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

Herausgeber: Historischer Verein der Region Werdenberg

Band: 3 (1990)

Artikel: Die geologische Entwicklung des Alpenrheintals

Autor: Keller, Oskar

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-893221

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: 16.02.2026

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

Die geologische Entwicklung des Alpenrheintals

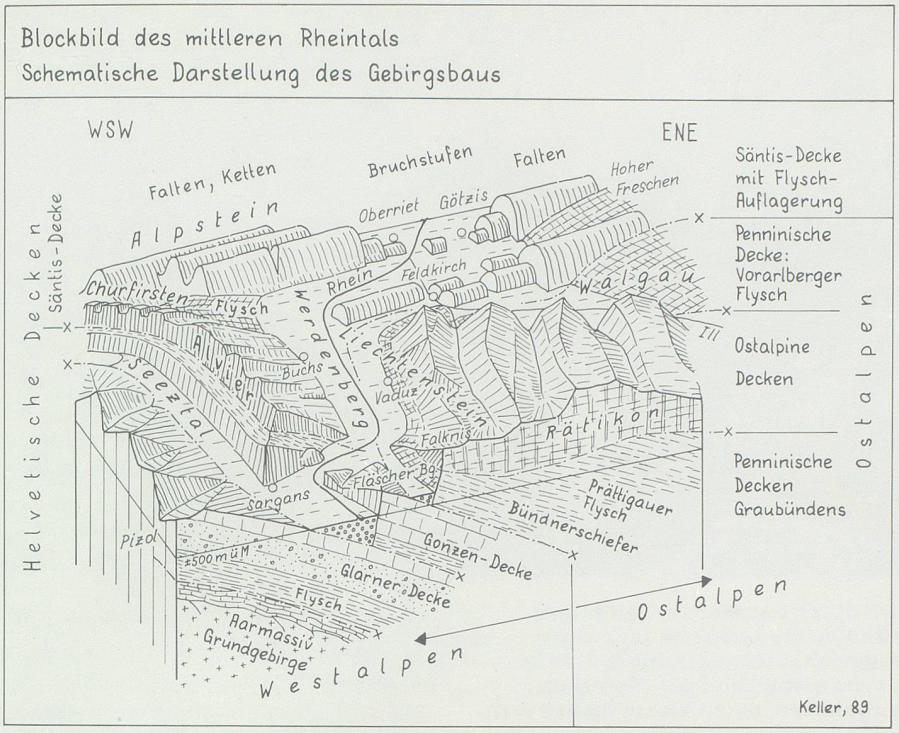
Oskar Keller, Eggersriet

Über 50 Kilometer benötigt der Rhein, um sein im Alpeninnern im Bündnerland gesammeltes Wasser zwischen den randalpinen Gebirgsketten und den Voralpen hindurch dem Bodensee zuzuleiten. Während der erste Blick auf die Karte ein ziemlich einheitliches Tal von Chur bis zum Bodensee annehmen lässt, zerfällt es in Tat und Wahrheit bezüglich Entstehung und Gestalt in eine Reihe sehr unterschiedlicher Abschnitte.
Gut feststellbar verändert sich von Jahr zu Jahr das Rheindelta im Bodensee, indem es sich Meter um Meter weiter vorschiebt. So liegt die Frage nach der einstigen Ausdehnung des Sees rheintalaufwärts auf der Hand. Natürlich möchte man auch wissen, welche Kräfte und Vorgänge das sehr tiefe Tal geschaffen haben, das bekanntermaßen mit mehreren hundert Metern mächtigen Schuttmassen verfüllt ist.
Jahrtausende blieb es dem Rhein überlassen, sich den Weg durch die weite Ebene nach eigenem Gutdünken zu suchen, diese gelegentlich zu überschwemmen, den Lauf zu ändern und das Tal immer höher aufzuschütten. Wohl auch seit einigen Jahrtausenden ist der Mensch im Rheintal ansässig und Zeuge der Herrschaft des ungebändigten Gebirgsstromes geworden. Diese freiheitliche Zeit des Flusses wurde durch menschlichen Eingriff um die Jahrhundertwende abgeschlossen; der Rhein ist zwischen Dämme gelegt und gezähmt worden.

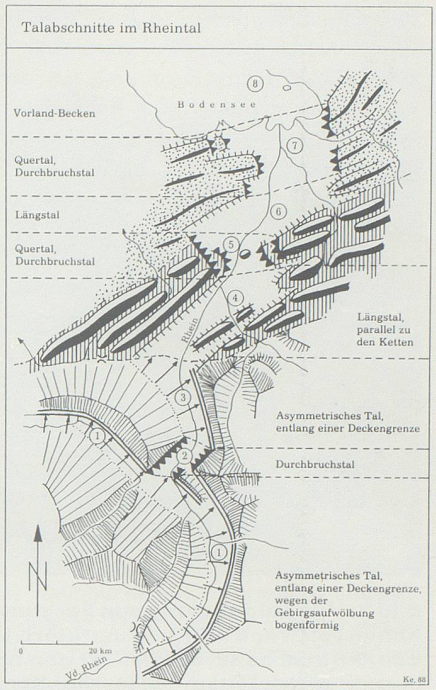
Bild 1: In einem weiten Bogen folgen im oberen Werdenberg das Rheintal und mit ihm der Rhein dem Ostrand der Alvierkette (links). Rechts zeigen die Strukturen der Steilhänge der Drei Schwestern deutlich, dass dieser Bergstock dem von Westen her abfallenden Alvier aufgelagert ist. Das Tal bildet die zu einer Ebene aufgeschüttete Grenze zwischen den beiden Gebirgszonen, den Westalpen (links) und den Ostalpen (rechts). Quer gelegen, zwingt der Alpstein (Hintergrund) den Rhein, nach Osten (rechts) auszuweichen. Besonders auf der Werdenberger Seite, links des Rheins, lassen Waldstreifen und Hecken entlang der noch nicht gerade gelegten Wasserläufe die einstige Auenzone des Flusses erkennen. Noch nicht eingedämmt, hat er hier früher häufig überschwemmt und Kies und Sand aufgeschottert.

