Zeitschrift: Werdenberger Jahrbuch : Beiträge zu Geschichte und Kultur der Gemeinden Wartau, Sevelen, Buchs, Grabs, Gams und Sennwald

Herausgeber: Historischer Verein der Region Werdenberg

Band: 2 (1989)

Artikel: Geologie und Landschaftsgeschichte der Werdenberger Alpen

Autor: Keller, Oskar

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-893251

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Geologie und Landschaftsgeschichte der Werdenberger Alpen

Oskar Keller, Eggersriet

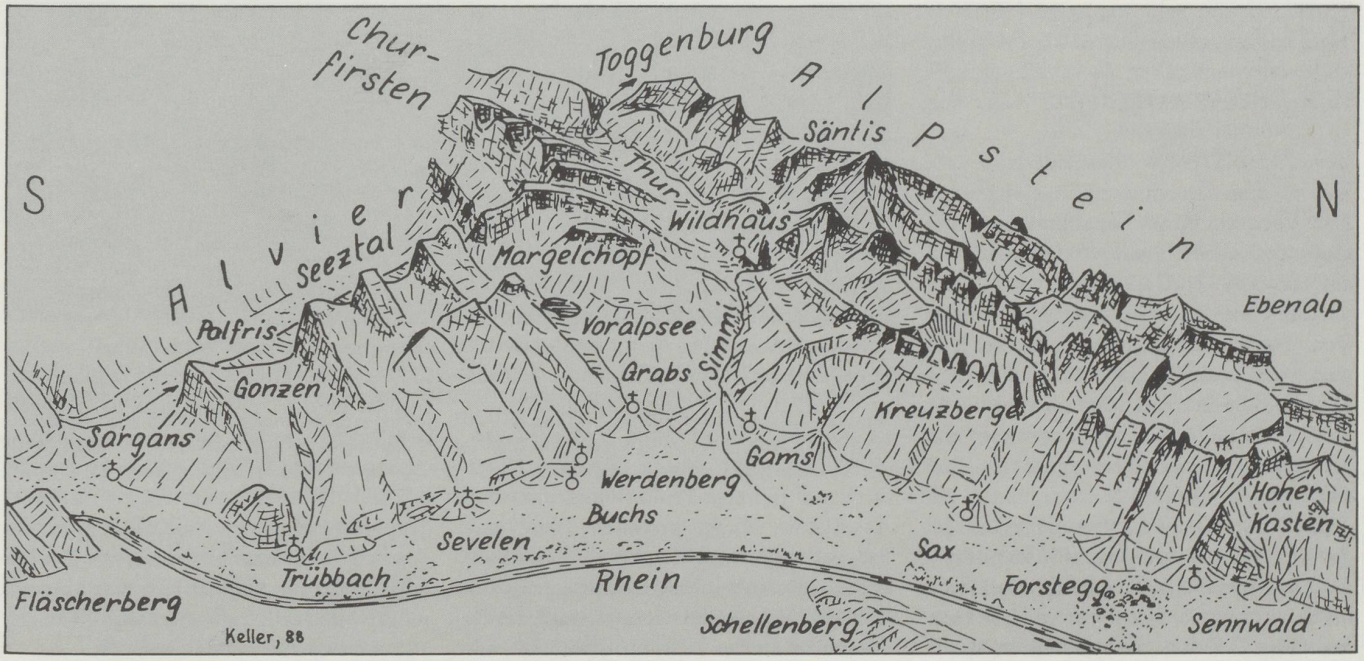
Wer im Frühsommer das Rheintal hinauf in der Gegend des Hirschensprungs ins Werdenberger Land hineinfährt, wird fasziniert den landschaftlichen Kontrast zwischen der saftiggrünen und baumdurchsetzten, weiten Ebene und den noch leuchtend weissen Alpregionen mit den aufstrebenden Gipfeln und Nasen der Alvierkette bewundern. Bei einer Fahrt in der Gegenrichtung ist der Blick auf die Südfront des Alpsteins frei, der wie eine langgezogene Barrikade mit aufgesetzten Felsmauern und Türmen das Rheintal nach rechts auszuweichen zwingt. Drei grosse landschaftliche Einheiten bilden das Rückgrat des Bezirks Werdenberg: Im Osten breitet sich die von Süden nach Norden verlaufende Rheintalebene aus. Im Südwesten baut sich das Gebirgsmassiv des Alviers (2385 m) auf, das gegen Nordwesten in die Churfirsten (2306 m) überleitet. Und nördlich der Wildhauser Senke erhebt sich mauerartig der Alpstein (2501 m). Nicht die in Beschreibungen der Region meist im Vordergrund stehende Talebene soll hier diskutiert werden, sondern die formlich vielfältig ausgestalteten Gebirgslandschaften der Alviergruppe und des südöstlichen Alpsteins sowie die Muldenzone von Wildhaus-Simmitobel und des Voralpsees – alles in allem der werdenbergische Anteil am Alpengebirge.

