



Hans Heierli / Theo Kempf Bau und Entstehung des Alpsteins

Verlagshaus Schwellbrunn

BIBLIOTHEK

1 - E / Nr. 498

Das Land Appenzell

Hans Heierli / Theo Kempf Bau und Entstehung des Alpsteins

Verlag: Appenzeller Hefte Herisau

1. Auflage 1964
2. Auflage 1970
3. Auflage 1980

Alle Rechte vorbehalten – 3. verbesserte Auflage

Copyright by Verlag Appenzeller Hefte CH-9100 Herisau

Printed in Switzerland – Buchdruck - Offset Schläpfer & Co. AG, Herisau

Bau und Entstehung des Alpsteins

1. Wie unsere Alpen entstanden

Wollen wir uns eine Vorstellung vom Werden unseres Alpsteins — des Säntismassivs — bilden, so müssen wir dieses wuchtige Vorgebirge in den Rahmen der Schweizer Alpen als Ganzes hineinstellen. Wir wollen deshalb im folgenden in kurzen Zügen das Werden des mächtigen Alpenwalles, die Geburt dieses ragenden Gebirgsmassivs aus den Tiefen des Meeres verfolgen.

Geologische Zeiträume sind nach unserem Ermessen ausserordentlich weitgespannt; die Abläufe der Verformungen der Erdrinde, wie sie zum Beispiel in Faltengebirgen zu Tage treten, erfolgten extrem langfristig, wenn auch ungleichmässig. So müssen wir nahezu zweihundert Jahrmillionen in die graue Vergangenheit zurückgehen, um den ersten Anfängen unserer Alpen zu begegnen. Dabei fand die letzte, endgültige Hochtürmung dieses Gebirges wohl vor nicht mehr als zwanzig Millionen Jahren statt. Dementsprechend erfasst auch die geologische Zeitrechnung kaum vorstellbar langdauernde Perioden. Dieser erdgeschichtliche Kalender entspricht im übrigen in seiner Namengebung weitgehend der Einteilung der Menschheitsgeschichte (Tabelle 1).

Haben wir uns mit den immensen Zeiträumen und mit der extremen Langsamkeit geologischen Geschehens vertraut gemacht, so sei nun die Frage angeschnitten, wie es denn überhaupt zur Auftürmung eines Faltengebirges, wie es zur Verfaltung und Zerbrechung von kompakten Gesteinslagen kommen kann. Dass in einem Gebirge vom Typus unserer Alpen mächtige Gesteins-Abfolgen verfaltet sind, dafür bietet uns besonders das Säntismassiv prächtige und sprechende Beispiele. Wenn wir uns anderseits vor Augen halten, dass alle Schichtgesteine der Alpen (Kalke, Mergel, Sandsteine u. a.) in einem Meer waagrecht abgelagert wurden, so ist der Schluss naheliegend, dass die Bildung eines Faltengebirges, eine gewaltige Hebung und Stauung, die Folge einer Verkürzung des ursprünglichen Ablagerungsraumes dieser Schichtgesteine sein muss.

Die Tatsache einer seitlichen, horizontalen Verkürzung ruft aber sofort einer andern Feststellung: Die Erdrinde als Ganzes ist nicht starr und kompakt, sondern sie lässt sich offenbar in Regionen, in ein Mosaik von Krustenplatten gliedern, die sich gegenseitig verschieben können, wobei es je nachdem zu Einengungen (Faltengebirge) oder zum Auseinanderreißen (Bruchgraben) kommen kann. Nehmen wir aber die Verschiebbarkeit von Teilen der Erdkruste an — was übrigens bewie-

Tab. 1: Erdgeschichte

Zeitalter, Ära	Formation	Vor Jahr- millionen	Ereignisse und Klima im Alpenraum
Erd-Neuzeit = Känozoikum = Neozoikum	Quartär	0	Herrschaft der Flüsse; Verwitterung und Abtragung; Klima wird wärmer
		0,01	Mehrmalige Vergletscherung, auch des Mittellandes und von Teilen des Juras
	Tertiär	1 – 2	Bildung der Alpen; Rückzug des Meeres; Klima zuerst warm, dann kühler
		65	
Erd-Mittelalter = Mesozoikum	Kreide	135	Meeresherrschaft; Verstärkung der untermeerischen Überschiebungen; warmes Klima
	Jura	190	Meeresherrschaft; erste untermeerische Überschiebungen; warmes Klima
	Trias	225	Zuerst Festland, dann langsames Vordringen des Meeres; warmes und trockenes Steppenklima
Erd-Altertum = Paläozoikum	Perm	280	Festland; Abtragung des herzynischen Gebirges; Wüsten- bis Steppenklima
	Karbon	345	Bildung der herzynischen Gebirge (Zentralmassive, Vogesen, Schwarzwald); feucht-tropisches Klima (Steinkohlen)
		395	Festland; Abtragung der kaledonischen Gebirge; tropisches Steppenklima
	Silur	435	Kaledonische Gebirgsbildung (in der Schweiz verwischt durch Hitze-Umwandlung der Gesteine)
		500	Meeresherrschaft; ruhig; warm
Kambrium	570	Meeresherrschaft; ruhig; warm	
Erd-Urzeit = Präkambrium		4500	Unsichere Spuren von Gebirgsbildungen

sen ist —, so liegt der Schluss auf der Hand, dass diese Teile auf einer Unterlage ruhen müssen, welche ihnen eine solche Bewegung überhaupt erlaubt, also auf einem plastischen Untergrund. Auch für die Existenz eines plastischen, verformbaren Erdinnern — das zudem sehr heiss, in gewissem Sinne glutflüssig ist und Magma genannt wird — lassen sich genügend Indizien anführen (Vulkanausbrüche, Fortpflanzung der Erdbebenwellen, annähernde Kugelgestalt der Erde u. a.). Die feste Erdkrinde, in gegeneinander verschiebbare Schollen gegliedert, überzieht nun dieses heisse Erdinnere wie mit einer festen Haut von wechselnder Dicke (im Mittel 50 km).

Die Erdkruste schwimmt auf dem Magma; sie ist, wenn wir ein grobes Bild zu Hilfe nehmen wollen, einem schwimmenden Eisberg vergleichbar. Eisberge halten sich im Gleichgewicht, indem sie stets zu einem Achtel ihres Volumens aus dem Wasser auftauchen. Nach dem Gleichgewichtsgesetz (Isostasie) haben wir die «schwimmenden» Erdkrindenteile ähnlich zu sehen. Je höher ein Gebirge seine Umgebung überragt, desto tiefer greift seine Wurzel ins Magma hinab.

So werden wir unter Ozeanen eine ausgesprochen dünne (10—20 km), unter Kontinenten eine mächtige (bis 150 km) feste Kruste erwarten. Auf der Grundlage dieses Strebens nach Gleichgewicht — das die Auf- und Abbewegungen von Erdkrindenpartien erklärt — und der horizontalen Verschiebbarkeit dieser Erdkrindenschollen lässt sich nun ein einfaches Schema der Bildung von Faltengebirgen aufbauen. Wir benötigen dazu einzig noch die Überlegung, dass im heissen und plastischen Magma des tieferen Untergrundes — wie in jeder Flüssigkeit und in jedem Gas — Ausgleichsströmungen zustande kommen, wenn zwischen benachbarten Regionen Wärmeunterschiede oder andere Ungleichgewichte bestehen. Es sei aber betont, dass das in Abb. 1 wiedergegebene Schema einer Gebirgsbildung stark vereinfacht ist und verschiedene komplizierende Faktoren ausser acht lässt. Ein Faltengebirge hat demnach seine Geburtsstätte in einem weiten, meereserfüllten Becken, in einer sogenannten *Geosynklinale*, in welcher während hundert und mehr von Jahrmillionen, bei ständiger langsamer Absenkung Schichtgesteine (Sedimentgesteine) abgelagert werden, wobei die Ablagerung mit der Senkung des Meeresbodens Schritt hält. Diese werden in der Folge durch seitlichen Druck zusammengestaucht und ihr Gesteinsinhalt wird verfaltet, verschoben und übereinandergetürmt.

Die Geosynklinale, aus der im Tertiär (vgl. im folgenden die Tab. 1) die Alpen hochgefaltet wurden, finden wir bereits in der Trias-Zeit als ein seichtes Meer,

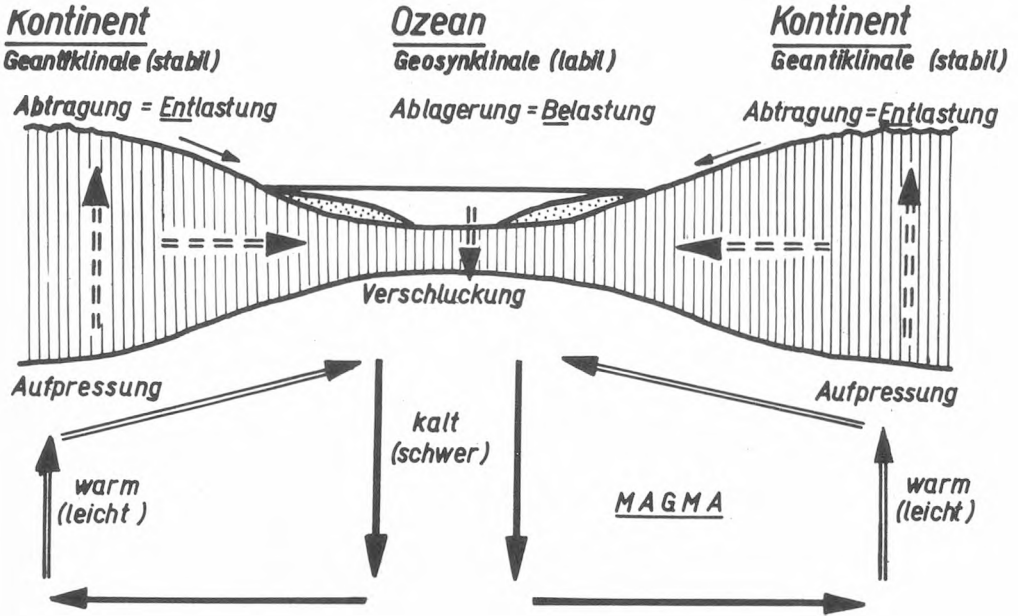
die sog. *Tethys*. Sie ist eingespannt zwischen zwei mächtige, alte und stabile Kontinente: im Süden Afrika, im Norden die sibirisch-nordeuropäische Masse. Der afrikanische Kontinent lag damals mit seiner Hauptmasse weit südlich des Äquators und besass deshalb, gemäss dem Prinzip der Zentrifugalkraft, eine Bewegungstendenz gegen den Äquator hin (Polfluchtkraft); der Nordkontinent wirkte als starres Widerlager. So musste es im Laufe des Erdmittelalters und besonders dann im Tertiär — dem Höhepunkt (Paroxysmus) der Alpenfaltung — zu einer Verengung des labilen und deshalb faltbaren Tethysbeckens und damit zu Auffaltungen und Überschiebungen der viele hundert, ja tausend Meter mächtigen Schichtgesteins-Serien kommen. Wie die Situation im jüngern Mesozoikum im Gebiet der Schweizer Alpen ausgesehen haben mag, veranschaulicht das Profil der Abb. 2. Es fällt hier auf, dass sich die Gesteine nicht einfach verfalteten, sondern dass sie häufig durch Zerbrechen und durch Übereinanderschoben von Schichtplatten dem andauernden Druck aus Süden auszuweichen suchten. Die Anlage dieser Brüche (Verwerfungen, Überschiebungen) reicht tief in den alten, kristallinen Untergrund hinab, ja konnte im tiefsten Trog gar das Magma erreichen, das sich dann untermeerisch an die Oberfläche ergoss (Ophiolithe). Sowohl diese Platten — die sich stets mehr überschoben und zu eigentlichen Decken gestalteten — wie auch die Falten innerhalb dieser Decken drängten nach Norden und Nordwesten vor, dem schiebenden Druck nachgebend.

Moderne Theorien nehmen eine Überschiebung von Erdkrusten-Platten, eine Rotation dieser Platten oder eine wirbelartige Einengung an. Für die Alpen bleibt es aber so oder so beim Schub aus dem adriatischen Raum gegen das nördliche und westliche Vorland.

Gleichzeitig mit der Entstehung der Alpen verkürzte sich der ursprüngliche Ablagerungsraum der Tethys beträchtlich. Darauf kann im einzelnen nicht eingegangen werden; ich verweise auf Abb. 3 und auf die Literatur. Es sei hier nur auf einige allgemeine Gesichtspunkte aufmerksam gemacht.

Einmal ist festzuhalten, dass die Auftürmung der Alpen nicht in einem Zuge erfolgte; vielmehr wechselten geologisch kurzdauernde *Phasen* höherer Aktivität mit längeren Ruhepausen ab (Tab. 2). Ein Abbild dieses zeitlichen Ablaufes der Faltungsphasen finden wir in der Weite der Nagelfluh-Schüttung durch die Alpenflüsse hinaus ins mittelländische Vorlandbecken, zum Beispiel in der Vielfalt der groben Gerölle von Speer, Stockberg, Kronberg oder Gäbris erkennbar.

Abb. 1: Schema der Faltengebirgsbildung



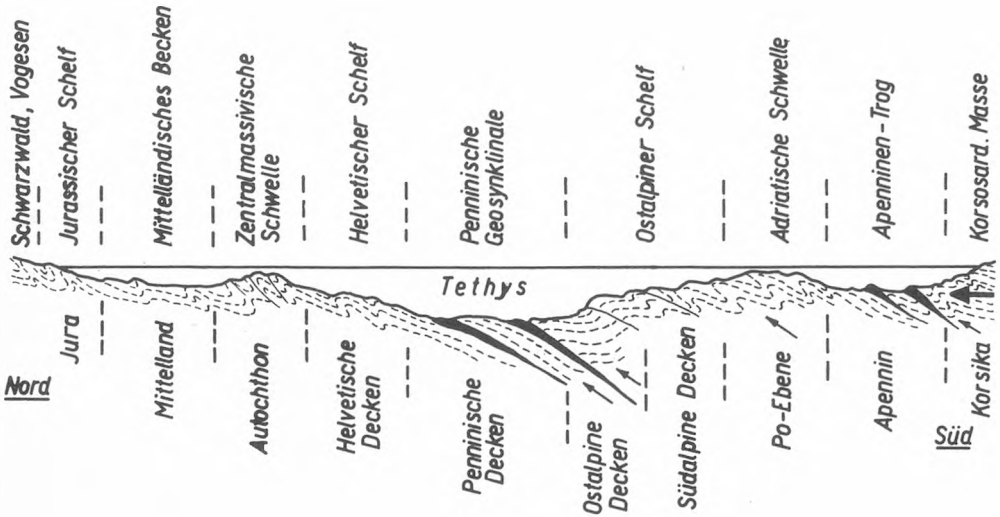
Gemäss dem Gesetz der Isostasie (Gleichgewichtsbestreben der Erdrindenplatten) ist die Erdkruste unter den Ozeanbecken am dünnsten. Hier ist demnach die Abkühlung des unterliegenden Magmas am stärksten. Dieses kühle Magma sinkt dank seiner Schwere nach unten (Verschluckung). Aber auch die Belastung des Ozeanbodens durch eingeschwemmtes Abtragungsmaterial von den benachbarten Kontinenten her drückt diesen in die Tiefe. Im Magma entwickelt sich ein Strömungskreislauf (Konvektion), der die Kontinente hebt (was durch die Entlastung infolge Abtragung noch unterstützt wird) und gegen den Ozeantrog (Geosynklinale) schiebt. So kommt es schliesslich im tiefen Becken zu Faltungen und Überschiebungen, d. h. zur Faltengebirgsbildung.

Tab. 2: Gliederung der Erdneuzeit (Neozoikum, Känozoikum)

Formation	Abteilung	Quartär: Eiszeiten in der Schweiz	
Quartär	Alluvium = Holozän	schwache Nachphasen	Nach-Eiszeit: Klima zuerst wärmer, dann wieder kühler werdend – Letzte 10 000 Jahre
	Diluvium = Pleistozän		Rückzug der Alpengletscher in mehreren Stadien in ihre Nährgebiete in den Alpen Würm-Eiszeit (letzter Eisvorstoss) 4. Zwischeneiszeit (warm) Riss-II-Eiszeit (ausgedehnteste Vereisung) 3. Zwischeneiszeit (warm) Riss-I-Eiszeit 2. Zwischeneiszeit (warm) Mindel-Äiszeit 1. Zwischeneiszeit (warm) Günz-Eiszeit Mehrere unsichere Kalt- und Warmzeiten
			Tertiär: Phasen der Alpenfaltung
Tertiär	Pliozän	Rhodanische Phase: Westalpen, Jura	
	Miozän	Spätinsubrische Phase: Aufstieg der Alpstein-Steigfalten, Zerbrechung der Molasse, Jura Frühinsubrische Phase: Schweregleitung der helvetischen Decken, Steilstellung der Wurzeln, Bergeller Granit-Intrusion Spätpenninische Phase: Vorschub der unterostalpinen Decken mit passiver Schlepplung der helvetischen Decken, Einwicklungen Tirolide Phase: Hauptphase, Überschiebung des Oberostalpins	
	Oligozän	Grisonide Phase: Vorschub der unterostalpinen Decken, erstes Auftauchen von Inselrücken, Beginn der Abtragung	
	Eozän Paleozän	Vorphasen: untermeerische Überschiebungen	

Stürmische Revolutionen wechselten ab mit ruhigen Evolutionen. Dabei manifestierte sich der Schub zuerst und am stärksten in den südlichsten — dem Schub-

Abb. 2: Der alpine Meerestrog im Erdmittelalter (Jura)



Bereits macht sich der Schub aus Süden, die Nordwanderung des afrikanischen Kontinentes (mit seiner Front in der korsosardischen Masse) in den dünnen und labilen zentralen und in den südlichen Trogpartien bemerkbar: Die einheitliche Gesteinsplatte zerbricht in mehrere, sich überschneidende Teilplatten. Im tiefsten Becken reichen die Überschiebungsflächen bis ins Magma hinab, das als Ophiolith (schwarz) auf dem Meeresgrund erstarrt.

zentrum unmittelbar benachbarten — und in den zentralen — weil tiefsten und labilsten — Räumen der Geosynklinale. Die ursprünglich südlichen Decken (ostalpine Decken) wurden denn auch über die nördlich anschliessenden Troggebiete hinweg bis an den Nordrand der Geosynklinale vorgeschoben und schleppten an ihrer Basis die überfahrenen Gesteinspakete als tiefere Decken (penninische und helvetische Decken) mit.

