Mitteleuropas weitgehend stabil blieben, damit gewissermassen das hemmende Widerlager bildeten. Die Nordflanke der afrikanischen Platte als Schubfront engte nun – sukzessive von Süden gegen Norden fortschreitend – den mit Tausenden von Metern Gestein erfüllten Meerestrog der Tethys ein. Ähnlich wie bei einem Tuch auf einem Tisch, welches von der einen Seite her zusammengeschoben wird, begannen sich die Gesteinsmassen vorerst im südlichen Flachmeerbereich zu falten, zu zerbrechen und sich gegen Norden als sog. Decken zu überschieben. Dabei verdickten sich die vom Zusammenschub ergriffenen Partien, stiegen als langgestreckte Inseln aus dem Meer auf, und ihre Wurzel wurde in die Tiefe, in den Oberen Mantel hinabgedrückt. Mit dem Auftauchen der Gesteine aus dem Meer setzten gleich auch die Verwitterung und der Abtrag durch Flüsse ein, welche den Schutt in das nördliche Vorland hinaustrugen. Diese später verfestigten Schuttmassen finden wir als sog. «Molasse» im Vorland. Auf diese Ablagerungen und deren Schicksal soll später eingegangen werden.

So erfasste der Zusammenschub stets grössere Bereiche des Meerestrog; immer nördlichere Partien – auch des zentralen Tiefseetrog – wurden verfaltet; höhere Komplexe überfuhren ihre Unterlage teils über viele Kilometer hinweg; Inseln schlossen sich zusammen. Dank dem allgemeinen Aufstieg nahm auch die Abtragungskraft und damit die Schuttlieferung der Urflüsse aus den werdenden Alpen hinaus in das Vorland zu.

Ein altes, weitgehend abgetragenes Gebirge, die Zentralmassive (im Bereich Gotthard-Susten-Lötschental sowie Mont Blanc), spielt für das Verständnis von Werden und Innenbau des Alpsteins und seines Vorlandes eine wichtige Rolle. Zum einen ist dies der ursprüngliche Ablagerungsraum der Gesteine, die heute die Ostschweizer Alpen (u.a. Alpstein, Churfürsten-Mattstock, Alvier) aufbauen. Zum zweiten reagierten diese Zentralmassive auf den mächtigen Schub aus Süden mit einem markanten Aufstieg. In der Zwischenzeit war dieser Ablagerungsraum seinerseits von südlicheren Decken überfahren worden. Die Hebung der Zentralmassive bewirkte zweierlei. Erstens setzte damit ein mächtiger Abtragungsschub durch die ins Vorland führenden Flüsse ein – gewaltige Schuttkegel aus grobem Geröll (verfestigt: Nagelfluh), Sanden (verfestigt: Sandstein) und Schluff (verfestigt: Mergel). Andererseits rutschten nun die Gesteinsmassen entlang der versteilten Nordflanke der Zentralmassive,

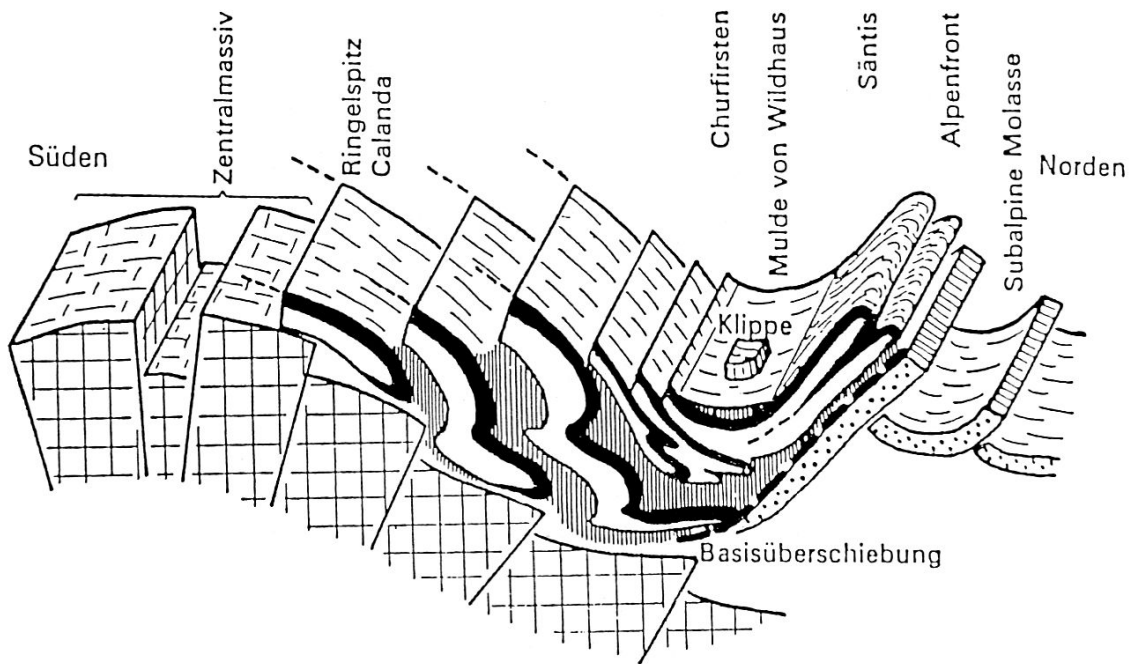


Fig. 4: Blockschema der Nordostschweizer Alpen

In dieser schematischen Darstellung des heutigen Innenbaus kann der Mechanismus der Bildung des Alpsteins deutlich erkannt werden. Hinter den aufsteigenden Frontfalten und -schuppen des Alpsteins auf die in Platten zerbrochene und steilgestellte Molasse verläuft eine weite Mulde. Jenseits dieser Senke steigen die Gesteinsdecken nach Süden zum stark gehobenen Zentralmassiv auf.