Tektonik – der geologische Bauplan

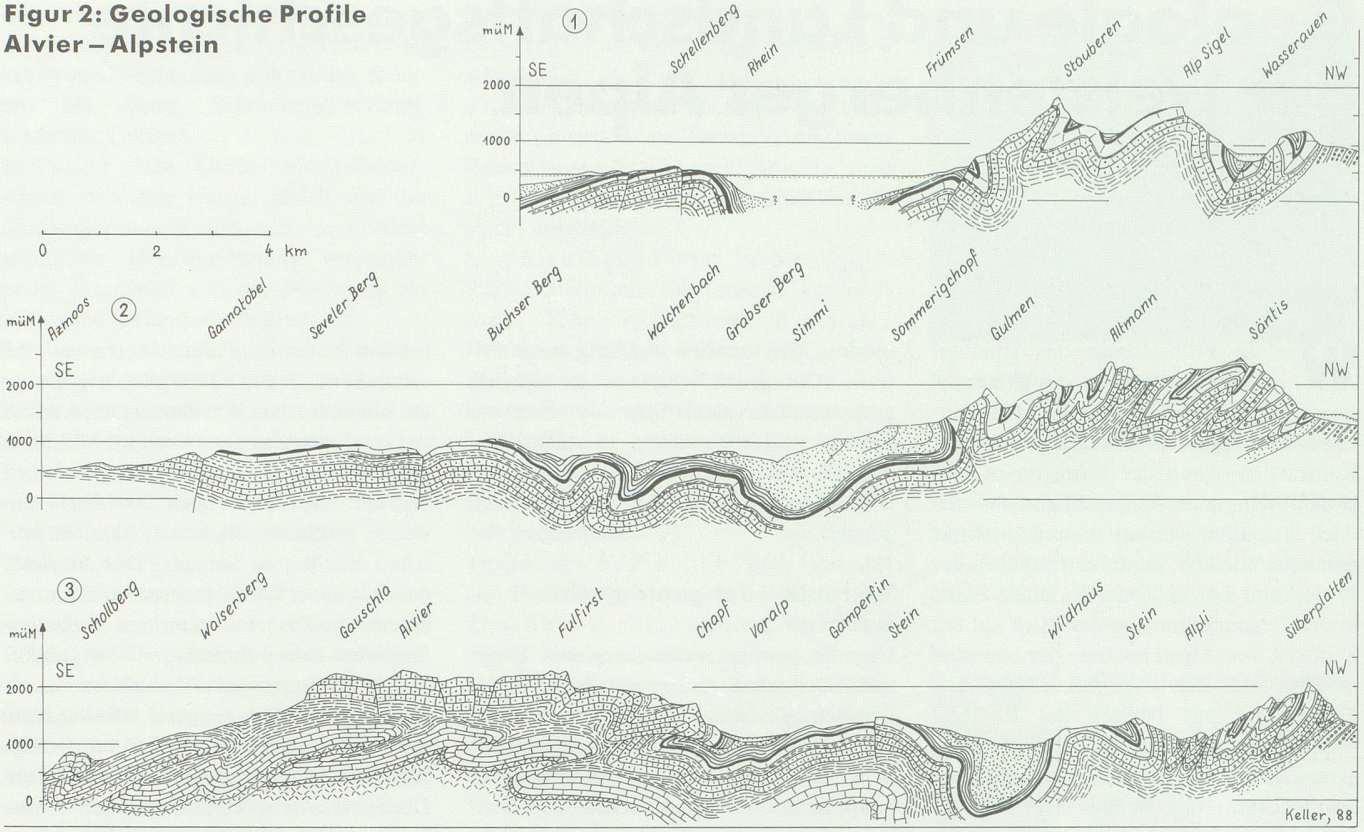
Um die heutige werdenbergische Landschaft verstehen zu können, ist es nötig, den geologischen Bau des Untergrundes zu kennen (Figuren 1 und 2). Einerseits liegt der Werdenberger Gebirgsanteil knapp innerhalb der Alpenfront, die entlang des Alpstein-Nordrandes verläuft. Andererseits tauchen hier die Helvetischen Westalpen unter das Rheintal und damit unter die Ostalpen ab. Beides hat die ganz besondere Eigenart der Gebirge des Werdenbergs zur Folge.

Nachdem das Werden der Alpen mit verschieden intensiven Entwicklungsphasen bereits um die 100 Millionen Jahre angedauert hatte, setzte vor 15 Millionen Jahren am Ende des Tertiärs nochmals eine sehr aktive, letzte Gebirgsbildungsperiode ein, die das Werdenberg besonders stark erfasste und dann vor fünf Millionen Jahren ausklang. Zu Beginn dieser Zeit lag der Alpenrand noch 20 bis 30 km weiter im Süden als heute, nämlich zwischen Buchs und Sargans. Das Vorland, das bis zum Schwäbischen Jura hinausreichte, stellte eine gewaltige Aufschüttungsebene dar, ähnlich der heutigen Poebene. Die grossen Alpenflüsse waren nach Nordwesten gerichtet und lagerten weite Schwemmfächer in dem nur wenige Meter über Meer gelegenen Tiefland ab. Der Ur-Rhein wandte sich aus dem Raum Sargans über das Gebiet des heutigen Toggenburgs und des Hörnli-Berglandes in die Gegend von Schaffhausen. Anstelle von Alpstein und Appenzeller Voralpen dehnten sich dort bei subtropischem Klima Ebenen mit Wäldern und Savannen aus.

Figur 1: Blockbild von Alvier und Alpstein.



