

Geo-Landschaft obere Steinach : geologische und morphologische Geschichte

Autor(en): **Keller, Oskar**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **90 (2004)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-832569>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

90. Band

Seiten 287–312

24 Abbildungen

2 Tabellen

St.Gallen 2004

Geo-Landschaft obere Steinach – Geologische und morphologische Geschichte

Oskar Keller

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Zusammenfassung | 287 |
| 1. Einleitung | 288 |
| 2. Molasse: Von der Ablagerung zum Gestein | 290 |
| 3. Das Molasse-Vorland wird zum Bergland | 296 |
| 4. Die ersten Täler | 298 |
| 5. Das Eiszeitalter – Bodenseebecken und tiefe Täler | 299 |
| 6. Ein Überblick über die letzte Eiszeit | 301 |
| 7. Zeugen der letzten Eiszeit im Steinach-Bergland | 302 |
| 8. Was nach der Eiszeit noch geschah . . | 309 |
| 9. Schlussgedanken | 311 |
| Literaturverzeichnis | 312 |

Zusammenfassung

Das obere Steinachtal stellt mit seiner Umgebung das äusserste voralpine Bergland zwischen Alpstein und St.Gallen dar. Es weist auf engem Raum eine grosse Zahl geologischer und morphologischer Eigentümlichkeiten auf. Diese betreffen die Gesteinszusammensetzung des Felsuntergrundes und die Struktur des Gebirgsbaus ebenso wie die Oberflächenformen der Talzüge und der Bergketten. Wie die Fossilienfunde und die Gesteinsformationen belegen, gehört der Hauptteil dieser Zone der Oberen Meeresmolasse an. Das gesamte Gebiet zwischen dem Hochtal von St.Gallen und den Eggen wurde im Gefolge der alpinen Gebirgsbildung aufgerichtet und aus Meereshöhe um 1000 m angehoben, was zu den charakteristischen Bergketten der Voralpen führte. Es zeigt sich auch, dass die Grossformen des heutigen Reliefs im Wesentlichen im Eiszeitalter gebildet wurden und im Zusammenhang mit der Ausschürfung des Bodenseebeckens zu sehen sind. Die Feingestaltung der Landschaft ist im Gelände an zahlreichen Stellen erkennbar. Insbesondere lassen die Relikte der letzten Eiszeit die Entstehung neuer Täler oder deren Umgestaltung rekonstruieren. In der Nacheiszeit wurde die Mühlenenschlucht als wichtigster Formungsprozess durch die Erosionsarbeit der Steinach



Abbildung 1:
Die Hochtalmulde der Stadt St.Gallen von Osten gesehen. Über die Stadt erheben sich im Norden (rechts) Tannen- berg und Rosen- berg als einzeln stehende Horstberge mit Hochflächen. Auf der Gegenseite aber zeigen die Geländekonturen das schief aufwärts ge- richtete Ansteigen der Gesteinsschichten zu den Bergkämmen Kapf und Freudenberg an. Foto O. Keller.

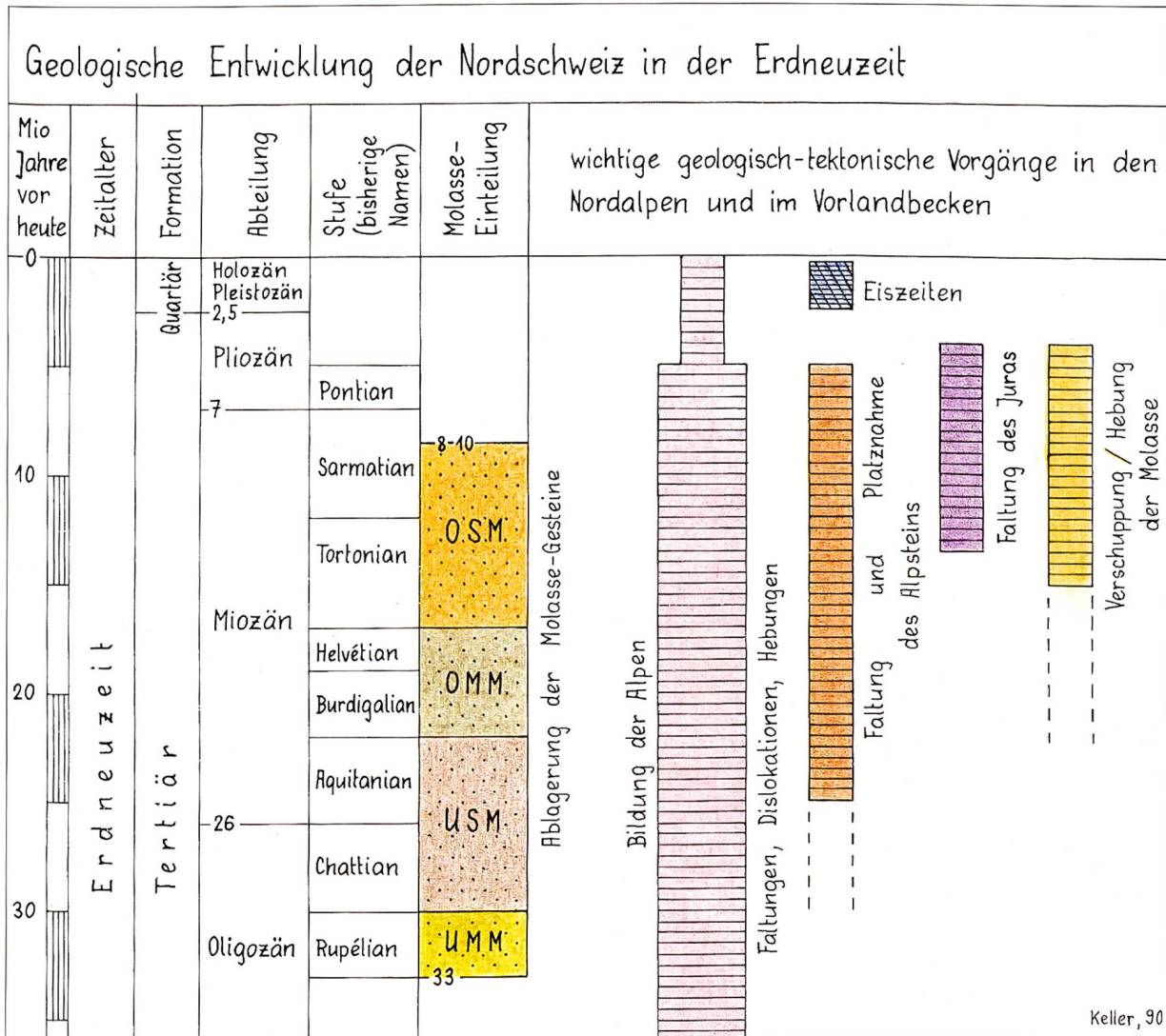
geschaffen. Im Gesamten aber ist in dieser jüngsten geologischen Epoche wenig gestaltet worden, sodass die heutige Landschaft als glaziales Überbleibsel zu betrachten und in diesem Sinne fossil ist.

1. Einleitung

Von der Egg am Rorschacherberg aus präsentiert sich die Stadt St.Gallen in ihrer charakteristischen Hochtallage zwischen den Hügelzügen des Rosenbergs im Norden und des Freudenberg-Kapf im Süden (Abbildung 1). Die über Talmulden und Abhänge sich ausdehnende Siedlung beherrscht die Szenerie: «Die Stadt im grünen Ring der Voralpenberge». Konzentriert sich der Betrachter bewusst einmal auf die Landschaft, in der die Stadt eingebettet ist, so kann eine auffällige Grossstruktur ausgemacht werden. Das weite Hochtal von St.Gallen trennt zwei grundverschiedene Berg- und Hügellandschaften. Im Norden sind es massive Einzel-

berge mit Hochplateaus, im Süden mehrfach unterbrochene Bergketten mit ausgeprägten, dachfirstartigen Kämmen. Die südliche Region ist in ihren geologischen und morphologischen Aspekten Gegenstand dieser Ausführungen. Direkt südlich des St.Galler Hochtals gelegen ist dieses äusserste Voralpengebiet das Quellgebiet der Steinach und ihrer Nebenbäche. Vom Wenigerweiher bis ans untere Ende der Mühlenenschlucht, wo das Flüsschen in einen unter der Stadt durchziehenden Kanaltunnel eingeleitet wird, sind die geologischen Verhältnisse des Felsuntergrundes und die Morphologie der Oberflächengestalt bemerkenswert vielfältig. Trotzdem sind die wesentlichen Strukturen der Landschaft im Grunde genommen einfach und im Gelände gut zu erkennen. Unter anderem ist gerade dies ein Anlass, «wissensdurstige Spaziergänger» auf einem «landschaftskundlichen Wanderweg» in die geologische Geschichte und die Entstehung dieser stadtnahen Region einzuführen.

Zahlreiche Objekte und Landschaftsabschnitte des Berglandes an der oberen Steinach sind geologisch und morphologisch wertvoll und aussagekräftig, sodass sie als Geotope anzusprechen sind und deshalb im Geotopinventar des Kantons St.Gallen (STÜRM et al. 2002) oder mindestens der Stadtregion St.Gallen bereits aufgelistet wurden oder noch darin aufzuführen sind. Darunter befinden sich einige nicht nur von



lokaler sondern auch von regionaler oder sogar nationaler Bedeutung.

In diesem Artikel stehen aber nicht die einzelnen Geotope zur Diskussion. Vielmehr soll ein Gesamtrahmen gegeben werden, in welchem die zahlreichen geologischen Objekte eingebettet sind. Zur Geologie und Tektonik sowie zur Morphologie und Eiszeitgeschichte liegt eine Reihe detaillierter Untersuchungen vor, die in Publikationen festgehalten sind. Zur Geologie des Festgesteinsuntergrunds äussern sich etwa FALKNER & LUDWIG (1903), SAXER (1938, 1965), BÜCHI & HOFMANN (1945), BÜCHI (1950), HOFMANN (1957), EUGSTER et al. (1960), KELLER & KRAYSS (1991). Es wurden auch geologische Karten gezeichnet von

Abbildung 2:

Die Grafik umfasst den für die geologische Entwicklung des oberen Steinachgebiets wichtigen Zeitraum mit den geologischen Einheiten. In der Spalte «Molasse-Einteilung» ist die Ablagerung der Molasse-Sedimente und deren Verfestigung zu Gesteinen dargestellt. Diese Epoche gliedert sich in UMM = Untere Meeresmolasse, USM = Untere Süsswassermolasse, OMM = Obere Meeresmolasse und OSM = Obere Süsswassermolasse. Die Streifen rechts geben die hauptsächlich Gebirgsbildungsphasen an mit der Entstehung des Molasse-Berglandes sowie die geologisch kurze Zeitspanne des Eiszeitalters.

FALKNER & LUDWIG (1903), von LUDWIG et al. (1949) und von SAXER (1964). Über die eiszeitlichen Vergletscherungen und über die Landschaftsgeschichte sind Arbeiten vorhanden von FALKNER (1910), KESSELI (1926), LUDWIG (1930), KELLER (1981), KELLER & KRAYSS (1991, 2000), KRAYSS & KELLER (1996, 2000).

Im Folgenden wird die Landschaft des Wanderweges Wenigerweiher-St.Georgen-Mühlenenschlucht (siehe Kartenskizze in «Allgemeines zum Projekt») in ihrer zeitlichen Entwicklung besprochen, wobei zum Verständnis immer wieder auch die weitere Umgebung einbezogen werden muss. Für die Orts- und Lokalitätsbezeichnungen wurde auf die in der Landeskarte 1:25000, Blatt 2501, St.Gallen und Umgebung verwendeten Namen zurückgegriffen.

2. Molasse: Von der Ablagerung zum Gestein

Seit über 100 Jahren verwenden die Geologen für alle Gesteine der Voralpen und des Mittellandes den Sammelbegriff «Molasse»,

der aus dem französischen «mélasse» abgeleitet sein soll. In der Westschweiz hatte man früher aus «weichen» Sandsteinen Mühlsteine hergestellt. Schon FALKNER & LUDWIG (1903) sprechen von Molasse, wenn sie sich zu den besonderen Gesteinsschichten direkt südlich von St.Gallen äussern. Hier werden mächtige Nagelfluhkomplexe mit dazwischen geschalteten Sandstein- und Mergelserien angetroffen, die auffallend rhythmisch miteinander abwechseln und Fossilien von Meeresbewohnern enthalten. Nördlich und südlich davon fehlen über weite Strecken die Nagelfluhen ebenso wie marine Fossilien. Diese «St.Galler Meeresmolasse» hat BÜCHI (1950) in seiner Dissertation genauer untersucht und eine Feingliederung aufgrund der unterschiedlichen Gesteinstypen erarbeitet. Dabei hat er festgestellt, dass in den marinen Sedimenten von ganz Europa aus jener Zeit, dem Miozän (Abbildung 2), 80% der Muschelfamilien und 55% der Meeresschnecken in eben dieser St.Galler Meeresmolasse vorkommen – eine höchst bemerkenswerte Tatsache (Abbildung 3).