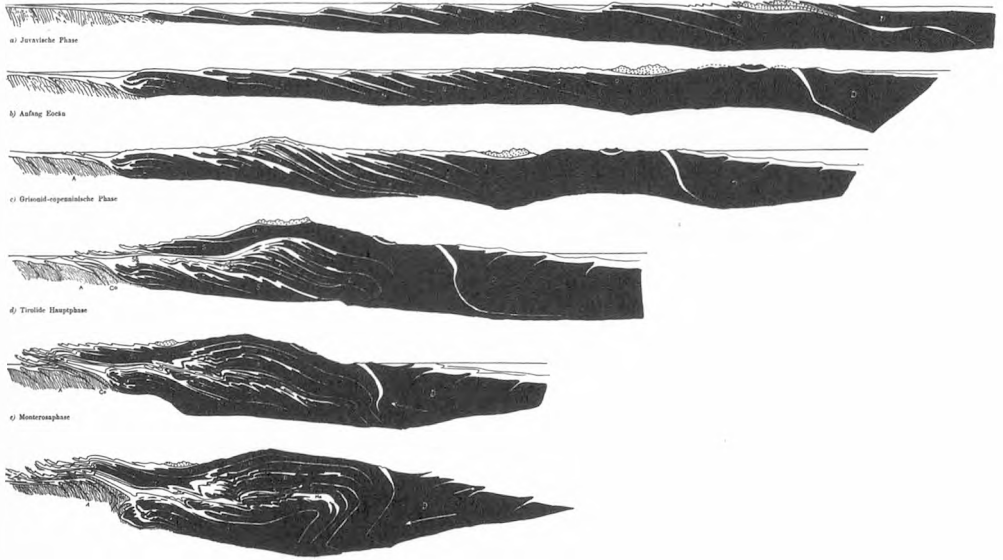
Auf der geologischen Karte der Schweiz fallen die langgestreckten, rotgetönten Zonen auf, die wie ein Skelett den Alpenkörper in seiner Längsachse durchziehen: Es sind die *Zentralmassive* (in den Zentralalpen das südliche Gotthard- und das nördliche Aarmassiv, getrennt durch die Mulde Oberwallis — Urseren — Vorder- rheintal). Diese kristallinen Hochzonen haben tatsächlich die Funktion eines Skelettes der Alpen ausgeübt, indem sie ihnen als ältere, karbonische Gebirge die Richtung aufprägten.

Die Schweizer Alpen bilden als Ganzes einen weiten, gegen Norden vorgewölbten *Bogen*. Diese Bogenform ist einerseits auf die ursprüngliche Form des Ablagerungs- raumes zurückzuführen. Andererseits aber ist sie auch die Folge der Anordnung der bereits vorher bestehenden Widerlager, der alten starren Massive (z. B. französische Zentralmassiv, Vogesen, Schwarzwald), denen sich die aus dem Meer aufsteigenden Falten- und Deckenzüge anpassen mussten. Verschiedene Erscheinungen im Bild der Alpen, wie etwa die variable Breite des Gebirges, der Wechsel zwischen Hochgebieten (Kulminationen) und Tiefzonen (Depressionen) und auch die quer zur Längsachse der Alpen verlaufenden tiefen Furchen (z. B. Haslital, Urner Reuss- tal, Glarnerland, St. Galler Rheintal) finden damit ihre Erklärung.

Durch den steten Zusammenschub des alpinen Meerestrogos von Süden her stiegen die Gesteinsmassen immer mehr in die Höhe, um schliesslich als langgezogene, parallele Inselrücken aus dem Meer aufzutauchen. Sofort setzten nun die äusseren Kräfte der Gebirgsgestaltung, Verwitterung und Abtragung, an der Oberfläche durch Frost, Regen und Flüsse ein. Diese Vorgänge, insbesondere die Flusserosion, welche die eben gebildeten Höhen wieder einzuebnen trachteten, gruben stetig sich vertiefende Furchen in die aufsteigenden Kämme. Das abgetragene Material wurde durch die Flüsse in die Tiefe geschwemmt: ins Vorland der Alpen, ins Mittelland und in die Poebene. Dort finden wir es heute als Molasse. Die Alpen waren nie wesentlich höher als heute, denn die von aussen wirkenden Abtragungskräfte vermochten mit der emportürenden Schubkraft weitgehend Schritt zu halten.

H. Heierli

Abb. 3: Die Phasen der Alpenfaltung (nach R. Staub)



Die Folge von Querprofilen durch die Schweizer Alpen veranschaulicht die Situation während der verschiedenen Schubphasen im Tertiär (von oben nach unten fortschreitend). Man erkennt den wachsenden Zusammenschub des weiten Meeresbodens der Tethys zu übereinandergetürmten Gesteinspaketen und die Verkürzung der Geosynklinale auf einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Breite.

2. Vom Werden des Alpsteins

Unser Alpstein gehört zum Verband der *helvetischen Decken*. Deren ursprünglicher Ablagerungsraum befand sich in der Gegend über dem südlichen, gegen Süden abfallenden Gebiet der Zentralmassive, also jenseits des Aarmassivs, dessen Kern wir in der Ostschweiz am Tödi und bei Vättis treffen. Die Tatsache, dass die vorwiegend kalkigen Gesteine des Alpsteins mehr Mergel enthalten als vergleichbare Schichtgesteine etwa der mächtigen, ebenfalls helvetischen Decken des Glarnerlandes, weist den Entstehungsraum der Alpstein-Serie in den mittlern und südlichen, tiefern Abschnitt des Ablagerungsgebietes der helvetischen Decken (Abb. 2). Denn Mergel deuten auf grössere Wassertiefe als Kalk hin. Demnach hat die Gesteinsdecke des Alpsteins die nördlich benachbarten helvetischen Räume überfahren und ist als *hochhelvetische Decke* zu bezeichnen.

Wie gelangte nun die Masse des Alpsteins aus ihrem ursprünglichen Trog etwa in der Gegend des heutigen Domleschg in ihre jetzige, steil verfaltete Lage an der Nordfront der östlichen Schweizer Alpen? Vorerst glitt der mächtige «Schubslitten» der ostalpinen Decken langsam gegen Norden über den helvetischen Ablagerungsraum hinweg. Er vermochte den ganzen ihm unterliegenden Schichtverband — also Perm resp. Trias bis Kreide und tieferes Tertiär — weitgehend von der ältern, kristallinen Unterlage abzuschürfen und ihn als höchstes Element der helvetischen Decken auf den dominierenden Rücken des östlichen Aarmassivs zu transportieren. Schon dabei dürfte es zu Verfaltungen und Zerbrechungen gekommen sein.

Nun aber trat ein neues Element in die weitere Nordwärtsbewegung des nachmaligen Alpsteins. Das Aarmassiv hob sich um ein Beträchtliches in die Höhe, weil es nun seinerseits unter den Einfluss des Schubes aus Süden geriet und — da es sich als starre Masse nicht mehr wesentlich falten konnte — nach oben ausweichen musste. Damit aber vergrösserte sich das Gefälle seines Nordhanges, und die auf seiner Höhe angelangten helvetischen (und ostalpinen) Gesteinsmassen glitten langsam der nördlichen Senke des mittelländischen Molassetroges zu, stets gestossen von nachfolgenden Komplexen und von den ebenfalls noch um ein Weniges nach Norden verfrachteten Zentralmassiven (Schweregleitung). Der direkte Zusammenhang der abgleitenden Alpstein-Gesteinsserie mit ihrem Entstehungsraum

südlich des Massivs — mit ihrer Wurzelzone — wurde dadurch weitgehend zerrissen.

Inzwischen hatte sich der Trog des Mittellandes mit mehrere Tausend Meter mächtigen Schuttmassen gefüllt, welche die Flüsse aus den werdenden Alpen hinausgetragen hatten (Molasse).

Beim Aufbranden auf den Südteil des flachen Molassebeckens stagnierte die Nordbewegung vorläufig, während sich durch den anhaltenden Druck aus Süden die Schichtpakete weiter verfalteten und überschoben. Schliesslich vermochte die einheitliche Molasseplatte aber dem gewaltigen Druck nicht mehr standzuhalten und zerbrach in ihren südlichen Partien zu mehreren, gegen Norden aufsteigenden und sich teilweise überschiebenden Teilplatten (z. B. Speer, Kronberg). Nun wurden die vordersten Elemente der Alpen — eben die Massen des Alpsteins — gezwungen, aus ihrer Tiefenlage entlang dem Rücken der südlichsten Molasseplatte nach Norden aufzusteigen, wobei sie sich zu mehreren, steil aufstrebenden Steigfalten türmten, die heute dem Alpstein sein einzigartiges Gepräge verleihen (Abb. 4, S. 45).

Studiert man die Schichtreihe der Gesteine im Alpstein (vgl. 3. Kapitel), so wundert man sich, warum denn hier nur Gesteine der Kreidezeit zu finden sind. Wo ist denn ihre ursprüngliche Unterlage, wo sind Trias und Jura geblieben? Wir müssen recht weit nach Süden zurückgehen, um diese ältere Basis der Alpstein-Kreide zu finden: in der Basis der Alvier- und Churfürsten-Kette im Seeztal beobachten wir sie als arg zusammengestauchte, stark überschobene, liegende Falten. Diese tiefern Gesteine vermochten nicht mehr der steilgestellten Molasseplatte entlang aufzulegen, während die höherliegende Kreide von ihrer Unterlage weg nach vorn abgeschürft wurde, um schliesslich hoch über der Molasse als wuchtig nach Norden vorragende Alpenfront zur Ruhe zu kommen.

Auch die Ursache einer weitem einmaligen Erscheinung soll hier geklärt werden, die neben den Steigfalten und Überschiebungen das Bild des heutigen Alpsteins prägt (vgl. auch 3. Kapitel): Der Alpstein weist eine grosse Zahl von *Querbrüchen* auf; quer zum Verlauf der Faltenachsen (und damit zum Verlauf der Kämme und Täler) gestellte, tiefgreifende Risse und Verstellungen der Gesteinsfalten. Am auffälligsten unter ihnen ist der *Sax-Schwende-Bruch*, welcher sämtliche Falten des mittlern Alpsteins über Saxerlücke und Bogartenlücke, von Süden nach Norden zerreisst und im Landschaftsbild als messerscharfe Zäsur ausserordentlich markant in Erscheinung tritt (Abb. 15, S. 54). Dabei ist der östliche Teil gegenüber dem westlichen um ein Beträchtliches gegen Norden vorgeschoben und gleichzeitig tiefer-

gestellt (oft mehrere hundert Meter). Die bei der Verschiebung entstandenen Rutschstreifen sind an der Stifelwand (Bollenwees) klar erhalten. Darum senken sich die Alpstein-Ketten von der Kulmination Säntis—Altmann weg gegen Osten sukzessive und stufenweise ab und verlieren sich nacheinander unter dem Talboden von Weissbad-Brülisau und des St. Galler Rheintales. Einerseits hängt dieses Phänomen mit der Absenkung des St. Galler Rheintales als Graben zusammen (Dehnungsbruch an der Aussenseite des Alpenbogens nach Vollendung des Alpenbaues). Andererseits wirkte sich aber auch der Widerstand des Alpenvorlandes, also der Molasse des Mittellandes, gegen den Vormarsch der Alpstein-Kreide aus. Vor dem westlichen Alpstein türmten sich die mächtigen Nagelfluhplatten von Speer, Stockberg und Kronberg auf. Sie brachten die vordringende Alpenfront zum Stillstand und zwangen sie in die Höhe. Vor dem östlichen Alpstein dagegen lag ein niedrigeres Molasseland, über welches die Alpstein-Serie ohne grosse Widerstände nach Norden hinweggleiten konnte und sich damit wenig nach der Höhe entwickeln musste. Der Anblick des Sax-Schwende-Bruches, von einer der erwähnten Passlücken aus, ist jedenfalls ein überwältigendes Erlebnis.

H. Heierli

3. Bau und Material des Alpsteins

A. Stratigraphie

Die Gesteine des Alpsteins vertreten die mittelhelvetische Fazies und entstammen dem grossen helvetischen Sedimentationstrog der Kreidezeit.

Abb. 5 (Seite 46) zeigt zwei schematische stratigraphische Kolonnenprofile, welche einen Überblick über die Abfolge der verschiedenen Gesteinsschichten des Alpsteins geben.

Von unten nach oben treffen wir bei aufrechter, normaler Lagerung:

1. Öhrlichichten

Die Öhrlichichten, benannt nach dem stolzen Berggipfel des Öhrli, stellen die ältesten geologischen Schichten des Alpsteins dar.

An der Basis beginnen sie mit den *unteren Öhrlimergeln*, einer ca. 40 bis 50 m mächtigen Abfolge von dunkelbraungrauen Mergelschiefern mit dazwischengelagerten Mergelkalkbänken. Darüber legt sich ein im Durchschnitt ca. 15 m dicker, rostigbrauner Kalk, der *untere Öhrlikalk*. Gegen oben folgen neuerdings Mergel, die *oberen Öhrlimergel* (ca. 20 m), welche im Unterschied zu den unteren Öhrlimergeln kalkiger ausgebildet sind: sie führen wesentlich mehr eingelagerte Kalkbänke. Den Hauptanteil der Öhrlichichten bilden die bis 80 m mächtigen *oberen Öhrlikalke*, welche aus hellgrau anwitternden, gutgebankten Kalksteinen bestehen.

Besonders in seinen obersten Abschnitten zeigt der obere Öhrlikalk reichhaltige Versteinerungen (Muscheln, Schnecken, Korallen), wie sie beispielsweise auf den grossen Schichtplatten am Muschelenberg westlich der Hängeten bewundert werden können.

2. Valanginianmergel

Es handelt sich bei diesem Schichtglied im wesentlichen um Mergelschichten, in denen in regelmässiger Folge braune, feinsandige Kalkbänke von wechselnder Mächtigkeit auftreten. Die Valanginianmergel fehlen im nördlichen Alpstein vollständig, setzen jedoch gegen SW allmählich ein und erreichen am Rotsteinpass bereits eine Mächtigkeit von ungefähr 70 m. In den Kalkbänken treten als charakteristisches Merkmal der Valanginianmergel versteinerte Austern bis zu 10 cm Grösse auf.

3. Valanginiankalke

Die Basisschicht, der sogenannte *Spitzernkalk* (5–15 m), zeichnet sich durch dunkelbraune Anwitterungsfarbe und grobspätige Ausbildung aus. Gegen oben geht der Spitzernkalk in den grauen *Valanginiankalk* über, welcher nicht mehr dieselbe ausgeprägte Bankung aufweist wie der obere Öhrlikalk. Im Dach dieses Valanginiankalkes folgen mit einem allmählichen Übergang die *Pygurussschichten*, welche aus Sandkalcken von rostigbrauner Anwitterungsfarbe bestehen. Diese Sandkalke zeichnen sich durch ihren hohen Gehalt an eingeschwemmten, milchigweissen Quarzkörnern von 0,1 bis gegen 2 mm Grösse aus.

4. Kieselkalk

Beim Kieselkalk handelt es sich um ein Schichtglied, welches sich, bedingt durch seine düstere, dunkle Anwitterungsfarbe und häufige Vegetationsbedeckung, scharf von den übrigen, hellen Kalksteinen abhebt. Dank seines hohen Quarzgehaltes, verbunden mit einer grossen Druckfestigkeit, eignet sich der Kieselkalk vorzüglich als Baustein und Schottermaterial.

Der Kieselkalk, dessen Gesamtmächtigkeit im Durchschnitt 80 m beträgt, lässt sich in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt gliedern. Der mittlere Kieselkalk ist reich an Glaukonit, einem körnigen, grünen Eisen-Magnesium-Silikat-Mineral.

Den oberen Abschluss bildet ein grober Spatkalk, die *Kieselkalk-Echinodermenbreccie*, welche jedoch nur im nördlichen Alpstein klar ausgebildet ist.

5. Altmannschichten

Die Altmannschichten haben diesen Namen deshalb erhalten, weil sich am Altmannsattel ein wunderbares, steilstehendes Schichtprofil vom Valanginiankalk bis zum Schrattenkalk findet, in welchem sich die etwa 12–15 m mächtigen Altmannschichten im Dach des Kieselkalkes durch einen grossen Reichtum an Fossilien auszeichnen.

Im nördlichen Alpstein, beispielsweise beim Gasthaus Tierwis, ist die Mächtigkeit der Altmannschichten mit gegen 30 m noch wesentlich grösser als am Altmannsattel.

Typisch für die Altmannschichten sind neben den vielen Versteinerungen vor allem die verschiedenen glaukonitreichen Horizonte.

6. Drusbergschichten

Als Drusbergschichten bezeichnen wir die zwischen Altmannschichten und Schrattenkalk auftretenden mergeligen Sedimente, welche sich in der Natur stets als ein stark zurückwitterndes, abgeflachtes Band an der Basis der hohen Schrattenkalkwände abzeichnen. Ihre obere Grenze fällt mit dem Einsetzen der hellgrauen Schrattenkalkbänke zusammen. Die im Durchschnitt 30 m mächtigen Drusbergschichten bestehen aus einer Wechselfolge von gelbgrauen Mergelschiefern mit oftmals knollig ausgebildeten Kalklagen von 0,1–0,3 m Dicke.

7. Schrattenkalk

Der Schrattenkalk ist ohne Zweifel das auffallendste Schichtglied im gesamten Alpstein, bestehen doch die meisten der bekannten Kletterberge wie Freiheit, Hundstein, Altmann, Kreuzberge aus den hellgrauen bis silberweissen Schrattenkalken.

Am Nordsäntis lässt sich innerhalb des bis 150 m mächtigen Schrattenkalkes eine Dreiteilung durchführen. Diese Gliederung kann besonders schön an der Silberplatte und am Girenspez beobachtet werden.

