

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 90 (2004)

Artikel: Die Geotoplandschaft Luterental-Schwägalp-Wissbachtal
Autor: Keller, Oskar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-832558>

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: 13.12.2025

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

90. Band

Seiten 57–82

28 Abbildungen

0 Tabellen

St.Gallen 2004

Die Geotoplandschaft Luterental-Schwägalp-Wissbachtal

Oskar Keller

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung | 57 |
| 1. Einleitung | 58 |
| 2. Die geologisch-morphologischen Grundzüge | 60 |
| 3. Gebirgsbau, Festgesteine und Schichtenfolge | 62 |
| 3.1 Die Alpstein-Nordfront | 62 |
| 3.2 Subalpine Voralpen: Speerzone... | 64 |
| 3.3 Subalpine Voralpen: Kronbergzone | 66 |
| 4. Ausgestaltung der Landschaft: Geomorphologie | 69 |
| 4.1 Eiszeitlich erosive Ausformung... | 70 |
| 4.2 Eiszeitlich akkumulative Bildungen | 74 |
| 4.3 End- und nacheiszeitliche Bildungen | 77 |
| 5. Folgerungen und Schlussbemerkungen | 81 |
| Literaturverzeichnis | 82 |

Zusammenfassung

Die Nordkette des Alpsteins (Säntisgebirge) zeichnet auf 20 km Länge in selten markanter Ausgestaltung die Alpenfront gegenüber dem Molasse-Bergland der Voralpen nach. Der Vorschub der Alpen hat die Speer- und Kronberg-Molasse bei der Gebirgsbildung pultartig schief gegen NW aufgerichtet, sodass zwischen dem alpinen Alpstein und dem Molasse-Bergland eine hochliegende Längstalung entstand. Diese wird durch die Luteren nach SW, die Urnäsch nach N und den Wissbach nach NE entwässert. Das ganze Gebiet der Oberläufe dieser Flüsse ist mit einer Fülle von geologisch und morphologisch aussagekräftigen Objekten und Arealen ausgestattet. Sie erlauben Einblicke in die Petrographie (Gesteinsarten), Stratigraphie (Schichtenfolge) und Tektonik (Bauplan) der Alpenfront wie auch der subalpinen, alpennahen Molasse. Die Entwicklung der Landschaftsformen der Gebirge und Täler durch erosive und akkumulative Prozesse, die überwiegend eiszeitlich glazialer, daneben auch nacheiszeitlich fluvialer Natur sind, wird in vielfältiger Weise erkenn- und erklärbar. Zahlreiche Objekte haben geradezu lehrbuchhaft grundsätzlichen Charakter, so im Bereich Falten tektonik, Schubstrukturen, Spektren der alpinen Kreide- und der Molassegesteine, aber auch betreffend Tal- und

Bergformen, Karbildung, späteiszeitliche Gletscherstände oder Massenbewegungen von Bergstürzen.

Alles in allem ist diese Region vollbesetzt mit Geotopobjekten verschiedener Ausprägung, die gesamthaft zu einer Geotoplandschaft von hoher Bedeutung zusammen gefasst werden können. Im kürzlich abgeschlossenen und der Öffentlichkeit vorgestellten Geotopinventar des Kantons St.Gallen erhielt der westliche Abschnitt des Luterentals denn auch den Status «von nationaler Bedeutung» zugesprochen. In den noch in Bearbeitung stehenden Inventaren der Kantone Appenzell Ausserrrhoden und Innerrhoden sind das Schwägalpgebiet und die östliche Region des Wissbachtals ebenfalls zwingend in diese Kategorie einzu-

stufen. Für den aus den Inventaren abgeleiteten Geotopschutz werden die Gebietsanteil besitzenden Gemeinden verantwortlich sein.

1. Einleitung

Wer immer zur Schwägalp hochfährt, ist überwältigt von den steil aufragenden Felswänden der Nordfront des Alpsteins, die mehr als 1000 m fast senkrecht zum Himmel emporstreben (Abbildung 1). Das Farbenspiel von Felsen und Triften und der Wechsel in den Gesteinsformationen sind so auffällig, dass darob die Hochterrasse der Schwägalp selbst sowie auch Kronberg und Hochalp kaum Beachtung finden (Abbildung 2), obwohl auch hier die Formen, Gesteine und Ablagerungen äusserst vielfältig sind. Die imposante Nordflanke des Alpsteins bildet zusammen mit den Hochtälern und Alpterrassen vom Risipass über die Schwägalp und die Potersalp bis zum Berndli sowie mit den nordseits anschliessenden Voralpenber-

Abbildung 1:
Schroff steigen die hellen Kalkfelswände der Alpstein-Nordfront über 1000 m zum Säntis empor. Die Schwägalpmulde im Vordergrund liegt bereits vor den Alpen im Bereich des Molasse-Berglandes.
Foto: O. Keller.



gen (Abbildung 4) eine geradezu einmalig mannigfaltige Landschaft mit zahlreichen geologisch und morphologisch wertvollen Objekten. Die besonders wichtigen Zonen und Objekte sind in das Geotopinventar des Kantons St.Gallen (STÜRM et al. 2002) aufgenommen worden, respektive sind für die Inventare von Appenzell Innerrhoden und Ausserrhoden in Bearbeitung. Ausgedehnte Areale dieser Region mit vielen eingebetteten Vernässungsflächen und mit wertvollen Vegetationseinheiten sind als Moorlandschaft von nationaler Bedeutung ausgeschieden worden (ARNAL 1999a und b). In diesen Moorlandschaftsschutz ist auch eine grössere Anzahl Geotope integriert worden.