Wird diese Zone in das weitere Umfeld der Molasse zwischen den Alpen und dem Schwäbischen Jura gestellt, so ergibt sich eine Unterteilung von älter zu jünger in Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süsswassermolasse (USM), Obere Meeresmolasse (OMM) inklusive St.Galler Meeresmolasse und Obere Süsswassermolasse (OSM), wie es aus der Zeittabelle Abbildung 2 hervorgeht. Die OMM von St.Gallen nimmt im Gelände einen Arealstreifen ein, der parallel zur Längsachse der Stadt St.Gallen von Südwesten nach Nordosten streicht (LUDWIG et al. 1949, SAXER 1964: geologische Karten). Die Meeresablagerungen setzen im Raum Herisau ein und ziehen über das Gebiet südlich der Stadt hinweg, begrenzt einerseits durch das Hochtal von St.Gallen und andererseits durch das Wattbachtobel und das obere Steinachtal. Jenseits der Goldach bauen sie den Rorschacher Berg auf, um am Ende des Buechbergs bei Thal unter die Rheinebene abzutauchen (Abbildung 4).

Abbildung 3:
Versteinerte Muscheln und Muschelschill
(durch die Brandung zerschlagene Schalen),
welche die küstennahe Sedimentation während
der Oberen Meeresmolasse bezeugen.
Foto O. Keller.



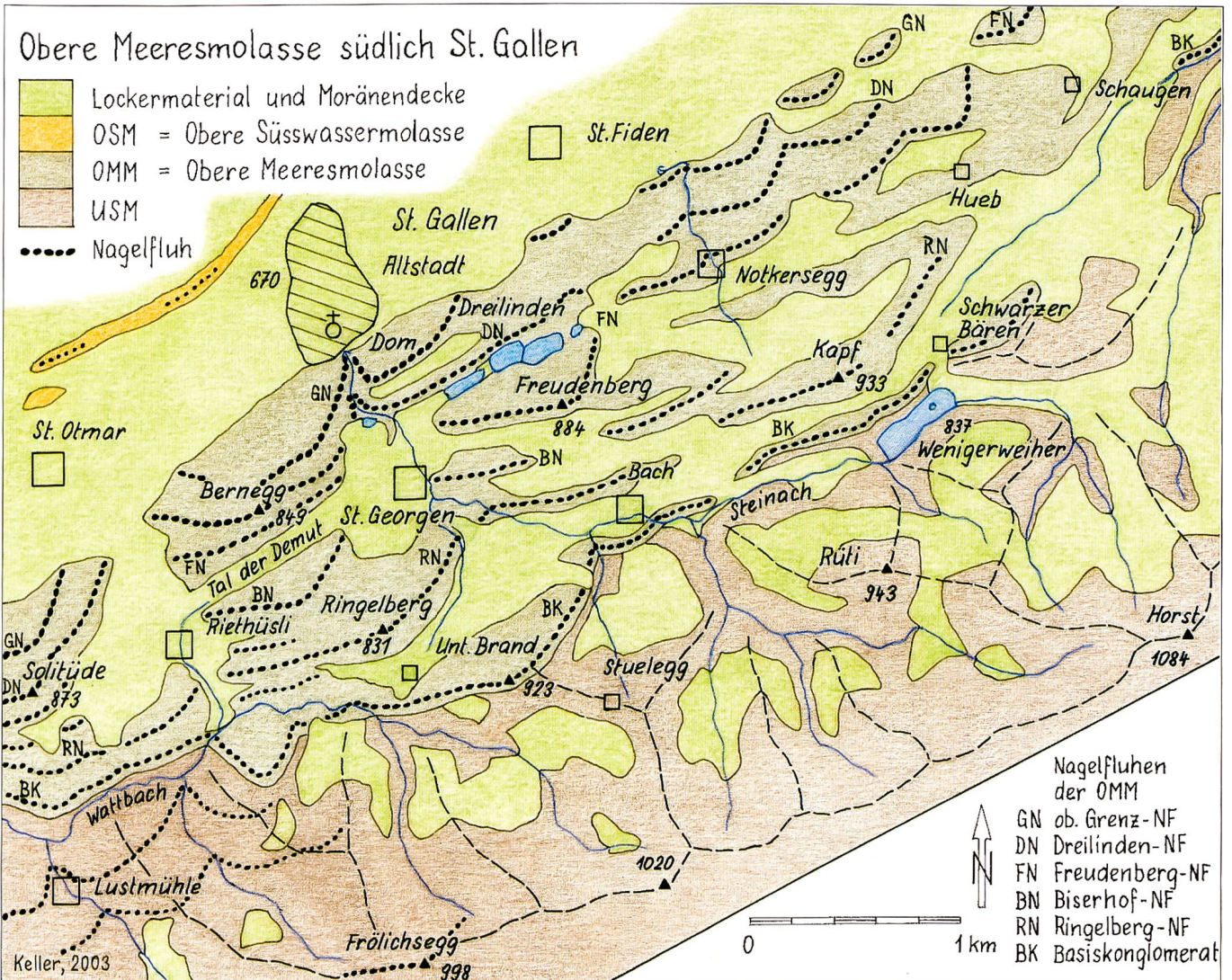


Abbildung 4:
 Das Quellgebiet der Steinach liegt im Bereich der Unteren Süßwassermolasse, die das Areal der Eggen einnimmt. Zwischen Bach und St.Gallen durchschneidet das Flüsschen die Gesteinsserien der Oberen Meeresmolasse. Diese zeichnet sich durch einen auffälligen Wechsel von Nagelfluhbänken und zwischengelagerten Mergeln und Sandsteinen aus. Die hart verfestigten Nagelfluhen bilden fast durchwegs die Bergkämme.

Einleuchtend ist, dass die Nagelfluhen versteinerte Geröllschüttungen von Urflüssen sind. Sandsteine sind als ehemalige Sandfluren an der damaligen Meeresküste, die tonigen bis siltigen (Feinstsande) Mergel als Schlamm- und Schlickflächen in Küstennähe zu deuten (BÜCHI 1950, EUGSTER et al. 1960, SAXER 1965). Die Schichten zeigen einen sprunghaften Wechsel der verschiedenen Gesteinstypen (Abbildung 5), was phasenweise marines, litorales oder terrestrisches Ablagerungsmilieu ausweist. Zusammen mit den teils gut erhaltenen, teils durch Wellengang zerschlagenen Schalen und Gehäusen der fossilisierten Meerestiere (Abbildung 3) lässt sich die Paläogeographie (die einstigen geografischen Verhältnisse)

zur Zeit der Sedimentation der OMM vor rund 20 Mio. Jahren rekonstruieren, wie dies die Abbildungen 6 und 7 (aus KELLER & KRAYSS 1991) zeigen. Zwischen den Schuttfächern und Deltas des Ur-Rheins in der Gegend des Hörnli und einer Ur-Bregenzer Ach im Pfändergebiet dehnte sich eine weite Bucht aus, der «Golf von St.Gallen». Damals waren die Alpen als Gebirge zwar bereits vorhanden, ihr Nordrand aber lag noch weiter im Süden, etwa in der Gegend von Sargans. Urflüsse trugen die Abtragungsprodukte aus den Alpen ins Vorland hinaus, das von einem untiefen Meeresarm des Ur-Mittelmeers von Südfrankreich bis Ostbayern erfüllt war (KELLER & KRAYSS 1991). Zur besseren Vorstellung der damali-

gen Situation mag als Vergleich die ebenfalls schmale Adria mit dem Po-Delta und den Lagunen und Lidi am Golf von Venedig heran gezogen werden.

Das Klima jener Epoche kann aus pflanzlichen Fossilien, die in den Schuttfächern eingesedimentiert worden sind, erschlossen werden. Sie lassen auf warme, subtropische Verhältnisse schliessen, vergleichbar mit denen der Kanarischen Inseln.

Über der OMM folgen die terrestrischen Ablagerungen der Oberen Süsswassermolasse (OSM) (Abbildung 2). Der Meeresboden muss sich am Ende der Zeit der Meeresmolasse um 50–100 m gehoben haben, sodass sich das Meer nach Südwesten zurückzog und einer ausgedehnten Vorlandebene Platz machte. Es entstand eine Landschaft, die sich am ehesten mit der heutigen Poebene vergleichen lässt. Die Urflüsse trugen weiterhin ihre Geröll- und Sandfracht aus den Alpen heraus, lagerten sie jedoch jetzt als Schuttfächer an Land ab. Diese OSM baut den Rosenberg und den Tannenbergauf.

Abbildung 5:

In der mittleren Mühlenenschlucht sind die Schichten der Oberen Meeresmolasse muster­gültig aufgeschlossen. Liegend unter der oberen Grenz­nagelfluh erscheinen scharf getrennt Sandsteine und rötliche Mergel mit eingeschalteten Nagelfluhlinsen.

Foto R. Heinz.



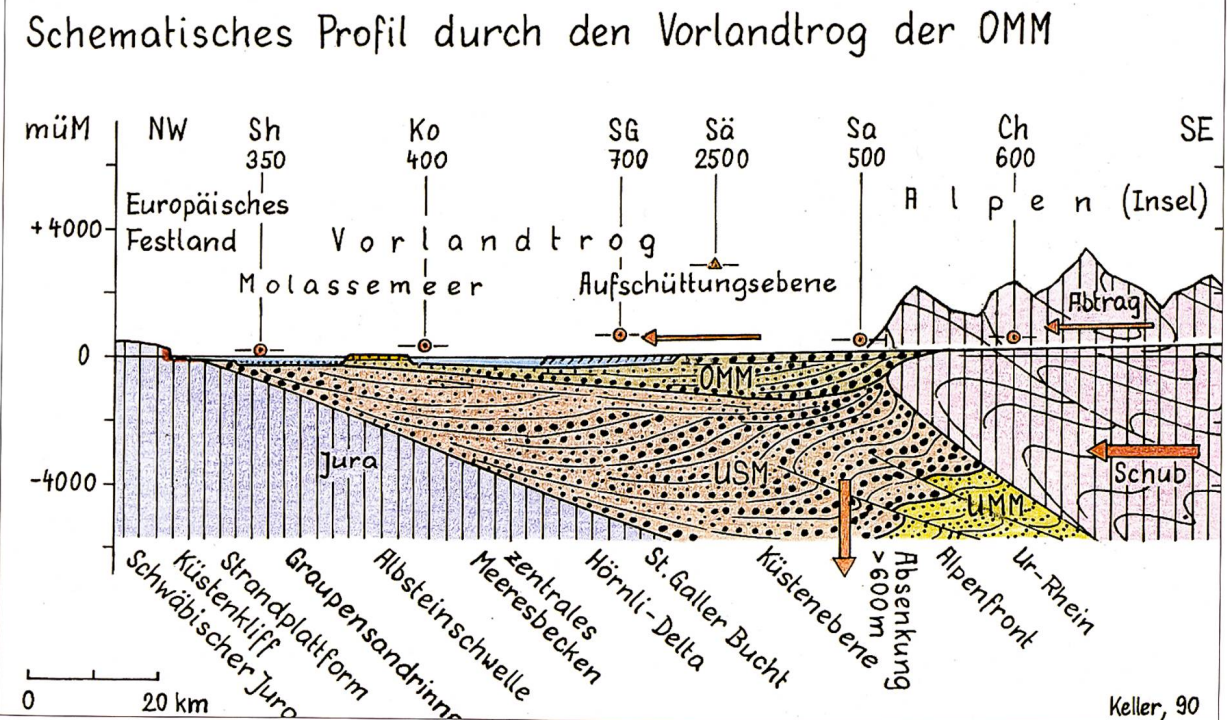
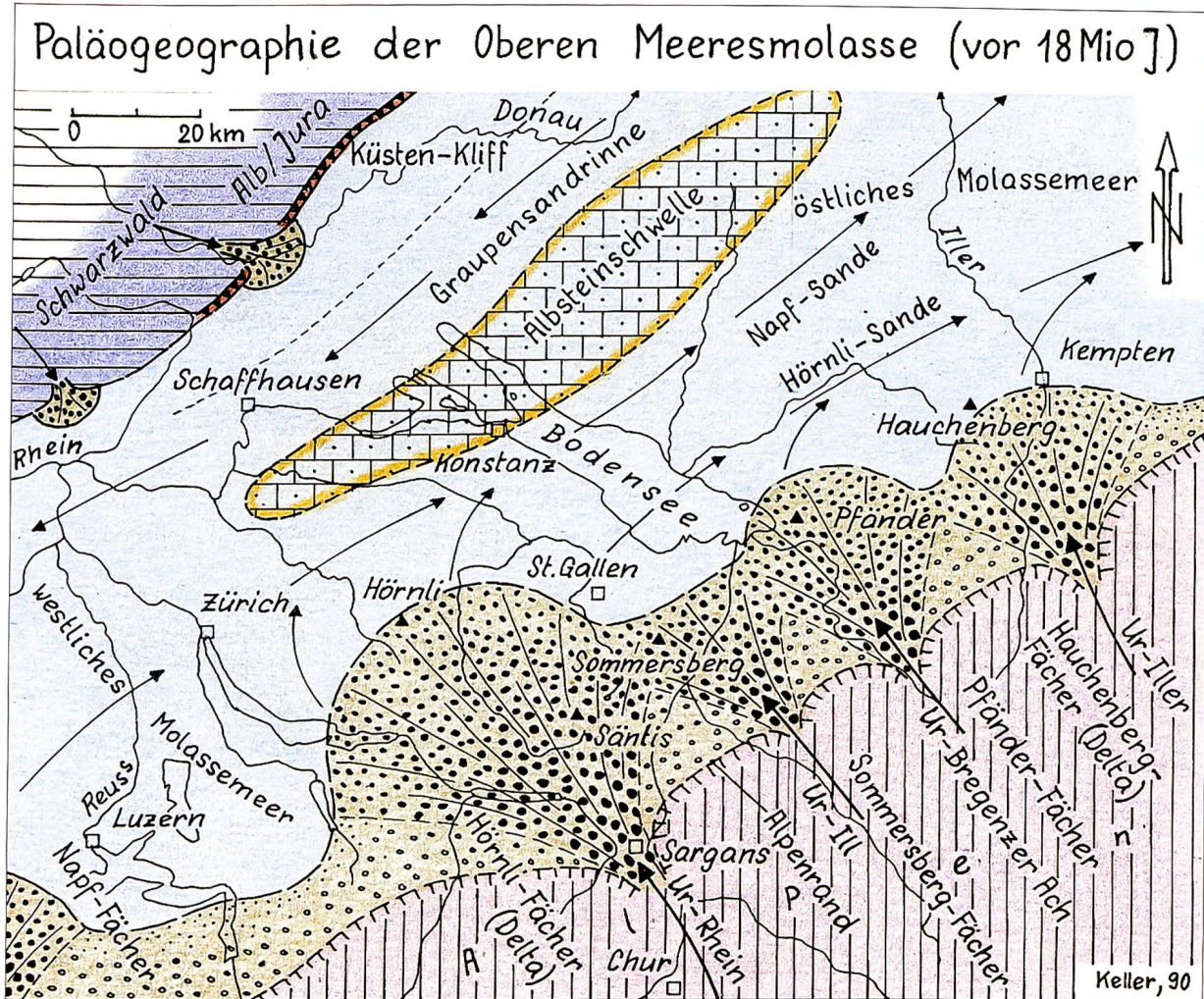