Der *untere Schrattenkalk* besteht aus massigen, silberweissen Kalken; der *mittlere Schrattenkalk* wittert etwas zurück und zeigt dünnebankte, graue Kalke mit mergeligen Zwischenlagen. Auch der *obere Schrattenkalk* ist relativ dünnebankt, weist jedoch keine Mergelzwischenlagen mehr auf.

8. «Mittlere Kreide» (Gault)

Der Gault ist im Alpstein meistens als ein auffälliges Rasenband zwischen den hell anwitternden Schratten- und Seewerkalken ausgebildet. Im nördlichen Alpstein beträgt seine Mächtigkeit nur 5 m, gegen Süden wächst er jedoch stetig bis gegen 30 m an. Lithologisch besteht der Gault aus glaukonitreichen grünen Sandsteinen bis Sandkalken, Mergeln und Knollenkalken.

Auch die «Mittlere Kreide» zeichnet sich durch einen grossen Fossilreichtum aus. Ein einzigartiges Fossilniveau bilden die Turrilitenschichten, welche sich unmittelbar an der Grenze zu den hangenden (darüberliegenden) Seewerkalken finden.

9. Seewerkalk

Wie der Schrattenkalk, so stellen auch die Seewerkalke ein wichtiges Schichtglied in unserem Alpstein dar. Wir treffen sie fast immer in den Tälern, den geologischen Synklinalen an. Andererseits ist auch der höchste Gipfel des Alpsteins, der Säntis, aus Seewerkalk aufgebaut.

Das Gestein besteht aus plattig-dünnebankten, dichten Kalken, welche als charakteristisches Merkmal schwarze Tonhäute führen. Die Farbe des Seewerkalkes ist hellgelbgrau bis grünlichblau; im südlichen Alpsteingebiet treten auch Lagen von rotem Seewerkalk auf. Die Gesamtmächtigkeit des Seewerkalkes ist recht schwierig zu ermitteln; sie dürfte jedoch ungefähr 100–120 m betragen. Gegen oben werden die Kalke allmählich schiefrig-mergelig und gehen langsam in die Seewerschiefer und Amdenerschichten über.

B. Tektonik

1. Gliederung des Alpsteins

Dem Laien präsentiert sich der Alpstein als kompliziertes, aus mehreren Ketten und Tälern aufgebautes Gebirge im äussersten Nordosten unserer Schweizer Alpen. Der Geologe hingegen ist in der Lage, in dieser mehr oder weniger regelmässigen Abfolge von tief eingeschnittenen Tälern und emporstrebenden Gipfelkämmen noch eine zusätzliche, etwas andersartige Gliederung vorzunehmen, und zwar so, dass er die Gesamtheit der Antiklinalen und Synklinalen des Alpsteins in drei von Nordosten nach Südwesten verlaufende Längszonen gliedert. Anlass für diese Aufteilung gibt ihm das markante Längstal Säntisersee—Bötzel—Rotsteinpass—Thurwis—Gräppelensee, eine relativ schmale Furche, welche den mittleren und westlichen Alpstein in einen nördlichen und einen südlichen Block trennt.

Wir wollen für die nachfolgenden Lokalbeschreibungen jedem dieser drei Abschnitte einen repräsentativen Namen geben und unterscheiden von Norden nach Süden:

- a) Säntis-Zone
- b) Rotsteinpass-Gräppelen-Zone
- c) Altmann-Schafberg-Zone

Die eigentliche Ursache dafür, dass eine solche Gliederung überhaupt durchführbar ist, liegt im mannigfaltigen Baustil des Alpsteins begründet. So trifft man in der *Säntis-Zone* einen relativ starren Falten-Schuppenbau*, d. h. neben vollkommen ausgebildeten Falten (z. B. Ebenalp) existieren auch Schuppen, die durch Aufschiebungsvorgänge aus den einfachen Antiklinalen hervorgegangen sind (z. B. Girensplatz-Schuppe G Ia).

Die *Rotsteinpass-Gräppelen-Zone* ist der Abschnitt mit dem kompliziertesten geologischen Aufbau. Hier stellen sich viele knifflige Probleme, indem die verschiedenartigsten Falten- und Schuppenelemente neben- und hintereinander auftreten, deren gegenseitige tektonische Stellung oftmals sehr schwierig abzuklären ist. Erschwerend für die genaue Analyse der geologischen Verhältnisse tritt noch der

* Schuppenbau: Durch mehrere Aufschiebungen schuppenartig aufeinander gelegte Gesteinspakete. Das jeweils zwischen 2 Aufschiebungen liegende Gesteinspaket heisst Schuppe.

Umstand hinzu, dass eine weitverbreitete Schuttbedeckung, so insbesondere die ausgedehnten Gehängeschuttmassen am Nordfluss der Felswände zwischen dem Wildhuser-Schafberg und den Widderalpstöcken, die geologischen Aufschlüsse in dieser Zone wesentlich einschränkt.

Die einfachste und zugleich schönste Tektonik des gesamten Alpsteins zeigt die *Altmann-Schafberg-Zone*, wo sich wohlgeformte Antiklinalen und Synklinalen mit einer auffallenden Regelmässigkeit aneinanderreihen.

Der südliche Abschluss des Alpsteins wird im Westen durch das Toggenburg gebildet; im mittleren und östlichen Alpstein ist es das St. Galler Rheintal, gegen welches die südlichste Säntiskette, das Gulmen-Gewölbe (G VI), in imposanten Steilwänden abfällt.

Die geschilderte Dreiteilung ist nur im mittleren und westlichen Alpstein durchführbar; östlich des Sax-Schwende-Bruches, also östlich der Linie Saxerlücke—Bollenwees—Bogartenlücke—Wasserauen—Schwende liegt nurmehr ein einziges, einheitliches und in sich verfaltetes Deckenpaket vor, welches sich nicht mehr in einzelne Abschnitte aufteilen lässt.

Der Alpstein wird auch von einer Reihe von Querstörungen, d. h. Brüchen und Verwerfungen durchsetzt, wobei nebst derjenigen von Gamplüt westlich des Wildhuser-Schafberges als markanteste Querstörung der «Sax-Schwende-Bruch» genannt werden muss, längs welchem die Faltenstrukturen des östlichen Alpsteins gegenüber denjenigen des mittleren Säntisgebirges um gegen 600 m horizontal und ca. 200 m vertikal versetzt sind.

Albert Heim hat in seinem grossen Werk über die Geologie des Alpsteins die Antiklinalen und Synklinalen der Reihe nach von Norden nach Süden numeriert und jedem Element einen entsprechenden Bergnamen zugewiesen. Auch wir wollen uns, um mögliche Verwechslungen zu vermeiden, an diese alte Einteilung halten, auch wenn wir uns bewusst sind, dass die von uns gebrauchten Bezeichnungen nach den zusätzlich noch angebrachten Ergänzungen nicht mehr in allen Fällen sinnvoll sein können.

Die Antiklinalen und Synklinalen des Alpsteins (vgl. Abb. 6, S. 28/29)

Säntis-Zone

M I c *Nördliche Randmulde*

Basiselemente der Säntis-Decke in vorwiegend synklinaler Lagerung, welche auf die subalpine Randflysch-Zone und die subalpine Molasse aufgeschoben sind. M I c ist auf das östliche und mittlere Säntisgebirge beschränkt und findet ihr sichtbares westliches Ende an der Chamthalde.

G I b *Chammthalde-Antiklinale*

Als prachtvolle, überkippte Antiklinale oberhalb der Chamthalde zu erkennen. Westlich der Chamthalde taucht die Antiklinale unter den Schutt und bildet dort mit grosser Wahrscheinlichkeit die Unterlage der Silberplatte-Nordflanke.

M I b *Ochsenbetter-Synklinale*

Sie bildet die direkte Unterlage des Öhrli und kann am Nordsäntis gegen Westen bis zu ihrem jähem Ende an den Synklinalköpfen oberhalb der Wideralp verfolgt werden. Hier lässt sich die enge Synklinallumbiegung in den gut gebankten Öhrlikalken und den etwas undeutlich geschichteten Valanginiankalken prachtvoll beobachten.

G I a *Girensnitz-Antiklinale*

Sie stellt die Hauptantiklinale im Faltenbündel der Säntis-Zone dar und verläuft von der Ebenalp über Schäfli-Öhrli-Girensnitz-Silberplatte-Schindelenberg bis zur Thurschlucht am westlichen Ende des Alpsteins. Während im Ostsäntis ein normaler Faltenzusammenhang zwischen G I a und dem unterliegenden M I b und c besteht, lässt sich zwischen Öhrli und Schindelenberg nurmehr der auf die Ochsenbetter-Synklinale aufgeschobene Normal-schenkel der Girensnitz-Antiklinale feststellen. Somit können wir in diesem Gebiet von einer Girensnitz-Schuppe sprechen. Am Risipass und vor allem in der Thurschlucht (hier auf die Globigerinenmergel der subalpinen Randflysch-Zone aufgeschoben) ist jedoch wieder eine eindeutige Antiklinale vorhanden.

M I a *Blauschnee-Synklinale*

Hauptsynklinale der Säntis-Zone. M I a nimmt ihren Anfang am Sax-Schwendebruch und verläuft von dort über Seealp-Fälalp-Girensnitzsattel-Tierwis-Stossattel-Lauchwis-Lütispitz bis zum Seewerkalk-Synklinalgipfel des Neuenalpspitzes.

- G II c *Hüttenalp-Antiklinale*
Kleine Antiklinale bei Reslen und Hüttenalp (nordöstlich Seealpsee).
- M I a' Kleine Nebensynklinale beim Seealpsee.
- G II b *Säntis-Antiklinale*
Seealp–Rossmad–Säntis (hier mit prachtvoller Antiklinalumbiegung) – Spitzbergli. Diese Antiklinale taucht in den ausgedehnten Karrenfeldern zwischen Silberplatte und Stoss unter und findet ihre mögliche Fortsetzung erst westlich vom Lütispitz wieder.
- M I *Grueben-Synklinale*
Verläuft vom Stossattel über Grueben bis nach Schönbett, wo sie in die Meglisalp-Synklinale (M II) übergeht.
- G II a *Stoss-Antiklinale*
Diese Antiklinale entwickelt sich aus der Meglisalp-Synklinale und steigt zwischen Schönbett und Chlingen gegen Nordwesten auf. Sie kulminiert im Stossgipfel und wird zum Hauptelement im westlichen Alpstein. An der Südwestflanke des Lütispitzes streicht G II a schliesslich in die Luft aus.
- M II *Meglisalp-Synklinale*
Schrennen–Meglisalp–Chalbersäntis–Unter den Platten. Bei Unter den Platten teilt sich die Meglisalp-Synklinale in die folgenden 2 Synklingen auf:
- M II a *Mutteli-Synklinale*
Unter den Platten–Neien–Hälegg–Mutteli–Gräppelstein. Ihr westliches Ende findet M II a zwischen Wingfeel und dem Gräppelstein.
- M II b *Trosen-Synklinale*
Hierbei handelt es sich um eine relativ kleine, auf M II a aufgeschobene Nebensynklinale, welche von Mutteli über Trosen–Chirchli nach Unter den Platten verläuft.

Rotsteinpass-Gräppelen-Zone

- G III a *Rotstein-Antiklinale*
Diese Antiklinale, deren Umbiegung in den Unterkreideschichten am Rotsteinpass so wunderbar aufgeschlossen ist, stellt das Kernstück der komplizierten Rotsteinpass-Zone dar. G III a lässt sich vom Rotsteinpass über Horst–Oberchellen–Bötzel–Marwees bis zum Sax-Schwendi-Bruch verfolgen.

Altmann-Schafberg-Zone

M III *Rotstein-Synklinale*

Beginnt unweit westlich des Rotsteinpasses und bildet gegen Osten stets die Grenze zur unterliegenden Rotsteinpass-Zone. Ihre östliche Fortsetzung findet sie in den beiden Synklinalgipfeln von Freiheit und Hundstein. Anschliessend streicht M III a in die Südwand der Widderalpköpfe.

G III b *Altmann-Antiklinale*

Nimmt ihren Anfang am Sax-Schwendi-Bruch, läuft südlich der Widderalpstöcke durch und überquert darnach die Kammlinie zwischen Freiheit und Fälenschafberg. Am Altmannsattel lässt sie sich als engequetschte Antiklinale erkennen. Weiter westlich ist nurmehr der hangende Normalschenkel zu sehen, welcher am Nädli der Basis der Altmann-Schafberg-Zone bildet und bis nach Gersellen bei der Thurwis zu verfolgen ist.

M IV *Fälen-Synklinale*

Bildet das Tal des Fälensees. Aus ihr entwickeln sich M IV a, G IV und M IV b.

M IV a *Wildseeli-Synklinale*

Steigt im Osten aus der Fälenmulde (M IV) empor, streicht über das Wildseeli zur Rässegg, läuft anschliessend südlich vom Nädli durch und sticht im Norden des Jöchli in die steile Nordflanke des Wildhuser-Schafberges aus, wo sie kurz darnach bei Gersellen ihr westliches Ende findet.

G IV *Schafberg-Antiklinale*

Bei Hädern taucht dieses Gewölbe aus der Tiefe der Fälenmulde empor und entwickelt sich gegen Nordwesten über Zwinglipass–Jöchli zur mächtigen Antiklinale am Wildhuser-Schafberg.

M IV b *Moor-Synklinale*

Auch dieses tektonische Element entsteht aus der vereinigten Fälenmulde und setzt sich westwärts über Stricken–Zwinglipass in die geologisch prachtvollere Berggruppe von Girenschpiz und Moor fort. Ihr Westende hat auch M IV b als Doppelsynklinale am Wildhuser-Schafberg, wo sie diesem einzigartigen Berg das so eindrückliche Gepräge verleiht.

G V *Roslenfirst-Zehenspiz-Antiklinale*

Im mittleren Alpstein am Roslen- und Chreialpfirst als weitausladendes Gewölbe ausgebildet, das in seiner westlichen Fortsetzung über Chreialp–Tristen–Zehenspiz zu einer sehr schmalen, emporgepressten Antiklinale umgeformt wird.

Abb. 8: Der Alpstein aus Südwesten



Rechts im Bild das obere Toggenburg, in der Mitte der Wildhuser-Schafberg mit seinen prachtvollen Falten und dahinter der Schrattenkalkgipfel des Altmann. Links vom Altmann die Einsattelung des Rotsteinpasses, hinter welcher man noch den Gipfel der Marwees erkennen kann. Weiter nach links (Norden) folgt am Horizont der Lisengrat, mit dem Rücken des Chalbersäntis und schliesslich der Säntisgipfel.

In der Bildmitte liegt das Gräppelental mit dem bewaldeten Rücken des Schwendigrates im Süden, dem Neuenalpspitz und Lütispitz im Norden.

Auf dieser Aufnahme erkennt man die Gliederung des Alpsteins in die 3 Längszonen ganz besonders schön:

Im Norden die Säntis-Zone mit ihrem Falten-Schuppenbau, wobei die starke Überkippung der Elemente nach Nordwesten auffällt, als mittlerer Abschnitt die Roststeinpass-Gräppelzone, welche mit dem auffallenden Längstal in der Mitte des Bildes zusammenfällt und schliesslich der südlichste Abschnitt, die engradig gefaltete Altmann-Schafberg-Zone mit dem alles überragenden Wildhuser-Schafberg.

M V

Mutschen-Synklinale

Mit 12 km die längste Synklinale des Alpsteins. Ersteckt sich von der Alp Soll (beim Hohen Kasten) über Sämtisersee–Bollenwees–Roslenalp–Mutschen–Grueb–Tesel–Schnürweid–Chüeboden–Burst–Scharten bis zum Bannwald im südwestlichsten Alpstein.

G VI

Furgglenfirst-Gulmen-Antiklinale

Verläuft parallel zur Mutschen-Synklinale als ausserordentlich konstante Struktur vom Hohen Kasten (hier als liegende Falte) über Furgglenfirst–Kreuzberge–Gätterifirst–Gulmen–Kochler–Chämmerlitobel–Halden–Chopf bis zum Brochenberg. Die Furgglenfirst-Gulmen-Antiklinale ist die südlichste Falte des Alpsteins und bildet gleichzeitig die Begrenzung zur Wildhauser-Mulde.

2. Die Säntis-Zone

Den Hauptanteil der Säntis-Zone nehmen die grossartigen Steilwände am Nordhang des Alpsteins zwischen der Ebenalp im Osten und dem Neuenalpispitz im Westen ein. Mit Leichtigkeit lassen sich schon aus der Ferne die hellgrauen, fast senkrecht abfallenden Felswände aus Schratten-, Valanginian- oder Öhrlikalk, die dunkel und düster anwitternden und über weite Strecken mit Gras bedeckten Kieselkalkbänder, sowie die deutlich zurückwitternden weichen Öhrlimergel und Drusbergschichten von Osten nach Westen am gesamten Säntis-Nordabfall verfolgen.

Am Fuss der Felswände liegen ausgedehnte Gehänge-, Bergsturz- und Moränenschuttmassen, welche leider nur sehr spärliche Einblicke in die Unterlage der mächtigen Kalkmasse des Alpsteins zulassen. Die stellenweise versumpften Gebiete zwischen der Chamthalde und dem Risipass zeigen uns, dass diese Unterlage aus vorwiegend mergeligen und damit undurchlässigen Schichten besteht, welche man der subalpinen Randflysch-Zone zuordnet. Es handelt sich dabei um die Globigerinenmergel, welche altersmässig jünger als die Kalke des Alpsteins sind, was bedeutet, dass die Sedimente der subalpinen Randflysch-Zone von den Kalkmassen des Alpsteins überfahren worden sind. Es wird angenommen, dass die heute in der subalpinen Randflysch-Zone vorliegenden Gesteine ehemals die Bedeckung der werdenden Säntisfalten dargestellt haben, welche sich in einer Frühphase der alpinen Gebirgsbildung von ihrer Unterlage — der Säntis-Decke — losgelöst haben und zufolge Schweregleitung nach Norden abefahren sind. In einem späteren

Zeitpunkt wurden sie von den aus Süden nachrückenden helvetischen Decken wieder eingeholt und sogar noch überfahren.