bedeckt von höheren Elementen, äusserst langsam hinab, sich dabei verfallend und überschiebend.

Hier sei ein Wort über den Mechanismus und die Geschwindigkeit solcher Bewegungen, wie es die Bildung der Alpen und des Alpsteins darstellen, verloren. Diese Verschiebungen verlaufen nach menschlichem Ermessen fast unmerklich; mittlere Geschwindigkeiten erreichen höchstens einige Zentimeter pro Jahr. Zudem erfolgt die Bewegung nicht gleichmässig, nicht kontinuierlich, wie dies in einer Flüssigkeit der Fall wäre. Im festen Material stauen sich die Schubkräfte, bis die Bruchgrenze erreicht wird; dann lösen sich die Spannungen plötzlich mit einer starken Erschütterung. Das heisst, dass Erdbeben auftreten. Im sog. Sax-Schwende-Bruch werden wir in eindrucklicher Weise den Mechanismus solcher ruckartiger Verschiebungen kennenlernen.

In dieser Zeit des Abgleitens unserer nachmaligen Alpsteingesteine hatten sich im nördlichen Vorland mächtige Schuttmassen in Form von Schuttkegeln abgesetzt. Für unsere Region ist der schuttliefernde Fluss der Ur-Rhein gewesen, dessen Mündungsgebiet etwa im Raum des heutigen westlichen Walensees gelegen haben mag. Am Speer besitzt diese Schuttmasse – die Molasse, die hier vorwiegend aus grober Nagelfluh besteht – eine Dicke von bis zu viertausend Metern. Der Schuttkegel des Urrheins dehnte sich seitlich, an Mächtigkeit abnehmend, bis in das östliche Appenzellerland aus.