Abbildung 6:
 Im Alpenvorland zwischen Luzern und Kempten bauten die Urflüsse während der Zeit der Oberen Meeresmolasse mächtige Schuttfächer und Deltas ins Molassemeer vor. Der Alpenrand lag damals noch weit im Süden im Raum Sargans.

Blockbild der Küstenzone des Molassemeeres vor 20 Mio Jahren
in der Umgebung von St. Gallen - Herisau

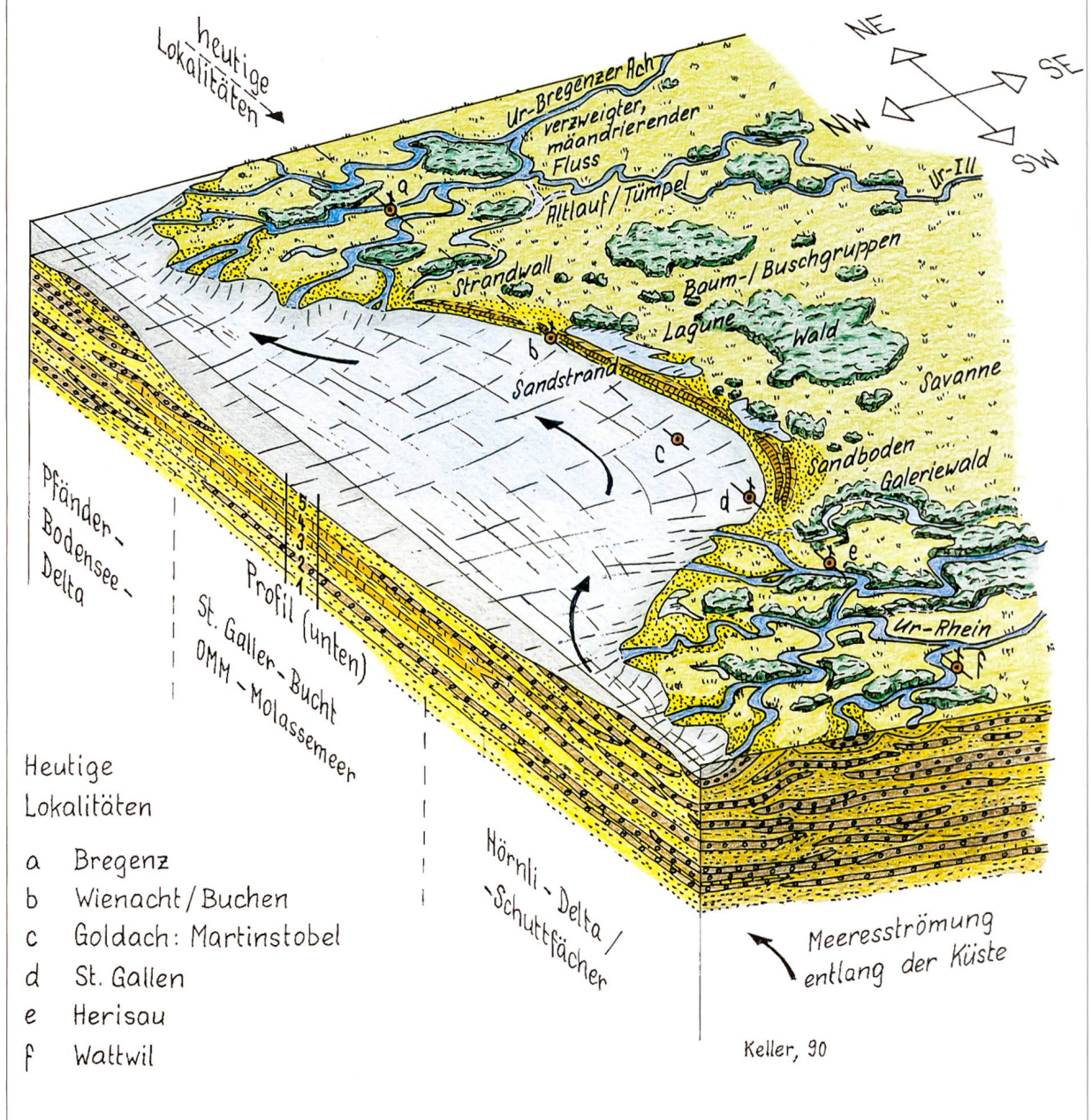


Abbildung 7:
Schrägsicht der Küstenregion zwischen Hörnligebiet und Pfänder, wo die Urflüsse Deltas ins Molassemeer vorschoben. Die dazwischen liegende Bucht, der «Golf von St.Gallen», war gesäumt von flachen Uferzonen mit Strandwällen und Lagunen. Eine offene Savannen- und Waldvegetation bedeckte die Aufschüttungsebene.

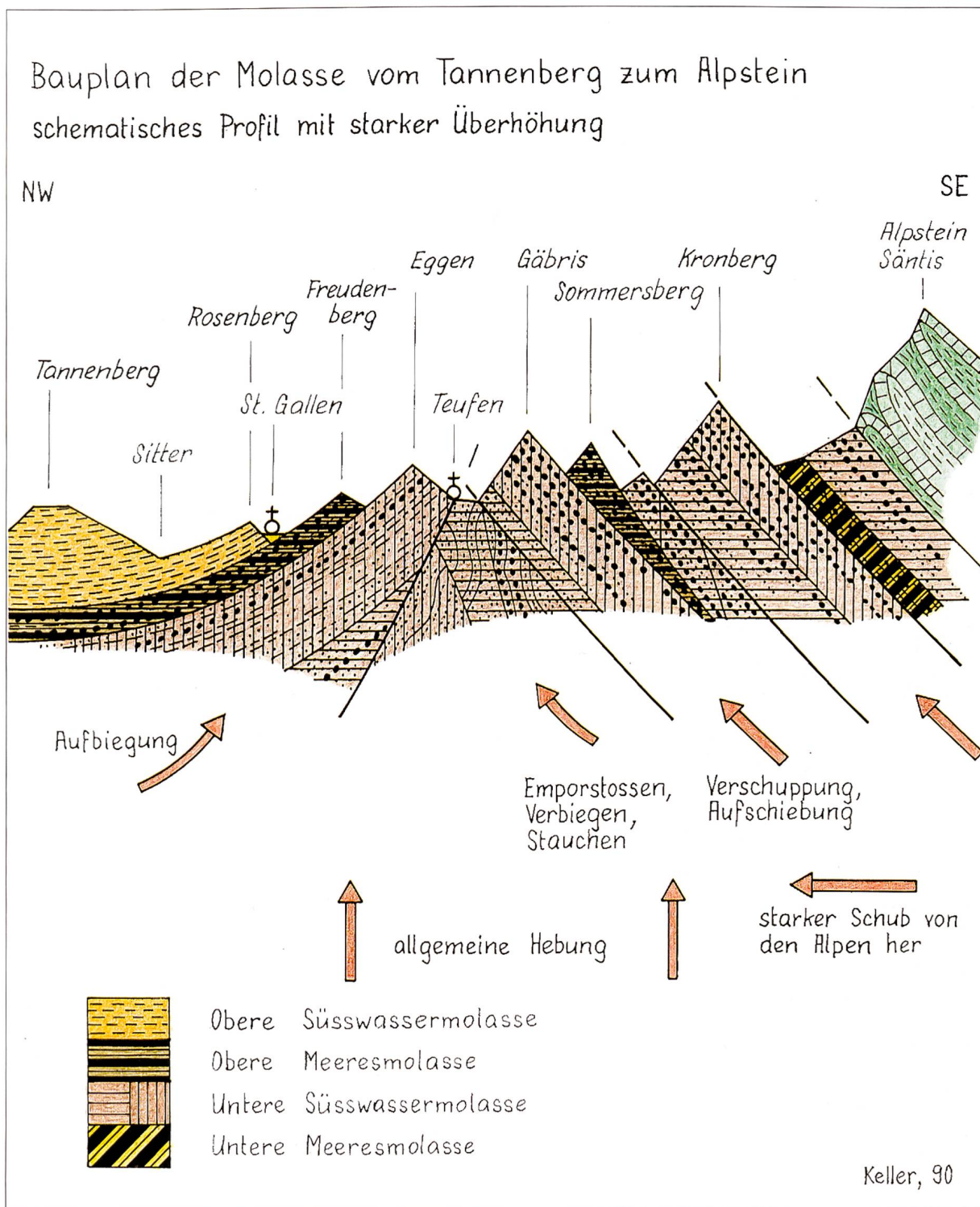


Abbildung 8:
Aus dem stark überhöhten Schema lässt sich die Gebirgsentstehung des Molasse-Berglandes, bedingt durch Schub- und Hebungsbewegungen, ableiten. Das obere Steinachgebiet ist zwischen St.Gallen und Teufen einzuordnen.

In ähnlicher Weise ist auch die liegende Untere Süsswassermolasse (USM) entstanden, die unter der OMM deren Sockel bildet und den Bergzug der Eggen mit den Quellbächen der Steinach bildet.

Die Dauer der Sedimentation der OMM ist auf etwa 5 Mio. Jahre (22–17 Mio. Jahre vor heute) zu veranschlagen. In diesem Zeitabschnitt wurden, wie Messungen ergaben, 700–800 m Geröll und Feinmaterial aufgeschüttet – eine beachtliche Mächtigkeit. Wird aber das durchschnittliche Wachstum berechnet, so resultieren pro Jahr nur gerade 0,15 mm!! Die Erklärung liegt darin, dass an einer bestimmten Stelle Jahrzehnte lang nichts akkumuliert worden ist, bis mit einer Hochflut wieder einmal cm bis dm aufgeschüttet wurden.

Die OSM wurde auf die unterliegende Meeresmolasse aufgelagert, während über ihr keine Aufschüttung mehr statt fand (Abbildung 2). Sie umfasst einen Ablagerungs-Zeitraum von gegen 10 Mio. Jahren, der vor vielleicht 8 Mio. Jahren zu Ende ging. Im Laufe der Jahrtausende wurden die Geröllschüttungen, die Sande und das schlammige Feinmaterial zu Gestein verfestigt, zu Nagelfluh, Sandstein und Mergel. Diese so genannte Diagenese erfolgte aufgrund des Zusammenpressens unter dem ungeheuren Druck der überlagernden Massen, der riesigen Zeiträume und der Zementierung durch Kalkausfällungen.