Nördlich an die breite Mulde zwischen Risipass—Schwägälp—Potersalp—Schwende schliessen die aus Nagelfluh bestehenden Klötze des Kronberges, der Potersalp, der Hochalp und des Stockberges an, welche der subalpinen Molasse angehören und gemeinsam mit der subalpinen Randflysch-Zone die eigentliche Unterlage des Alpsteins bilden.

Einen prachtvollen Überblick über die tektonischen Verhältnisse der zentralen Säntis-Zone gewinnt man vom Stockberg aus (Abb. 9, S. 48). Von diesem herrlichen Aussichtspunkt lässt sich die Abfolge der einzelnen Elemente der Säntis-Zone vorzüglich studieren:

An der Basis der Säntis-Decke liegt die komplizierte nördliche Randmulde (M I c), welche einzig an der Chammhalde richtig aufgeschlossen ist. Darüber folgt die eng zusammengequetschte Chammhalde-Antiklinale (G I b), deren eindruckliche Faltenumbiegung in den Öhrlichichten am Weg von der Chammhalde zum Girensitz bewundert werden kann. Die oberhalb der Schwägälp und Widealp aus den Gehängeschuttmassen aufsteigenden Felswände gehören dem Normalschenkel der Chammhalde-Antiklinale an und bestehen aus Öhrli- und Valanginianskalk. In Richtung Nordwesten, zwischen Widealp und Säntisalp biegen diese Kalke neuerdings um und formen damit die Ochsenbetter-Synklinale (M I b), welche unmittelbar nördlich der Silberplatte abrupt gegen Westen abbricht. Die Seewerkalke als jüngste Schichten im Kern der Mulde folgen erst weiter östlich und setzen sich in Richtung Öhrli fort.

Die Ochsenbetter-Synklinale wird oben (im Hangenden) von der basalen Überschiebungsfläche der Girensitz-Schuppe (G I a) scharf abgeschnitten. Durch die weichen Öhrlimergel der Girensitz-Schuppe wird die gegen 1000 m hohe Säntisnordwand in zwei Abschnitte aufgeteilt. Über dem abgeflachten Öhrlimergelband folgt wiederum die vollständige helvetische Schichtserie bis zu den Seewerschichten zwischen Girensitz und Säntis, die bereits dem Kern der Blauschnee-Synklinale (M I a) angehören.

Die Blauschnee-Mulde bildet das tief eingeschnittene Längstal zwischen Wasserauen und Girensitzsattel. Von hier verläuft die Synklinale weiter durch die ausgedehnten Karrenfelder der Tierwis und überquert anschliessend die Gratlinie zwischen Silberplatte und Stoss. Der Seewerkalk von M I a baut ferner im westlichen Alpstein den Gipfelklotz des Lütispitzes sowie den Neuenalpsitz auf.

Als nächst südliches Element erscheint die Säntis-Antiklinale (G II b), das Kernstück der Säntis-Zone. Diese Falte kulminiert am Säntisgipfel, wo sie uns gleichzeitig ein eindrucksvolles Beispiel einer Faltenumbiegung liefert (Abb. 10, S. 49). Unmittelbar westlich des Säntisgipfels taucht die Antiklinale mit einem Achsengefälle von gegen 30 Grad in den Tierwis-Karrenfeldern unter. Gleichzeitig jedoch entwickelt sich südlich davon aus der Meglisalp-Mulde (M II) die Stoss-Antiklinale (G II a), welche zur wichtigsten Falte im westlichen Alpstein wird.

Als letztes Glied der Säntis-Zone bleibt noch die Meglisalp-Synklinale (M II), welche die Eintiefung zwischen der Rossmad und dem Lisengrat-Horst bildet und deren Seewerkalke den Chalbersäntis aufbauen.

3. Rotsteinpass-Gräppelen-Zone

Der Lisengrat, die Querverbindung zwischen Säntis und Altmann, eignet sich vorzüglich zum Studium der Rotsteinpass-Zone. Man erhält hier zudem einen guten Einblick in die Verhältnisse am Kontakt zur Säntis-Zone.

Überblickt man den Rotsteinpass vom Lisengratweg aus, so fällt einem als erstes die kleine Öhrlikalkfalte mit den sie umhüllenden Valanginianmergeln auf. Diese Falte, die Rotstein-Antiklinale (G III a) stellt den Kern der Rotsteinpass-Zone dar und liegt zugleich im Kontakt zur Säntis-Zone (Abb. 11, S. 50).

Betrachtet man den Nordost-Absturz des Lisengrates von der Wagenlücke aus (siehe Abb. 12, S. 51), so erkennt man, dass der Verkehrtchenkel der Rotstein-Antiklinale von vielen Bruchflächen durchzogen wird und dass einzelne Schichtglieder in ihrer Mächtigkeit stark reduziert sind. Die klare Überschiebungsfläche, an welcher der Verkehrtchenkel von G III a dem Seewerkalk der Meglisalp-Synklinale (M II) aufliegt, zeigt uns, dass die Rotsteinpass-Zone an der Säntis-Zone hochgepresst worden ist.

Auf dem Lisengratprofil (Abb. 11, S. 50) ist die Tektonik im Normalschenkel von G III a in der unmittelbaren Umgebung des Rotsteinpass-Gasthauses dargestellt. Man ersieht daraus, wie kompliziert der Bau der verschiedenen Falten- und Schuppenelemente in dieser Quetschungs-Zone ist.

Die Grenze zur südlich anschließenden Altmann-Schafberg-Zone ist nirgends direkt aufgeschlossen; überall wird sie durch dicken Gehängeschutt verdeckt.

Verfolgen wir die Rotsteinpass-Zone weiter nach Osten, so sehen wir, wie sich die Rotstein-Antiklinale zunächst in den Horst fortsetzt und dann mit einem starken

Achsengefälle nach Oberchellen abtaucht, wo sie von neuem einen kleinen Öhrlikalk-Antiklinalkern bildet.

Abb. 13, S. 52 zeigt die geologische Übersicht über das Gebiet zwischen Marwees und Hundstein. Die Rotsteinpass-Zone baut hier den Bötzel- und Widderalpsattel auf und trennt wiederum die Säntis-Zone (Marwees) von der Altmann-Schafberg-Zone (Hundstein—Widderalpstöcke). Die Rotstein-Antiklinale kann auch am Widderalpsattel — wenn auch undeutlich — nachgewiesen werden. Zum letzten Mal erscheint sie zwischen Chalberweid und Widderalp, unmittelbar am Sax-Schwendi-Bruch. Wie Abb. 13 zeigt, zeichnet sich die Grenze zwischen Rotsteinpass-Zone und Altmann-Schafberg-Zone am Widderalpsattel und Bötzel morphologisch sehr scharf ab, und es besteht kein Zweifel darüber, dass diese Grenze mit einer ausgeprägten Überschiebungsfläche zusammenfallen muss.

Noch schwieriger als im mittleren Alpstein gestaltet sich die Tektonik westlich des Rotsteinpasses. Zwischen Rotsteinpass und Schafboden verliert sich zunächst die Spur der Rotstein-Antiklinale. Möglicherweise wird sie durch die Valanginiankalkfalte beim Gasthaus Schafboden (siehe Abb. 14, S. 53) seitlich ersetzt. Auch in dieser Gegend zeigt sich ein tektonisch gestörter Kontakt von Säntis- und Rotsteinpass-Zone. Es treten verschiedene Verschuppungen auf, und man sieht sich somit auch hier in der Annahme bestätigt, dass die Elemente der Rotsteinpass-Zone machtvoll auf die Säntis-Zone hinaufgepresst worden sind.

Das Alpli, die Senke zwischen der Thurwis und dem Gräppelental, ist geologisch voller Rätsel, und es ist leider nicht möglich, an diesem wichtigen Angelpunkt den direkten tektonischen Zusammenhang zwischen Rotsteinpass- und Gräppelen-Zone nachzuweisen. Immerhin ist aus der analogen Stellung der beiden Täler anzunehmen, dass sie einander auch geologisch gleichzusetzen sind.

Vom Gräppelental lassen sich selbst heute kaum mehr geologische Daten liefern als zu Zeiten von W. Rutishauser, einem poetisch veranlagten Geologen der Zwanzigerjahre, welcher über das Gräppelental folgendes zu berichten wusste:

«So liegt das Gräppelental heute vor uns: ein äusserst mannigfaltiges und tektonisch furchtbar gequältes Gebirge ruht, verborgen unter dem Reiz und der Anmut seiner Wälder und Alpweiden, aber noch glänzt mitten drinn der Spiegel des Gräppelensees, die letzte Träne erlittener Qual.»

FALTENACHSENKARTE DES SÄNTISGEBIRGES

Färenerspitz ▲

WEISSBAD ○

SÄNTIS - ZONE

- M Ic NÖRDLICHE RANDMULDE
- G Ib CHAMMHALDEN - ANTIKLINALE
- M Ib OCHSENBETTER - SYNKLINALE
- G Ia GIRENSPITZ - ANTIKLINALE
- M Ia BLAUSCHNEE - SYNKLINALE
- G IIc HÜTTENALP - ANTIKLINALE
- M Ia' NEBENSYNKLINALE SEEALPSEE
- G IIb SÄNTIS - ANTIKLINALE
- M I GRUEBEN - SYNKLINALE
- G IIa STOSS - ANTIKLINALE
- M II MEGLISALP - SYNKLINALE
- M IIa MUTTELI - SYNKLINALE
- M IIb TROSEN - SYNKLINALE

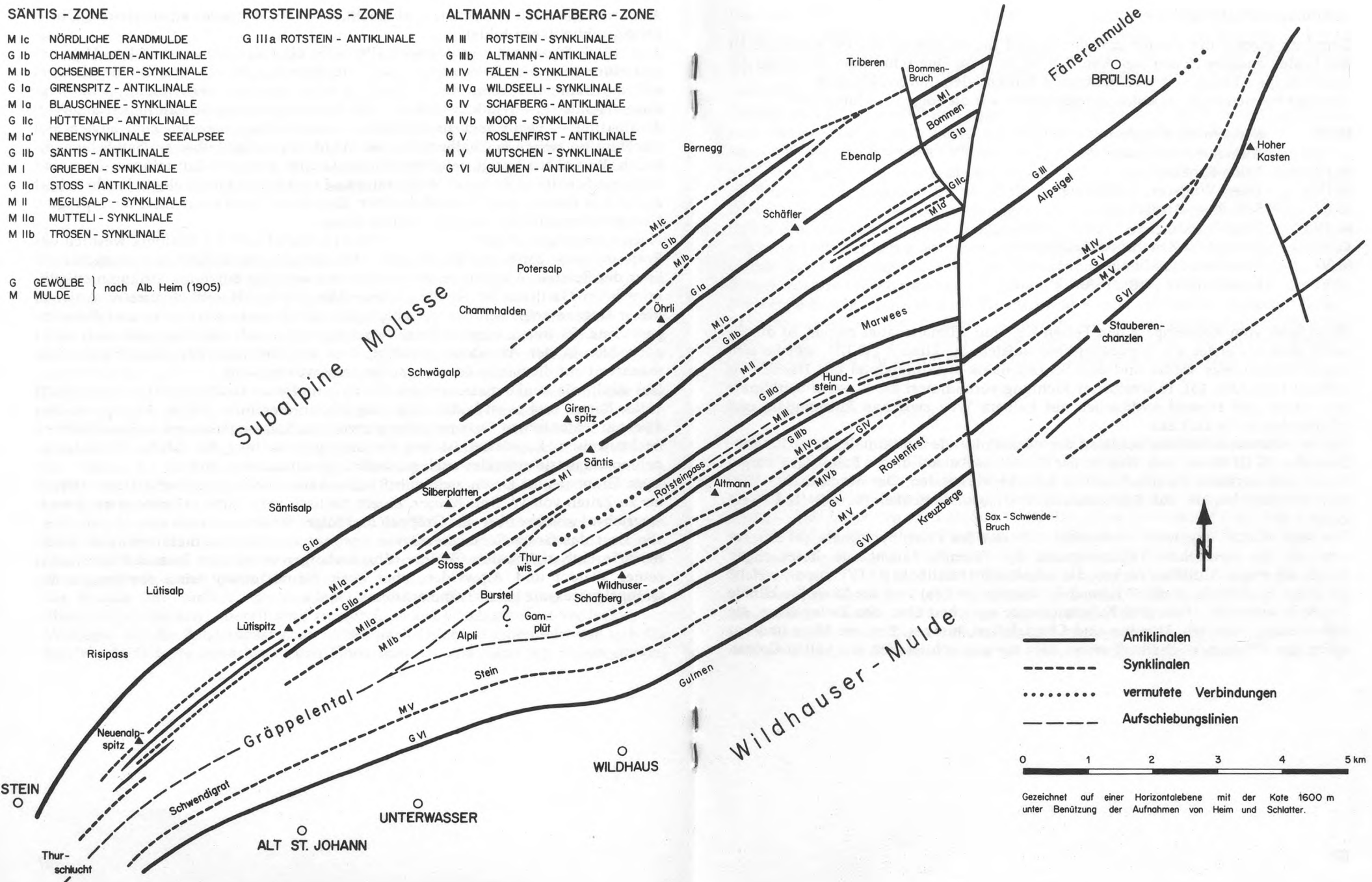
ROTSTEINPASS - ZONE

- G IIIa ROTSTEIN - ANTIKLINALE

ALTMANN - SCHAFBERG - ZONE

- M III ROTSTEIN - SYNKLINALE
- G IIIb ALTMANN - ANTIKLINALE
- M IV FÄLEN - SYNKLINALE
- M IVa WILDSEELI - SYNKLINALE
- G IV SCHAFBERG - ANTIKLINALE
- M IVb MOOR - SYNKLINALE
- G V ROSLENFIRST - ANTIKLINALE
- M V MUTSCHEN - SYNKLINALE
- G VI GULMEN - ANTIKLINALE

G GEWÖLBE } nach Alb. Heim (1905)
M MULDE }



- Antiklinalen
- - - Synklinalen
- vermutete Verbindungen
- - - - - Aufschiebungslinien



Gezeichnet auf einer Horizontalebene mit der Kote 1600 m unter Benützung der Aufnahmen von Heim und Schlatter.

4. Altmann-Schafberg-Zone

Geradezu eigenwillig nimmt sich der Baustil dieses Abschnittes im Vergleich zu den beiden anderen Zonen aus. Abb. 7, S. 47, zeigt im Querschnitt des Altmanns die regelmässige Abfolge von wohlgeformten Antiklinalen und Synklinalen.

Von Nordwesten nach Südosten unterscheiden wir die folgenden Elemente:

M III	Rotstein-Synklinale
G III b	Altmann-Antiklinale
M IV	Fälen-Synklinale
M IV a	Fälen-Wildseeli-Synklinale
G IV	Schafberg-Antiklinale
M IV b	Moor-Synklinale
G V	Roslenfirst-Zehenspitz-Antiklinale
M V	Mutschen-Synklinale
G VI	Furgglenfirst-Gulmen-Antiklinale

Steigt man vom Rotsteinpass den Felsenweg zum Altmannsattel empor, so durchquert man als erstes die enggequetschte Rotstein-Synklinale (M III), welche sich gegen Osten etwas weitet und den Schrattenkalk-Synklinalgipfel des Hundsteins aufbaut (vgl. Abb. 13). In westlicher Richtung verkümmert die Rotstein-Synklinale sehr rasch und streicht schliesslich auf halbem Weg zwischen Rotsteinpass und Schafboden in die Luft aus.

An die Rotstein-Synklinale schliesst die nächstfolgende Antiklinale, das Altmann-Gewölbe (G III b) an. Am Weg ist der Verkehrtchenkel dieser Falte stark ausgedünnt und nurmehr als unscheinbare Scherbe vorhanden. Der durchfurchte klotzige Altmann besteht aus Schrattenkalk des Normalschenkels von G III b (vergleiche Abb. 7).

Das sehr schmal angelegte Fälenseetal fällt mit der Fälen-Synklinale (M IV) zusammen. Im westlichen Talhintergrund der Fälenalp taucht aus dieser engen Mulde ein neuer Antiklinalrücken, die Schafberg-Antiklinale (G IV) empor, welche die Fälen-Synklinale in die Wildseeli-Synklinale (M IVa) und die Moor-Synklinale (M IV b) zweiteilt. Diese drei Faltelemente streichen über den Zwinglipass, die Einsattelung zwischen Altmann und Chreialpfirst, hinweg. Erst am Moor und vor allem am Wildhuser-Schafberg entwickeln sie sich schliesslich zur vollen Grösse.

Die Südflanke des Färentales bildet der Roslen- und Chreialpfirfirst, eine weitradige Antiklinale, bestehend aus Schratten- und Seewerkalk. Gegen Westen zu ändert sich die Form dieser Roslenfirst-Zehenspitz-Antiklinale (G V) sehr rasch, indem das Gewölbe seitlich zusammengepresst und gleichzeitig auf die Moor-Mulde aufgeschoben ist.

Die Roslenalp, das südlichste Längstal des Alpsteins, liegt in der Mutschen-Synklinale (M V). Wie in allen übrigen Synklinaltälern besteht die Füllung der Mulde auch hier aus den Seewerschichten, den jüngsten Sedimenten des Alpsteins.

Als letzte Kette reiht sich noch die 12 km lange Furgglenfirst-Gulmen-Antiklinale (G VI) an. Am Brochenberg oberhalb von Starckenbach im Toggenburg ist das Gewölbe zum ersten Mal schwach angedeutet; es entwickelt sich in der Folge gegen Osten am Gulmen zu einer machtvollen, stehenden Antiklinale. Anschliessend wird die Falte seitlich zusammengepresst, und die stärkste Kompression wird im Gebiet der Kreuzberge erreicht, wo der Schrattenkalk-Nordschenkel von G VI in diesen bizarren Kletterspitzen senkrecht in die Höhe strebt. Östlich des Sax-Schwende-Bruches zeigt sich am Furgglenfirst wieder eine weite, aufrechte Gewölbeform, wie wir sie zuvor bereits am Gulmen angetroffen haben. Im östlichen Alpstein beginnt das Gewölbe nach Nordwesten zu überkippen, und am Hohen Kasten ist es schliesslich zur flachliegenden Falte umgebildet worden (Abb. 16, S. 54).