Zur Entstehung des Rheintals

Erst seit fünf bis sechs Millionen Jahren entwässert der Rhein aus der Gegend von Chur in allgemein nördlicher Richtung in den Bodenseeraum. «Erst» darf deshalb gesagt werden, weil er die vorangehenden 40 Millionen Jahre von Sargans aus nach Nordwesten über die Gegend des heutigen Toggenburgs gegen Winterthur-Schaffhausen in ein weites, flaches Vorland der werdenden Alpen, ähnlich der heutigen Po-Ebene, geflossen ist. Erst vor zehn bis fünf Millionen Jahren wurden ja auch Alpstein, Churfirsten und Alvier endgültig von Süden her an ihren jetzigen Standort versetzt und als alpine, hohe Gebirge emporgehoben. Diese Hebung war im mittleren und oberen Rheintal auf der Westseite viel stärker als östlich im Vorarlberg. Deshalb tauchen die sogenannten helvetischen Gesteinsschichten des Alvier, wie auch des Pizol-Calanda-Gebiets gegen Osten zum Rheintal ab und verschwinden dort in der Tiefe; deshalb bestehen die Berge um den Walgau und in Liechtenstein aus weit von Süden auf das Helvetikum auf- und überschobenen Schichtserien der Ostalpen; deshalb sind die Gesteine und die Bergformen Liechtensteins völlig verschieden zu denjenigen des Werdenbergs. Durch das Rheintal verläuft somit nicht nur eine vom Menschen geschaffene politische Grenze, sondern bereits seit Jahrmillionen die durch Naturvorgänge entstandene geologisch-tektonische Grenze (Grenze im Gebirgsbau) zwischen den helvetischen Westalpen und den austrischen Ostalpen (Figuren 1 und 2 sowie Abbildung 1).
Eine andere Entwicklung spielte sich in den nördlichsten Alpenketten ab. Der Alpstein verschwindet bei Oberriet zwar auch unter der Rheintal-Aufschüttung, aber er bildet dabei sogenannte Bruchstufen, indem das Gebirge östlich des Kamor in Schollen zerbrochen ist, die treppenartig ins Rheintal absteigen (Figur 1). Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass



Figur 1: Die Alpen sind an ihrem Nordrand im Bereich des Rheintals kompliziert aufgebaut. Die Talfurche trennt die Westalpen (Helvetische Decken) von den Ostalpen, die dem abtauchenden Helvetikum aufliegen. Nur die Falten der vordersten Säntisdecke erscheinen östlich des Rheins nochmals als schmales Band.



Figur 2: Die allgemeine S-N-Richtung des Rheintals täuscht Einheitlichkeit im Bau vor. In Wirklichkeit handelt es sich um 7 grundsätzlich verschiedene Talstücke von Chur bis zum Bodensee.

dieses Bergmassiv, die sogenannte Säntisdecke, auf der anderen Talseite bei Götzis wieder erscheint, ebenfalls Bruchstufen bildet, aufsteigt, in markanten Ketten ähnlich dem Alpstein südlich Dornbirn durchzieht und sich nordostwärts bis in das Allgäu fortsetzt. Diese dem Alpstein entsprechende Gebirgszone des Hohen Freschen östlich des Rheins dürfte mitverantwortlich sein, dass der Vormarsch der Ostalpendecken im Walgau und im Grossen Walsertal gestoppt worden ist (Figuren 1 und 2).

Die Bruchstufen zwischen Oberriet und Götzis beweisen, dass während der Gebirgsbildung hier eine deutliche Eintiefung in der Erdkruste entstanden war, die zum Nachsacken und Zerbrechen des Gebirges geführt hat. Einzelne Bruchschollen blieben als Horste erhalten und überragen mitten im Tal die Aufschüttungen: Montlinger Berg oder Kummaberg bei Koblach.

Schellenberg, Ardetzenberg und weitere Inselberge um Feldkirch sind eigentlich die hintersten und externsten Falten und Ketten des Alpsteins, die weniger stark emporgepresst worden sind. Sie stehen unter dem Haupttal hindurch mit der Kasten-Stauberen-Kette in Verbindung (Figuren 1 und 2).[1]

Die «neuen» Alpenrandgebirge Alpstein, Churfirsten, Alvier stiegen damals vor zehn bis fünf Millionen Jahren ausgerechnet dort auf, wo der Rhein bei Sargans bisher aus den Alpen ausgetreten war. Verständlicherweise hat darum der einen neuen Ausweg suchende Fluss die Eintiefungen entlang der Grenze Westalpen-Ostalpen als neuen Talweg benutzt und in der Folge ausgestaltet.

Man darf sich bei allen Gebirgsbildungsvorgängen niemals vorstellen, dass zuerst die Berge aufgefaltet worden wären und die Flüsse dann anschliessend neue Täler geschaffen hätten. Beides verläuft gleichzeitig, und so auch hier. In einer ersten Phase war der Aufstieg der Alpenrandgebirge schneller, als sich der Rhein einzutiefen vermochte. So wurde er aus seinem angestammten, nach NW zeigenden Tal abgedrängt und zwar gegen Osten, weil ja dort die Hebung geringer war. In einer zweiten Phase wurde der neue, allgemeine Talverlauf nach Norden dadurch festgelegt, dass die vorrückenden ostalpinen Decken als mehrere tausend Meter mächtige Schichtpakete mit ihrem Westrand ein weiteres Ausweichen des Rheins nach Osten verhinderten (Figur 1). In der dritten Phase, die abschnittweise noch heute anhält, überwogen die erosiven Abtragungs- und Eintiefungsvorgänge, die das Rheintal zur derzeitigen breiten und (ohne Talfüllung) sehr tiefen Hohlform ausgestaltet haben.

Bereits in der ersten Phase müssen die Bruchsysteme von Oberriet-Götzis vorhanden gewesen sein, so dass der abgelenkte Rhein durch diese natürliche Eintiefung in den Alpenfrontgebirgen den Alpenraum bequem wie durch ein Tor verlassen konnte (Figuren 1 und 2).

Eine interessante Passage ist auch die s-förmige Biegung des Rheintals unterhalb Sargans (Abbildung 2). Als durch den Gebirgsbau gegebene Fortsetzung des Churer Rheintals entlang dem abtauchenden Aussenrand der Oberländer Gebirge Calanda, Pizol, Flumser Berge ist ab Sargans das Seeztal anzusehen. Das Rheintal biegt rechtwinklig dazu nach Nordosten ab, wobei es zum Durchbruch von Trübbach-Balzers durch die Alvier-Fläscherberg-Kette kommt. Dass das Seeztal trotz

1 Vgl. Keller 1988.

Bild 2: Die Talgabelung von Sargans wird durch den Gonzen mit seiner hohen Felswand auffällig markiert. Der Rhein, von rechts unten aus Graubünden kommend, hat sich für den Talweg nach rechts entschieden. Also musste er sich zwischen Fläscher Berg (vorne rechts) und der Alvierkette (Bildmitte), welche geologisch zusammengehören, einen klusartigen Durchbruch schaffen.

der prädestinierten Lage nicht zum Haupttal wurde, muss wiederum mit der allgemeinen Tendenz des Rheins, nach Osten an den Ostalpenrand abzurutschen, erklärt werden (Figuren 1 und 2). Trotz Engpass und Umbiegen ist das Rheintal wesentlich breiter als das Seeztal, welches wohl erst während den jüngeren Eiszeiten durch die Gletscher bis aufs Rheintal-Niveau hinunter eingetieft wurde. Damit entstand eine der bedeutendsten Talverzweigungen der Alpen mit einer Talwasserscheide, bei der eine weitere Eintiefung um wenige Meter genügen würde, dass der Rhein durchs Seeztal abfliessen könnte.