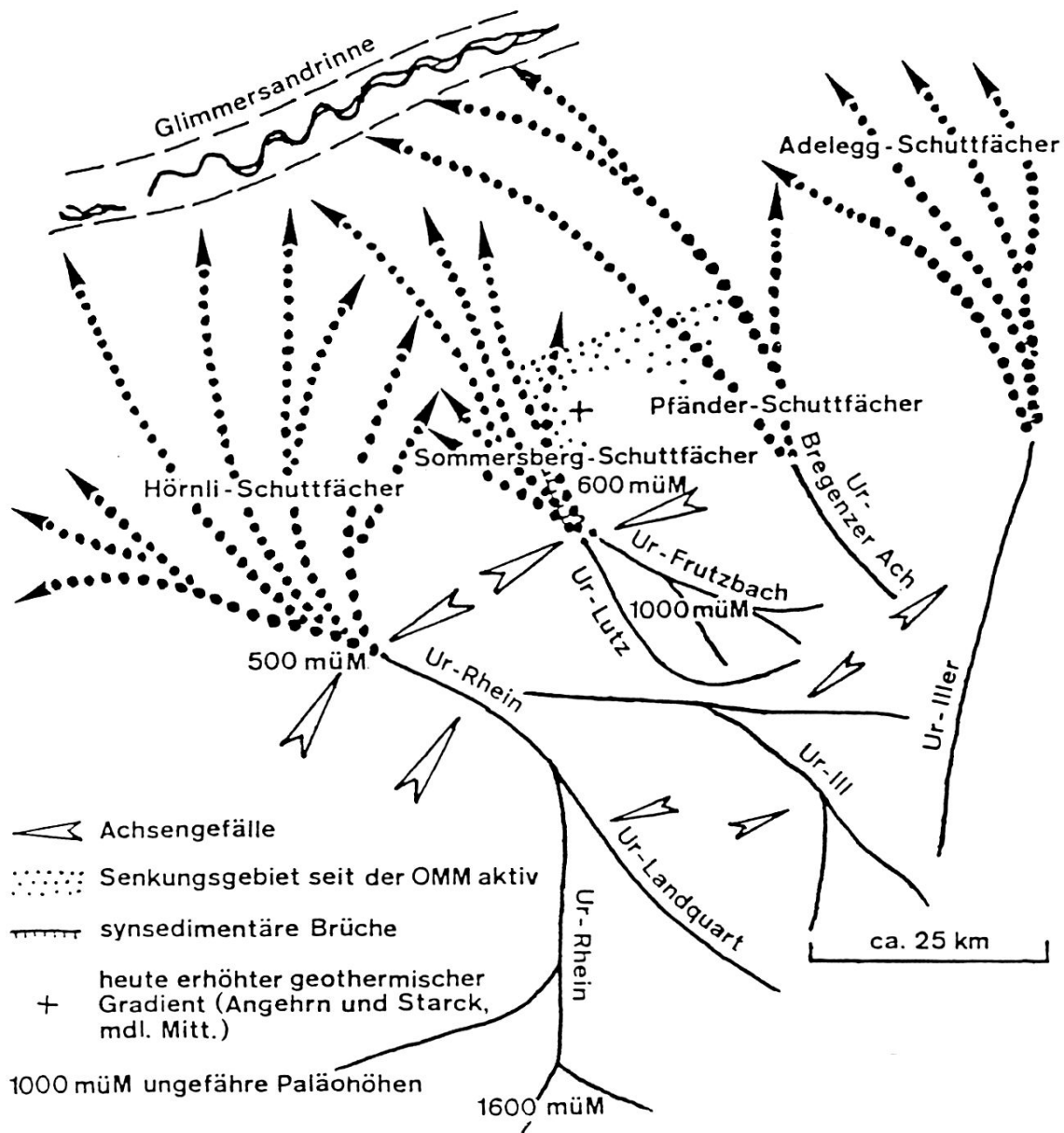


Fig. 5: Die Flussysteme der Nordostschweiz vor 15–10 Millionen Jahren
(nach S. Berli und R. Hantke)

Der Ur-Rhein mündete damals, als Alpstein und Churfirsten noch nicht existierten, im Raum des heutigen westlichen Walensees und lagerte einen mächtigen Schuttkegel ab (Speer, Zürcher Oberland). Dieser dehnte sich bis in das heutige Appenzellerland aus, wo er sich mit den Schüttungen der Flüsse aus dem Vorarlberg überlagerte.

Verfolgen wir nun die Geschichte des Vorlandes unseres markanten Alpsteins, des appenzellischen **Mittellandes**. Versetzen wir uns dabei in die Zeit vor etwa 35 Millionen Jahre zurück. In unserer Region herrschte damals ein recht tiefes, warmes Meer. Erst weit im Süden, im Raum des heutigen St.Galler Oberlandes würden wir die Alpenfront erkennen. Vom Alpstein, von Churfirsten

TERTIAER	Pliozaen		
	vor 7 Mio J.	Pontian	
	Miozaen	Sarmatian	Obere Süßwassermolasse (OSM)
		Tortonian	
		Helvetian	Obere Meeresmolasse (OMM)
		Burdigalian	
	vor 26 Mio J.	Aquitanian	Untere Süßwassermolasse (USM)
		Chattian	
	Oligozaen	Rupelian	Untere Meeresmolasse (UMM)

Fig. 6: Die zeitliche Gliederung der Molasse

Die Schüttung der Molasse – vorwiegend durch den Ur-Rhein – aus den werdenden Alpen erfolgte in einem Zeitraum von 35 bis 5 Millionen Jahren vor heute. Während der Zeit der Süßwassermolasse herrschte bei uns eine flache Tiefebene mit mäandrierenden Flüssen. In der Zeit der Meeresmolasse war unsere Gegend von einem flachgründigen Meer bedeckt.

und Alvier ist noch nichts vorhanden. Neben abgesetztem Kalkschlamm wurden damals durch den Ur-Rhein (und die Ur-III) sandig-tonige Schuttmassen eingeschüttet. Wir nennen diese älteste Abteilung der gesamthaft als **Molasse** bezeichneten Flussablagerungen mit dem Begriff «**Untere Meeresmolasse**». Sie tritt heute nur mehr in schwächtigen Linsen entlang der Basis der Alpstein-Nordflanke an die Oberfläche.

Mit dem weiteren Vorrücken der Alpenfront hob sich vor etwa 30 Millionen Jahren das Vorland als Reaktion auf den anhaltenden Schub aus Süden, und das Meer zog sich zurück. Wir stehen nun in der Zeit der sog. «**Unteren Süßwassermolasse**». Die Gesteine aus dieser Epoche bauen praktisch das ganze Appenzellerland auf: vorwiegend Nagelfluh, zwischengelagert Sandsteine und Mergel. In die flache Tiefebene, durchzogen von mäandrierenden Flüssen, schütteten die Urflüsse mächtige Schuttkegel. Unter einem warmen und recht feuchten Klima gedieh den Flüssen und Seeufern entlang eine savannenähnliche Vegetation: Flöze von Braunkohlen finden sich gelegentlich, wie auch verkohlte Baumstämme und versteinerte Blattreste. Aus dem Geröllinhalt der Nagelfluhschichten können wir Rückschlüsse ziehen auf das damali-

ge Einzugsgebiet des Ur-Rheins. In diese Zeit der Unteren Süsswassermolasse fällt das langsame Abgleiten der Alpsteingesteine auf der versteilten Nordflanke des Zentralmassivs. Die markante Hebung des letzteren bewirkte eine verstärkte Transportkraft der Urflüsse – sicher auch bedingt durch vermehrte Niederschläge beim Aufstieg der feuchten Luftmassen am werdenden Gebirge. Daher auch die mächtigen Nagelfluhmassen am Kronberg, am Stockberg und am Speer.