5. Der Wildhuser-Schafberg

Der geologisch schönste Berg im gesamten Alpstein ist sicherlich der Wildhuser-Schafberg, nebst den Churfirften das Wahrzeichen des obersten Toggenburgs. Abb. 14, S. 53, zeigt die geologische Interpretation der geradezu einmaligen Faltengirlanden am Wildhuser-Schafberg. Hinzu kommt noch, dass der Berg völlig isoliert dasteht und mit seinen 2373 Metern Höhe das ganze umliegende Gebiet dominiert, was besonders klar auf der Flugaufnahme (Abb. 8, S. 23) zum Ausdruck kommt.

Welches mögen nun die Gründe für die dominierende Stellung dieses Berges sein? Betrachtet man die Abb. 8, so fällt einem auf, dass dem Wildhuser-Schafberg eine gleichwertige westliche Fortsetzung fehlt; an seinem Westfuss klafft sogar ein ausgesprochenes «Loch», die Senke des Alplis. Vom Alpli führt eine kleine Steilstufe nach Gamplüt, einer flachen Einsattelung zwischen dem Wildhuser-Schafberg und dem Stein. Letzterer besteht aus einer bewaldeten Schrattenkalkrippe, welche die

direkte westliche Fortsetzung des Südschenkels der Zehenspitz-Antiklinale (G V) darstellt.

Entlang dieses Quertales von Gamplüt verläuft nun eine tiefgreifende Störungsline, an welcher die Fortsetzung des Schafberges abgebrochen ist. Zwischen Horen und Gersellen wird die Störungszone durch vollkommen zermalmt und zerbrochenes Gesteinsmaterial markiert.

Alb. und Arn. Heim haben angenommen, dass der Westteil des Wildhuser-Schafberges einer kräftigen Erosion zum Opfer gefallen sei. Mit dem Nachweis der grossen Gamplüt-Störungsline muss diese Hypothese angezweifelt werden, um so mehr, als bei Horen, unmittelbar westlich der Hauptstörung, senkrecht stehende Schrattenkalke, Seewerkalke und «Gault» vorliegen, welche zweifellos einem abgebrochenen Relikt des Schafberges angehören. Auf Grund von Vergleichen der Schichten bei Horen und derjenigen des Schafberges muss angenommen werden, dass Teile des Wildhuser-Schafberges an dieser Störungszone von Gamplüt um mehr als 500 m in die Tiefe versetzt worden sind.

Wo nun aber der gesamte, abgebrochene Westteil des Schafberges tatsächlich liegt, darüber tappt man noch weitgehend im Dunkeln. Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen bestehenden Hypothesen näher zu erläutern.

Neue Erkenntnisse über die Stellung des Wildhuser-Schafberges innerhalb der Altmann-Schafberg-Zone konnten durch eine Rekonstruktion der bestehenden Neigungen der Antiklinal- und Synklinalachsen gewonnen werden. Dabei ergab sich, dass sämtliche Achsen der nördlichen Altmann-Schafberg-Zone (M III bis G V) von Nordosten nach Südwesten bis zu ihrem Abbruch am Wildhuser-Schafberg kräftig ansteigen. Demgegenüber weisen die beiden südlichsten Elemente, die Mutschen-Synklinale (M V) und die Furgglenfirst-Gulmen-Antiklinale (G VI) umgekehrt ein ebenso grosses Gefälle gegen Südwesten auf.

Das Ansteigen der Faltenachsen am Wildhuser-Schafberg lässt sich nur damit erklären, dass der gesamte Block des Wildhuser-Schafberges herausgehoben, ja geradezu herausgepresst worden ist. Als nördliches Widerlager wirkte die Säntis- und die Rotsteinpass-Zone, während die eigentliche Herauspressung auf die massive «Unterfahrung» des Schafberges durch die Mutschen-Synklinale zurückzuführen ist. Diese «Unterfahrung» drückt sich im erwähnten Achsengefälle von M V und G VI gegen Südwesten aus. Ob jene Hebung in ursächlichem Zusammenhang mit dem Abbruch des westlichen Wildhuser-Schafberges steht, ist schwierig zu entscheiden.

6. Die Faltung des Alpsteins

Die Differenzen im tektonischen Bau der drei beschriebenen Längszonen erlauben uns, gewisse Rückschlüsse auf den Ablauf der Faltung des Alpsteins zu ziehen. Nachdem die Front der aus Süden abgleitenden Säntis-Decke das Gebiet des heutigen Alpenrandes erreicht hatte, begann — bedingt durch den Widerstand der Nagelfluhmassen der subalpinen Molasse — als erstes die Auffaltung der Säntis-Zone. Es wurden von Norden nach Süden fortwährend neue Faltelemente angegliedert. Gleichzeitig wurden die zuerst gebildeten Antiklinalen und Synklinalen unter dem herrschenden Druck zusammengepresst und allmählich nach Norden überkippt. Bereits jetzt kam es möglicherweise zur Bildung der ersten Schuppen. Nachdem in der Säntis-Zone ein Maximum der Faltung und Zusammenpressung erreicht war, mussten die weiterhin anhaltenden Schubkräfte einer späten Stauchphase der alpinen Gebirgsbildung auf andere Weise, nämlich durch Aufschiebungen, aufgenommen werden. Diese finden sich in der Rotsteinpass-Gräppelen-Zone, welche gewissermassen eine Pufferzone zwischen den nördlichsten und südlichsten Falten des Säntisgebirges darstellt. Damit erklärt sich auch die komplizierte Falten- und Schuppentektonik zwischen Widderalp, Rotsteinpass und Thurwis. Dass diese Aufschiebungen ausgerechnet in das Gebiet der Rotsteinpass-Gräppelen-Zone fallen, mag mit der Vermergelung der Unterkreide gegen Süden in Zusammenhang stehen, welche an dieser Stelle zweifellos eine Reduktion der Scherfestigkeit der Säntis-Decke bewirkte.

Th. Kempf

4. Täler und Gletscher im Alpstein

Allgemeines

Das heutige Relief eines Gebirges ist durch das Wechselspiel zweier einander während Jahrmillionen entgegenarbeitenden Kräfte gestaltet worden. Die aus dem Erdinnern stammenden gebirgsbildenden Kräfte (endogene Kräfte) schaffen die Höhenunterschiede. Sie heben die Gesteine über ihre Nachbarschaft heraus und versteilen das Gefälle. Ihnen arbeiten die von aussen her auf die Oberfläche wirkenden exogenen Kräfte der Verwitterung und der Abtragung (Erosion) entgegen. Ihr Ziel ist die Ausgleicheung der Höhenunterschiede, die Schaffung einer flachen Rumpfebene. Sobald eine Region sich über den Meeresspiegel oder über ihre Umgebung erhebt, ist sie unweigerlich der Abtragung, der Erniedrigung und der Verwitterung ihrer oberflächennahen Gesteine unterworfen.

Während des Tertiärs, der Zeit der Hochtürmung unserer Alpen, herrschte ein feuchtes, warmes Klima. Die intensive Abtragung durch das fliessende Wasser hat deshalb tiefe Narben im Gebirge hinterlassen. Diese Narben, die Täler und die stehengebliebenen, herausgewitterten Kämme stehen aber zumeist in engem Zusammenhang mit der inneren Struktur des Gebirges, mit den baulichen (tektonischen) Verhältnissen und mit dem Gesteinscharakter. Die primäre Absicht eines Flusses ist es, sich senkrecht in die Tiefe einzuschneiden — also Täler zu graben — und gleichzeitig der Schwerkraft entsprechend entlang dem grössten Gefälle in die tiefsten Becken abzufließen. Kombinieren wir diese Tendenz der Fluss-Erosion mit der Struktur des Untergrundes, so lässt sich etwa folgendes sagen:

Täler werden wir in Mulden (Synklinalen), in verwitterten und aufgebrochenen Gewölben (Antiklinalen) und in weichen Gesteinszügen (Isoklinalen) vorfinden. *Höhenzüge* dagegen werden mit intakten Gewölben oder mit aufstrebenden und herausgewitterten harten Gesteinsschichten zusammenfallen. Oft aber entspricht eine Talanlage keineswegs den Verhältnissen in ihrem Grund, sondern steht zu dessen Strukturen völlig schief. Solche antezedente Flüsse müssen vor der Auf-faltung bestanden und während der Hebung des Gebirges genügend eintiefende Kraft besessen haben, um ihr Bett beizubehalten. Im geologisch jungen Alpstein treffen wir aber auch Talfluchten im aufgebrochenen Kern einer Antiklinale an: Relief-Umkehr (z. B. hintere Öhrli-grueb, Widderalp-Bötzel).

Der Gesteinsschutt, der letztlich einem Fluss die erodierende und eintiefende Kraft verleiht, wird in die Tiefe, ins Vorland hinausgetragen, wo er sich in Schuttkegeln und Deltas ablagert. So ist die Molasse im Vorfeld des Alpsteins entstanden.

Talbildung im Alpstein

Der Alpstein ist im jüngern Tertiär, in der Spätzeit der Alpenfaltung, an seinen heutigen Platz hoch über den Molassefelsen gerückt worden. Während seiner Verschiebung war er nicht nur von höheren, ostalpinen Elementen bedeckt, sondern auch in eine mächtige Hülle von weichen Flyschgesteinen, den letzten Ablagerungen vor der Verfaltung, eingewickelt. Das bedeutendste Relikt dieses Flyschmantels ist in der Fänern bei Brülisau erhalten geblieben. Die Abtragung durch die Flüsse und die Verwitterung setzten vorerst in diesen Hüllgesteinen ein. Erst viel später, nämlich nach der Freilegung der Kreidefalten von ihrer Bedeckung, griff die Erosion auch auf diese über. Die weitgehende Übereinstimmung der Oberflächen-gestaltung mit dem geologischen Innenbau des Alpsteins ist wohl — neben der isolierten Hochlage des Massivs — in erster Linie auf die relativ späte Exposition gegenüber den erodierenden Kräften zurückzuführen. Betrachtet man eine topo-graphische Karte, so erkennt man, dass die Kammlinien zumeist herausgewitterten harten Kalkschichten in Gewölben entsprechen, während die vorherrschenden Längstäler den Synklinalen folgen oder weiche Kalkschieferzonen bevorzugen. Der Verlauf der Talzüge entspricht in weitem Masse der Richtung der parallelen Faltenachsen.

Andere, ebenfalls tektonisch bedingte Formen bereichern noch das morphologische Bild des Alpsteins. Das Massiv ist reich an *Querbrüchen*, welche eine oder mehrere Falten durchreißen und sie gegeneinander verstellen. Diese Querbrüche sind in ihrer Entstehung meist jünger als die Anlage der Steigfalten. Solchen Brüchen und Verwerfungen, entlang denen die Gesteine zermalmt sind, folgen oft Talfluchten, welche schief zum Streichen des Gebirges verlaufen. Einige Beispiele unter vielen mögen dies illustrieren. Im Osten durchschneidet der abgesunkene weite Graben des St. Galler Rheintales die Frontketten der Alpen in süd-nördlicher Richtung und setzt die südlichste Alpsteinfalte (Hohkastenfalte) sukzessive gegen Osten ab (Bruchterrasse), bis sie unter dem Talboden bei Rüthi verschwindet, um in den Bergen des Bregenzerwaldes wieder aufzusteigen. Der Sax-Schwende-Bruch, der

imposanteste Querbruch im Alpstein, gab Anlass zur Ausbildung einer beinahe geschlossenen Folge von Quertalungen (Saxer Lücke, Bollenwees, Bogartenlücke, Hüttentobel). Die den Seealpsee dominierende Ostwand der Rossmad geht ebenfalls auf einen Querbruch zurück; er lässt sich sowohl nach Süden ins Freiheit-Massiv, wie auch nach Norden in die Altenalptürme hinein als Talzug verfolgen. Auch die Senke von Gamplüt—Lauchwis folgt einem Querbruch.

Betrachten wir die Höhenlage der Falten im *Längsprofil*, also parallel den Faltenachsen, so fällt die zentrale Kulmination im Querschnitt Girenspez—Säntis—Lisen-grat—Altmann auf. Diese erfüllt die Funktion einer westöstlichen Wasserscheide. Beidseits, nach Osten wie nach Westen, sinken die Falten gemeinsam ab. Gegen Osten taucht zunächst die nördlichste Kette (Ebenalp) bei Schwende unter den Talboden und gestattet dem Schwendebach seinen Austritt aus dem Gebirge. Die Falte des Alpsigels sinkt im Brüeltobel axial ab; entlang ihrer Flanke findet der Brüelbach seinen Weg ins Vorland. Im Westen folgt der Durchbruch der Thur zwischen Starkenbach und Stein einer Depression, einer Tiefenlage der Frontkette zwischen Alpstein und Mattstock.

Die *Gliederung der Hänge* — obwohl in ihrer Bedeutung gegenüber den Talungen zurücktretend — ist ebenfalls ein Produkt der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der Alpsteingesteine gegenüber der Verwitterung und der Erosion. Harte, aber lösliche und stark zerklüftete Kalke, insbesondere der mächtige helle Schrattekalk, wechsellagern mit weichen, leicht zerstörbaren Mergeln, Sandsteinen und Kalkschiefern (siehe Kapitel 3). Erstere wittern zu senkrechten, ja überhängenden Felswänden heraus (Kreuzberge, Altmann, Altenalptürme usw.); letztere verflachen zu grasbewachsenen und begehbaren Terrassen (Schrennenweg u. a.).

Auffällig ist im Alpstein die geringe Menge des oberflächlich abfließenden Wassers. Diesem Umstand verdankt das Gebirge ebenfalls zum Teil seinen «jugendlichen» Charakter, die nahezu vollständige Übereinstimmung des Innenbaues mit den Oberflächenformen. Kalkoberflächen, wie sie im Alpstein verbreitet vorkommen, sind gegenüber dem Regenwasser und seinen chemischen Beimengungen, insbesondere dem Kohlendioxid, wenig widerstandsfähig und lösen sich in einem sehr langsamen Prozess auf. Die erste Folge sind ausgedehnte *Karrenfelder* (z. B. Tierwis, Stifel u. a.). Schliesslich frisst sich das aggressive Wasser entlang den zahlreichen Klüften ganze unterirdische Höhlensysteme heraus und entzieht so weite Gebiete der oberflächlich erodierenden Einwirkung. Etliche Seen sind ohne

sichtbaren, oberirdischen Abfluss. Fälensee und Säntisersee entwässern unterirdisch; ihr gemeinsamer Abfluss erscheint erst wieder in der Mühlebachquelle oberhalb von Sennwald. Die Durchflusszeiten schwanken je nach Wasserstand der Seen und betragen für den Fälensee zwischen 26¹/₂ Stunden und 15 Tagen, für den Säntisersee zwischen 24¹/₂ Stunden und 6 Tagen. Diese Durchflusszeiten wurden durch Färbung mit Fluoreszein resp. durch Versetzen mit Kochsalz ermittelt. Andererseits sind wasserreiche Stromquellen bekannt, als Austritt des Wassers aus weitverzweigten Höhlensystemen: Thurquelle, Auentshuder bei Wasserauen, Mühlebachquellen. In den vielen Versickerungstrichtern (z. B. Gartenalp, Ebenalp, Alp Sigel, Kamor) kann man das Verschwinden des Wassers in die Tiefe der Dolinen geradezu verfolgen. Besonders die zahlreichen *Höhlen* (Wildkirchli, Furgglenhöhle, Eishöhle, Säntishöhle, Alpeelhöhle, Kristallhöhle von Kobelwald usw.) — teilweise auch mineralogisch und archäologisch von Bedeutung — spielen im Formenschatz des Alpsteins eine wesentliche Rolle.

Gletscherwirkungen im Alpstein

Gegen Ende des Tertiärs wurde das Klima in unseren Breiten zusehends kühler, und schliesslich bildeten sich im Hintergrund der Gebirgstäler Gletscher aus, die während des Diluviums mehrmals weit ins Vorland vorstießen (Tab. 2, S. 8). Zwischen diese Vorstösse schalteten sich jeweils längere Warmzeiten ein, während denen die Eismassen wieder bis in ihre hochgelegenen Nährgebiete zurückschmolzen und Pflanzen, Tiere und Menschen von den Voralpen Besitz ergriffen (z. B. Wildkirchli). Auch die Gletscher haben dem Formenschatz im Alpstein ihren bleibenden Stempel aufgedrückt, auch wenn sie nur die bereits geschaffenen Flusstäler benützten. Es seien an glazialen Formen genannt: Kare, Gletscherschliffe, Rundhöcker, Talstufen mit Wasserfällen und Moränen.

Gletscherschliffe und typische Rundhöcker suchen wir im Alpstein vergebens, da das einzige resistente und harte Gestein, das diese Formen erhalten könnte — der Kalk — vom Regenwasser verkarstet wurde. Hingegen deuten viele nischenartige Tröge nahe den Kammlinien auf intensive Frost- und Erosionswirkung des Eises in den Nährgebieten oder *Karen* hin (z. B. Nischen zwischen Stoss und Silberplatte, zwischen Girensplatz und Säntis, zwischen Moor und Altmann, Schafboden).

Der Gletscher weitet ein Tal beim Durchfliessen zu einer U-Form aus; er bildet weite *Taltröge* mit steilen Flanken, die beidseits — auf der Höhe der Eisoberfläche —

von flacheren Trogschultern flankiert sind. Solche U-Formen treten uns in den Tälern von Seealp, Teselalp, Meglisalp und Fälenalp entgegen, aber auch im Thurtal zwischen Unterwasser und Starckenbach. Die Hänge des Obertoggenburgs sind aber nicht nur von den Lokalgletschern des westlichen Alpsteins, sondern ebenso sehr von einem über die flache Passlücke von Wildhaus eintretenden Seitenast, einer Transfluenz des Rheingletschers geprägt worden. Schliesslich sei noch der *Talstufen* gedacht, der Steilstufen in einem Tallauf, welche ihn in mehrere flache Abschnitte aufteilen. So mündet das Sämtisthur-Tal in mehreren Stufen ins Obertoggenburg. Auch die Stufen von Meglisalp—Seealp, von Mesmer—Seealp und das Brüeltobel sind teilweise glazialen Ursprungs.