Alle diese Überlegungen und Erklärungen zeigen, wie komplex das Rheintal aus sehr verschieden gebauten Talabschnitten zusammengesetzt ist. Aus diesem Grund ist das immerhin 80 Kilometer lange Alpental von Chur bis zum Bodensee so abwechslungsreich gestaltet, verwinkelt und gekammert (Figuren 1 und 2).

Die Ausgestaltung im Eiszeitalter

Mit dem Abschluss der letzten bedeutenden Gebirgsbildungsphase der Alpen vor etwa fünf Millionen Jahren hatten Alvier, Alpstein und die Gebirge östlich des Rheins ihren heutigen Platz eingenommen und ihren inneren Bau vollendet. Eine damit verbundene allgemeine Hebung im Vorland um mehr als 1000 Meter hatte dazu geführt, dass sich das Meer nördlich der Alpen endgültig nach Südfrankreich, respektive nach Ungarn-Rumänien zurückzog. Gleichzeitig war der Jura gefaltet worden, so dass das Mittelland mit der Aare nicht nach Norden entwässern konnte. Der Abfluss erfolgte vorerst über den Bodenseeraum zur Donau und damit zum Schwarzen Meer. Auch der Alpenrhein war ein Tributär der Donau, die er nahe Ulm erreichte. Damals fehlte noch jede Spur eines Bodensees oder eines Bodenseebeckens. Für das Werdenberger Rheintal zu jener Zeit errechnet sich eine Höhe der Talsohle von 800 bis 900 Meter über Meer.

Vor etwa einer Million Jahren setzten die Eiszeiten ein. Sie liessen Gletscher im Bündnerland und im Montafon entstehen, welche bis ins Vorland hinaus vorstiessen. Die Abtragung des strömenden Eises sorgte für eine immer stärkere Ausweitung des Rheintals und die kräftige Tiefenerosion für Trog- und Beckenbildung. In den Zwischeneiszeiten wurden die Bachläufe, Tobel und Flusstäler linienhaft durch das fliessende Wasser eingekerbt und die Talbecken wieder zugeschüttet. Während den Vergletscherungen des mittleren Eiszeitalters vor 400 000 bis 300 000 Jahren fand der Alpenrhein seinen heutigen Weg, indem er über Schaffhausen zur Aare nach Westen «umkippte». Damit «brach er der Donau die Treue», wurde «volljährig» und entwässert seither via Oberrhein zur Nordsee.

Nach Abschluss der letzten Eiszeit vor 10 000 Jahren spielte sich die Entwässerung schliesslich auf das heutige Niveau um 400 Meter am Bodensee und 450 Meter bei Buchs ein. Der durch die Kolkwirkung des Eises geschaffene Felsboden liegt aber im Rheintal und unter dem Bodensee noch etliche hundert Meter tiefer als die Abflusslinie. Vor allem dort, wo das Eis Längstäler (Buchs–Oberriet, Altstätten–St.Margrethen) oder Deckenrandtäler (Ragaz–Sargans, Wartau–Grabs) antraf, vermochte es stark nach der Tiefe wirksam zu werden, während die Talengnisse von Trübbach und Oberriet als solche infolge der Querlage der geologischen Strukturen der Eis-Erosion kräftig Widerstand entgegensetzten (Figur 2). Daraus wird der Verlauf der Tiefenlinie des Felsuntergrundes im Rheintal verständlich (Figur 3). Trotzdem bleibt die grosse Tiefe des Felsbettes nördlich Balzers mit nur noch 32 Meter über Meer und bei Hohenems sogar bei – 182 Meter (182 Meter unter dem Meeresspiegel) höchst erstaunlich. Diese Werte, die Tiefbohrungen entstammen, zeigen eindrücklich, wie bedeutend die Erosionstätigkeit der Eiszeitgletscher speziell nach der Tiefe hin sein kann.

Umfangreiche, gletscherbedingte Ablagerungen im Alpenvorland aus der Vorstosszeit des Rheingletschers vor dem Vereisungsmaximum der letzten, der Würmeiszeit, deuten darauf hin, dass damals die Abtragung in den Bergen und die Ausräumung in den Alpentälern am stärksten war. Die Ausschürfung des Rheintals bis auf die derzeitige Felsoberfläche wird daher weitgehend den Aufbauphasen der Eiszeit zuzuschreiben sein. Hingegen gehören die wenigen talrandlichen Anlagerungen späteiszeitlichen Gletscherständen an, während die Auffüllung zur jetztigen Talebene erst im Anschluss an das Eisfreiwerden in der Spät- und Nacheiszeit erfolgte.

Zwischen Trübbach und Buchs häufen sich entlang der untersten Berghänge kleinere, meist scharf eingeschnittene Täler, die mit wenig Gefälle parallel zu den Alvierabhängen verlaufen (Abbildung 3). Normalerweise werden Täler durch die Bäche in Richtung des allgemeinen Gefäl-

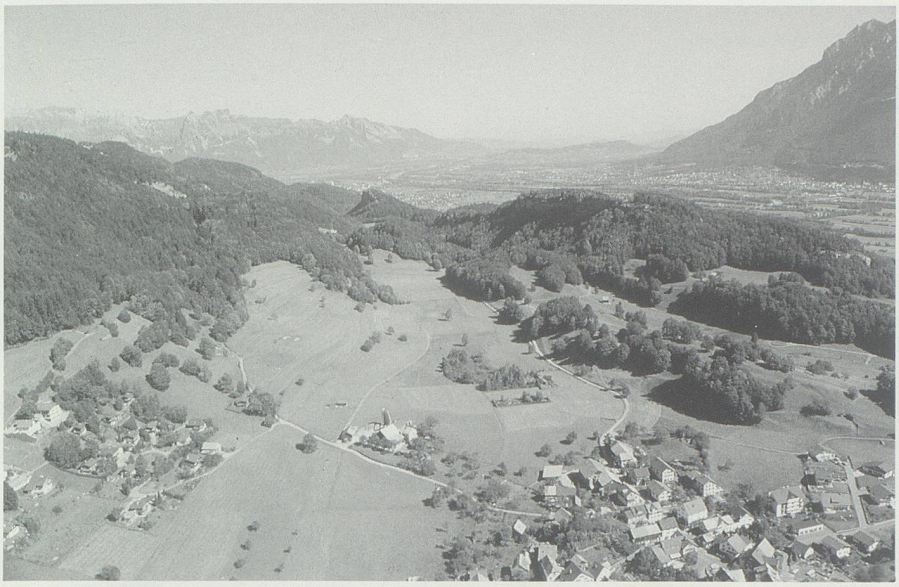


Bild 3: Die unteren Abhänge des Alvier sind, wie hier bei Oberschan, stark durch Gletschereis und Schmelzwasser überprägt worden. Während die Kuppen (meist bewaldet) eisgeschliffen sind, wurden die hangparallelen Tälchen in der Späteiszeit durch eisrandliche Wasserströme geschaffen (Bildmitte jeweils von rechts nach links).

les eingetieft, da das Wasser stets das Bestreben hat, die Abhänge hinunter und nicht ihnen entlang zu fliessen. Die Entstehung der hangparallelen Tälchen geht auf zwei Ursachen zurück. Als erstes sind sie durch Bruchlinien und Schichtversetzungen im Untergrund, das heisst durch tektonische Vorgänge, vorgezeichnet worden. Ihre Ausgestaltung erfolgte dann aber durch fliessendes Wasser, indem entlang der Eisränder des ab- und zurückschmelzenden Rheingletschers Schmelzwasserströme diesen Linien folgten und sie zu scheinbar regelwidrigen Rinnentälchen ausgestalteten. Typisch sind das Tal von Valgup westlich Räfis-Rans oder dasjenige von Oberschan.