3. Das Molasse-Vorland wird zum Bergland

Vor etwa 12–5 Mio. Jahren am Ende des Miozäns schoben sich die Alpen ein letztes Mal, gestossen von der afrikanischen Adria-Platte, kräftig nach Norden vor. Damals erfolgte die Platznahme der Alpenfrontgebirge, zum Beispiel des Alpsteins, an ihren heutigen Positionen, wobei die alpennahe Molasse, die sich unterdessen zu Gesteinsformationen verfestigt hatte, 10–20 km überfahren wurde. Unter dem massiven Druck

und der gewaltigen Überlast zerbrachen die spröden Molasseserien in Pakete, die schief gestellt und übereinander gestapelt wurden (KELLER & KRAYSS 1991). Mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand nahmen die Auswirkungen des Alpenvorschubs ab. Nördlich der grossen Appenzeller Längstalung Waldstatt-Teufen-Speicher-Oberegg wurde die Molasse nur mehr aufgebogen und blieb ab dem Tannenbergrücken unbeeinträchtigt horizontal (Abbildung 8 und KELLER & KRAYSS 1991).

Schliesslich wurde im Pliozän (Abbildung 2) vor 7 bis etwa 3 Mio. Jahren der gesamte Alpenkörper zusammen mit dem Vorland mächtig angehoben, um 1500–2000 m im Alpstein und immerhin noch um 1000 m im Bodenseeraum.

Diese gebirgsbildenden Prozesse gelten natürlich auch für das Bergland südlich St.Gallen, dessen Bauplan, die Tektonik, damit verständlich wird. Mustergültig ist er in der Mühlenenschlucht sichtbar, wo die Nagelfluhkomplexe von Nordwesten gegen Südosten schräg aufwärts ansteigen, oder in der ebenso aufsteigenden Felswand am Ostende des Freudenbergs. Diese Nagelfluhbank belegt auch, dass der ganze Abhang vom Freudenberg hinunter zu den Dreiweihern die Schichtfläche, also die Oberseite der <Freudenberg-Nagelfluh> darstellt (Abbildung 9). Hier kann nun gemessen werden, wie steil diese Schicht und damit auch die OMM im Allgemeinen aufgerichtet ist; es sind im Mittel etwa 25°. Der Geologe spricht allerdings von <Fallwinkeln>, indem er von oben nach unten misst.

Etwas grössere Fallwinkel um 30–40° treten in den Sandsteinschichten der Eggen auf, die bereits der liegenden Unteren Süsswassermolasse (USM) angehören (Abbildung 9). Wie das generelle <Fallen> nach NNW zeigt, ist das gesamte Bergland südlich St.Gallen der <aufgerichteten mittelländischen Molasse> zuzuweisen (Abbildung 8). Im Gelände kann das NNW-gerichtete Einfallen an etlichen Stellen beobachtet werden, beispielsweise am Abhang von der Bernegg

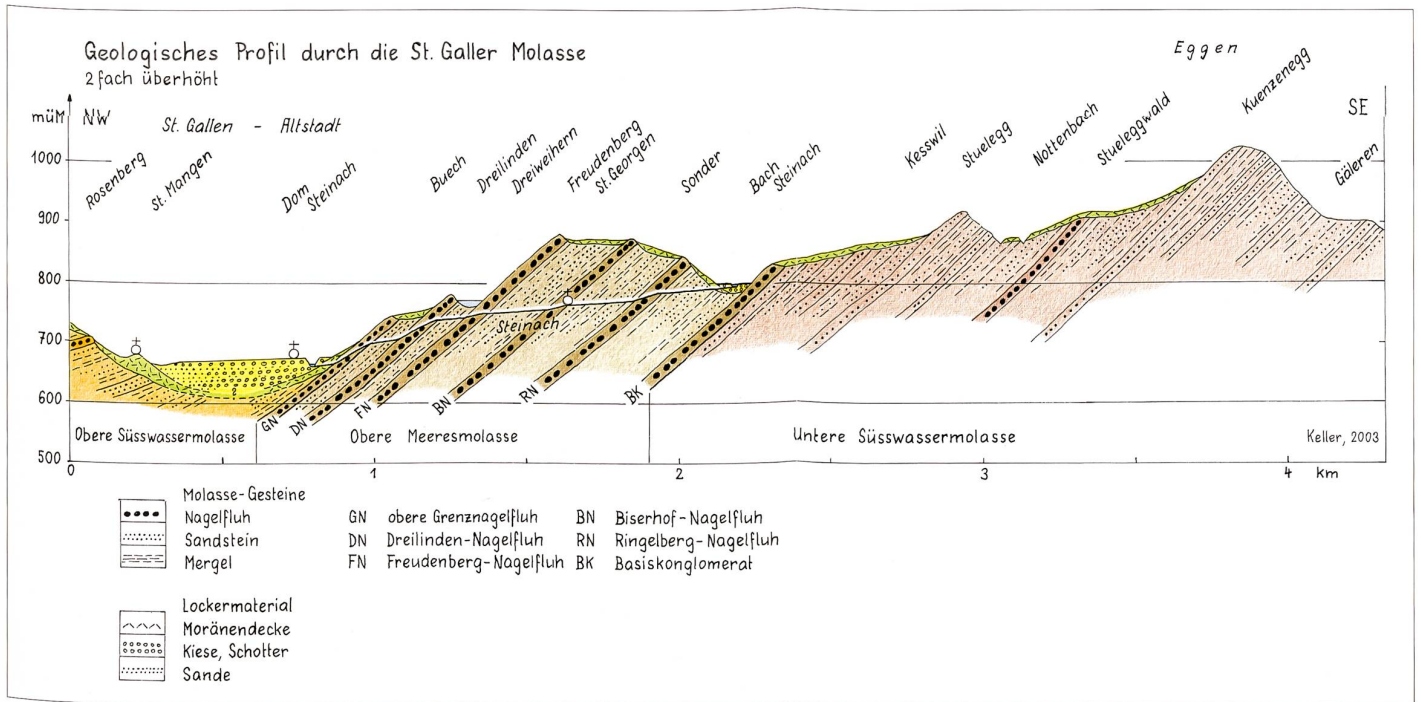
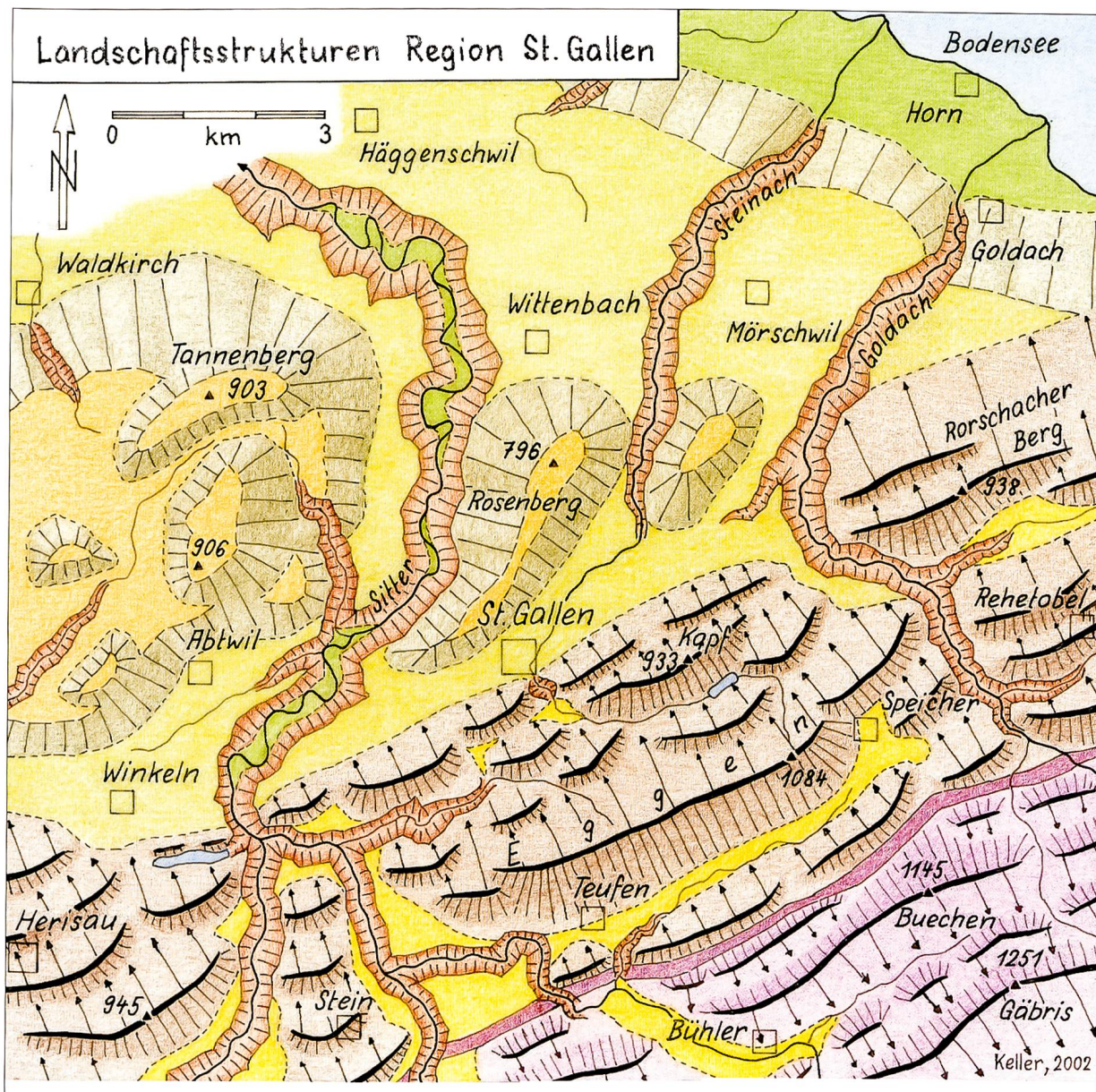







Abbildung 9:
Die gegen Süden aufgerichtete Molasse tritt in der Oberen Meeresmolasse durch Schichtflächen und Bergkämme in den mächtigen Nagelfluhkomplexen deutlich hervor. Die Untere Süßwassermolasse ist im Bereich der Eggen fast ausnahmslos durch den Wechsel von Sandstein- und Mergelschichten charakterisiert. Die Steinach durchschneidet die Obere Meeresmolasse zwischen Bach und Stadt St.Gallen, wobei jeweils in den resistenten Nagelfluhen Steilstufen entstanden. Eiszeitliche Moränen und Aufschüttungen der Steinach erfüllen die Hochtalumde von St.Gallen.



Nördlich St. Gallen

Bodenseebecken und Hochplateaus
flachliegende Molasse

-  Horstberg mit Hochfläche
-  Hochplateau 700-800 m; >900 m
-  Plateau oder Hochtal 550-650 m
-  Tiefland 400-500 m; Talsohle Sitter
-  erosives Bach- oder Flusstal

Südlich St. Gallen

voralpines Bergland
aufgerichtete und subalpine Molasse

-  Schichtfläche und Fallrichtung
Bergkamm und Schichtköpfe
-  aufgerichtete Molasse, NW-fallend
-  Randunterschiebung
-  subalpine Molasse, SE-fallend
-  Appenzeller Hochtäler
-  erosives Bach- oder Flusstal

Abbildung 10:

Das Hochtal von St.Gallen trennt zwei deutlich verschieden strukturierte Landschaften. Im Norden erheben sich über ausgedehnte Hochplateaus isolierte Horstberge mit Hochflächen. Im Süden sind die Molasse-Voralpen durch markante Bergkämme im Streichen der aufgerichteten Molasse-Schichtstösse geprägt. Tief eingeschnittene Tobel durchfurchen das gesamte Gebiet, indem die Flüsse, ausgerichtet auf das Tiefland rund um den Bodensee, sich einerodiert haben.

oder von Dreilinden zur Stadt hinunter oder am Nordhang des Kapfs. Ganz allgemein bilden die Hänge gegen NNW Schichtflächen, die Berggrate die Schichtköpfe und die südlichen Abhänge die Steilstufen (Abbildungen 1 und 10).