Der Alpstein wird vielfach als das geologisch schönste und klarste Gebirge der Erde bezeichnet. Mag dies vielleicht auch übertrieben klingen, so bleibt doch die Tatsache bestehen, dass hier wie kaum anderswo die Folgen des harmonischen Zusammenspiels und des Wettstreites der grossartigen Naturkräfte im wuchtigen Massiv in voller Klarheit zutage treten. Schätzen wir uns glücklich, ein solches Kleinod unser eigen zu nennen, und tragen wir Sorge zu dieser einmalig schönen Gegend der Schweiz mit seiner reichen Pflanzen- und Tierwelt!

H. Heierli

Einige geologische Fachausdrücke

Akkumulation	Aufschüttung, Ablagerung von Gesteinsmaterial
Allochthon	Gesteinsmaterial, das von anderen Orten zusammengeschwemmt wurde. Auch Gesteinskomplexe, die nicht mehr am Ort ihrer Bildung liegen (Gegensatz: autochthon)
Alluvium	Flussablagerung Auch die jüngste, heutige Abteilung der Erdgeschichte nach Rückzug der Gletscher der letzten Eiszeit vor zirka 10 000 Jahren
Alpen	Vorwiegend im Tertiär aufgefaltetes Gebirge zwischen Marseille und Wien
Antezedent	Fluss, der sich während des Aufstiegs eines Gebirges gleichzeitig einsägt und seinen Lauf behauptet
Antiklinale	Sattel, Gewölbe, höchster Punkt einer Gesteinsfalte (Gegensatz: Synklinale)
Ära	Grösste geologische Zeiteinheit (Erdzeitalter), z. B. Neozoikum
Autochthon	An Ort und Stelle gebildet (Gegensatz: allochthon)
Brekzie, Breccie	Trümmergestein mit eckigen Bruchstücken, durch ein Bindemittel (Zement) verkittet
Bruch	Verwerfung
Decke	Auf fremder Unterlage überschobene Gesteinsplatte oder Gesteinsfalte (Überschiebungsdecke)
Deckenkern	Das älteste Gestein einer Decke
Deckenstirn	Frontpartie einer Decke
Denudation	Entblössung der Erdoberfläche durch Verwitterung und Wasser
Depression	Senke, tiefster Punkt in der Längsachse einer Faltenschar (Gegensatz: Kulmination)
Detritus	Gesteinsschutt
Diagenese	Verfestigung von abgelagerten Lockermassen zu Sedimentgesteinen
Diluvium	Abteilung des Quartärs (Pleistozän), «Sintflut», Eiszeitalter
Diskordant	Schichten, die nicht parallel gelagert sind (Gegensatz: konkordant)
Dislokation	Krustenbewegung und -verschiebung, allg. Ortsveränderung
Doline	Trichterförmige Vertiefung in verkarsteten Kalkgebieten
Eiszeit	Abschnitt der Erdgeschichte mit kühlerem Klima und Vorrücken der Gletscher ins Vorland
Emersion	Emportauchen des Landes aus dem Meer (vgl. Regression)

Endogen	Geologische Erscheinungen, die durch Kräfte hervorgerufen werden, welche ihren Sitz im Erdinnern haben (z. B. Vulkanismus, Gebirgsbildung) (Gegensatz: exogen)
Epigenetisch	Täler, deren Verlauf durch frühere, jetzt nicht mehr vorhandene geologische Verhältnisse bedingt ist (vgl. antezedent)
Epikontinental	Flachmeerisch, küstennahe
Erosion	Ausnagung und Abtragung der Erdoberfläche durch Wasser, Wind, Eis usw.
Erratischer Block	Findling, vom Gletscher ins Vorland transportiert
Erstarrungsgestein	Bei der Abkühlung einer magmatischen Schmelze entstanden (Kristallin)
Evolution	Ruhige Zeiten in der Entwicklung der Erdgeschichte (Gegensatz: Paroxysmus)
Exogen	Geologische Erscheinungen, die durch Kräfte hervorgerufen werden, welche ihren Ursprung ausserhalb der festen Erde haben (z. B. Verwitterung, Erosion) (Gegensatz: endogen)
Fallen	Neigungswinkel einer Gesteinsschicht gegen die Horizontale längs der Fall-Linie (vgl. Streichen)
Falte	Verbogener Gesteinskomplex (seitlicher Druck)
Faltengebirge	Aus einer Geosynklinale durch seitlichen Schub entstandenes Gebirge
Fazies	Gesamtheit der Merkmale eines Gesteinskomplexes in bezug auf Gesteinsbeschaffenheit (Lithologie) und Fossil-Inhalt
Fenster	Durch Erosion entstandene Lücke in einer Decke, durch die der tiefere Untergrund sichtbar wird (Gegensatz: Klippe)
Flexur	Knieförmige, bruchlose Falte
Fluviatil	Von Flüssen bearbeitet oder geschaffen
Fluvioglazial	Durch vereinigte Fluss- und Gletscherwirkung entstanden
Flysch	Abtragungsgestein der Alpenfaltung aus Kreide und älterm Tertiär, das auch mitgefaltet wurde
Fossil	Versteinerter Überrest von ausgestorbenen Lebewesen (meist Hartteile). Versteinerung. Auch: Ereignisse der geologischen Vergangenheit (Gegensatz: rezent)
Geantiklinale	Grossradige Aufwölbung der Erdkruste
Geosynklinale	Dünne und labile, bewegliche, einsinkende Zone der Erdkruste, die sich mit Sedimenten füllt und später zu Gebirgen aufgefaltete wird. Meist ein Ozeanboden
Geothermische Tiefenstufe	Betrag in Meter, um den man in die Erde hinabsteigen muss, um eine Temperaturerhöhung von 1° C zu beobachten (Mittelwert 30 m)

Geschiebe	Durch Gletscher transportierte, eckige Gesteinsbrocken
Glazial	Vom Gletscher bearbeitet, auch Eiszeit
Gondwanaland	Einheitliche Landmasse der Südhalbkugel im Erdaltertum, welche Südamerika, Südafrika, Vorderindien, Madagaskar, Australien und die Antarktis umfasste
Graben	Zwischen zwei Horsten entlang Verwerfungen oder Flexuren eingesunkenes, langgestrecktes Stück der Erdrinde (Dehnung)
Grundgebirge	Vorwiegend präkambrische Gesteinsmassen, die durch Druck und Hitze umgewandelt werden (Metamorphose)
Grünesteine	In der Frühzeit der Alpenfaltung (Jura, Kreide) aufgedrungene und am Meeresgrund erstarrte dunkle (grüne) Magmen (Ophiolithe)
Helvetische Decken	Zu mehreren Decken zusammengeschiebener Gesteinskomplex, der aus seinem Ablagerungsraum auf dem Rücken und südlich der Zentralmassive über diese hinweg bis an die heutige nördliche Alpenfront verfrachtet wurde
Horst	Zwischen abgesunkenen Erdrindenteilen stehengebliebene Hochscholle (vgl. Graben)
Immersion	Höchststand des Meeres bei Überflutung
Interglazial	Warmzeit zwischen zwei Gletschervorstößen (Zwischeneiszeit)
Intrusion	Eindringen von Magma in einen Gesteinskörper unter Aufschmelzung
Inundation	Überflutung des Landes durch das Meer (vgl. Regression)
Isoklinal	Zwei gleichsinnig einfallende Faltschenkel
Isostasie	Lehre von den vertikalen Ausgleichsbewegungen der auf dem Magma schwimmenden Erdrindenschollen (Schwimmgleichgewicht)
Jura	Faltengebirge nördlich des Mittellandes, in der Spätzeit der Alpenfaltung entstanden (auch Formation des Erdmittelalters)
Kar	Nischenartige Hohlform im Hochgebirge als Geburtsstätte eines Gletschers
Karren	Rinnen auf Kalkoberflächen (Schratten), entstanden infolge Auslaugung durch Regenwasser (chemische Verwitterung)
Karstgebiet	Kalkgebiet mit Erscheinungen der chemischen Verwitterung durch das Regenwasser (Karren, Dolinen, Höhlen)
Klippe	Von einer Decke durch Erosion oder tektonische Vorgänge isoliertes Relikt auf fremder Unterlage (Gegensatz: Fenster)
Konglomerat	Trümmergestein mit gerundeten Bruchstücken, verkittet durch einen sandigen, kalkigen oder tonigen Zement

Konkordant	Schichten mit gleichsinniger, ungestörter Lagerung (Gegensatz: diskordant)
Kontinent	Hochscholle der Erdkruste, deren Wurzel tief ins Magma hinabreicht
Konvektionsströme	Ausgleichsströmungen im Magma des Erdinnern, hervorgerufen durch Unterschiede in der physikalischen oder chemischen Beschaffenheit
Kristallin	Gesteine, deren Bestandteile körnige Kristalle sind (z. B. Granit, Gneis)
Kulmination	Höchster Punkt in der Längsachse einer Faltenschar (Gegensatz: Depression)
Leitfossil	Tierische oder pflanzliche Versteinerung einer kurzlebigen Art mit weltweiter Verbreitung, leitend für bestimmten geologischen Zeitabschnitt
Limnisch	Ablagerung im Süßwasser (z. B. Seen)
Lithologie	Physikalische Gesteinsbeschaffenheit
Lithosphäre	Die feste Erdkruste, Erdrinde, «Gesteinschale»
Litoral	Ablagerungen am Meeresstrand und auf dem Schelf
Magma	Heisse Silikatschmelze (Gesteinsschmelze, Gesteinsbrei) im Erdinnern, mit Gasen durchtränkt
Metamorphose	Umwandlung von Gesteinen durch Hitze, Druck usw. unter teilweiser Neubildung von Mineralien und Veränderung der Struktur
Mittelland	Senke im nördlichen Vorland der Alpen, die sich während der Alpenfaltung mit dem Abtragungsschutt des Gebirges (Molasse) füllte
Molasse	Fluviatiler Abtragungsschutt der werdenden Alpen im Mittelland
Moräne	Der von Gletschern fortgeführte und abgelagerte Schutt
Morphologie	Lehre von den Formen der festen Erdoberfläche und von den sie gestaltenden Kräften
Nagelfluh	Grobes Konglomerat der Schweizer Molasse
Neritisch	Meeresablagerungen der Flachsee (bis ca. 200 m Tiefe)
Ophiolith	Grüngestein
Orogenese	Gebirgsbildung aus einer Geosynklinale
Ostalpine Decken	Entstammen dem südlichen Schelf der alpinen Geosynklinale und sind am stärksten und weitesten nach Norden vorgeschoben worden. Sie sind die höchsten Elemente der Schweizer Alpen
Paroxysmus	Heftige Steigerung des tektonischen Geschehens (Orogenesen, Erdbeben) (Gegensatz: Evolution)
Pelagisch	Ablagerungen in der küstenfernen Hochsee

Pelit	Sehr feines Trümmergestein (z. B. Ton, Mergel)
Peneplain	Durch Abtragung eingeebnete Landschaft (Rumpffläche, Fastebene)
Penninische Decken	Entstammen dem tiefsten, zentralen Trog der alpinen Geosynklinale und finden sich vorwiegend südlich der Zentralmassive
Periglazial	Unmittelbares Vorland eines Gletschers
Pluton	Magmatischer Gesteinskörper in der Tiefe
Polfluchtkraft	Zentrifugalkraft der rotierenden Erde, welche die schweren Kontinentalschollen vom Pol weg gegen den Äquator zu treibt
Psammit	Feines Trümmergestein (z. B. Sandstein)
Psephit	Grobes Trümmergestein (z. B. Brekzie, Konglomerat, Nagelfluh)
Regression	Rückzug des Meeres (Gegensatz: Transgression)
Rekurrenz	Wiederauftreten eines ähnlichen Gesteins in einer späteren Zeit
Rezent	Lebewesen und Bildungen der Gegenwart (Gegensatz: fossil)
Rumpfgebirge	Alte Gebirge, die durch Erosion abgetragen und teilweise eingeebnet wurden
Rundhöcker	Durch Gletscherschliff abgerundete Felserhebungen
Schelf	Flachmeer des Kontinentalsockels
Schratten	Karren
Schweregleitung	Abgleiten von Gesteinsmassen infolge der Schwerkraft entlang Abhängen auf gleitfähiger Unterlage (Gleithorizont)
Sedimentation	Ablagerung der durch Abtragung gelieferten Stoffe Produkt: Sedimentgesteine = Schichtgesteine = Absatzgesteine, deren höchste Schicht normalerweise die jüngste ist
Sial	Äusserste Erdrindenschale, vorwiegend aus Silizium und Aluminium
Sima	Unter dem Sial liegende Schale der Erdrinde, vorwiegend aus Silizium und Magnesium
Solifluktion	Abgleiten und Abrutschen des Verwitterungsschuttes in langsamer Kriechbewegung, «Bodenfliessen»
Stratigraphie	Lehre von den Gesteinsschichten und deren zeitlicher Abfolge
Streichen	Schnittlinie einer geneigten Gesteinsplatte mit der Horizontalen und deren Azimut (vgl. Fallen)
Subalpine Molasse	Südlicher, den Alpen benachbarter Teil des Molassebeckens des Mittellandes, welcher durch den Schub aus Süden zerbrochen und verbogen wurde
Südalpine Decken	Die südlichsten Partien der alpinen Geosynklinale, welche nach Süden zurückgefaltet wurden (vgl. ostalpine Decken)
Syngenetisch	Zu gleicher Zeit entstanden

Synklinale	Mulde, tiefster Punkt einer Gesteinsfalte (Gegensatz: Antiklinale)
Synorogen	Gleichzeitig mit der Gebirgsbildung stattgefunden
Tektonik	Lehre von Bau und Bewegungen der Erdrindenteile
Tethys	Altes Meer zwischen Afrika und Nordeuropa, aus dem die Gebirge Europas hervorgingen (alpine Geosynklinale)
Transfluenz	Übertreten von Gletschern aus dem einen ins andere Tal
Transgression	Vordringen des Meeres (Gegensatz: Regression)
Überschiebungsdecke	Decke
Versteinerung	Fossil
Verwerfung	Bruchfuge zwischen gegeneinander verschobenen Gesteinsmassen
Verwitterung	Zerteilung und Zersetzung der Gesteinsoberfläche durch mechanische und chemische exogene Kräfte
Wurzel	Entstehungsraum, Ursprungsgebiet von Decken
Zentralmassive	Herzynisches Faltengebirge der Zentralalpen, in der Karbonzeit des Erdaltertums entstanden, welches für die Alpenfaltung richtungsbestimmend war (in den zentralen Schweizer Alpen Gotthard- und Aarmassiv)
Zwischeneiszeit	Interglazial

H. Heierli

Weitere Skizzen und Profile

- Abb. 4: Blockschema Alpstein/Molasse
- Abb. 5: Zwei stratigraphische Profile durch die Kreide des Alpsteins
- Abb. 7: Querprofile durch den mittleren und westlichen Alpstein
- Abb. 9: Der nördliche Alpstein vom Stockberg aus gesehen
- Abb. 10: Girensplatz und Säntis von Westen gesehen
- Abb. 11: Querprofil zwischen Säntis und Altmann
- Abb. 12: Der Lisengrat von der Wagenlücke aus gesehen
- Abb. 13: Marwees und Hundstein vom Rotsteinpass aus gesehen
- Abb. 14: Der Wildhuser-Schafberg vom Gräppelental aus gesehen
- Abb. 15: Blockschema des Sax-Schwende-Bruches
- Abb. 16: Blockschema des östlichen Alpsteins

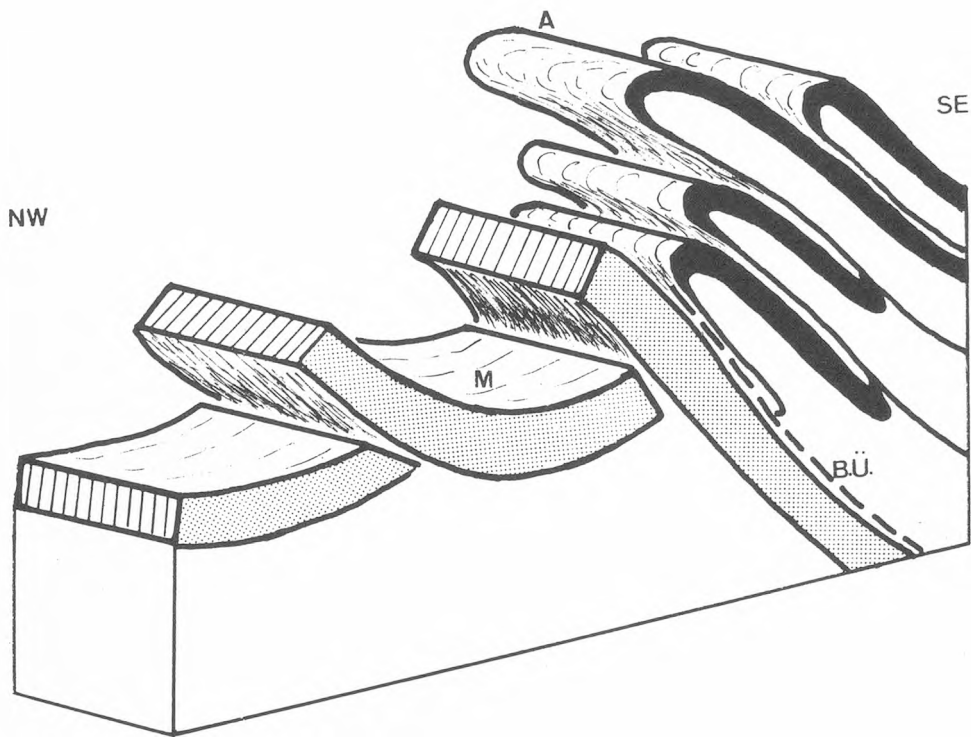


Abb. 4 Geologisches Block-Schema des Alpenrandes am Säntis
 A = Alpstein, M = Molasse (vorwiegend Nagelfluh), B. Ü. = Basis-Überschiebung der Alpen auf ihr Vorland