Vor ca. 22 Millionen Jahren nahm das Meer wieder Besitz von unserer Gegend. In einem warmen, untiefen Meeresarm herrschte eine starke Strömung aus Westen. So kommt es, dass feinere Anteile des eingeschwemmten Schuttmaterials vom Schuttfächer der Ur-Aare bis in die Ostschweiz verfrachtet wurden. Auch Kalkstein lagerte sich in dieser Zeit der «**Oberen Meeresmolasse**» ab, der lagenweise reich an versteinerten Muschelschalen und Schneckengehäusen ist, gelegentlich auch Haifischzähne enthält. Diese fossilreiche «Seelaffe» findet sich allerdings nur im äussersten Appenzeller Vorderland und bei Herisau. Während dieser Periode rutschten die Gesteine, die später zum Alpstein, zu Churfirten und Alviergebirge aufbrandeten, weiterhin den Nordhang des Zentralmassivs hinab, sich überfahrend und in Falten und Decken legend.

Schliesslich wich vor rund 15 Millionen Jahren das Meer zufolge einer weiteren Hebung des Mittellandes endgültig zurück, und wir treten in die Zeit der sog. «**Oberen Süsswassermolasse**» ein. Wiederum müssen wir uns, wie während der «Unteren Süsswassermolasse», eine Tiefebene vorstellen, von mäandrierenden Flüssen, Seen und Sümpfen besetzt. In diese Ebene trugen die Urflüsse ständig weiteres Molassematerial, das sich zu Gestein verfestigte.

Diese Verfestigung erfolgte, indem sich zwischen die durch den Flusstransport gerollten und gerundeten Trümmern Sand einlagerte. Im Laufe der Zeit schied sich im feuchten Milieu Kalk in den feinen Poren ab, der die Trümmer und den Sand zu einem kompakten Gestein verband.

In die Zeit der «Oberen Süsswassermolasse» fallen zwei Ereignisse, die sich auch in den Gesteinen abbilden: Zum einen brachen im Hegau in Süddeutschland mehrere Vulkane aus, deren Aschenregen bis in unsere Gegend verfrachtet wurde. Zum zweiten wurde in den östlichen Alpen – wahrscheinlich durch einen Felssturz verursacht – ein See gestaut, der bei seiner plötzlichen Entleerung einen gewaltigen Murgang ins Vorland hinaus verursachte. Die verfestigte Trümmerschicht dieses katastrophalen Ereignisses finden wir in der «**Degersheimer Kalknagelfluh**» (auch fälschlicherweise «Appenzeller Granit» genannt), beispielsweise bei Schachen/Herisau. Dieses sehr widerstandsfähige Gestein wurde zum Bau der Eisenbahnbrücken (u.a. Sitterbrücke) der Bodensee-Toggenburg-Bahn verwendet.

Im Zeitraum von 10 bis 5 Millionen Jahren vor heute, gegen Ende der Epoche der «Oberen Süsswassermolasse», brandete nun die Front der aus Süden abgleitenden nachmaligen Gesteinsmassen des Alpsteins auf die nun verfestigte Molasse des mächtigen Urrhein-Schuttfächers auf. Durch die immense