Figur 2: Geologische Profile Alvier – Alpstein



- Lockermaterial: Moränen und Talbeckenfüllungen
- Molasse
- Flysch
- Grabser Klippen
- Seewer und Amdener Schichten
- Garschella-Schichten (Gault)
- Schrattenkalk
- Drusbergschichten
- Kieselkalk (+ Betliskalk)
- Öhrlikalk
- Palfris-Schiefer/Öhrlimergel
- Zementsteinschichten
- Quintner Kalk
- Tiefere Dogger-Gesteine

Strukturen im Profil sind seeztalseitig

Eine Verstärkung der Schubkräfte im Ablauf der Kollision der afrikanischen mit der europäischen Erdkrustenplatte führte im Gebirgskörper der Alpen zu weiteren Verfaltungen, Überschiebungen und Hebungen. Auch die Helvetischen Gesteine, die im Verlauf des Erdmittelalters (230 bis 67 Mio. Jahre vor heute) aus Meeresablagerungen hervorgegangen waren, wurden von diesen Bewegungen ergriffen (Figur 2). Sie glitten dabei bis auf die Molasse-Schüttungen ins Vorland hinaus, die sie mit ihrer Last in die Tiefe drückten und schräg aufstellten. Die Helvetischen Gesteine selber wurden dabei im Vormarsch gebremst und frontal in Falten und Schuppen gelegt. Dies wird uns im Alpstein (Bild 3) mit seinen gegen Nordwest gerichteten Steigfalten (Figur 2) klar vor Augen geführt. Im Gegensatz dazu wurden im südlich anschliessenden Gebiet von Alvier und Churfirsten die Schichten dieser höchsten Helvetischen Decke als Ganzes über das Liegende hinweggeschoben und dabei mehrheitlich nur wellig verbogen. Im Gebirgssockel auf der Seeztalseite erscheinen die tieferen Helvetischen Gesteinsserien, die nur bis hierher geschoben und in Schuppen übereinander gestapelt wurden (Bild 1). Die Überschiebungsfläche wird durch die Palfris-Sennis-Alpenterrasse sehr deutlich nachgezeichnet (Figuren 1 und 2).

In dieser Zeit gegen Ende des Tertiärs (vor 10 bis 5 Mio. Jahren) setzte auch eine kräftige Hebung des Aar- und Gotthard-Massivs ein, indem das kristalline, granitische Grundgebirge mehrere tausend Meter aufstieg. Gegen Osten über die Glarner Alpen ins St. Galler Oberland klingt diese weiträumige Aufwölbung aus; das Aar-Massiv taucht zwischen Chur und Sargans unter das Rheintal ab (Figuren 1 und 2). Sowohl südlich des Seeztals im Pizol-Gebiet als ganz speziell auch nördlich davon in der Alviergruppe wird dies durch die gegen Osten bis Nordosten abfallenden Grossstrukturen und Schichtflächen angezeigt. Ähnlich weisen auch die Churfirsten, allerdings nach Norden gerichtet, absinkende Schichtverbände auf, die dann aber im Alpstein nochmals aufsteigen und die Alpenfrontketten aufbauen. Gesamthaft kommt so die Sichelform von Alvier–Churfirsten zustande, mit den nach aussen (Osten bis Norden) gerichteten, flacheren Abhängen der Schichtflächen und den steilen Felswänden und Schichtköpfen auf der Innenseite (Südwesten bis Süden) gegen das Seez-Walenseetal (Bild 1).

Weil die Helvetischen Decken im Gebiet Alpstein–Churfirsten–Alvier ausgerechnet in den Ausgang des ehemaligen Ur-Rheintals aus den Alpen vorgefahren waren, wurde dem Rhein der bisherige Abfluss aus dem Gebirge verwehrt, und er musste sich einen neuen Weg suchen. Diesen fand er entlang den nach Osten abfallenden Decken am Übergang zu den aufliegenden Ostalpen sowie in Durchbrüchen durch die Ketten bei Sargans-Trübbach und an der Alpenfront zwischen Alpstein und Hohem Freschen. Daraus erklärt sich das heutige Rheintal, das aus sehr verschiedenartigen, verwinkelten Abschnitten zusammengesetzt ist.

Bild 1: Alvierkette (oben rechts) und Seeztal (links) mit dem Gonzen (vorne rechts). Typisch sind die gegen NO (rechts) abfallenden Gesteinsschichten. Deutlich wird die überschobene Säntis-Decke (Alvier) durch die Verflachungen der Alp Palfris von der unterliegenden, verschuppten Axen-Gonzen-Decke getrennt. Das während des Gebirgsbaus angelegte Seeztal wurde durch einen Seitenarm des Rheingletschers zur heutigen Form eingetieft. Das Eis reichte zeitweise über Palfris bis an den Fuss der Alvier-Felswände empor.

Bild 2: Über der Mulde des Voralpsees (Bildmitte) die höchsten Erhebungen des Alviergebirges von Norden gesehen: Alvier (links), Fulfirst, Gamsberg, Sichelchamm. Zwischen und vor den Gipfeln (Schneeflecken) durch eiszeitliche Gletscher einerodierte Karmulden. Im Vordergrund die weichen Kuppenformen im Flysch des Grabserbergs. Links im Schatten die Felswände des Chapfs. Gegen Ende der Eiszeit ging hier ein gewaltiger Bergsturz nieder. Die Trümmer erfüllen das Voralptal (Waldareal) und stauen den See.