Abb. 5: Zwei stratigraphische Profile durch die Kreide des Alpsteins

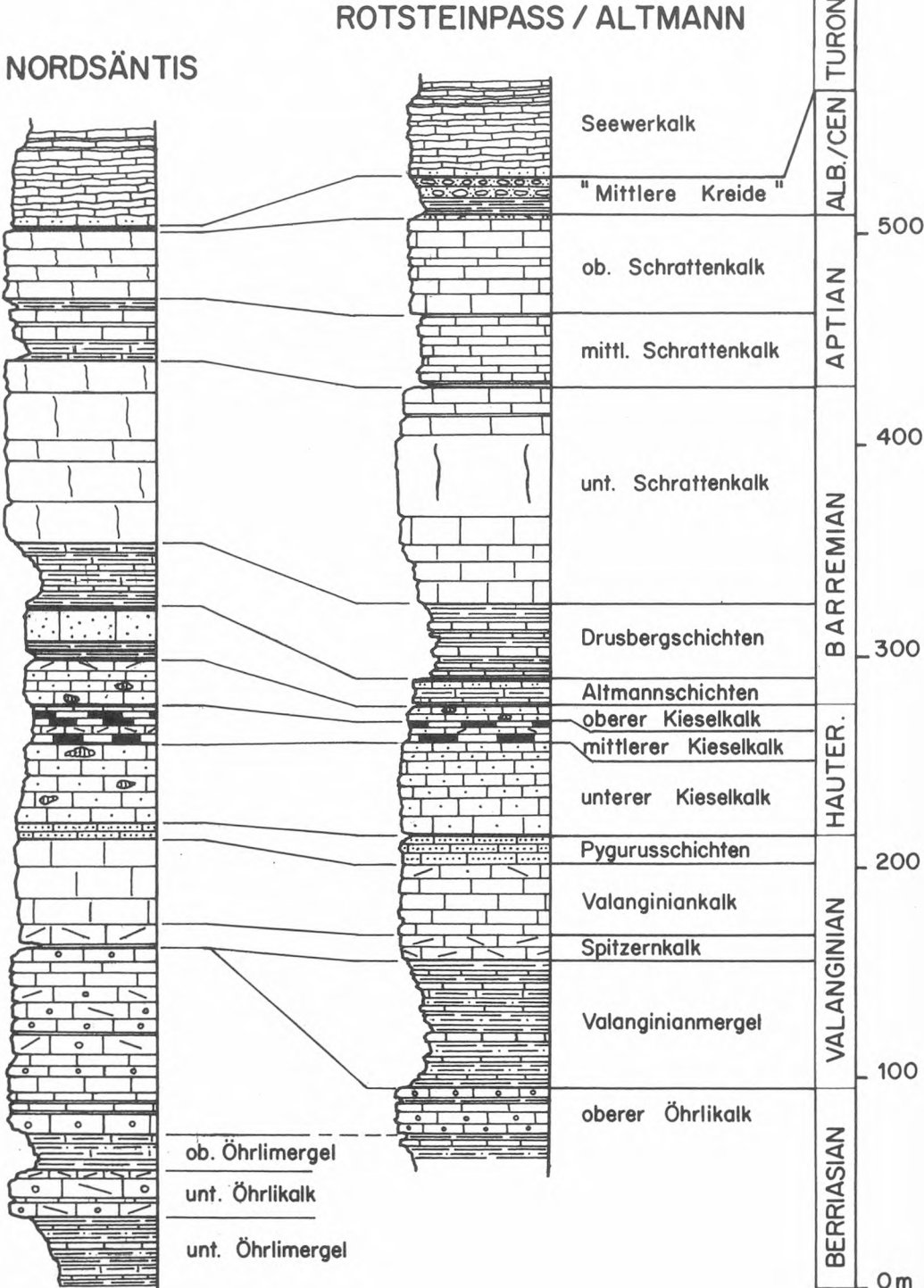
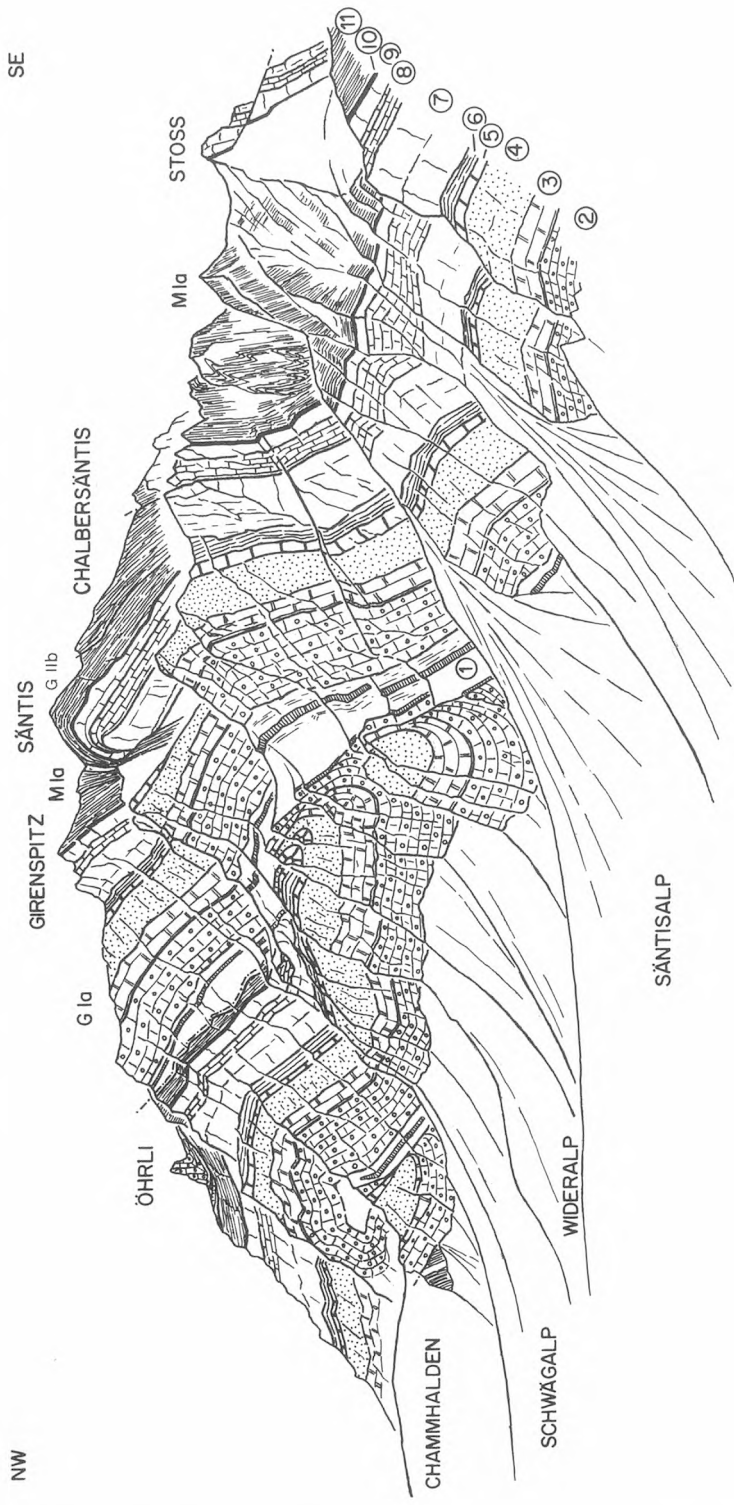


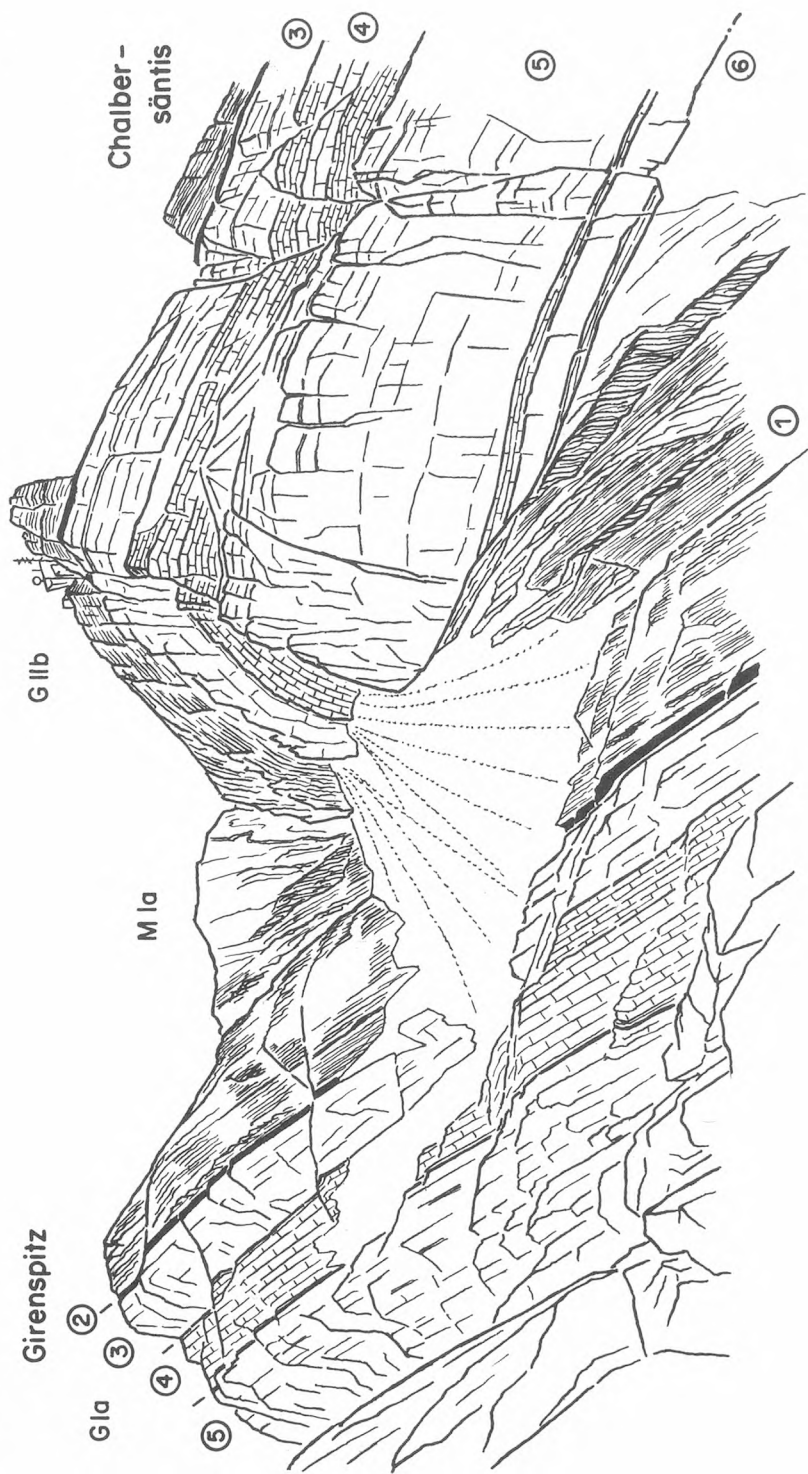
Abb. 9: Der nördliche Alpstein vom Stockberg aus gesehen



- | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|-------------------|---|----------------------|----|-------------------|
| 1 | Öhrimergel, unt. Öhrlikalk | 4 | Kieselkalk | 7 | unt. Schraffenkalk | 10 | "Mittlere Kreide" |
| 2 | ob. Öhrlikalk | 5 | Altmannschichten | 8 | mittl. Schraffenkalk | 11 | Seewerkalk |
| 3 | Valanginianalk | 6 | Drusbergschichten | 9 | ob. Schraffenkalk | | |

Abb. 10: Girenspez und Sántis von Westen gesehen

NW SE



- 1 Seewerkalk
- 2 "Mittlere Kreide"
- 3 ob. Schraffenkalk
- 4 mittl. Schraffenkalk
- 5 unt. Schraffenkalk
- 6 Drusbergschichten