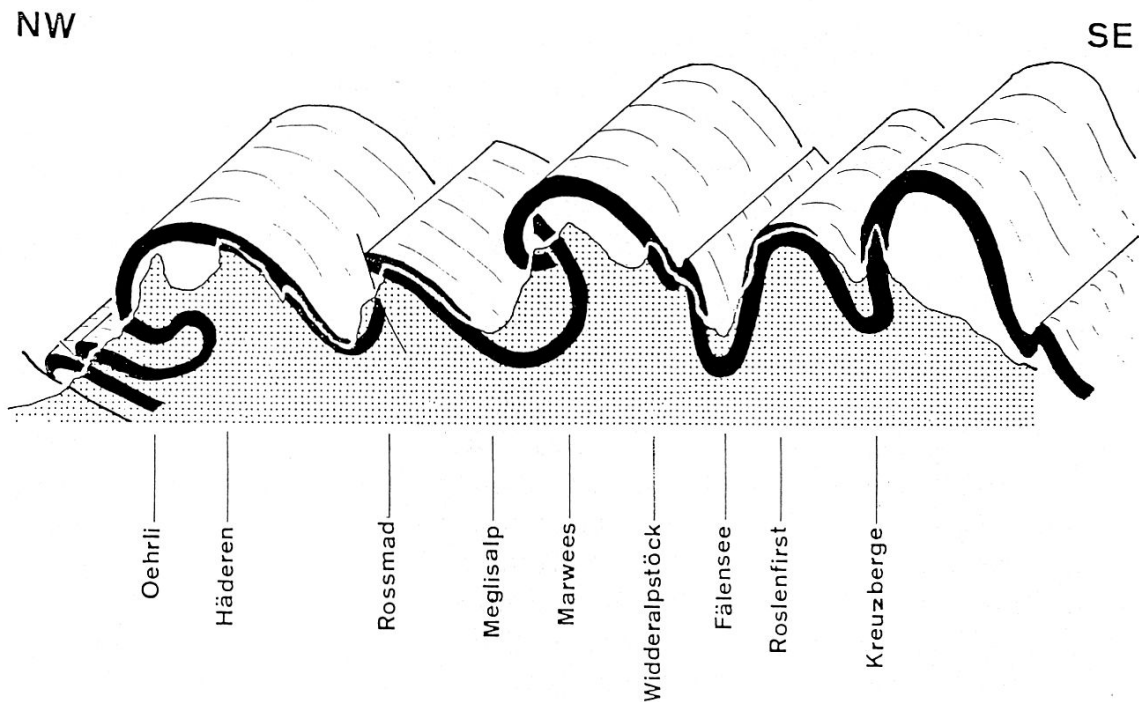


Fig. 7: Schematisches Querprofil durch den östlichen Alpstein

In diesem Profil ist eine bestimmte Gesteinsschicht (Schrattenkalk) durch sog. «Luftsättel» ergänzt. Raster: Heutige Oberfläche.

Die Alpenfront im Alpstein brandete von Südosten (SE) her auf die Molasse auf, stellte sie steil und fuhr auf deren südlichste Platte am Stockberg und Kronberg auf. Bemerkenswert sind die eingewinkelte Faltenstirn in der Nordflanke der Marwees sowie die inverse Mulde am Oehrlisattel.

Druckwirkung zerbrachen die ursprünglich horizontal geschichteten Nagelfluhbänke mit ihren Zwischenlagen und Linsen von Sandsteinen und Mergeln. Die spröden Platten wurden im unmittelbaren Vorfeld der anrückenden Alpenfront zusammen- und gegen Norden übereinander geschoben und damit steilgestellt. Auf die südlichste, nach Norden und Nordwesten aufsteigende Molasseplatte – wie wir am Stockberg, an Hochalp und Spicher, an Kronberg und Chlosterspitz deutlich sehen – glitten nun die Alpstein-Gesteine empör. Dabei verfalteten, verschuppten und überschoben sich die Schichten zum heutigen Bild des Innenbaus. Sinngemäß sprechen wir im Säntisgebirge von gegen Norden überliegenden «**Steigfalten**». Man erhält beim Betrachten eines geologischen Querprofils durch den Alpstein den Eindruck einer Momentaufnahme einer Schar von Brandungswellen (Falten und Schuppen des Alpsteins) an einer Ozeanküste, die auf eine geneigte Uferfläche (Nagelfluhplatten von Stockberg, Kronberg usw.) auflaufen.

Im Querschnitt durch den Alpstein – auch bei einem Blick vom Hohen Kasten aus – kann man drei Zonen unterscheiden, die sich bei der Verfaltung verschieden verhalten haben. In den nördlichen Ketten (Schäfler-Öhrli-Girensplatz-Stoss und Rossmad-Säntis) sind die Falten weitgehend verschuppt und entlang von Gleitflächen übereinander geschoben. Der überfahrene Faltenschen-

kel ist dabei meist ausgedünnt oder fehlt ganz. Sprechende Beispiele sind die Säntis-Nordwand (zwei Schuppen übereinander), der Schäfler aus Westen gesehen, die Rossmad. Ein mittlerer Abschnitt (Lisengrat) ist in eine Vielzahl von einzelnen Gesteinsplatten aufgelöst. Die südlichen Ketten zeigen dagegen einen ausgeprägten, meist weitgespannten Faltenbau (Hüser, Roslen- und Chreialpfirst, Alp Sigel). An der Marwees herrschen besonders komplizierte Verhältnisse, indem dort der Faltenstapel regelrecht unter den vorrückenden Schenkel «eingewickelt» wurde (Gloggeren am Schrennenweg). Dieses verschiedene Verhalten der Gesteine gegenüber den Druckkräften hängt mit dem unterschiedlichen Gesteinscharakter zusammen (Anteil der spröden und plastischen Gesteine).

Eine weitere Besonderheit ist die bereits erwähnte zentrale Kulmination Girenschpitz-Säntis-Lisengrat-Altman-Mutschen. Beidseits fallen die Falten, Schuppen und Mulden ab. Zum Toggenburg hin erreichen sie beim Durchbruch der Thur zwischen Starkenbach und Stein (SG) ihren tiefsten Punkt, um dann wiederum zum Gulmen und zum Mattstock aufzusteigen. Gegen Nordosten hin brechen die Ketten abrupt und stufenartig ab: An der Ebenalp/Bommenalp; an Alp Sigel/Alp Soll; schliesslich an Hohem Kasten/Kamor resp. Lienzspitz. Dieses treppenartige Absacken der Strukturen gegen das untere Rheintal hin steht in Zusammenhang mit dem weiten eingesunkenen Graben