Schichtfolge und Gesteine

Das gesamte Gebiet der Werdenberger Alpen wird von den Gesteinen der Helvetischen Säntis-Teildecke eingenommen (Figuren 2 und 3). Nur im Gonzen, am Schollberg und im Sockel der Palfris-Sennis-Verflachungen gehören die Gesteine zur tieferen Axen-Gonzen-Teildecke. Hier fällt vor allem der harte, dunkelgraue Quinterkalk aus der Jurazeit auf (180 bis 140 Mio. Jahre vor heute), der hell anwitternde Felswände bildet. Am Grabserberg liegen oberhalb Lehn dem Untergrund noch Reste der sonst nur im Bündnerland und im Vorarlberg vertretenen penninischen Serien auf, die wegen ihrer Versprengtheit als Klippen bezeichnet werden («Grabser Klippen»).

Die Gesteine im Alvier-, Churfirsten- und Alpsteingebiet sind fast ausschliesslich kreidezeitlich. Sie wurden vor 140 bis 67 Millionen Jahren (Kreidezeit, letzte Epoche des Erdmittelalters) am Südrand des ureuropäischen Kontinents in einem Schelfmeer, vergleichbar der heutigen Adria, abgesetzt. Dieses Meer dehnte sich südlich der alpinen Zentralmassive (Aare, Gotthard) aus und nahm etwa den Raum des jetzigen mittleren Graubünden (Thusis–Davos–Engadin) ein. Auffallend ist der zyklische Wechsel der Gesteinsarten. Ein solcher Zyklus beginnt unten mit Mergeln, darüber wurden Mergelkalke und Sandsteine abgesetzt, und schliesslich folgen oft mächtige Kalkschichten (Figur 3). Mergel deutet auf Sedimentation von Ton und Schlamm in mehreren 100 Metern Meerestiefe hin, Kalk hingegen wird in seichten, warmen Randmeeren ausgeschieden. Offenbar erfolgte während der Kreidezeit ein rhythmisches «Auf und Ab» des Meeresbodens, ein Hinweis auf die damals schon angelaufene Alpenwerdung.

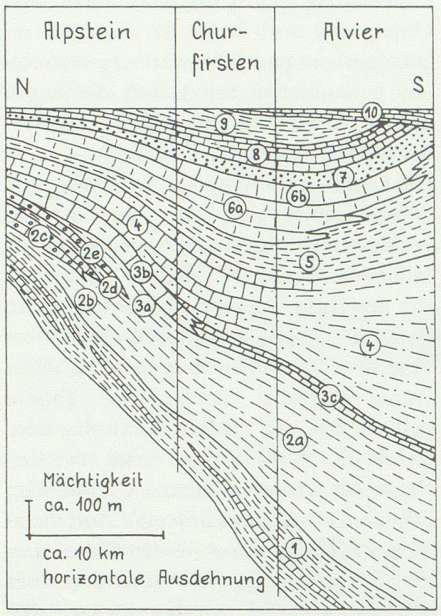
Teilweise noch aus der Kreidezeit, teilweise aber bereits aus dem älteren Tertiär (bis 45 Mio. Jahre vor heute) stammen die Flyschgesteine, die weitgehend aus Mergeln und Sandsteinen zusammengesetzt sind.

Vier typische Gesteinsarten (Figur 3) sollen im folgenden stellvertretend für alle übrigen beschrieben werden.

Der Schrattenkalk bildet auffällige, hohe und helle Felswände (Bild 3), vor allem im Alpstein (Hoher Kasten, Hüser, Kreuzberge) und in den Churfirsten, wo er rund um den Gamserrugg auch flächenhaft ansteht. Im Alviergebiet ist er nur noch an wenigen Gipfeln massgeblich beteiligt (Chapf, Margelchopf, Hurst). Er enthält verschiedenste Fossilien, meist gerollte oder zerschlagene Bruchstücke: Muschelschalen, Korallenstöcke, Schwämme, Gehäuse von Foraminiferen (einzellige Lochschalentierchen). Den Hauptanteil aber liefert der Kalksand, der

Figur 3: Die Helvetische Kreide-Schichtreihe

Abgewickeltes N-S-Profil (nach R. Herb, 1977)