In der Umgebung von Weite fallen an den untersten Berghängen Terrassen auf, indem in Höhenabständen von vier bis zehn Metern in mehreren Stufen übereinander deutlich herauspräparierte Verflachungen auftreten. Wie Baugruben erkennen lassen, sind es weder Fels- noch Schotterterrassen, sondern Formen, die in Feinsanden angelegt sind. Es handelt sich um von Menschen geschaffene Ackerterrassen aus der Zeit, als die oft überschwemmte Rheinebene noch nicht bebaubar war. Der sehr feine Sand ist Löss, das heisst durch Wind aus vegetationslosen Kiesfeldern ausgewehter Flugsand. Heute spielen sich derartige Prozesse der Windverfrachtung in Nordchina am Rande der Wüste Gobi oder in Island am Aussensaum der grossen Gletscher ab. Dieser Löss ist wohl durch föhnartige Winde zu einer Zeit verweht worden, als der Rheingletscher gegen Ende der letzten Eiszeit bei Sargans und weiter alpeneinwärts stirnte.

Die nacheiszeitliche Aufschüttung im Rheintal

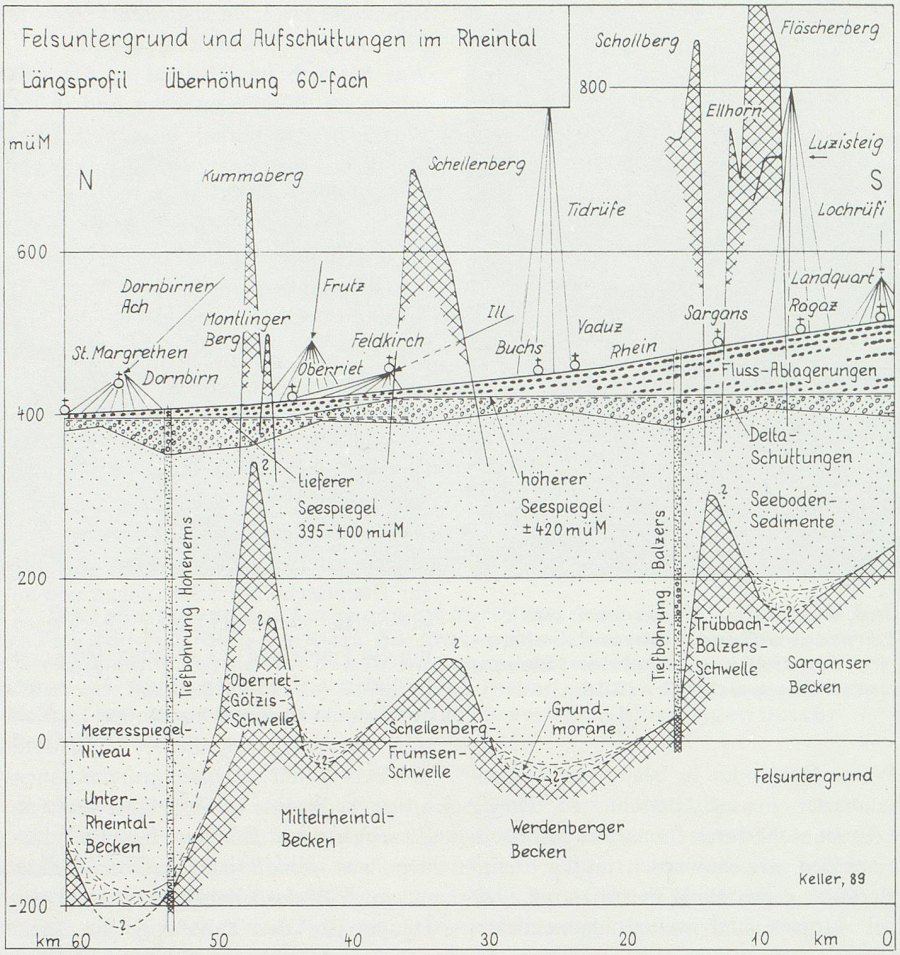
Wenig mehr als 14 000 Jahre vor heute lag im Rheintal während des sogenannten Weissbad-Koblach-Stadiums noch die mächtige Zunge des Rheingletschers, die sich aus den Gebirgen Rätiens bis ins Alpentor bei Montlingen–Koblach vorschob. Dort stirnte und «kalbte» sie im Bodensee, denn dieser erfüllte damals auch das unterste Rheintal.[2] Nach einem zuerst zögernden Abschmelzen bis Sennwald–Feldkirch muss das Eis dann sehr schnell abgetaut sein. Einzig bei Sargans nochmals eine Verweilpause einschaltend, zog sich der Rheingletscher bis ins mittlere Bündnerland zurück. Zwischen 13 000 und 12 000 Jahren vor heute fassten die Wälder, vorerst mit Föhren und Birken, im Rheintal wieder Fuss. Unterdessen hatten sich die Gletscher weit hinauf in die innersten Alpentäler zurückgezogen. Schliesslich erreichte das Klima vor 10 000 Jahren heutige Werte, was in den rheintalischen Gebirgen die Gletscher mit wenigen Ausnahmen wie am Säntis, am Pizol, im Calfeisental oder im Rätikon zum Abschmelzen brachte.

Was hat sich im Rheintal in den 4000 Jahren des Eisabschmelzens und in den 10 000 Jahren seither alles abgespielt? Um diese Frage beantworten zu können, müssen die Aufschüttungen befragt werden. Direkt zugänglich sind natürlich nur die obersten Meter der Füllung, die beim Kiesabbau oder beim Erstellen von Strassen und Häusern eingesehen werden können. Da aber mehrere hundert Meter tief Lockermaterial vorhanden ist (Figur 3), müssen Tiefbohrungen untersucht und ausgewertet werden. Im allgemeinen ergibt sich daraus die in Figur 4 dargestellte Schichtfolge der Ablagerungen.