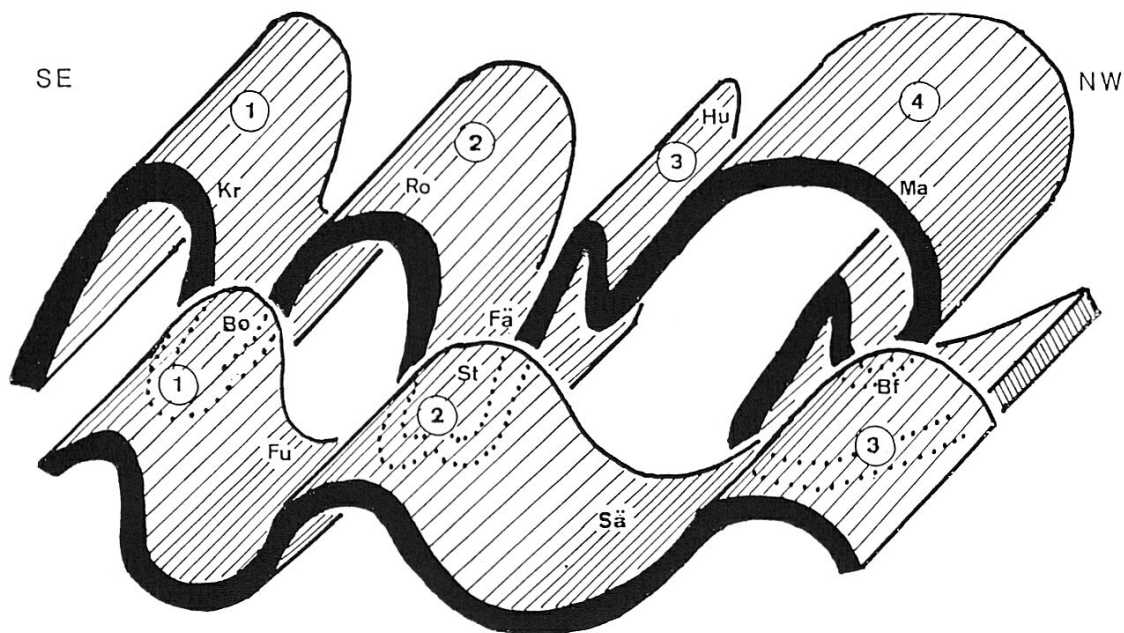


Fig. 8: Schematisches Blockbild am Sax-Schwende-Bruch

Entlang der markanten Fuge Saxerlücke-Stifel-Bogartenlücke ist der Ostteil des Alpsteins gegenüber dem Westabschnitt um etliche hundert Meter tiefergelegt und nach Norden vorgeschoben worden.

Bf Bogartenfirst; Bo Bollenweeser Schafberg; Fä Fälensee; Fu Furgglen; Hu Hundstein; Kr Kreuzberge; Ma Marwees; Ro Roslenfirst; Sä Sämtisalp; St Stifel.

Zahlen: Sich entsprechende Falten und Mulden beidseits des Sax-Schwende-Bruchs.

des letzteren. Jenseits des Rheintals setzen sich in den Höhen des Vorarlbergs die Falten und Mulden des Alpsteins, wenn auch in einfacherer Formgestaltung, fort und können – über den **Rheintalgraben** hinweg – miteinander verbunden werden. Dieser Grabenbruch, besonders eindrücklich vom Hohen Kasten aus zu beobachten, ist in einer Spätphase der Bildung unseres Alpsteins entstanden. Betrachten wir eine Karte der Ostschweiz und des Vorarlbergs, so fällt auf, dass die Strukturen beidseits des Rheintals verschieden verlaufen: Im Vorarlberg in Ost-West-Richtung, im Alpstein dagegen in Nordost-Südwest-Richtung. Es handelt sich also beim Rheintalgraben um einen Dehnungsbruch an der Aussenseite des von Süden her vorgedrungenen Alpenbogens.

Im direkten Zusammenhang mit diesem Rheintalgraben stehen die zum Teil markanten **Querbrüche** im östlichen Alpstein. Auch diese verlaufen generell in Nord-Süd-Richtung und durchreissen das Gebirg schräg, schief zu den Faltenachsen. Deutlich ist die vertikale Versetzung an der Wildkirchliwand, am Absturz der Bommenalp gegen Wasserauen/Schwende hin, aber auch am Ostabsturz der Rossmad gegen die Seealp, an der Alp Sigel zum Brüeltobel zu erkennen. Der markanteste Querbruch ist aber der sog. **Sax-Schwende-Bruch**, der auch morphologisch als eine wie mit dem Messer gezogene Linie den Alpstein durchquert. Dabei ist der östliche Abschnitt gegenüber dem westlichen Hauptteil des Alpsteins um etliche hundert Meter tiefer gelegt und nach Norden vorgeschoben worden. Im Abstieg von der Bollenwees durch den Stifel zur Sämtisalp erhalten wir nicht nur Einblick in den Sax-Schwende-Bruch; wir können auch an der glattgeschliffenen Stifelwand die Rutschspuren dieser ruckweisen Verschiebung beobachten. Die sich beidseits des Bruches entsprechenden Höhen und Täler sind:

Westlich	Östlich des Sax-Schwende-Bruchs
Kreuzberge	Nordflanke des Bollenweeser Schafbergs
Roslenalp	Furgglen
Roslenfirst	Stifel
Fälental	Sämtisalp
Widderalpstöck	Bogartenfirst

Ein grosses, noch ungelöstes Problem ist die östliche Fortsetzung der Marwees, welche zur Bogartenlücke hin abrupt abbricht.