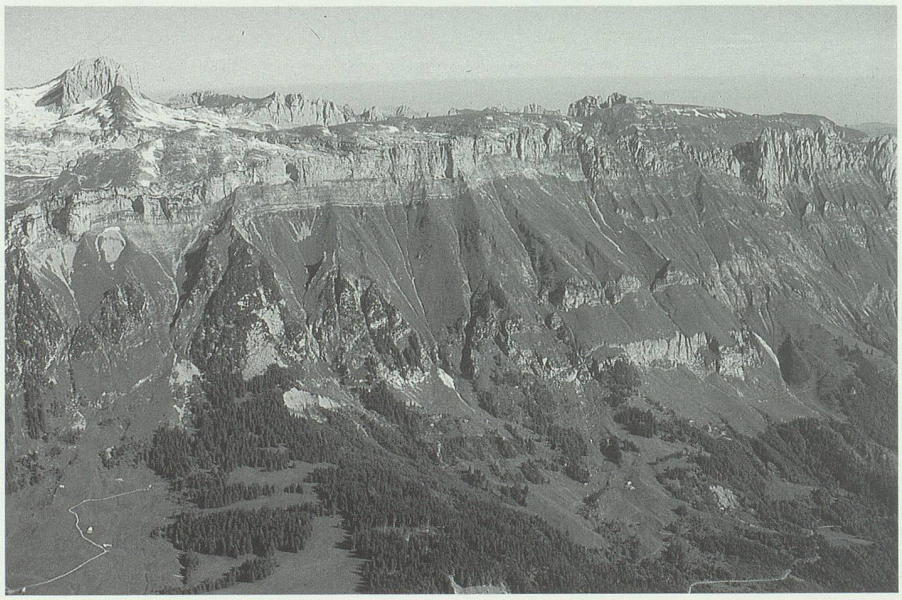
10 Wangschichten
9 Amdener Schichten
8 Seewer Schichten
7 Garschella Schichten (Gault)
6b Oberer Schrattenkalk
6a Unterer Schrattenkalk
5 Drusbergschichten
4 Kieselkalk
3c Diphyoideskalk
3b Betliskalk
3a Vitznaumergel
2e Oberer Öhrlikalk
2d Oberer Öhrlimergel
2c Unterer Öhrlikalk
2b Unterer Öhrlimergel
2a Palfris-Schiefer
1 Zementsteinschichten

aus in der Brandung zerriebenen Kalkschalen entstanden ist. Durch Umkristallisieren bildeten sich Kalkspatkristalle, die am frischen Bruch im Licht aufblitzen. Die massigen und mächtigen Kalke sind bei der Verfaltung zerbrochen und zerklüftet worden, so dass Regenwasser allenthalben eindringen kann. Es vermag den Kalk zu lösen, was zur sogenannten Verkarstung geführt hat: Höhlensysteme und unterirdische Entwässerung in der Tiefe, Rinnen und Rillen (Karren) sowie Einsturztrichter (Dolinen) an der Oberfläche. Stark verkarstet ist die Umgebung des Gamserruggs, zwei riesenhafte Dolinen finden sich bei Glasür auf der Südseite des Hursts, und auch die wasserlose Mulde westlich hinter dem Mutschen ist eine dolinenartige Wanne. Mit dem Schrattenkalk vergleichbar sind, von unten nach oben (Figur 3): Öhrlikalk, Betliskalk und über dem Schrattenkalk der Seewerkalk, der beispielsweise die Gipfelhaube des Gamserruggs bildet.

Völlig andersartig sind die Palfris-Schiefer (Bild 1) oder auch die Drusbergschichten aufgebaut. Dünne Lagen von mergeligen und tonigen Schichten verleihen dem Gestein den schiefrigen Charakter. Während die Palfris-Schiefer viel dunklen Ton enthalten, zeigen die mergeligen Drusbergschichten gelblichbeige Farbtöne. Diese Serien sind fossilarm, verwittern leicht und zerbröckeln. Als tonige Gesteine wirken sie gegenüber Wasser abdichtend und lassen dieses nicht versickern. Bilden sie den Boden von Mulden und Verflachungen, so entstehen häufig Tümpel und Sümpfe. Der Wasserreichtum sorgt für saftiggrüne Wiesen, die in deutlichem Gegensatz zu den verkarsteten Kalkflächen stehen. Weitere mächtige, mergelreiche Schichten sind, wieder von unten nach oben in der Reihenfolge der Entstehung (Figur 3): Zementsteinschichten und Palfris-Schiefer (Walserberg ob Trübbach, Alp Palfris), Öhrlimergel, Vitznaumergel, Drusbergschichten, Amdener Schichten (letztere zwischen Voralpsee und Simmitobel).

Typisch sind ferner kieselige Gesteine, die als Kieselkalk weit verbreitet sind, aber auch in der Gault-Formation (Garschella-Schichten) auftreten. Der Kieselkalk ist ein sandiges Kalk-Quarz-Gestein in massiger Bankung. Kalkige Echinodermen-Bruchstücke (Stachelhäuter wie Seeigel und Seelilien) und kieselige (aus Quarz, SiO_2) Skelettreste von Schwämmen sind massgeblich am Aufbau beteiligt. Das dunkelgraue Gestein wittert braun an und bildet dicke Krusten. Es eignet sich wegen seines blockigen, scharfkantigen Bruchs gut für Eisenbahnschotter oder Strassenkoffer. Gelegentlich tritt das dunkelgrüne, körnige Mineral Glaukonit auf, das infolge des Eisengehalts rostig-orange verwittert. Der Kieselkalk ist im Alviergebiet über 500 Meter mächtig und baut die höchsten Gipfel auf: Gamsberg, Fulfirst, Alvier, Gauschla (Figur 2, Bilder 1 und 2). Der Gault ist weniger mächtig und uneinheitlich zusammengesetzt. Sowohl in seinen tieferen als auch in den höheren Lagen sind Fossilien häufig. Er bildet als Schichtflächen am Buchser- und am Sevelerberg weithin die Abhänge. Die neue Bezeichnung «Garschella-Schichten» ist dem Alpgebiet Garschella südwestlich des Gamserruggs entliehen, wo der Gault in einer besonders typischen Version ansteht. Der Gehalt an silikatischen Mineralen fördert auf beiden Gesteinen bei geringer Schichtneigung eine dichte Bewachsung, die sich in kräftiggrünen Bändern und Flächen von der Umgebung abhebt.