Einst wurde die Molasse auf Meereshöhe abgelagert, heute erreicht sie auf dem Kapf 900 m und auf den Eggen sogar mehr als 1000 m ü. M. Die Schichten streichen an den Bergkämmen in die Luft aus, ihre Fortsetzung ist im Laufe der Zeit wegerodiert worden. Sie haben also einst höher hinauf gereicht (Abbildung 9). Daraus lässt sich ableiten, dass nebst der Schrägstellung eine generelle Hebung um 1000–1200 m stattgefunden hat. Im Gebiet nördlich St. Gallen muss etwa für

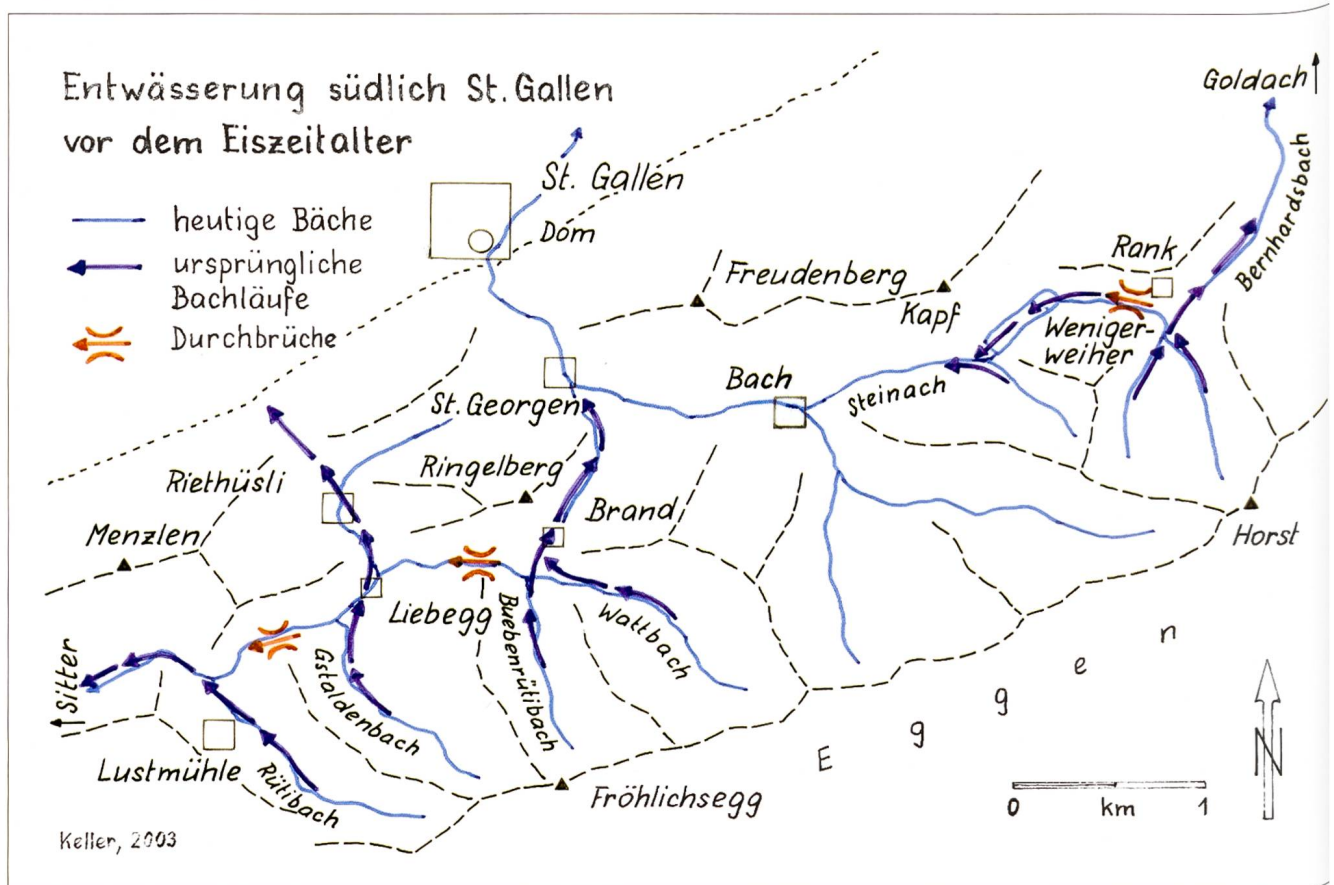
den Tannenbergr mit seinen heutigen 900 m Meereshöhe ebenfalls mit einer starken Heraushebung von wenigstens 1000 m gerechnet werden. Da hier die Molasse flach liegt, wurden nicht Ketten sondern Horstberge mit Hochplateaus heraus präpariert (Abbildungen 1 und 10).

Zusammenfassend wurde Ende Miozän sowie im Pliozän (Abbildung 2) die Region südlich St. Gallen in der Umgebung der oberen Steinach durch die Kräfte der alpinen Gebirgsbildung schräg aufgerichtet und gegen 1200 m aus Meereshöhe emporgehoben. Vor 3–4 Mio. Jahren war damit dieses Bergland in seinen Grundzügen geschaffen.

4. Die ersten Täler

Die Bergzüge im Gebiet der oberen Steinach waren zwar vor Beginn des Eiszeitalters (Abbildung 2) in ihren Grundstrukturen vorhan-

Abbildung 11:
Anordnung und Ausformung der Täler südlich St. Gallen lassen ein ursprüngliches Gewässernetz erkennen, welches später im Eiszeitalter zu den heutigen Entwässerungswegen umstrukturiert worden ist.



den, noch aber fehlte die Feinausformung, die das heutige Erscheinungsbild entstehen liess. Die morphologische Ausgestaltung, die Oberflächenformung, setzte bereits während der Gebirgsbildung ein. So ist als sicher anzunehmen, dass die grossen Appenzeller Täler, die die Bergketten quer durchfurchen, alt angelegte Entwässerungswege sind (KELLER 1981, KELLER & KRAYSS 1991). Flüsse wie die Sitter im Westen des Steinach-Berglandes und die Goldach im Osten führten genügend Wasser, sodass es ihnen gelang, sich ebenso schnell einzutiefen wie die Molasse-Bergketten emporwuchsen. Ihre Bahnen sind also älter als die Höhenzüge der Berge, es sind so genannte antezedente Täler. Zwischen und parallel zu den Hauptketten entwässerten lokale Flüsschen zu den Hauptflüssen; hier liegen durch die Gebirgsstruktur gegebene konsequente Täler vor. Zu ihnen sind das obere Steinachtal, das untere Wattbachtal und im Prinzip auch das Hochtal von St.Gallen zu zählen (Abbildung 3 in KELLER 1981). Offenbar war die Steinach im Raum St.Georgen bereits so wasserreich, dass ihr der Durchbruch durch die Höhenzüge der Meeresmolasse nach Norden ins St.Galler Hochtal schon während der Entstehung des Gebirges gelang. Sie hatte denn auch ein grösseres Einzugsgebiet als heute, weil das Quellgebiet des Wattbachs zu ihr entwässerte. Diese Annahme ist aus der Anordnung der Wattbachtäler abzuleiten, deren Achsen über den unteren Brand nach St.Georgen zeigen (KELLER 1981). Zudem ist die heutige Wattbachstrecke Brand-Liebegg ein enges, scharf eingeschnittenes und formlich junges Tobel, also ein erst später angelegtes Durchbruchstal (Abbildung 11).

Allerdings musste damals die Steinach auf ihren obersten Quellbach vom Horst herunter verzichten, welcher, wiederum aus der Landschaftsstruktur abzuleiten, der Goldach tributär war (Abbildung 11). Das gleiche Entwässerungsmuster gilt auch für den Gstaldenbach, welcher derzeit nahe Liebegg mit scharfem Knick in den Wattbach mündet. Seine Talachse weist unverkennbar nach

Norden zum Riethüsli und zum St.Galler Hochtal (Abbildung 11).

Im Weiteren ist davon auszugehen, dass die Steilstufen in die Stadt St.Gallen hinunter zu jener Zeit noch nicht bestanden, respektive der Boden des St.Galler Hochtals auf rund 750 m ü. M. lag. Dies ist damit zu begründen, dass das Bodenseebecken vor dem Eiszeitalter noch nicht existierte, weil der Rhein auf etwa 700 m ü. M. hoch über dem heutigen Bodensee hinweg nach Norden zur Donau floss und die Bäche und Flüsschen des Steinach-Berglandes ihn erreichen mussten (KELLER 1981, 1994, KELLER & KRAYSS 1991).

5. Das Eiszeitalter – Bodenseebecken und tiefe Täler

Neueren Erkenntnissen zufolge wird der Beginn des Quartärs, des jüngsten geologischen Zeitabschnittes, mit seinem «Wechselfieber» von Kalt- und Warmzeiten vor 2,5 Mio. Jahren angesetzt (Abbildung 2). Kam es anfänglich in den Kälteperioden nur zu Gebirgsvergletscherungen, so entwickelten sich später Eiszeiten mit Gletschervorstössen bis ins Vorland. Es ist inzwischen klar geworden, dass die echten Eiszeiten viel zahlreicher sind, als man noch vor 50 Jahren angenommen hat. Nach dem klassischen System von PENCK & BRÜCKNER (1909) waren es noch 4 Glaziale (Günz, Mindel, Riss und Würm). Heute wird mit einem Dutzend, eventuell sogar mit bis 20 Eiszeiten und Zwischeneiszeiten gerechnet. Sie folgen sich in einem auffälligen Rhythmus von rund 100000 Jahren, wobei die eigentlichen Glaziale wesentlich länger dauern als die warmen Interglaziale mit nur 10000–15000 Jahren (KELLER & KRAYSS 1991, KELLER 1994).

Über die älteren Glazialzeiten ist im Alpenraum nur wenig bekannt, weil jede nächst folgende Vergletscherung das, was die vorangehende Eiszeit an Formen und Ablagerungen hinterlassen hatte, grösstenteils wieder zerstörte oder überdeckte. So kann für die Nordostschweiz mit Ausnahme der

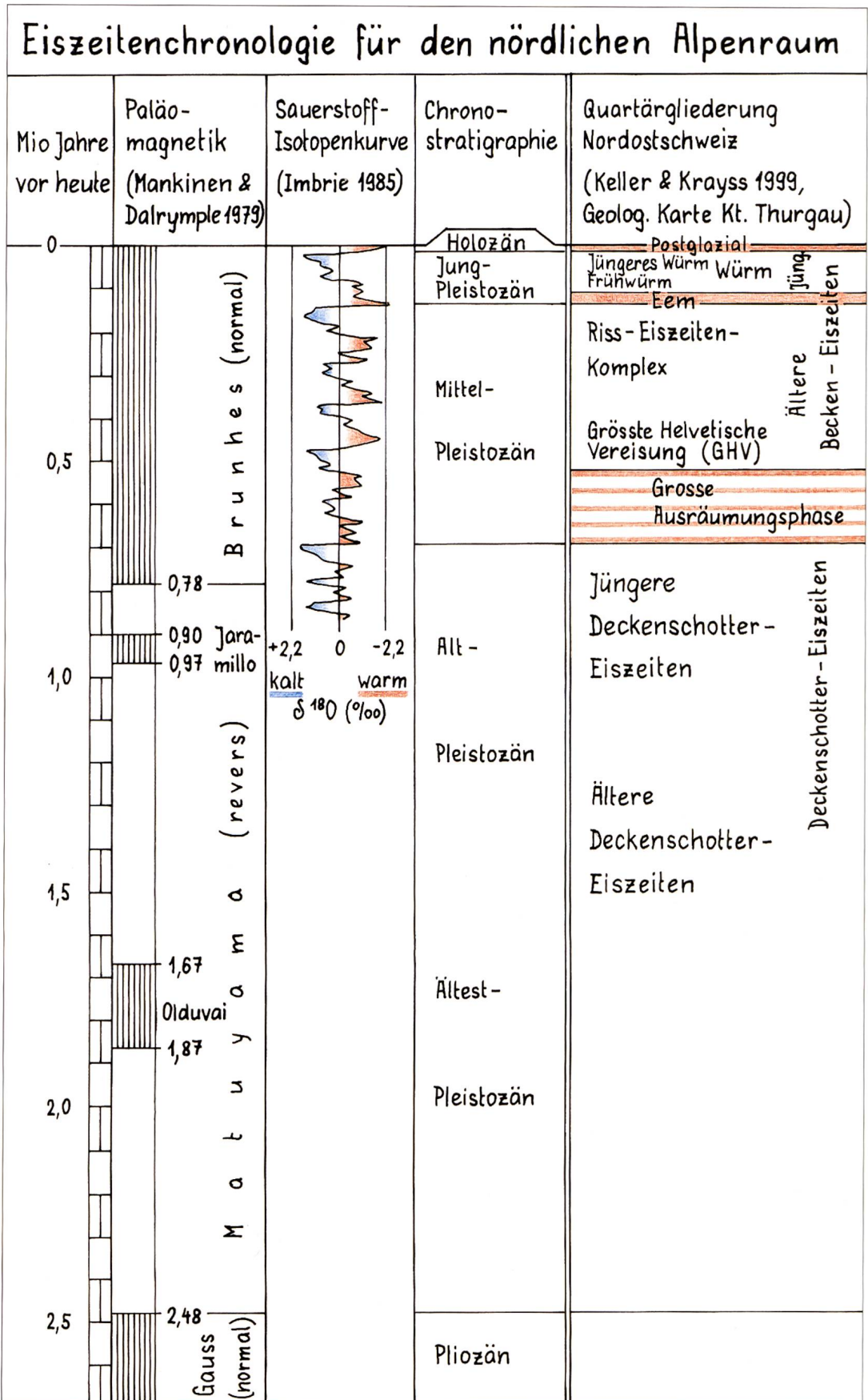


Abbildung 12: Gliederung und zeitliche Ordnung des Eiszeitalters stossen in der Nordostschweiz auf Probleme, indem die älteren Glaziale durch die zerstörenden Wirkungen der jüngeren Vergletscherungen schlecht dokumentiert sind. Einstufungshilfen bieten sich von aussen an durch datierte Umpolungen des Erdmagnetismus und durch Klimakurven, die aus ozeanischen Tiefbohrungen erschlossen werden konnten. Gut dokumentiert ist nur die jüngste, die Würmeiszeit.