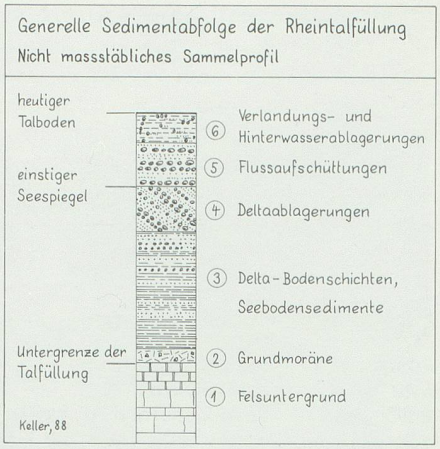
Das Felsbett (1) ist nur in wenigen Bohrungen erreicht worden. Man ist daher zur Hauptsache auf Schätzungen und auf seismische Untersuchungen angewiesen, um die Tiefenlage des anstehenden Felses bestimmen zu können (Figur 3). Ausser am Talrand hat man nur in der Tiefbohrung von Hohenems, die bei −592 Meter den Fels anfuhr, glaziale, grundmoränenartige Sedimente angetroffen, die vom Eiszeitgletscher auf dem Felsuntergrund deponiert worden sind (2). Überall bilden mächtige Seebodenablagerungen (3) die Hauptmasse der Talfüllung. Sie setzen sich mehrheitlich aus Tonen und Silten (feinste Sande), teils auch aus echten Sanden zusammen. Entlang der mittleren Tallinie gehen diese Sedimente nach oben in gröbere, ufernahe Deltaablagerungen (4) in Form von Kies und Grobsand über. Die darüber liegenden, horizontal gelagerten Kiese sind nicht im See abgesetzte Flussaufschüttungen (5). Sie sind mit den Schuttkegeln aus den Seitentälern kompliziert verzahnt. In den vom Rheinlauf weiter entfernten Talbereichen, oft im «toten Winkel» hinter Schuttfächern, trifft man Absätze, die typisch sind für flache Seen, Tümpel und Sümpfe (6): Feinsand, Ton und «Schlamm». Vielerorts entwickelten sich später darauf Torfmoore.

Aus diesen Sedimentabfolgen kann eine generelle Entwicklung im Rheintal abgeleitet werden. Nach dem Rückzug des Haupttalgletschers Richtung Graubünden füllten sich die freigewordenen Talmulden und Tröge mit Wasser. Die Eiszunge stirnte dabei in diesen Seen, wo sie mit steiler Front abbrach und kleine Eisberge

2 Vgl. Keller 1988.



Figur 3: Der Verlauf der Felslinie als eigentlicher Boden des Rheintals weist eine Reihe von Becken und Schwellen auf. Die erstaunliche Tiefe auch noch weit im Alpeninnern zeugt von der grossen Erosionsleistung der Eiszeitgletscher. Gewaltige Mengen an Lockermaterial wurden seit dem Abschmelzen der Gletscher abgesetzt. Die Hauptmassen bilden feine Seesedimente und nicht die erwarteten Flussschotter.



Figur 4: Die Talfüllung ist durch eine Dreiteilung charakterisiert: Zuunterst liegen mächtige Seebodenablagerungen. Darüber folgen Deltaschichten, die die Flussmündung in den See anzeigen. Den Abschluss bilden Fluss- und seitliche Schwemmfächer-Ablagerungen auf der bereits vorhandenen Talebene.

bildend «kalbte». Das ausgetaute oder vom Schmelzwasser transportierte Material, hauptsächlich feine Silte und Tone, wurde in den Seebecken abgesetzt, wobei es wegen den grossen Zufuhrmengen rasch zur Verfüllung kam. Markante Phasen dieser Art bildeten das Weissbad-Koblach-Stadium und das Sarganser Stadium des Rheingletschers (Figur 5). Später überschüttete der mit Schmelzwasser und Geschiebe angereicherte Rhein die Feinsedimente mit Deltaablagerungen, deren Oberkante das jeweilige Seeniveau anzeigt. Kräftige Unterstützung erhielt er von den seitlichen Zuflüssen, die besonders viel Lockermaterial zuführten, da dort die Gletscher ebenfalls weitgehend abgeschmolzen waren und eine die Erosion hemmende Vegetationsdecke noch fehlte. Die vor allem von Osten her bedeutenden Zubringer aus den vorarlbergischen Tälern überdeckten die Seeboden- und Deltasedimente mit flachen, ausgedehnten Gerölldecken und Schuttfächern. Die bedeutendsten sind Bregenzer Ach, Dornbirner Ach, Frutz aus dem Laternsertal und die Ill aus dem Montafon und Walgau. Auf der Schweizer Seite sind höchstens der Aubach bei Eichberg, die Simmi und die Tamina zu erwähnen. Nicht minder bedeutungsvoll sind die Wildbäche als zwar kurze, aber steile und geschiebereiche Gewässer, welche durch Murgänge oft mächtige, hohe Schuttkegel zu erzeugen vermochten, zum Beispiel bei Sennwald, Trübbach, Schaan oder Maienfeld.

Schon vor über 100 Jahren vermuteten Geologen einen einstigen Rheintalsee. A. Heim und weitere Forscher nahmen um die Jahrhundertwende einen Bodensee an, der bis hinter Chur gereicht und mit dem Walen-Zürichsee zusammengehangen hätte. Aufgrund der heutigen Erkenntnis, wonach bei Sargans eine Felsschwelle zwischen Rhein- und Seeztal vorliegt, ist sicher die Seeverbindung zum Walensee abzulehnen.

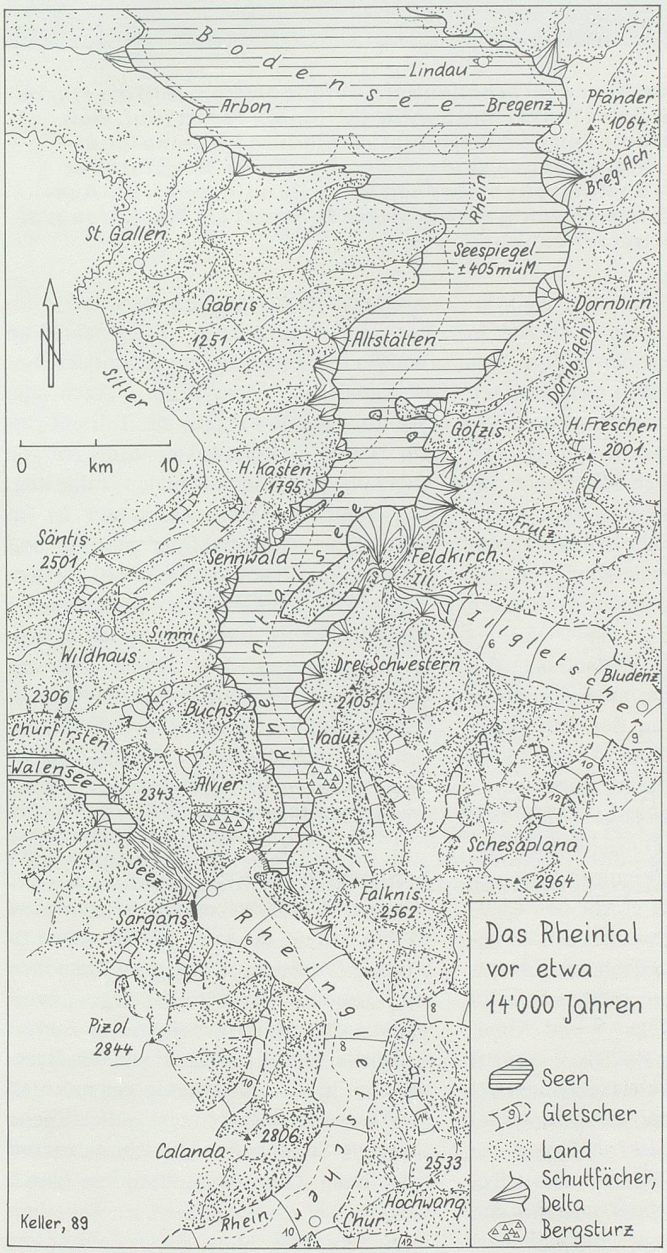
Eine Reihe von Längs- und Querprofilen zwischen Ragaz und St. Margrethen, die von M. Eberle kürzlich erarbeitet worden sind, zeigt, dass die Grenze zwischen Delta- und Flussablagerungen auf zwei Niveaus liegt. Von Ragaz bis unterhalb Sennwald findet sich diese knapp über oder unter 420 Meter, zwischen Oberriet und dem Bodensee in 395 bis 400 Meter über Meer (Figur 3). Völlig verschieden dazu liefern die Höhenlagen des Rheinlaufs eine Kurve mit abnehmendem Gefälle von Chur zum Bodensee. Die horizontal liegenden Niveaus markieren einstige Seespiegel in 420 Meter im oberen und mittlern Rheintal und auf knapp 400 Meter im unteren Abschnitt. Offenbar dehnte sich einerseits der Bodensee bis Oberriet aus, während anderseits ein etwas höher gelegener Rheintalsee von Sennwald sich bis über Ragaz hinaus erstreckt hat (Figur 6).