Wir bezeichnen den Alpstein als ein geologisch «junges» Gebirge. Daher entsprechen sich auch Innenstruktur und Oberflächengestalt noch weitgehend, sind durch Verwitterung und Abtragung erst wenig beeinflusst worden. Wir müssen uns vorstellen, dass die Falten und Mulden im Alpstein noch bis vor geologisch kurzer Zeit, bis vor wenigen Millionen Jahren, von höheren Gesteinspaketen bedeckt waren, die erst abgetragen werden mussten. So verlaufen die Bergkämme oft im Faltenscheitel (Hüser, Roslenfirst, Chreialpfirst, Rossmad, Säntis, Ebenalp), die Täler meist in Gesteinsmulden (Roslenalp, Häderen-Fälensee, Furgglen, Sämtisalp-Lawannen-Soll, Meglialp, Mesmer-

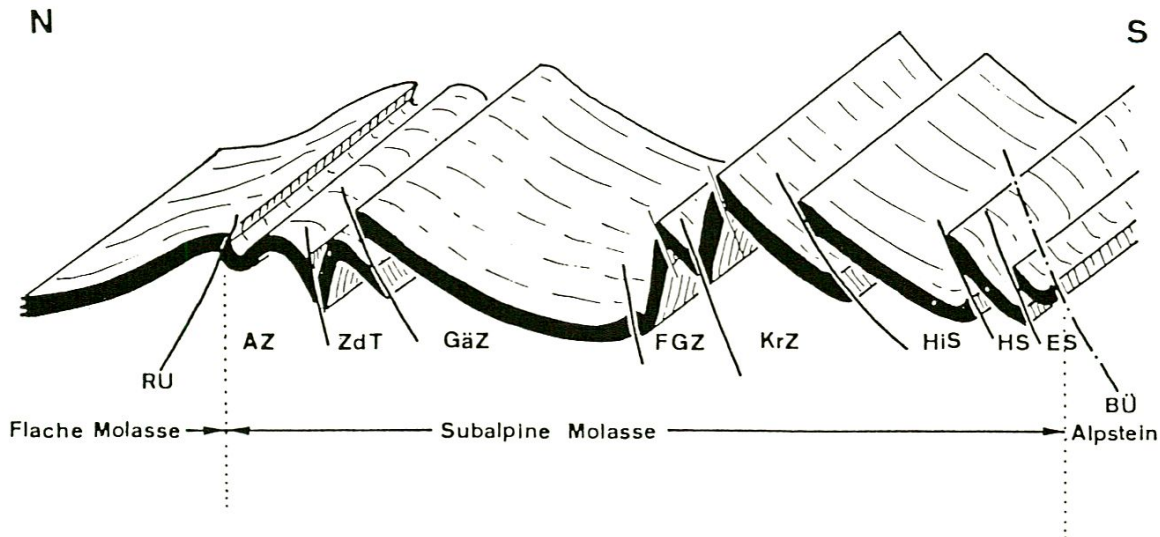


Fig. 9: Strukturschema der appenzellischen Molasse

Von Süden (rechts) brandete die Alpsteinfront auf die flachliegende Molasse auf, zerbrach sie in Platten und stellte sie steil (Subalpine Molasse). In einer Entfernung von etwa 10 km vom Alpenrand geht die steilstehende subalpine Molasse an der Randunterschiebung in die nicht beeinflusste flache Molasse über.

Bü Basisüberschiebung; ES Eichbergschuppe; HS Hölzlisbergschuppe; HiS Hirschbergschuppe; KrZ Kronbergzone; FGZ Forst-Gonten-Zone; GäZ Gäbriszone; ZdT Zone der Teufelsmauern; AZ Antiklinalzone, RU Randunterschiebung.

Seealp). Doch gibt es auch Ausnahmen: Der Hundstein ist ein Muldengipfel; die Widderalp liegt in einer bis zum Kern aufgebrochenen Falte, ebenso der Öhrlisattel.

Wir haben bereits zu Beginn die zur abweisenden Nordwand des Alpsteins parallelen Rippen des **Appenzeller Vorlandes** erwähnt, wie sie uns eindrücklich vor Augen treten etwa bei einem Rundblick vom Kronberg, von der Hundwiler Höhi, vom Hirschberg oder vom Gäbris aus. Besonders auffällig sind diese Rippen – den harten, steilgestellten Nagelfluhschichten entsprechend – zwischen Enggenhütten und Schlatt oder beidseits der Strasse Gais-Bühler.

Diese Rippen, welche das Appenzellerland in seiner Längsachse durchziehen, werden quer und schief durchbrochen von den zum Teil tiefen **Schluchten** der Urnäsch, der Sitter, des Rotbachs und der Goldach. Diese Flüsse dürften ihren Lauf bereits vor der Steilstellung der Molasseplatten in mehr oder minder heutiger Lage eingenommen haben. Sie vermochten diesen beizubehalten und tieften sich so stets mehr ein. Dies war möglich, weil sich einerseits das Vorland des Alpsteins gegenüber dem nördlichen Mittelland gegen Ende der Alpenfaltung beträchtlich hob, die Flüsse somit mehr Gefälle und mehr Abtragungskraft erhielten. Andererseits führten sie dank der sich am Alpennordhang ausregnenden feuchten Winde mehr Wasser.