letzten Eiszeit nur ein grober Raster für das Eiszeitalter aufgestellt werden (KELLER & KRAYSS 1999). Da bisher für die Ablagerungen einer Vergletscherung höchstens in ganz seltenen Fällen das Alter direkt bestimmt werden kann, wird versucht über Vergleiche mit datierten Klima- und Eiszeitzeugen ausserhalb des Alpenraums eine Korrelation herzustellen. Dazu liefern Untersuchungen an Tiefsee-Bohrkernen Temperaturkurven und Altersmarken (Abbildung 12). Die ältesten in der Nordostschweiz nachweisbaren Glaziale werden als «Deckenschotter-Eiszeiten» bezeichnet. Ihre vermutlich um die 10 echten Eiszeiten werden aufgrund der erhaltenen Schotterfluren und Moräneneinlagerungen so genannt. Reste davon finden sich nämlich ausschliesslich auf Hochflächen und zwar rund um den Bodensee, wie auf dem Höchsten, dem Irchel, dem Seerücken oder auf dem Tannenbergr (KELLER 1994, KELLER & KRAYSS 1999). Diese Vereisungen dürften in den Zeitraum zwischen 1,5 und 0,5 Mio. Jahre vor heute fallen. Sukzessive wurde mit jeder Deckenschotter-Eiszeit das Bodensee-Hochland zum Bodenseebecken ausgeschürft. Während der grossen Ausräumungsphase (Abbildung 12) scheint es über längere Zeit keine Vorlandvereisungen gegeben zu haben. In dieser Periode war der Rhein bereits nach Westen zur niedrig liegenden Oberrheinischen Tiefebene und zur Nordsee gerichtet, was zur erosiven Durchtalung des Bodenseeraums durch die Flüsse führte. Die darauf folgenden jüngeren Eiszeiten liessen ihre Gletscher in den tiefen Tälern vorrücken, sodass das zentral liegende Bodenseebecken glazial besonders stark ausgekolkt und übertieft wurde (KELLER & KRAYSS 1999), daher auch die Sammelbezeichnung «Beckeneiszeiten» (KELLER 1994).

Mit der Bildung des Bodenseebeckens mussten sich die hierher gerichteten Flüsse laufend einschneiden. Die eindrücklichen Tobel etwa von Sitter und Goldach bezeugen diesen Prozess. Vom Bodenseebecken her wurden auch die Randtäler durch die

jeweiligen Eisströme ausgefräst und tiefer geschaltet, was im Thurgauer Thurtal oder in der Thurebene Wil-Bischofszell deutlich zu erkennen ist (KELLER & KRAYSS 1999). Nicht so stark, aber immer noch kräftig schürften die vom Bodenseegebiet vorstossenden Gletscherzungen das Sittertal nördlich St.Gallen oder das Hochtal St.Gallen-Gossau in die Tiefe (Abbildung 10). Diese glazial-erosiven Prozesse erklären nun auch die Steilstufe aus dem St.Galler Hochtal hinauf ins Steinach-Bergland und ins Appenzellerland (Abbildung 10). Hier vermochten die Gletscher zwar auch wirksam zu werden, aber ihre Kraft war wesentlich geringer, da die Haupteisströme um den Appenzeller Sporn herum flossen, die Vergletscherungen wegen der Höhenlage jeweils später einsetzten und früher wieder verschwanden und zudem die besser verfestigte Molasse mehr Erosionsresistenz aufwies (KELLER 1981, 1994, KELLER & KRAYSS 1991).

6. Ein Überblick über die letzte Eiszeit

Nach dem Eem-Interglazial, der letzten Zwischeneiszeit, nahm vor 110000 Jahren die jüngste, die sogenannte Würmeiszeit, mit Kühlphasen ihren Anfang. Sie ist von A. Penck (PENCK & BRÜCKNER 1909) nach einem bayrischen Vorlandflüsschen aufgrund der dort gefundenen glazialen Ablagerungen so bezeichnet worden. Auf eine erste Frühwürm-Vorlandvereisung (KELLER & KRAYSS 1998) um 60000 Jahre vor heute folgte eine längere, etwas wärmere Interstadial-Phase, bis ab 25000 Jahre vor heute der Gletschervormarsch der Hauptvereisung begann (Abbildung 13). Das hocharktisch kalt und wohl auch trockener gewordene Klima liess die Eismassen in den Gebirgstälern der Alpen anwachsen und den Rheingletscher aus einer errechneten Position im Raum Chur-Reichenau ins Bodenseebecken vorrücken. Hier baute sich das Eis bis um 20000 vor heute zu einer gewaltigen Vorlandvergletscherung auf, die bis gegen

die Donau hinaus und bis Schaffhausen nach Westen reichte (KELLER & KRAYSS 1993). Dabei wurde auch das voralpine Appenzellerland samt dem Steinach-Bergland von der ‹Eisflut überschwemmt›. Nur gerade die höchsten Molassekuppen ragten noch aus dem ‹Eismeer› knapp heraus, in der Region südlich St.Gallen der Horstgipfel (Birt), die Buchen und der Gäbris (KELLER 1981, KELLER & KRAYSS 1991).

Nach 18000 vor heute erfolgte das etappenweise verlaufende Zurückschmelzen, wobei immer wieder Stagnationsphasen oder sogar kleinere Wiedervorstösse den generellen Abschmelzprozess unterbrachen (Abbildung 13). Bereits vor mehr als 15000 Jahren war die Gegend rund um St.Gallen wieder eisfrei (KRAYSS & KELLER 1983, 2000).

Im Überblick können für den Eisaufbau und -abbau 4 Hauptphasen unterschieden

werden, wie sie in Tabelle 1 aufgelistet sind. Weil während dem Vorrücken der Gletscher die Marschhalte laufend wieder zerstört oder überdeckt wurden, ist über diese Periode wenig Gesichertes bekannt. Hingegen ist das Rückschmelzen gut dokumentiert, da die Relikte der Etappenhalte der abtaunenden Gletscherzungen erhalten geblieben sind. So ist es möglich geworden im gesamten Bodensee-Umland, das heisst auch im Steinach-Bergland, eine Gliederung der Eisrandlagen in stadiale Eisrandkomplexe und Gletscherstände vorzunehmen, die in der Tabelle 2 zusammen gestellt sind (KELLER & KRAYSS 1991, 1993, 1999, 2000, KRAYSS & KELLER 1983, 2000). Im Goldachtobel sind diese Abschmelzetaffen zwischen Horst-Birt und Speicherschwendi mit deutlichen Eisrandformen am Berghang übereinander angeordnet und gut auseinander zu halten (Abbildung 14).

7. Zeugen der letzten Eiszeit im Steinach-Bergland

Was sich im Einzelnen im oberen Steinachgebiet während dem Abschmelzen der Eismassen in den nur gerade 3000 Jahren zwischen 18000 und 15000 Jahren vor heute abgespielt hat und insbesondere, welche Folgen dies für die Landschaftsformen hatte, ist Gegenstand der anschliessenden Darlegungen. Natürlich hatten schon die früheren Glaziale vor der letzten Vereisung die wichtigsten Formen heraus präpariert, der ‹letzte Schliff› aber, der im Gelände mit zahlreichen Marken noch allenthalben sichtbar ist, wurde in diesen Rückschmelzetaffen erzeugt.

Als sich die Vergletscherung im Steinach-Bergland nach einer ersten Abschmelzphase

| Phase | Verhalten des Vorlandgletschers |
|-------|---|
| (A) | Vorstoss in die Vorlandbecken 25000–22000 J.v.h. |
| (B) | Aufbau der Vorlandvergletscherung 22000–19000 J.v.h. |
| (C) | Eishochstände Würm-Maximum bis Stein am Rhein 19000–15500 J.v.h. |
| (D) | Rückschmelzen in den Vorlandbecken und Auslasskanälen 15500–13500 J.v.h. |

Tabelle 1:
Hauptphasen der würmeiszeitlichen Vorlandvergletscherung.

Tabelle 2:
Eisrandkomplexe mit ihren Ständen und Zeiträumen.

| Eisrandkomplexe | Abkürzung | Stände | ungefähre Zeitmarken |
|------------------|-----------|----------|----------------------|
| Würm-Maximum | W/M | W1 – W3 | 20000–18000 J.v.h. |
| Feuerthalen | W/F | W4 – W5 | 17000 J.v.h. |
| Stein am Rhein | W/S | W6 – W8 | 16000 J.v.h. |
| Konstanz | W/K | W9 – W10 | 15000 J.v.h. |
| Weissbad-Koblach | W/W | | 14500–14000 J.v.h. |

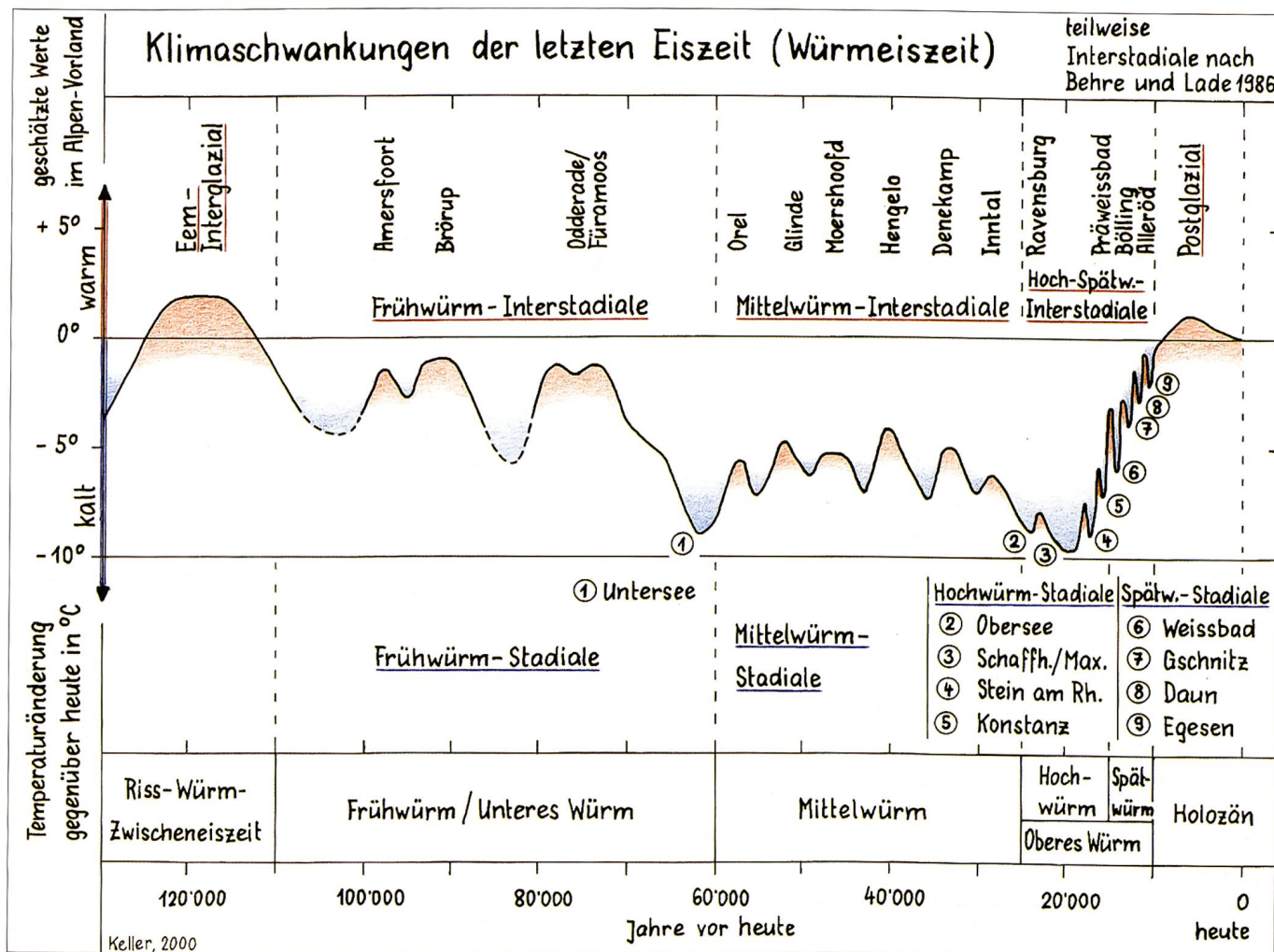


Abbildung 13:

Die Klimakurve der jüngsten Eiszeit zeigt die Temperaturschwankungen der letzten 120000 Jahre, bezogen auf die heutigen Jahresdurchschnittswerte. Die Eiszeit setzte mit ersten Kühlphasen vor 110000 Jahren ein. Unterbrochen von «Erholungsperioden» erreichten die Temperaturen vor 20000 Jahren ihre Tiefstmarken. Danach folgte eine rasche, etappenweise Erwärmung, die vor 10000 Jahren das Ende der Eiszeit herbei führte.

vor etwa 18000 Jahren wieder stabilisierte, waren die Eggen und auch der Freudenberg-Kapf-Grat eisfrei geworden, während im oberen Steinachtal noch Gletschereis lag. Jetzt erhoben sich die Eggen zwar über das Eisstromnetz des Vorlandgletschers, waren aber auf den schattigen Nordflanken noch eisbedeckt. In den Talschlüssen sammelte sich der Firnschnee zu kleinen, lokalen Kargletschern an, was aus Talformen, Moränenfüllungen und einigen kleinen Eisrandwällen abgeleitet werden kann (nicht veröffentlichte Untersuchungen von E. Krayss). Daraus lässt sich die Paläogeographie dieser Vereisungsphase rekonstruieren (Abbildung 15). Es ist hier nicht auszuschliessen, dass sich eine ähnliche Situation bereits in der Schlussphase des Eisaufbaus eingestellt hatte. Die hoch gelegenen Talmulden mit versteiltem



Abbildung 14:
Im Goldachtal zwischen Horst (höchste Waldkuppe) und Speicherschwendi zeigen Verflachungen und Eisrandterrassen die Abfolge der letzteiszeitlichen Gletscherstände an. Die Maximalvereisung wird durch die überschlifften Kuppen beim Birt (höchste Wiesenareale) markiert. Das Feuerthalen-Stadium liegt bei der Siedlungsterrasse Vögelinsegg, im Stein am Rhein-Stadial bildete sich die markante Terrasse der oberen Speicherschwendi heraus (Bildmitte). Foto O. Keller.



Abbildung 16:
Blick von Laderen nach Süden ins Rütibachtal und auf den Kamm der Eggen. Die mit Wald bedeckten Talschlüsse an diesem Berggrat enthielten im inneren Maximum der letzten Eiszeit kleine Kargletscher. Die auffällige Terrasse von Laderen (Vordergrund) ist zusammen mit den undeutlichen von Rüti (Mitte links) und Kesswil (Mitte rechts) der Rest des Talbodens des Schmelzwasserflusses während dem Feuerthalen-Stadium. Foto O. Keller.

Liebegg und entsprechend anschliessend ins untere Wattbachtal erodierte. Erst jetzt also bildete sich das heutige Wattbachtobel heraus, dort wo früher die Täler nach Norden gerichtet waren (siehe Kapitel 4: Die ersten Täler). Im oberen Steinachgebiet ist dieser Schmelzwasserweg durch Talbodenrelikte unzweifelhaft belegt, wobei vor allem die Terrasse Laderen hervorsticht (Abbildung 17), passt sie doch in ihrem Niveau genau auf das Hochtal des Unteren Brand (Abbildung 18).

Vor gut 16000 Jahren hatte sich der Bodensee-Rheingletscher während einer weiteren Phase des Abschmelzens endgültig aus dem obersten Steinachtal und dem Wenigerweiher-Areal zurückgezogen. Kleine

Gletscherzungen stürzten beim Rank und beim Schwarzen Bären (Abbildung 19). Dabei wurde beim Rank auch ein niedriger Wall angelagert, der heute durch den Aufbau des Strassen- und Bahndamms überdeckt ist. Von den beiden Zungen aus ergossen sich Schmelzwässer ins obere Steinachtal, was zur Entstehung des markanten Rank-Wenigerweiher-Tals (Abbildung 20) und zur Umlenkung der Bäche vom Horst/Birt weg von der Goldach und neu zur Steinach führte. Wieder versperrte bei St. Georgen eine Gletscherzunge den Weg Richtung St. Gallen, diesmal jedoch auf tieferem Niveau, sodass das hoch liegende Tal des Unteren Brand trocken fiel, sich aber dafür der Abfluss durch das Tal der Demut öffnete. Im oberen Steinachtal wurde nun auf dieses tiefere Niveau herunter erodiert, wobei die Terrasse Laderen als Rest des früheren Talbodens erhalten blieb (Abbildung 17). Im recht engen und steilwandigen Talabschnitt Bach-St. Georgen tritt die kräftige und rasche Eintiefung eindrücklich in Erscheinung (Abbildung 18). Diese Eisrandlage ist mit

Abbildung 17:

Im Feuerthalen-Stadium der letzten Eiszeit drangen randliche Zungen des Bodensee-Rheingletschers bis zum Wenigerweiher, bis oberhalb St. Georgen und bis zur Liebegg beim Riethüsli vor. Das Schmelzwasser gestaltete dabei den Talzug Wenigerweiher-Laderen-Brand-Wattbach zu einem eisrandlichen Abflusstal aus. Terrassen- und Talbodenrelikte belegen diesen Entwässerungsweg.

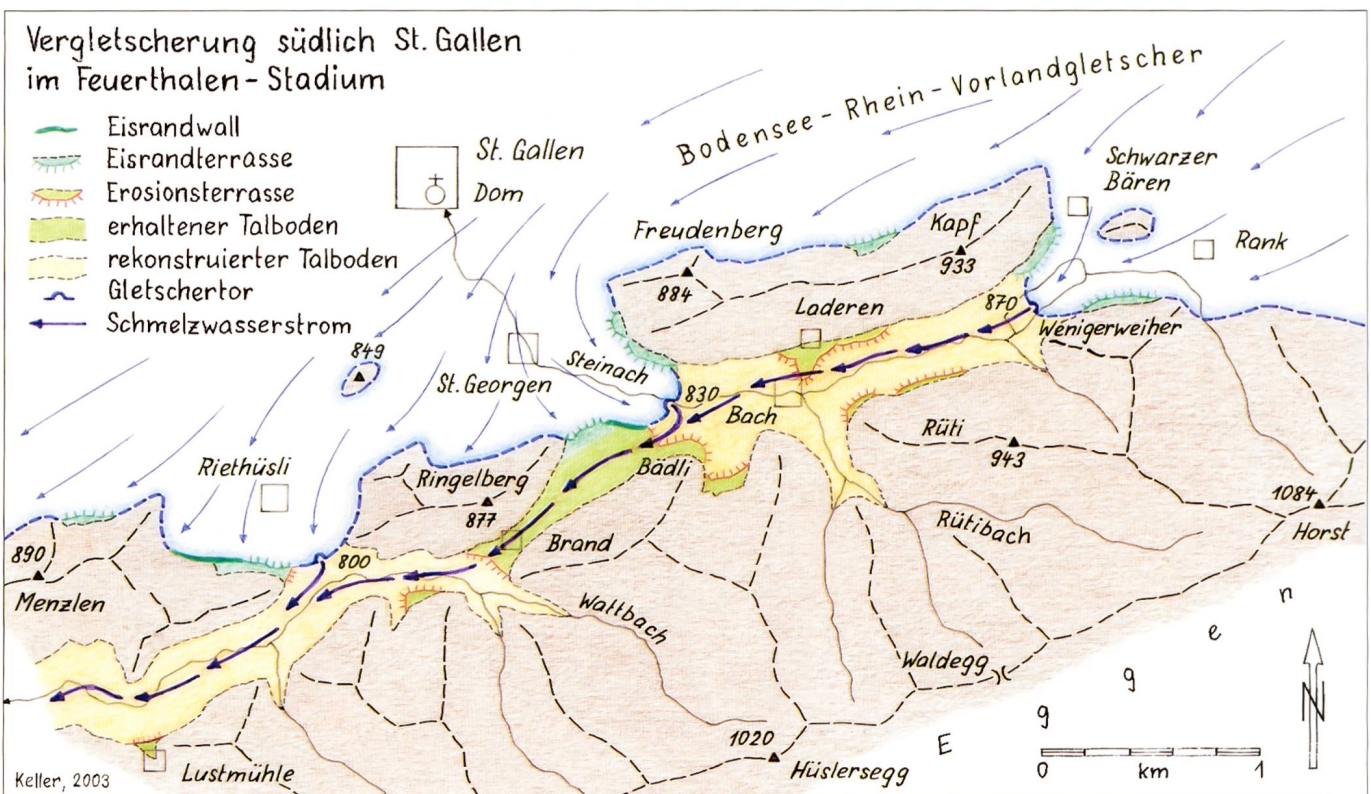




Abbildung 18:

Von der Terrasse Laderen aus (Fotostandort) geht der Blick horizontal hinüber ins Tal des Unteren Brand (Bildmitte). Dieser im Feuerthalen-Stadium zusammenhängende Talboden wurde später im Stein am Rhein-Stage von der Steinach ab Bach (untere Bildhälfte) bis St. Georgen durchschnitten und erodiert. Foto O. Keller.

derjenigen von Staffel bei Stein am Rhein zu verknüpfen und als Stand W6 (Tabelle 2) dem Stein am Rhein-Eisrandkomplex zuzuordnen (KELLER & KRAYSS 1991, 2000, KRAYSS & KELLER 2000).

Das Etappenspiel an der Stufenleiter von den Eggen über St. Gallen hinunter zum Bodensee ging weiter. Bereits kurze Zeit später um 16000 vor heute erreichte der nach einer weiteren Abschmelzperiode nochmals vorstossende Bodensee-Rheingletscher gerade noch die Höhenlage Hueb-Notkersegg-Dreilinden (Abbildung 21, übernommen aus KRAYSS & KELLER 2000). Im gesamten Bodenseeraum ist dies der Stand W7, der Hauptstand des Stein am Rhein-Stage (Tabelle 2), als der Rheingletscher bei Etwilen stirnte (KRAYSS & KELLER 1983, 2000, KELLER & KRAYSS 1993, 2000). Diesmal folgten die Schmelzwässer direkt dem Eisrand, indem sie, nachdem sie aus dem grossen Eisstausee im Goldachtal ausgetreten waren, den Talzug von Hueb über Notkersegg-Dreilinden nach St. Georgen und wieder ins Tal der Demut in die Abhänge von Kapf und

Freudenberg einkerbten (Abbildung 22). So erklärt sich auch das scheinbar widernatürliche Dreiweiherntal, denn üblicherweise fliesst das Wasser in der Falllinie talwärts und nicht wie hier auf halber Höhe zwischen Freudenberg und Stadt dem Abhang entlang.

Schliesslich sank die Eisoberfläche des Vorlandgletschers bis vor 15500 Jahren ins Hochtal von St. Gallen ab, wo sich bei weiteren Rückschmelzhalten Moränenwälle, Eisrandterrassen und kurzfristige Eisstauseen entwickelten, wie es sich aus Sondierungen und Baugrubenaufschlüssen rekonstruieren lässt. Dieser für den Untergrund des Stadtkerns von St. Gallen ausschlaggebenden Glazial-Periode ist ein detaillierter Beitrag im

letzten Berichtband 89 gewidmet (KRAYSS & KELLER 2000). Einen Eindruck zur Vielfalt der Füllmassen im Hochtal vermittelt die Abbildung 23. Zurück zur Steinach nach St.Georgen, die wie erwähnt im Stand W7 (Tabelle 2) noch durch die Eisbarriere zwischen Dreilinden und Falkenburg gezwungen war durchs Demuttal zum Wattbach und zur Sitter abzufliessen. Nun aber gab das ins St.Galler Hochtal hinunter schmelzende Eis der Steinach den Abflussweg nach Norden über die Steilrampe Richtung Stadt frei.

8. Was nach der Eiszeit noch geschah

Glazialgeologisch und klimatologisch endet die letzte Eiszeit erst vor 10000 Jahren (Abbildung 13), indem sich bis zu diesem Zeitpunkt die Gletscher bis in die inneren Hochalpen zurückgezogen hatten und nur noch Ausmasse aufwiesen wie in etwa die heutigen Gletscher (KELLER & KRAYSS 1991, 1993). Für das Steinach-Bergland und das Gebiet der Stadt St.Gallen aber war glazialmorphologisch die Eiszeit bereits zu Ende, als der Vorlandgletscher im Konstanz-Stadial (Tabelle 2) um 15000 vor heute bis nach Mörschwil hinunter abgeschmolzen war. Mit dem endgültigen Verschwinden der Gletscher setzten sich Eis-unabhängige Fliesswasser-Prozesse und Massenbewegungen durch.