Die Höhendifferenz von rund 20 Metern zwischen den beiden Seespiegeln auf einer Strecke von rund zehn Kilometern bedeutet, dass der obere See aufgestaut worden ist und dass ein Flusslauf – der Rhein – mit ziemlich viel Gefälle die beiden stehenden Gewässer verbunden hat.

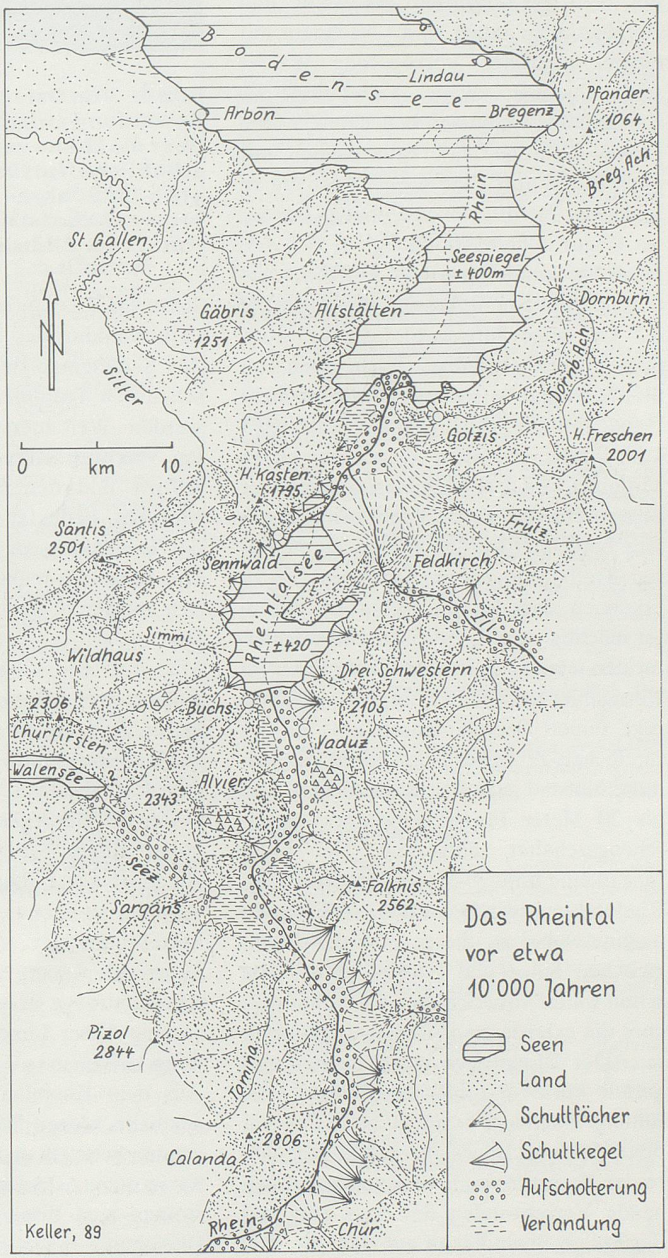
Da dieses Verbindungsstück sich im Bereich der Illmündung befindet, wird klar, dass der Ill-Schuttfächer, der von Feldkirch aus in die Rheinebene ausstrahlt, die beiden Seen getrennt hat. Bereits vor 10 100 Jahren war die Aufschüttung der Ill weit fortgeschritten, was sich aus der Altersbestimmung eines bei Brederis verschütteten Föhrenwaldes ergibt. Das heisst, dass schon bald nach dem Eisrückzug aus dem Raum Feldkirch– Sennwald die Trennung der zwei Seen stattgefunden haben muss (Figur 6). Eine grundsätzlich ähnliche Situation wird uns heute durch den Thuner- und den Brienzersee mit der Aufschüttung der Lütschine bei Interlaken demonstriert.

Wie aus einer Reihe von Datierungen mit dem radioaktiven Kohlenstoff ^{14}C an Holzresten aus Bohrungen zwischen Oberriet und Au abgeleitet werden kann, muss das Bodenseeufer um 10 000 Jahre vor heute zwischen Montlingen und Kriessern angenommen werden (Figur 6). Das Vorschieben des Deltas im See ist der Materialzufuhr von Ill und Frutz anzula-

Figur 5: Während einer späteiszeitlichen, kräftigen Abschmelzphase zog sich der Rheingletscher ungefähr 14 000 J. v. h. bis Sargans zurück und gab das gesamte mittlere Rheintal frei, wo sich das Wasser zum Rheintal-Bodensee ansammelte. Im Walgau lag noch der Illgletscher. Von ihm aus baute die Ill einen ausgedehnten Schuttfächer in den Rheintalsee vor.



Figur 6: Die Alpengletscher waren um 10 000 J. v. h. bis ins Hochgebirge zurückgeschmolzen; ihre Ausmasse entsprachen den gegenwärtigen. Infolge Fehlens einer schützenden Pflanzendecke im Alpenraum war die Verfüllung des Rheintals rasch vorangeschritten. Der Ill-Schuttfächer hatte Bodensee und Rheintalsee voneinander getrennt. Gleichzeitig hatte der Rhein sein Delta von Bünden her bis Buchs vorgeschoben.



sten, da der Rhein damals noch mit der Verfüllung des oberen Sees beschäftigt war.