Bild 3: Alpstein von Südosten, südlichste Kette mit den Felswänden des Gulmen (vorne links) und der Kreuzberge (rechts). Höher empor steigt die mittlere Kette, vor allem im Altmann (links oben). Unter den hellen Schrattenkalkwänden Ansätze von steilen Eiszeitkarmulden. Die Verflachungen unter der tiefsten Felswandreihe sind die im Flysch angelegten Alpterrassen von Oberhag (links), Loch, Obetweid und Gadöl (rechts ausserhalb des Bildes).

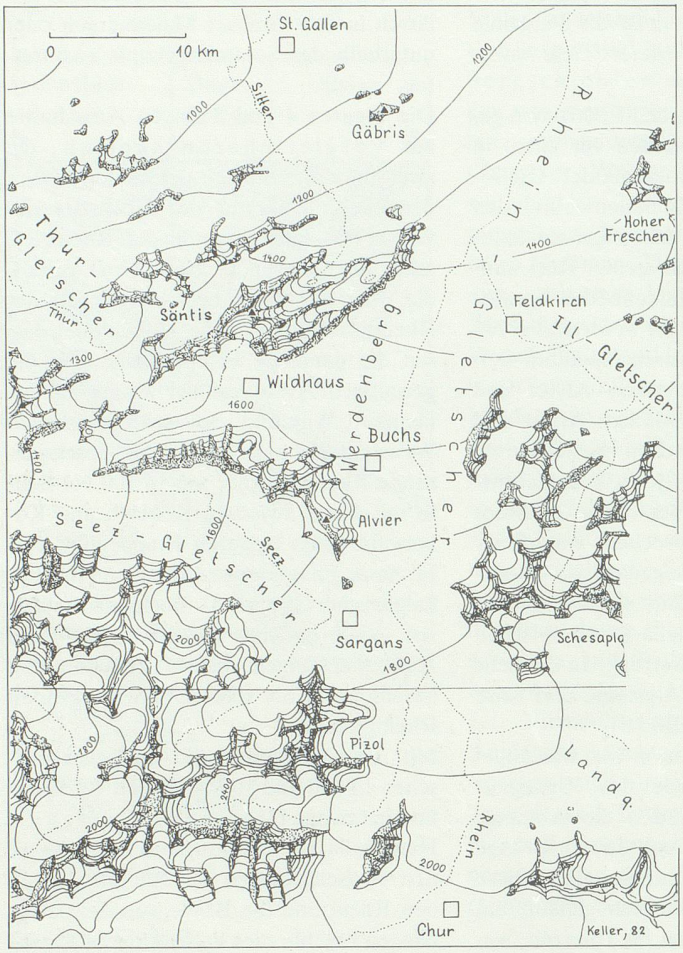


Flysch ist ein Sammelbegriff für verschiedenartige Gesteine, die aus Schüttungen von den werdenden Alpen in die umliegenden Meeresbecken hervorgegangen sind. Allgemein typisch ist auch hier der Schichtaufbau in Zyklen. Ein solcher setzt mit groben, blockigen Ablagerungen ein, die nach oben feiner werden und mit Mergeln und Tonen abschliessen. Daran lassen sich untermeerische Rutschungen sowie Hebungen und Senkungen des Meeresbodens während der Sedimentation erkennen. Flysch ist leicht verwitterbar und wird daher schnell ein Opfer der Abtragung. Deshalb beschränkt sich das Vorkommen dieses Gesteins auf die grosse Muldenzone zwischen Alpstein und Alvier, das heisst auf den Gamser- und Grabserberg (Bild 2).