Das für die Region der oberen Steinach wichtigste Geschehen war die Erosion der Mühlenenschlucht. Das grosse Gefälle über die Steilstufe von St.Georgen nach St.Gallen hinunter veranlasste die Steinach zu verstärkter Tiefenerosion. Es gelang ihr die oberste Nagelfluhschicht, die Grenznagelfluh durchzusägen, die darunter liegenden weicheren Sandsteine und Mergel in der mittleren Schlucht stark auszuräumen und die wiederum darunter positionierte Freudenberg-Nagelfluh noch anzunagen (Abbildung 9). Bis heute schiesst ihr Wasser über diese resistente Schicht auf schiefer Ebene talwärts. Im untersten Schluchtabschnitt stürzt es über



Abbildung 20:
Das breit angelegte Tal Wenigerweiher-Rank legt Zeugnis ab vom einst bedeutsamen Schmelzwasserstrom, der im Stein am Rhein-Stadial, Stand W6 durch dieses Talstück abfloss. Foto. O. Keller.



Abbildung 22:
Markantes Schmelzwassertal Hueb-Notkersegg, Blick gegen Osten Richtung Goldachtobel, wo sich ein Eisstausee ausbreitete. Foto O. Keller.

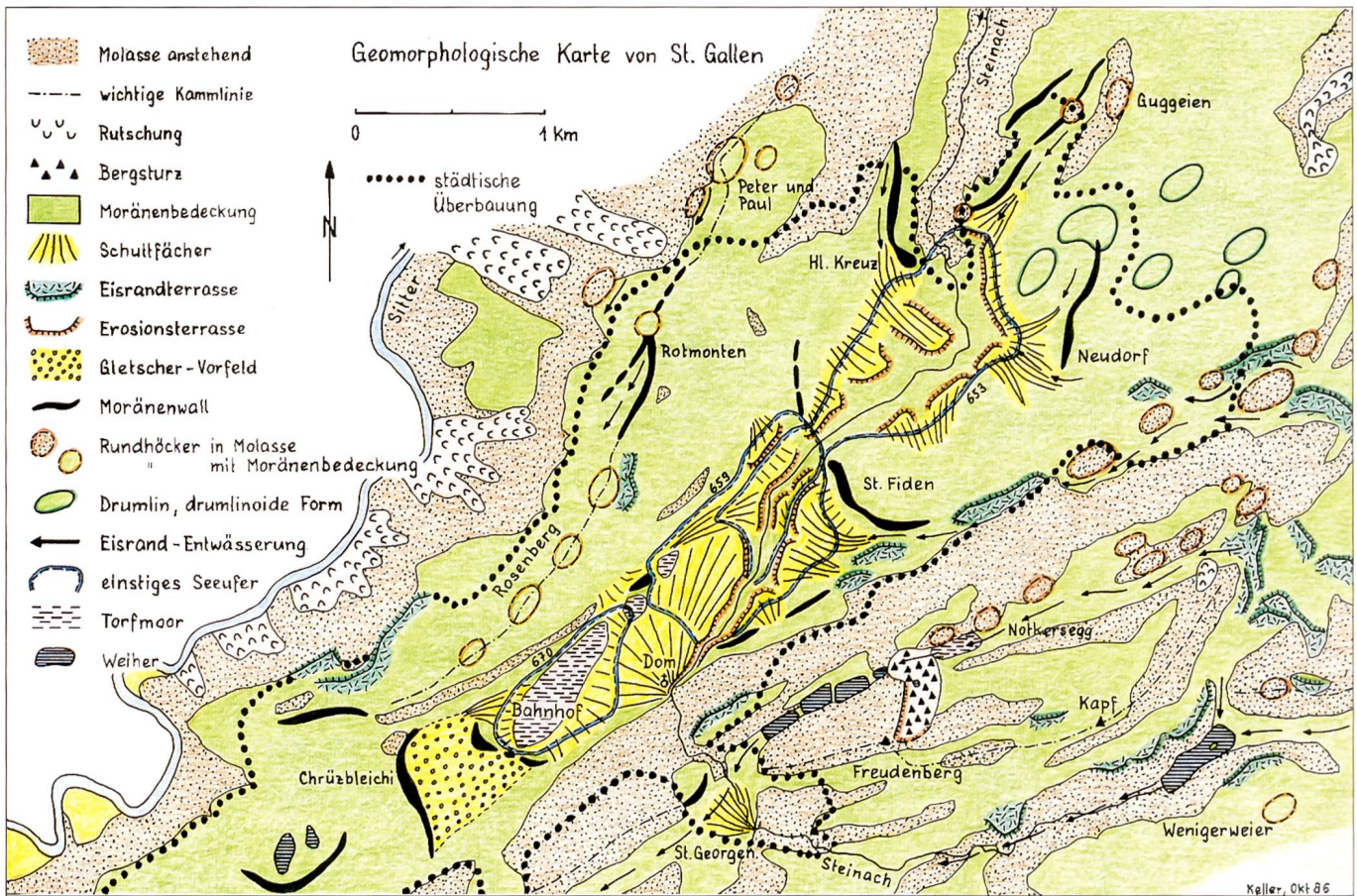


Abbildung 23:

Im Hochtal von St. Gallen hinterliess der Bodensee-Rheingletscher zahlreiche Zeugen der Rückschmelzetappen. Indem er schrittweise im NW das Sittertobel und im NE das Steinachtal freigab, entstanden in Folge Moränenwälle, Eisstauseen, Sümpfe und Schuttfächer. Diese Abschmelzperiode (Tabelle 2) ist zwischen Stein am Rhein, Stand W7 auf der Höhe Dreilinden und den Konstanz-Eisrand bei Mörschwil eingespant und erfolgte in nur rund 500 Jahren kurz nach 16000 vor heute.

die tief herunter erodierte Grenznagelfluh ins Hochtal hinab, wo es bei der Talstation des Mühlegg-Schräglifts einige imposante Wannen ausgekolkt hat (Abbildung 24).

Wohl im Gefolge der Druckentlastung nach dem Wegtauen des Eises und gefördert durch eindringendes Wasser hat sich ein Felspaket am Ostende des Freudenbergs vom Untergrund abgelöst und ist als Bergsturz ins Notkersegg-Dreiweihern-Tal abgeglitten (KELLER 1981). Hier hat es, noch heute im kuppigen Gelände beim Altmannenweiher zu erkennen, mit seinen Schuttmassen das ehemalige Schmelzwassertal östlich der Dreiweihern verfüllt (Abbildung 23). Wann dieses Katastrophenereignis statt gefunden hat, ist nicht bekannt, sicher aber nach dem Versiegen des W7-Schmelzwasserstroms, der sonst die Sturzmassen ausgeräumt hätte.

An fast allen steileren Abhängen im oberen Steinachtal sind Rutschungen und Sackungen, zumindest aber Schuttanhäu-

fungen am Hangfuss vorhanden. Besonders auffällig sind die durch Abgleitbewegungen entstandenen Buckelformen zwischen Wenigerweiher und Bach.

9. Schlussgedanken

Trotz der beschriebenen nacheiszeitlichen Formungsprozesse ist festzuhalten, dass im Steinach-Bergland in den 15000 Jahren seit dem Zurückweichen des Bodensee-Vorlandgletschers eigentlich nur wenig Veränderungen eingetreten sind. Die letzten wirklich die Landschaft prägenden Vorgänge spielten sich in den nur 3000 Jahren des Zurückschmelzens der grossen Eismassen ab. Nicht allein hier sondern überall im Bereich der Gletscher der letzten Eiszeit und in deren Umfeld sind die wesentlichen Landschaftsstrukturen im Zusammenhang mit den Eisströmen und ihren Schmelzwässern geschaffen worden. Seither sind Umgestaltungen räumlich meistens eng begrenzt. Die heutige Landschaft ist in ihren Formen überwiegend glazialzeitlich und somit fossil.

Seitdem aber der Mensch in den jüngsten nur 150 Jahren technisch effiziente «Apparate» entwickelt hat, greift er mit konstruktiven Massnahmen, wo immer er auftaucht, ins natürliche Geschehen ein, baut und verbaut die naturgegebene Landschaft und versucht natürliche Prozesse der Umgestaltung zu verhindern, was ihm auch grossenteils gelingt. Nur in Extremsituationen, zum Beispiel anlässlich der Hochwasser-Katastrophe Anfangs September 2002, zeigt die Natur eindrucksvoll, wer eigentlich der Meister ist.



Abbildung 24: Über die Steilrampe von St. Georgen nach St. Gallen hinunter schuf sich die Steinach die eindruckliche Mühlenenschlucht. Am unteren Tobelende schürfte der tosende Bach einige beachtlich grosse Wannen, so genannte Kolke, aus. Foto R. Heinz.

Literaturverzeichnis

- BÜCHI, U.P. (1950): Zur Geologie und Palaeogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. – Diss. Univ. Zürich.
- (1956): Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St.Gallen. – *Eclogae geol. Helv.* 48/2, Basel.
- BÜCHI, U.P. & HOFMANN, F. (1945): Die obere marine Molasse zwischen Sitter-Urnäsch und dem Rheintal. – *Eclogae geol. Helv.* 38/1, Basel.
- EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H. & SAXER, F. (1960): Erläuterungen zu den Blättern 222–225 Teufen-Appenzell des Geologischen Atlas der Schweiz 1: 25000. – Schweizer. Geol. Komm., Bern.
- FALKNER, C. (1910): Die südlichen Rheingletscherungen von St.Gallen bis Aadorf. – *Jb. St.Gall. Naturw. Ges.* 1909, St.Gallen.
- FALKNER, C. & LUDWIG, A. (1903, 1904): Beiträge zur Geologie der Umgebung St.Gallens (1903 mit geol. Karte 1:25000). – *Jb. St.Gall. Naturw. Ges.*, St.Gallen.
- HOFMANN, F. (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 50/2, Basel.
- KELLER, O. (1981): Zur Glazialmorphologie der Region St.Gallen: Die eiszeitliche Ausgestaltung der Landschaft. – *Ber. St.Gall. Naturw. Ges.* 81, St.Gallen.
- (1994): Entstehung und Entwicklung des Bodensees. Ein geologischer Lebenslauf. – In: MAURER, H. (Hrsg.): Umweltwandel am Bodensee, UVK, St.Gallen.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (1991): Geologie und Landschaftsgeschichte des voralpinen Appenzellerlandes. – *Das Land Appenzell* 21/22, Appenzeller Hefte, Herisau.
- (1993): The Rhine-Linth-Glacier in the Upper Würm: A model of the last Alpine Glaciation. – *Quaternary International* Vol. 18, INQUA/Pergamon, Oxford/New York.
- (1998): Datenlage und Modell einer Rhein-Linth-Vorlandvergletscherung zwischen Eem-Interglazial und Hochwürm. – *Geo Archeo Rhein* 2, Münster.
- (1999): Quartär und Landschaftsgeschichte. – In: SCHLÄFLI, A. (Hrsg.): Geologie des Kantons Thurgau 1:50000. – *Mitt. Thurg. Natf. Ges.* 55, Frauenfeld.
- (2000): Die Hydrographie des Bodenseeraums in Vergangenheit und Gegenwart. – *Ber. St.Gall. Naturw. Ges.* 89, St.Gallen.
- KESSELI, E. (1926): Die Jungmoränenstadien in den Quertälern der st.gallisch-appenzellischen Molasse. – *Jb. St.Gall. Naturw. Ges.* 62, St.Gallen.
- KRAYSS, E. & KELLER, O. (1983): Die Bodensee-Vorlandvereisung während des Würm-Hochglazials. – *Schrr. Ver. Gesch. des Bodensees* 101, Friedrichshafen.
- (1996): Hydrographie des Bodenseeraums während der letzten Vorlandvereisung. – *Schrr. Ver. Gesch. des Bodensees* 114, Friedrichshafen.
- (2000): Eiszeitliche Gewässer von der Goldach bis zur Thur. – *Ber. St.Gall. Naturw. Ges.* 89, St.Gallen.
- LUDWIG, A. (1930): Die chronologische Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen zwischen Säntis und Bodensee. – *Jb. St.Gall. Naturw. Ges.* 65, St.Gallen.
- LUDWIG, A., SAXER, F., EUGSTER, H. & FRÖHLICHER, H. (1949): Geologischer Atlas der Schweiz, Blätter 222–225 St.Gallen-Appenzell 1:25000. – Schweizer. Geol. Komm., Bern.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. – Leipzig.
- SAXER, F. (1938): Die Molasse am Alpenrand zwischen Sitter und dem Rheintal. – *Eclogae geol. Helv.* 31, Basel.
- (1964): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1075 Rorschach 1:25000. – Schweizer. Geol. Komm., Bern.
- (1965): Erläuterungen zu Blatt 1075 Rorschach des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000. – Schweizer. Geol. Komm., Bern.
- STÜRM, B., HEINZ, R., KELLER, O. et al. (2002): Geotopinventar Kanton St.Gallen. – *St.Gall. Naturw. Ges.*, St.Gallen.