Südlich Ragaz wurde unter anderem ein Föhrenholzstück aus 26 Meter Tiefe geborgen und das Alter auf 10 880 Jahre vor heute bestimmt. Der Rheintalsee war also im Raum Ragaz zu dieser Zeit längst eingefüllt worden, da schon damals um die 60 Meter Flussaufschüttungen über dem Seeniveau aufgebaut worden waren. Die Rheinmündung in den See ist, bei Voraussetzung des gleichen Talgefälles wie gegenwärtig, in der Gegend von Buchs–Schaan abzuschätzen (Figur 6).

Am Ende der Eiszeit traten vermehrt Bergstürze auf, die im Zusammenhang mit dem Eisfreiwerden der Täler und Berghänge zu sehen sind.[3] Nachdem mit einiger zeitlicher Verzögerung Wälder und allgemein dichte Vegetation die Landschaft geschlossen bedeckten, traten grosse derartige Naturkatastrophen nur noch selten auf. Eine dieser Ausnahmen bildet der Bergsturz von Forstegg bei Salez (Figur 7 und Abbildung 4), bei welchem Blockmaterial auf 4,5 km² dicht verteilt und mit einem Aussensaum sogar auf 6,5 km² angehäuft wurde. Er ist, noch immer gut erkennbar, hoch oben am Stauberengrat (Chelen) ausgebrochen. Dabei glitt ein Schichtpaket von nahezu 1 km² Fläche mit dem bemerkenswerten Volumen von 100 Millionen Kubikmeter Fels zu Tal, was anhand der Ausbruchsnische berechnet werden konnte. In mehreren Tiefbohrungen im Sturzareal ist zu erkennen, dass der Blockschutt bis 40 Meter mächtig ist und entsprechend weit unter den jetzigen Talboden hinabreicht. Im Kerngebiet liegt das Trümmermaterial direkt feinen Seesedimenten auf, in der randlichen Zone bei Salez gegen die Talmitte hin sind jedoch noch Deltakiese und bis 20 Meter Flussablagerungen dazwischengeschaltet. Folgerung: Der Sturz fuhr in eine rund 30 Meter tiefe Bucht des Rheintalsees zwischen Salez und Frümsen hinein, wobei zu dieser Zeit der Rhein zwischen Salez und Ruggell sein Delta schon weiter vorgeschoben hatte, auf welches die externeren Sturzmassen aufprallten. Der Rheintalsee stand damals also gerade kurz vor seiner endgültigen Verfüllung. Nachdem er um 10 000 Jahre vor heute noch bis Buchs gereicht hatte, dürfte der Bergsturz und das kurz darauf folgende Verschwinden des Sees aufgrund der Füllgeschwindigkeit auf 6000 bis 8000 Jahre vor heute anzusetzen sein. Die Wiederbewaldung des Sturzareals konnte in den Sedimenten der kleinen Moore zwischen den Trümmerhügeln nachgewiesen werden. Weil zuerst (zuunterst) viel Pollen von Tannen vermischt mit Buchen auftritt und der Eichen-Mischwald zurückgeht, bedeutet dies eine frühe Phase der Tannenzeit vor 6000 bis 7000 Jahren. Der Bergsturz muss wenig älter sein, was sich mit den obigen Angaben vereinbaren lässt.

Bild 4: Von Osten her, über dem Schellenberg aufgenommen, fällt die starke Bewaldung zwischen Salez (links) und Sennwald (hinten rechts) auf. Weit über die Ebene verstreute Felstrümmerhügel verhindern hier eine landschaftliche Nutzung. Diese Kuppen sind aus dem bei einem Bergsturz vor etwa 7000 Jahren ins Rheintal abgefahrenen Material aufgebaut. Die Ausbruchsnische ist noch immer wenig vernarbt und zuoberst am Stauberengrat (rechts der Bildmitte) gut erkennbar.

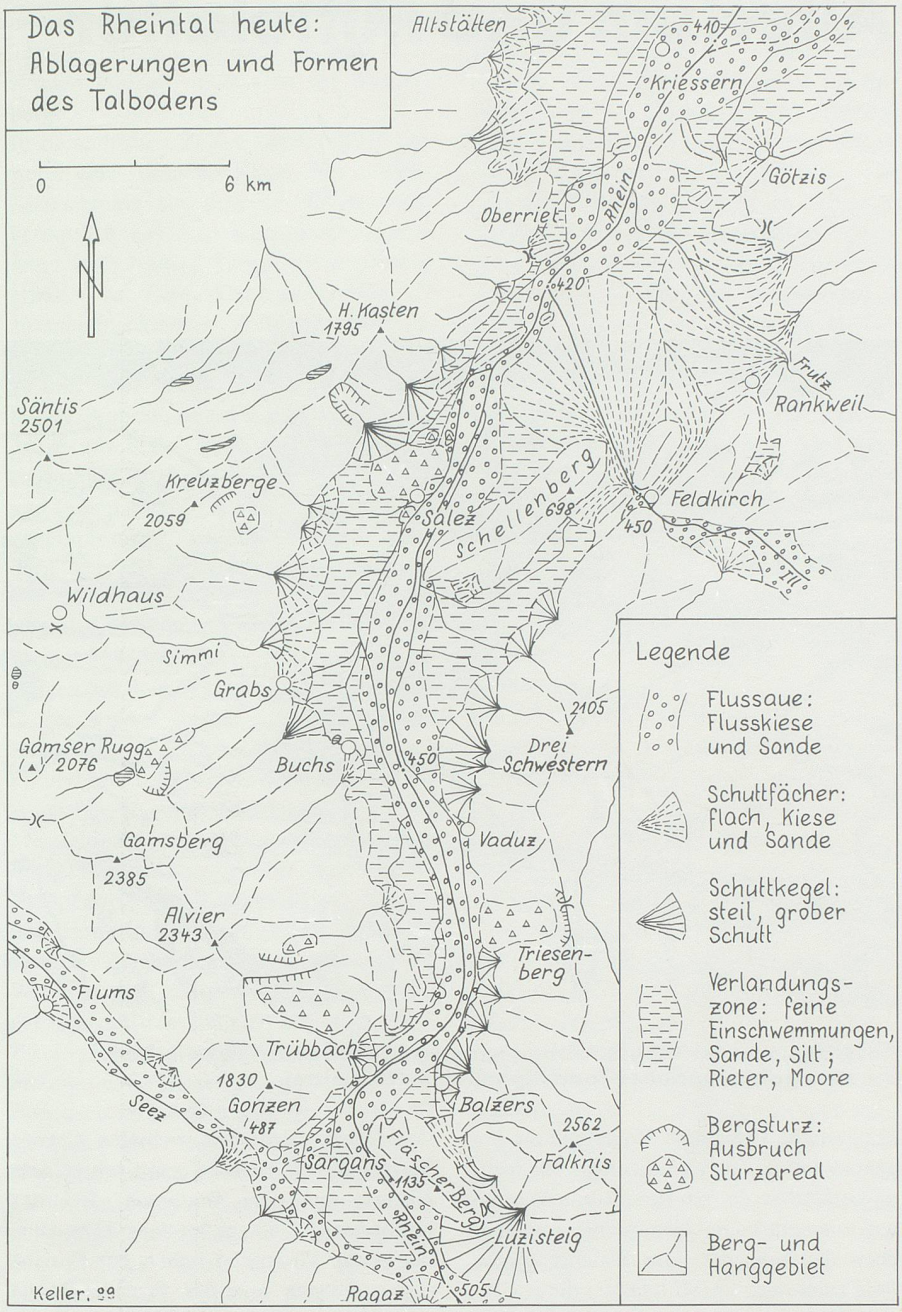
Mit der endgültigen Verlandung des Rheintalsees konnte nun auch der Rhein im unteren Rheintal an der Auffüllung des Bodensees mitwirken und sein Frachtgut dort absetzen. Parallel dazu wurde weiterhin die Rheintalebene höher und höher aufgeschüttet. Dabei scheint der Rhein stets ungefähr denjenigen Weg eingehalten zu haben, den er vor den Laufkorrekturen der Jahrhundertwende benutzt hat, finden sich doch die Hauptschotterstränge in einem breiten Streifen entlang dieser Linie (Figur 7 und Abbildung 1).