Schliesslich ist noch der **Fänerenspitz** zu erwähnen, ein Fremdkörper, der sich weder dem Alpstein noch dem Molasseland zuordnen lässt. Er ist ein von der Abtragung verschont gebliebenes Überbleibsel der ursprünglichen Gesteins-



Abb. 4 **Nagelfluhschichten am Spicher (Hochalp)**
 (von der Schwägalpstrasse aus gesehen).
 Die Nagelfluhschichten steigen hier gegen Norden auf, als direkte Unterlage der aufgefahrenen Alpstein-Front.

bedeckung des Säntisgebirges, eine Klippe aus dem jüngsten überschobenen Gestein, dem sog. «Flysch». Dieses Gestein lässt sich besonders gut studieren im Steinbruch «Äbiskraut» bei der letzten Linkskehre der Strasse zum Eggli. Wir stehen nun zeitlich unmittelbar vor der Eiszeit, die die Alpengletscher vor etwa 1,5-2 Millionen Jahren mehrmals bis weit ins Mittelland und nach Süddeutschland vorrücken liess. Über die eiszeitlichen Wirkungen haben Oskar Keller und Edgar Krayss im 32. Heft des «Innerrhoder Geschichtsfreundes» (1989) berichtet. In der eisfreien Zeit, insbesondere seit dem letzten Rückzug der Gletscher nagen nun **Verwitterung** und **Abtragung** an Alpstein und Vorland. Die im Säntisgebirge überwiegenden Kalksteine werden durch das mit Kohlendioxid gesättigte Regenwasser langsam oberflächlich gelöst (Karren). Klüfte werden zu Höhlensystemen erweitert. Schliesslich findet das weitgehend unterirdisch abfliessende Wasser seinen Ausgang in zum Teil mächtigen Quellen am Fuss des Gebirges: Thurquelle auf Thurwies, Tschuder bei Wasserauen, Mühlebachquellen bei Sennwald. Aus diesen letzteren tritt das vereinigte Wasser von Fälensee und Säntisersee aus, nachdem es seinen Weg in kompliziertem Lauf unter der südlichen Alpsteinkette zurückgelegt hat.

Ein weiterer wichtiger Faktor der Zerstörung des Gebirges sind die zahlreichen **Felsstürze**. Es sei an den Abbruch des Steckenberg-Gipfels am 8. Juni 1988 erinnert. Kleinere Stürze ereignen sich stets wieder, zum Beispiel aus der Nordwand der Alp Sigel. Die grossen Felsstürze sind aber am Ende der Eiszeit, vor etwa 10 000 Jahren, aus der Rheintalflanke der Südkette des Alpsteins niedergegangen. Hier sind die Voraussetzungen «ideal», indem die spröden Kalksteinschichten mit Zwischenlagen von Mergeln hangparallel geneigt sind. Die Nischen zwischen Hohem Kasten und Stauberer, zwischen Hüser und Amboss – um nur wenige zu nennen – sprechen eine deutliche Sprache. Der Forsteggwald zwischen Sennwald und Salez ist das Ablagerungsgebiet eines solchen prähistorischen Felssturzes. Am Wänneli, zwischen Hohem Kasten und Stauberer können wir einen frischen, noch aktiven Anriss beobachten.

Einige Literatur zum Thema

Bächler Hans, Untersuchungen über die Entstehung einiger Höhlen im Säntisgebirge. – St.Gallen 1945.

Hantke René, Das Eiszeitalter, Band 1 und 2. – Thun 1978/80.

Heierli Hans, Die Alpen. Ein Naturführer. – Stuttgart 1982.

Heierli Hans, Geologischer Wanderführer Schweiz, Band 1 und 2. – Thun 1982/83.

Heierli Hans, Die Ostschweizer Alpen und ihr Vorland. – Stuttgart 1984.

Heierli Hans, Der geologische Wanderweg am Hohen Kasten (Säntis-Gebirge). – Bern/Stuttgart 1987.

Heierli Hans, Geologisches vom Säntis. – in «Hin zum Säntis» 1985.

Heierli Hans, Der geologische Wanderweg Hoher Kasten-Saxerlücke. – in «25 Jahre Luftseilbahn Brülisau-Hoher Kasten» 1989.

Heierli Hans, Bau und Entstehung des Alpsteins (mit T. Kempf). – Herisau 1980.

Keller Oskar, Die jüngere eiszeitliche Gletscher- und Landschaftsgeschichte Innerrhodens und des Alpsteins. – Appenzell 1989 (mit E. Krayss).

Kempf Theo, Geologie des westlichen Säntisgebirges. – Bern 1966.

Schlatter Lukas Eugen, Neue geologische Untersuchungen im mittleren Säntisgebirge. – St.Gallen 1942.

Geologische Karten

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000:

Atlasblatt 23 St.Gallen-Appenzell. – Bern 1949.

Atlasblatt 78 Säntis. – Bern 1982.