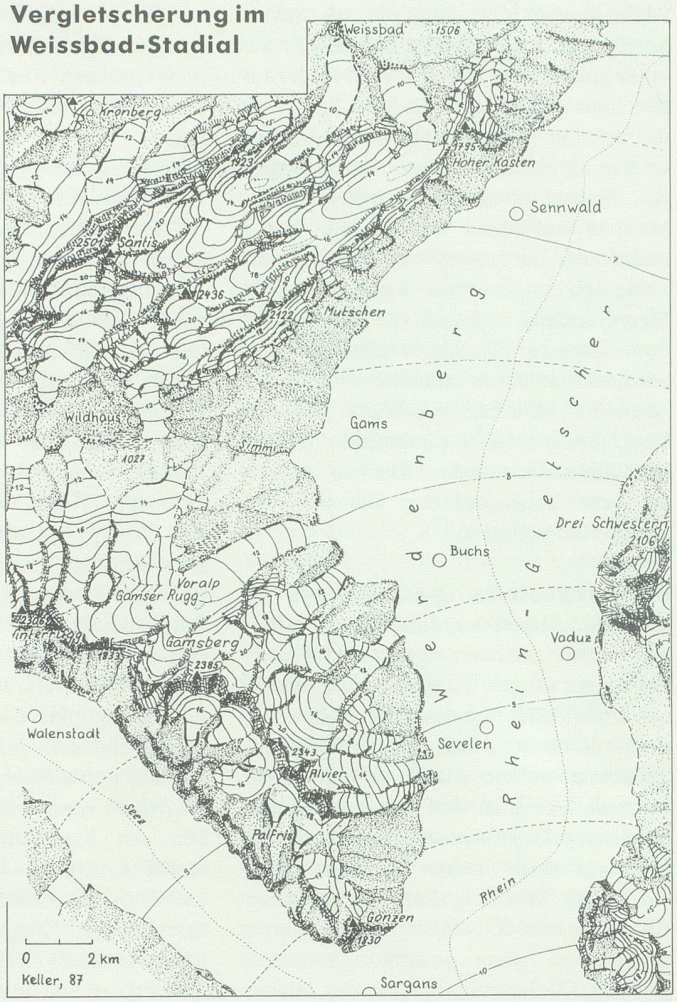
Die Ausgestaltung des Reliefs

Über die letzten zwei Millionen Jahre hinweg sind weltweit grosse Klimaschwankungen zu verzeichnen, die einen mehrfachen Wechsel von kalten Perioden, Eiszeiten, und warmen Perioden, Zwischeneiszeiten, zur Folge hatten. Im Vorland der Alpen sind mindestens sechs Eiszeiten erkannt worden, wahrscheinlich waren es noch mehr. Im allgemeinen dürfte der Wechsel warm – kalt einen Rhythmus von 50 000 bis 100 000 Jahren aufgewiesen haben. Jedenfalls herrschte vor 120 000 Jahren während der letzten Zwischeneiszeit ein dem jetzigen sehr ähnliches, noch etwas milderes Klima. Vor 100 000 Jahren setzten erste Kühlphasen der jüngsten Eiszeit, der Würmeiszeit, ein, bis zwischen 20 000 und 18 000 Jahren vor heute das Kältemaximum und die grösste Eisausdehnung erreicht waren. Die anschliessende Erwärmung liess die Gletscher abschmelzen, so dass vor 10 000 Jahren bereits die Klimagunst der momentanen Wärmezeit (Zwischeneiszeit?) erreicht wurde, wobei seither nur geringe Schwankungen auftraten.
Mit dem Einsetzen der Eiszeiten begann eine totale Überformung den Bergen und Tälern ein neues Gepräge zu geben. In den Vergletscherungsperioden wurden die Alpen jeweils unter einem gewaltigen Eispanzer begraben, aus dem nur noch die höheren Gipfel und Grate von Alvier, Churfirsten und Alpstein mit über 1600 m Meereshöhe herausragten, die ihrerseits ebenfalls Gletscher trugen (Figur 4). Die durch die Gletscherströme verstärkte Tiefenerosion schuf die übertieften Becken im Bodensee und Rheintal, die teilweise bis unter den Meeresspiegel ausgeräumt wurden. Auch im werdenbergischen Rheintal ist die Felssohle erst in 300 bis 500 Meter Tiefe anzunehmen.
Typische glaziale (von den Eisströmen geschaffene) Formen wurden vor allem in den Berggebieten herausgebildet. Die lokalen Gletscher «hobelten» in den Kammregionen bis kilometergrosse, halbrunde Hohlformen mit steilen Rückwänden und flacheren Muldenböden heraus, die als Kare bezeichnet werden. Am Alvier gibt es dazu klassisch gestaltete Beispiele: Malschüel zwischen Alvier und Fulfirst, Schaneralp zwischen Alvier und Gauschla, Naus zwischen Sichelchamm und Voralpsee (Bild 2). In den Churfirsten sind die Karrückwände meistens nach Süden durchgebrochen, was dieser Bergkette zu ihrem eigenartigen Aussehen verholfen hat. Ein solcher Durchbruch ist etwa Garschella-Plisen zwischen Gamserrugg und Chäserrugg. In der sehr steilen Südkette des Alpsteins sind Kare seltener und kleiner (Bild 3).
Unterhalb rund 1600 m ü. M., was ungefähr der Maximalhöhe des Rheingletschers entspricht, wurden die Abhänge vom Eis überschliffen und Felsvorsprünge zu rundlichen Kuppen umgestaltet. Diese Rundhöcker finden sich gehäuft am Sevelerberg von Refina bis Hüseren, wenige 100 Meter über dem Rheintal vom Schollberg über Wartau, Sevelen bis Werdenberg (Schlosshügel) oder zwischen Voralpsee und Wildhaus (Stein, Älpli).
Dem absinkenden Rheingletscher flossen seitlich Schmelzwasserströme entlang, die Randrinnentäler in die nicht allzu steilen Berghänge der Alvier-Ostseite eingegraben haben: Oberschan, Gretschins in Wartau, Steig und Valcupp am unteren Sevelerberg. An anderen Stellen lagerten der Rhein- und die Lokalgletscher Material in Form von länglichen Hügeln als Moränenwälle ab. Besonders markant sind sie im Voralpseegebiet oder auf Palfris.
Findlinge haben sich in den Bachläufen angehäuft, während sie auf Wiesen und Weiden zu deren besserer Bewirtschaftung vielfach weggeräumt worden sind. Selten, etwa in den Grabser Maienbergen, sind sie von den Gletschern so dicht deponiert worden, dass sie bis heute liegen gelassen wurden. Die Anwesenheit des Rheingletschers wird durch Bündnergesteine belegt: Gneise, Granite, Verrucano. Sie sind in grösserer Höhe am Schanerberg, im Buchser Hochwald, auf Bilärsch in den Grabser Maienbergen oder unterhalb des Sommerigchopfs anzutreffen.
Die Figuren 4 und 5 zeigen Ausschnitte aus Vergletscherungskarten, die zwei markante Stadien der letzten Eiszeit darstellen. Während des Höchststandes vor 18 000 Jahren wurde der Rheingletscher am Gonzen in zwei Arme geteilt, die über das Seez- beziehungsweise das Rheintal abflossen. Die Höhenlinien lassen die damalige Eisoberfläche und die gewaltigen Ausmasse der Eismassen erkennen. Während des späteiszeitlichen Weissbad-Stadiums legte der abschmelzende Rheingletscher um 14 500 vor heute mit Front zwischen Koblach und Kobelwald einen längeren Etappenhalt ein. In dieser Phase stiessen die kleineren Lokalgletscher (Figur 5) nochmals kräftig vor. Viele endeten auf den Alvier- und Alpsteinabhängen, andere erreichten den bereits tiefer als 1000 m ü.M. liegenden Rheingletscher.
Mit dem Schwinden der Gletscher zwischen 14 000 und 10 000 Jahren vor heute übernahm das fliessende Wasser die Hauptrolle im Formungsprozess. Ausser den Aufschüttungen im Rheintal durch den Rhein und die Bäche von den Berghängen brachte dies keine grossen Veränderungen; am bedeutendsten sind die linienhaften Tobeleinschnitte der Bergbäche Simmi, Walchenbach, Studnerbach, Tobelbach und Sevelerbach.
Besonders zu erwähnen sind die Massenbewegungen von Lockermaterial, von denen ausgedehnte Hangzonen des Werdenbergs betroffen sind. Bergstürze als meist einmalige, kurzfristige Grossereignisse sind mehrheitlich im Zusammenhang mit den schwindenden Eiszeitgletschern zu sehen. Beim beginnenden Abschmelzen wurden Berg- und Felshänge eisfrei und dem Spaltenfrost mit abwechslungsweisem Gefrieren und Tauen ausgesetzt. Da gleichzeitig der Eisdruck auf die Berghänge verschwand, konnten die gelockerten, entlasteten Felsmassen abstürzen. So ereigneten sich in der Späteiszeit grosse Stürze am Chapf, verantwortlich für die Entstehung des Voralpsees (Bild 2), und an der Gauschla-Flida ob Trübbach. Jünger ist der Bergsturz vom Stauberenfirst bei der Chelen, dessen Schutt der Rheinebene im Schlosswald bei Salez