Aus dem Rheinlauf versickert eine beachtliche Menge Wasser in die unterliegenden Schotter und fliesst als Grundwasser in einigen Metern Tiefe ab. Im allgemeinen sind diese Ströme auf die den Rheinlauf begleitenden Binnenkanäle ausgerichtet: Saar im Sarganserland, Mülbach und Werdenberger Binnenkanal ab Wartau bis Sennwald und Rheintaler Binnenkanal ab Lienz-Rüthi. Auch die Schuttfächer und -kegel am Talrand (Figur 7) weisen Grundwasserströme auf, die ebenfalls den Binnenkanälen zufliessen. Der zentrale Grundwasserträger ist im Mittel nur etwa 20 Meter mächtig und beschränkt sich auf die Kiese entlang dem Rhein. Die tiefer liegenden Seesedimente enthalten wenig und nur schwach bewegtes Grundwasser. Der zweite Typ von Grundwasserspeichern besteht in den kiesigen Schuttfächern am Rheintalrand, die von den Bächen und von Karstwasser aus dem Alvier- oder Alpsteingebiet gespiesen werden.

Schlussgedanken

Um vor Überschwemmungen geschützt zu sein und um die weite Ebene nutzen zu können, wurde der Rhein vom Menschen mit Dämmen «in Ketten gelegt». Nach wie vor aber bringen er und seine Zuflüsse Blöcke, Geröll und Sand von den Berggebieten herunter, nach wie vor möchten die Fliesswässer ihre Fracht in der Ebene absetzen. So muss der Mensch andauernd mit diesen Gewässern kämpfen, durch

3 Vgl. Keller 1988.



Figur 7: Das Rheintal weist in den oberflächennahen Ablagerungen eine streifenhafte Gliederung auf. Entlang der zentralen Linie des Rheins sind Flussschotter vorherrschend. An den Talrändern reihen sich Schuttfächer und -kegel aneinander. Im dazwischen liegenden Staubereich dehnen sich einst versumpfte, oft torfige Flächen aus.

Verbauungen den Zustrom an Geschiebe verringern, Schuttfänger anlegen, die Betten ausbaggern und die Schutzwälle verstärken und erhöhen. Trotz allem gelingt es dem gebändigten Fluss von Zeit zu Zeit, Unheil verbreitend, bei Hochwasser auszubrechen und weite Teile der Ebene zu überfluten, so 1927 bei Schaan und 1987 bei Fussach. Nach wie vor und trotz aller Technik ist der Rhein – manchmal Segen, manchmal Fluch – der wahre Herr des Rheintals.

Bemerkungen zu verwendeten Unterlagen

Der vorliegende Artikel basiert einerseits auf eigenen Untersuchungen und Erkenntnissen, anderseits aber auch wesentlich auf den Angaben von E. Weber et al. 1978 und M. Eberle 1987. E. Krayss hat mir in verdankenswerter Weise eine unveröffentlichte Studie mit Hinweisen auf einen zweigeteilten Rheintalsee zur Verfügung gestellt. Für die Rekonstruktion der jüngeren Landschaftsgeschichte des Rheintals wurden im besonderen Bohrprofile ausgewertet. Die zeitlichen Einstufungen stützen sich in erster Linie auf Datierungen, die mit Hilfe des radioaktiven Kohlenstoffs ^{14}C möglich wurden. Im Text ist weitgehend darauf verzichtet worden, Hinweise auf benutzte oder ergänzende Literatur zu geben, um die Lesbarkeit des Artikels nicht zu beeinträchtigen.

Literatur

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

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

U. Jordi, *Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Taminatal und im Rheintalabschnitt zwischen Flims und Feldkirch.* – In: *Geographica Bernensia,* G 27. Bern 1986.

O. Keller, *Ältere spätwürmzeitliche Gletschervorstösse und Zerfall des Eisstromnetzes in den nördlichen Rheinalpen.* – In: *Physische Geographie,* Vol. 27, 2 Bände. Zürich 1988.

Keller 1988: O. Keller, *Geologie und Landschaftsgeschichte der Werdenberger Alpen.* – In: *Werdenberger Jahrbuch 1989.* Buchs 1988.

O. Keller, *Naturgeographie der Kantone St.Gallen und beider Appenzell.* – In: H. Seitter, *Flora der Kantone St.Gallen und beider Appenzell,* 2 Bände. St.Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jona/Rorschach 1989.

O. Keller, *Die Vergletscherung des Alpsteins und der Region zwischen Arlberg und Rickenpass gegen Ende der letzten Eiszeit.* – In: *Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft,* 84. Band. St.Gallen 1989 (im Druck).

E. Krayss, *Zur Geologie des Rheintals vom Bodensee bis Buchs.* Unveröffentlichte Studie. St.Gallen 1984.

E. Weber et al., *Der Grundwasserstrom des Alpenrheins.* – In: *Wasser, Energie, Luft,* 70/5. Baden 1978.

W.Wildi, *Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit Erläuterungen.* – In: *Eclogae geologicae Helvetiae,* 77/3. Basel 1984.

Geologische Karten

Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000. Blatt 4, *St.Gallen-Chur.* Schweizerische Geologische Kommission. Bern 1959.

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. Blatt 1115, *Säntis* (Atlasblatt 78). H. Eugster et al. Schweizerische Geologische Kommission. Zürich 1982.

Geologische Karte der Republik Österreich 1:25 000. Blatt 110, *St.Gallen Süd* und 111, *Dornbirn Süd.* R.Oberhauser. Geologische Bundesanstalt. Wien 1982.

Geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein 1:25 000. F. Allemann et al. Regierung des Fürstentums Liechtenstein. Zürich 1985.

Bilder

Luftaufnahmen 1988: Hans Jakob Reich, Salez.