Abb. 11: Querprofil zwischen Säntis und Altmann

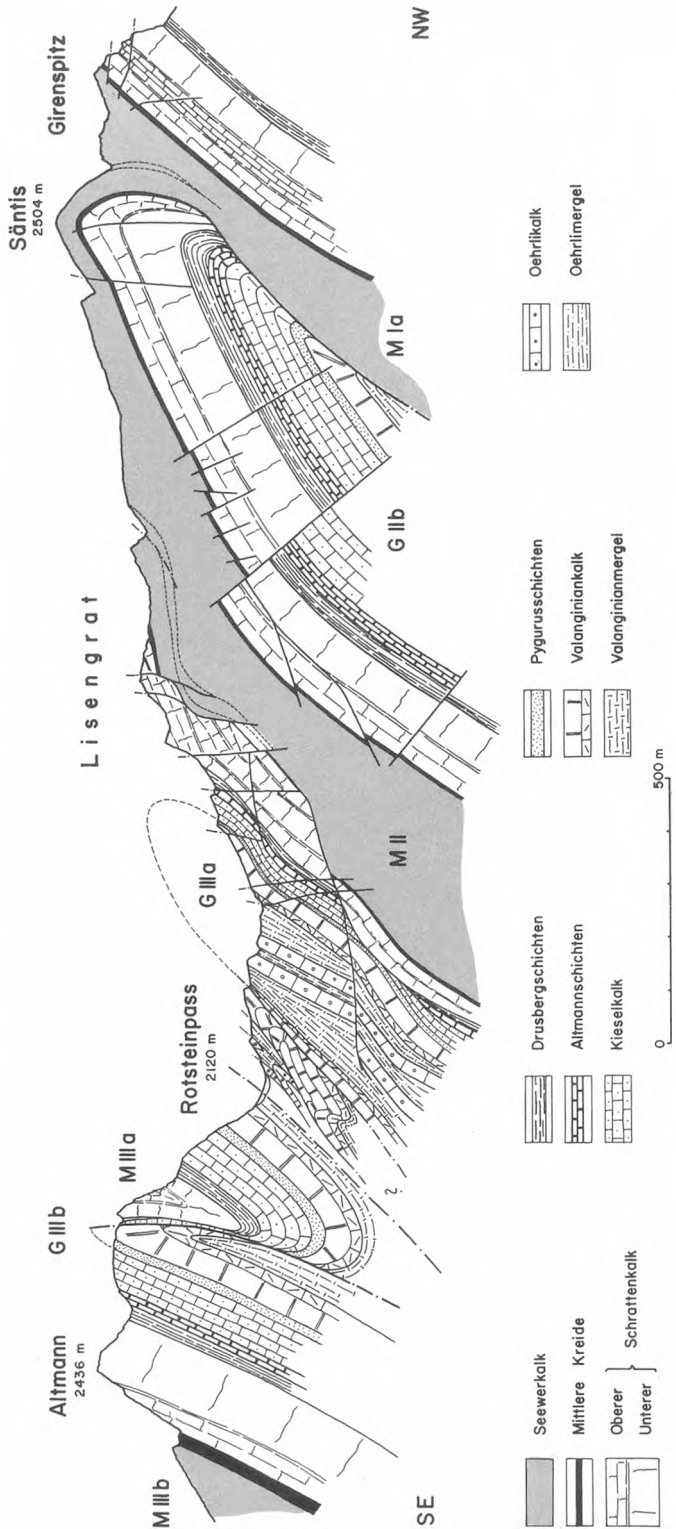


Abb. 12: Der Lisengrat von der Wagenlücke aus gesehen

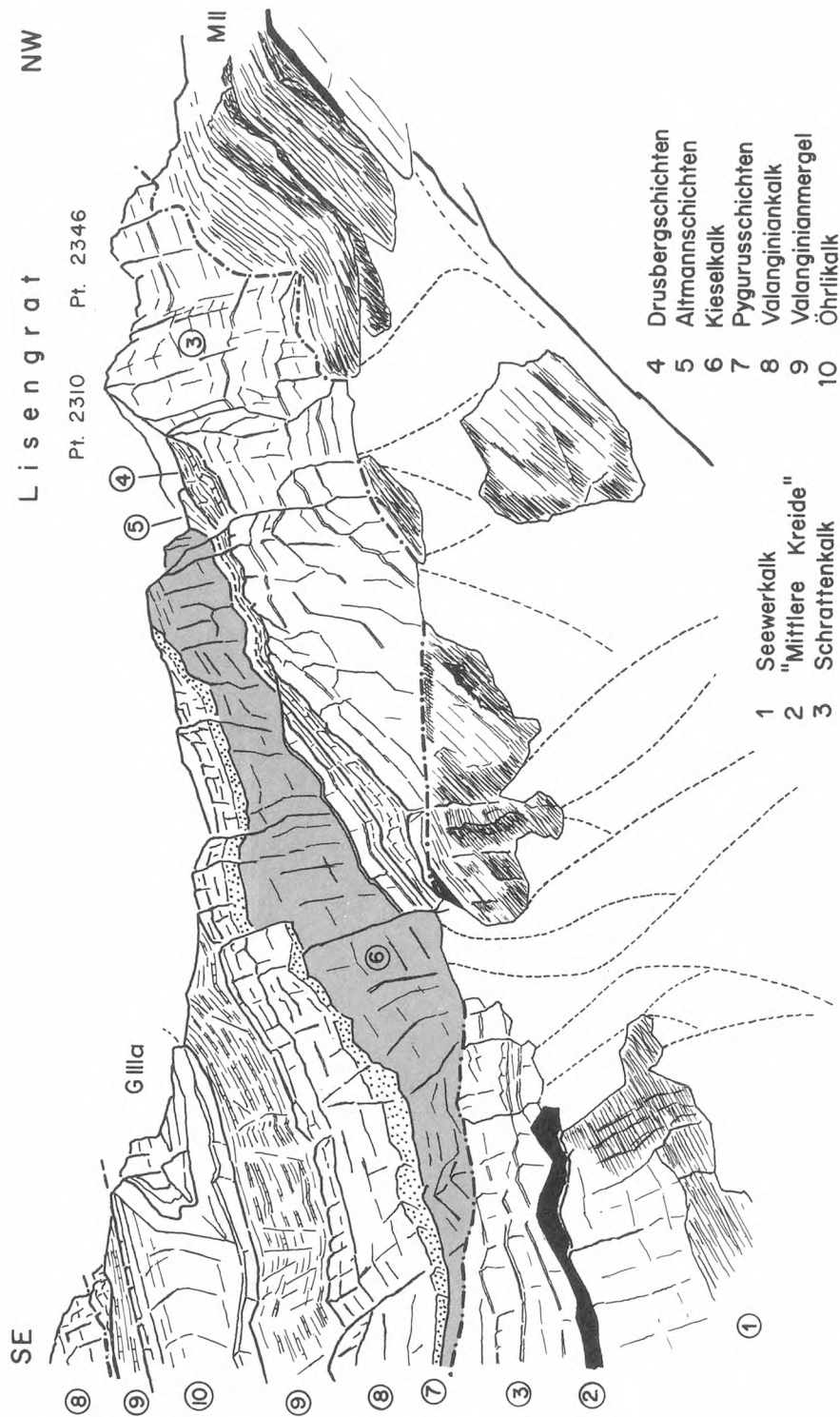


Abb. 13: Marwees und Hundstein vom Rotsteinpass aus gesehen

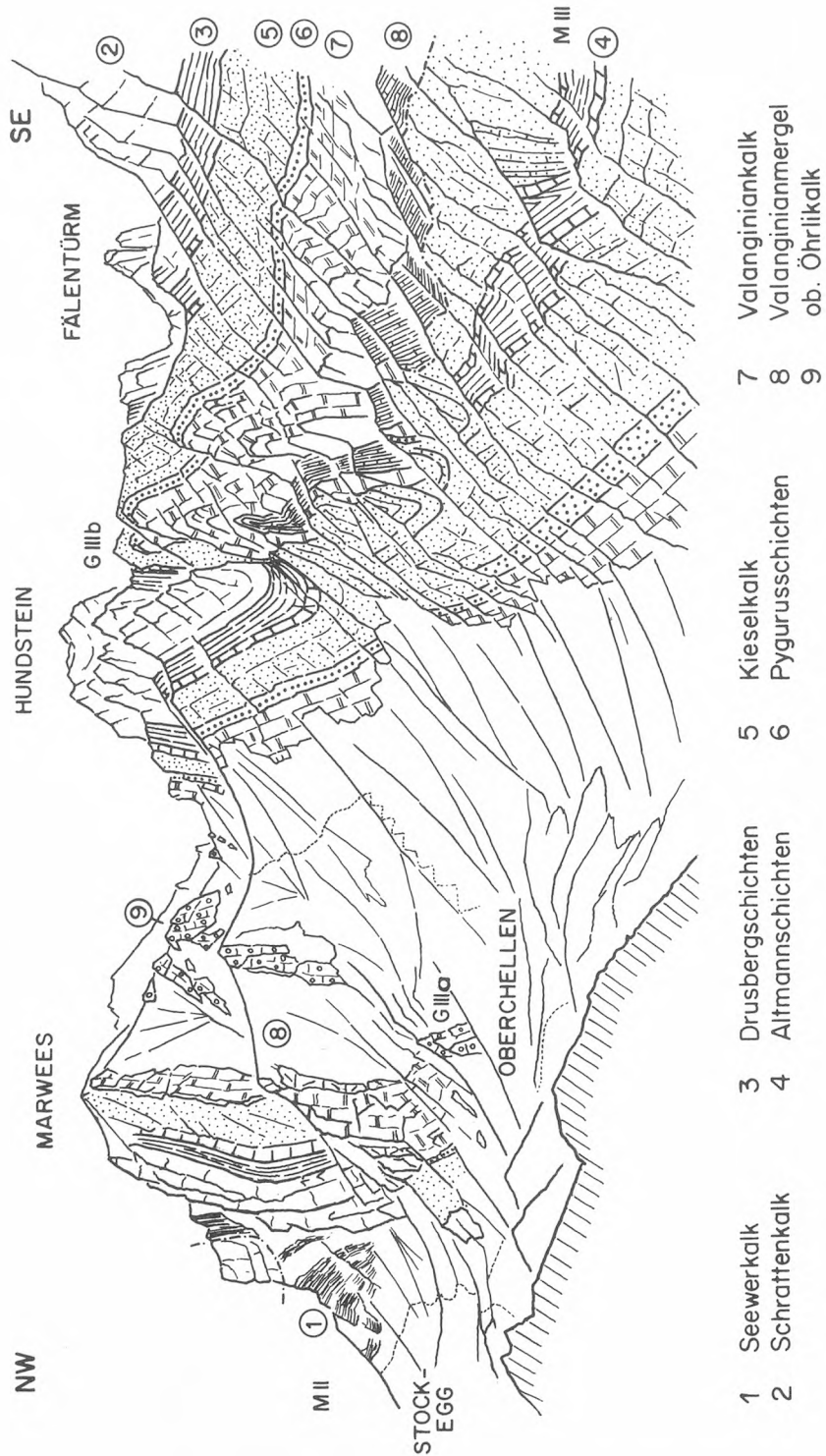
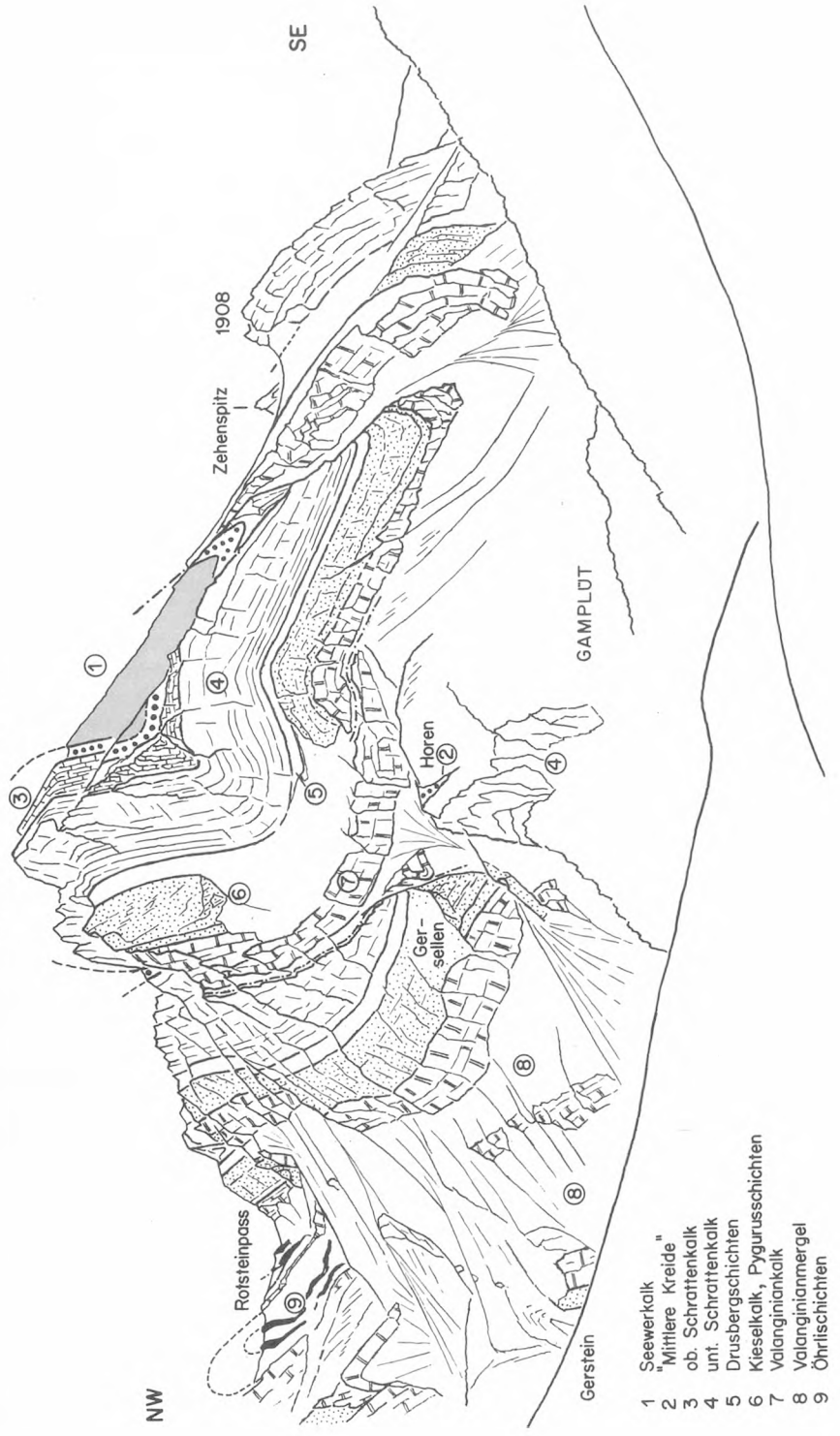


Abb. 14: Der Wildhuser-Schafberg vom Gräpeltal aus gesehen

WILDHUSER - SCHAFBERG



- 1 Seewerkalk
- 2 "Mittlere Kreide"
- 3 ob. Schrattnenkalk
- 4 unt. Schrattnenkalk
- 5 Drusbergschichten
- 6 Kieselkalk, Pyguruschichten
- 7 Valanginienkalk
- 8 Valanginienmergel
- 9 Öhrflschichten

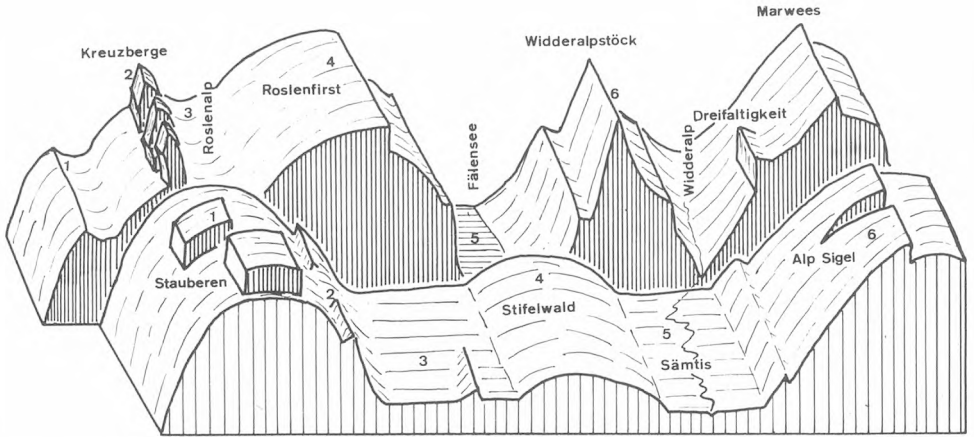


Abb. 15: Schema des Sax-Schwende-Bruches, von Osten aus gesehen. Die sich entsprechenden Elemente (Falten, Mulden) sind durch gleiche Ziffern bezeichnet.

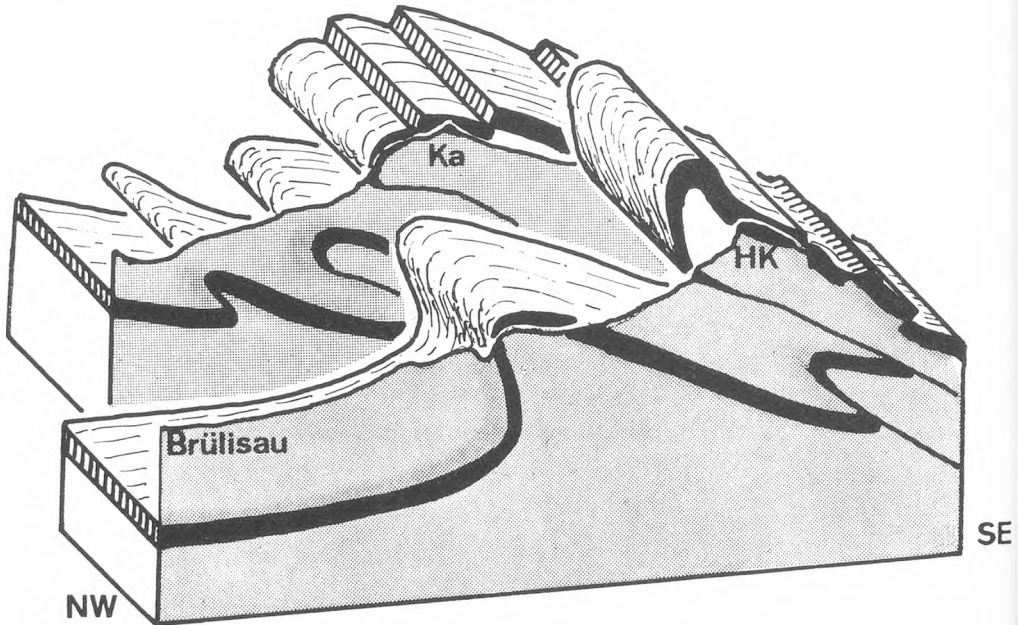


Abb. 16: Geologisches Block-Schema des östlichen Alpsteins (G VI)
 HK = Hoher Kasten, Ka = Kamor

Literaturhinweise

1. Zu den Schweizer Alpen

- O. Gurtner, F. Hofmann und H. Suter: *Sprechende Landschaft*
2 Bände. Emil Frei AG, Zürich, 1960
- H. Heierli: *Geologische Wanderungen in der Schweiz*. — Ott Verlag, Thun, 1974
- H. Liniger: *Vom Bau der Alpen*. — Ott Verlag, Thun, 1958
- F. Saxer: *Quer durch die Alpen*. — Rascher, Zürich, 1958

2. Zum Alpstein

- H. Bächler: *Untersuchungen über die Entstehung einiger Höhlen im Säntisgebirge*.
Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft St. Gallen, Band 71, 1945
- H. Eugster: *Geologie des Appenzellerlandes*
Poststrassen im Appenzellerland, PTT, 1952
- R. Hantke: *Eiszeitalter*. — Band 2. Ott Verlag, Thun, 1980
- H. Heierli: *Der Alpstein vom Hohen Kasten aus*
Sommerheft «Appenzellerland», App. Verkehrsvereine, Gais, 1968
- H. Heierli: *Geologische Säntisfahrt*
Sommerheft «Appenzellerland», App. Verkehrsvereine, Gais, 1970
- H. Heierli: *Der Alpstein — ideales Objekt des Geologen*
Volkshochschule, Zürich, Heft 3, 1970
- H. Heierli: *Der geologische Wanderweg Hoher Kasten—Stauberer—Saxerlücke*.
Fehr, St. Gallen, 1972
- Alb. Heim: *Das Säntisgebirge*. — Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 16, 1905
- Th. Kempf: *Geologie des westlichen Säntisgebirges*
Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 128, 1966
- R. Schatz: *Säntisführer*. — Fehr, St. Gallen, 1976
- L. E. Schlatter: *Neue geologische Untersuchungen im mittleren Säntisgebirge*
Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft St. Gallen, Band 70, 1941
- Geologischer Führer der Schweiz*: Exkursionen 30 e, 30 g, 1967

Topographische Karten

- Landeskarte 1 : 25 000: Blatt 1114, Nesslau
 Blatt 1115, Säntis
 Blatt 2506, Säntisgebiet
- Landeskarte 1 : 50 000: Blatt 237, Appenzell

Reliefs und Gesteine des Alpsteins sind im Museum Heiden, an der Kantonsschule Trogen, in der Tal- und Bergstation der Säntis-Schwebebahn und im Naturhistorischen Museum St. Gallen zugänglich.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Wie unsere Alpen entstanden (H. Heierli)	3
2. Vom Werden des Alpsteins (H. Heierli)	12
3. Bau und Material des Alpsteins (Th. Kempf)	15
4. Täler und Gletscher im Alpstein (H. Heierli)	34
Einige geologische Fachausdrücke	39
Verzeichnis der Tabellen	
1. Erdgeschichtliche Tabelle	4
2. Gliederung der Erdneuzeit	8
Verzeichnis der Abbildungen	
1. Schema der Faltengebirgsbildung	7
2. Der alpine Meerestrog im Erdmittelalter	9
3. Die Phasen der Alpenfaltung	11
4. Blockschema Alpstein/Molasse	45
5. Zwei stratigraphische Profile durch die Kreide des Alpsteins	46
6. Die Faltenachsen des Säntisgebirges	28
7. Querprofile durch den mittleren und westlichen Alpstein	47
8. Der Alpstein aus Südwesten	23
9. Der nördliche Alpstein vom Stockberg aus gesehen	48
10. Girenspitz und Säntis von Westen gesehen	49
11. Querprofil zwischen Säntis und Altmann	50
12. Der Lisengrat von der Wagenlücke aus gesehen	51
13. Marwees und Hundstein vom Rotsteinpass aus gesehen	52
14. Der Wildhuser-Schafberg vom Gräppelental aus gesehen	53
15. Blockschema des Sax-Schwende-Bruches	54
16. Blockschema des östlichen Alpsteins	54

In der Schriftenreihe «Das Land Appenzell» sind erschienen:

Heinrich Altherr:	Die Sprache des Appenzeller Volkes Erzählig: De goldig Schlössel	1
Hans Heierli/Theo Kempf:	Bau und Entstehung des Alpsteins	2
Walter Schläpfer:	Die Landsgemeinde von Appenzell-Ausserrhoden	3
Rudolf Widmer:	Die Pflanzenwelt des Appenzellerlandes	4
Hans Schläpfer/Walter Koller:	Appenzeller Volksmusik	5
Stefan Sonderegger:	Der Alpstein im Lichte der Bergnamengebung	6/7
Hans Meier:	Das Appenzellerhaus	8/9
Jakob Altherr:	Johann Ulrich Fitzi 1798—1855	10
Emil Walser:	Die appenzellischen Gewässer	11

Weitere Hefte in Vorbereitung

Der Verlag Appenzeller Hefte, anlässlich der 450-Jahrfeier der Kantone Appenzell 1963 gegründet, verfolgt mit der Herausgabe der Schriftenreihe «Das Land Appenzell» einen ideellen Zweck. Er will damit zur Kenntnis von Land und Volk am Säntis beitragen.

Unsere Bestrebungen werden unterstützt u. a. durch die Regierung des Kantons Appenzell A. Rh., durch die Standeskommission von Appenzell I. Rh., durch den Appenzellischen Heimatschutz, durch die staatsbürgerliche Arbeitsgruppe der Appenzellischen Gemeinnützigen Gesellschaft, durch die Appenzellische Naturwissenschaftliche Gesellschaft und durch die Appenzell-Ausserrhodische Kantonalbank.