Figur 4: Der Rheingletscher im Maximum der letzten Eiszeit



Figur 5: Späteiszeitliche Vergletscherung im Weissbad-Stadial



als weitverstreutes Hügelgelände aufliegt; er hat sich vor weniger als 10 000 Jahren ereignet.

Langsamer ablaufende Massenbewegungen wie Sackungen und Rutschungen sind im Bereich des Flysches zahlreich. Er ist für diese Art der Abtragung besonders prädestiniert, weil er aus wenig verfestigten Gesteinen mit vielfachem Wechsel der Gesteinsart und dünnbankigem, schiefrigem Schichtbau besteht. Buckelwiesen, kleine Tälchen, gelegentliche lokale Abrisse zeigen die Bewegungen an. Das Gebiet vom Grabser- und Gamserberg über den Saxerberg nordwärts bis Frümsen ist von diesen Formen gekennzeichnet. Die weite Mulde im Mittelwald oberhalb Gams-Sax ist als gewaltige Rutschung entstanden, wobei die Prozesse an verschiedenen Stellen noch immer weiterwirken. Die Alpverflachungen von Gadöl, Obetweid bis Loch sind der (noch) stehengebliebene obere Rand der Ausbrüche (Bild 3).

Legende zu Figuren 4 und 5

- Eisfreies Gelände
- Felsareal
- Gletscherzunge
- Höhenkurven der Eisoberfläche
- 1400 Höhe über Meer
- Eisrandwall
- Eisrandterrasse
- Heutige Gewässer unter Eis

Literatur

U. Briegel, *Geologie der östlichen Alviergruppe.* – In: *Eclogae geologicae Helveticae*, 65/2. Basel 1972.

M. Eberle, *Zur Lockergesteinsfüllung des St. Galler und Liechtensteiner Rheintals.* – In: *Eclogae geologicae Helveticae*, 80/1. Basel 1987.

M. Forrer, *Zur Geologie der östlichen Wildhauser Mulde.* – In: *Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 73. Band. St. Gallen 1950.

R. Hantke, *Eiszeitalter.* Band 2. Thun 1980.

H. Heierli, *Die Ostschweizer Alpen und ihr Vorland.* – In: *Sammlung geologischer Führer*, Band 75. Stuttgart 1984.

O. Keller, *Zur Glazialmorphologie der Region St. Gallen: Die eiszeitliche Ausgestaltung der Landschaft.* – In: *Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, Band 81. St. Gallen 1981.

O. Keller und E. Krayss, *Die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers und der erste alpine Eisrandkomplex im Spätglazial.* – In: *Geographica Helvetica*, 87/2. Zürich 1987.

Geologische Karten

Geologische Karte der Alviergruppe 1 : 25 000. Beiträge Geologische Karte der Schweiz, Spezialkarte Nr. 80. Bern 1917.

Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000. Blatt 1115, Säntis (Atlasblatt 78). Hrsg. Schweizerische Geologische Kommission. Zürich 1982.

Bilder

Flugaufnahmen: Hans Jakob Reich, Salez.