Die Geotoplandschaft, die das obere Luterental (Kanton St.Gallen), das obere Urnäschtal (Kanton Appenzell Ausserrhoden) und das obere Wissbachtal (Kanton Appenzell Innerrhoden) umfasst (Abbildung 3) und je bis zum Grat der Säntis-Nordkette und zum Kamm Kronberg-Hochalp hinaufreicht, wird im Folgenden mit ihren allgemei-

nen Merkmalen und unter Berücksichtigung einiger ausgewählter Objekte dargestellt und erläutert. Im Hinblick auf den Geotopgedanken, dem Einzelobjekte bis ganze Landschaften zugrunde liegen, wird auf detaillierte Erklärungen und Begründungen zur Genese von Gesteinen, Schichtenfolgen und Lockersedimenten sowie auch auf die geologischen Zeiträume der Bildungsprozesse verzichtet. Etliches dazu kann aus den eingefügten Tabellen, Profilen und Kartenbildern abgelesen werden. Es ist zudem zu empfehlen parallel zu Text und Abbildungen sich mit Hilfe der topografischen Karte über die Lage der Örtlichkeiten zu orientieren: LK-CH 1:50000, Blatt 227, Appenzell oder LK-CH 1:25000, Blatt 2514, Säntis-Churfirsten.

Abbildung 2:

Die Hochalp (Ansicht von Nordwesten) ist als weich geformter länglicher Rücken ein typischer Vertreter der Molasseberge vor der Alpsteinfront, die im Hintergrund mit Felszacken gerade noch erkennbar ist.
Foto: O. Keller.



2. Die geologisch-morphologischen Grundzüge

Der Vorschub der Alpenfrontgebirge während der Schlussphase der Alpenbildung (Abbildung 6) führte zur Überfahung der gebirgsnahen, sogenannten subalpinen Molasse. Sie wurde dabei in Pakete zerlegt und deckenartig übereinander geschoben. So kamen die südlicheren und gesteinsmässig älteren Speerschichten auf die jüngeren Kronbergsschichten zu liegen (Abbildungen 5 und 14). Gleichzeitig erfolgte eine intensive Verfaltung und Verschuppung der vorrückenden alpinen Front, der Säntisdecke. In der Folge wurde mit der generellen Heraushebung der Alpen das Molasse-Bergland zusammen mit dem Alpstein als Ganzes mehr als 1000 m empor gerückt (Abbildung 5). Verdeckt von Gebirgsschutt und eiszeitlichen Moränen verläuft die Grenze zwischen dem alpinen Alpstein und den Molasse-Voralpen, die Alpenrand-Aufschiebung (Abbildung 3), vom Risipass über die Schwägalp und die Chamhalden zum Berndli und weiter hinunter zum Weissbad.


Der morphologisch in Erscheinung tretende Unterschied zwischen dem alpinen Hochgebirge des Säntis und dem voralpinen Molasse-Bergland ist äusserst markant. Abgesehen von der höher emporragenden Gebirgsfront (Abbildungen 4 und 5) zeichnet sich der Alpstein durch auffallend

helle Kalkfelswände aus, während die Felsformationen der Molasseberge aus dunkel erscheinenden Nagelfluhen bestehen (Abbildungen 1 und 2). Die Kalkberge sind viel schroffer und zackiger ausgebildet als die gleichförmig gestalteten Molassehöhenzüge (KELLER UND KRAYSS 1991, KELLER 2000). Die Achsen der Hauptgewässer der drei wichtigsten Täler der Luterer, der Urnäsch und des Wissbachs verlaufen vollständig in den Molasse-Voralpen (Abbildung 3).










Abbildung 3:
Die Hochzone Luterer-Schwägalp-Wissbach ist in der Kartenskizze grob umgrenzt. Sie wird im Südosten durch die äusserste Alpsteinkette abgeschlossen. Der Talzug selbst ist dem Alpenrand knapp vorgelagert und umfasst die Quellgebiete der Flüsse Luterer, Urnäsch und Wissbach. Im Nordwesten bilden einerseits die Molassekette des Kronbergs und andererseits die Bergstöcke des hintersten Neckertals die ungefähre Begrenzung. Die Aufschiebungslinien zeigen, dass das Alpsteingebirge der Molasse der Speerzone auflagert und diese wiederum der Gäbriszone.

Geotop-Landschaft Luterental-Schwägalp-Wissbachtal

Gebietsumgrenzung und geologische Übersicht

 Gebietsgrenze (inkl. Randzonen)

Tektonische Einheiten

| | |
|--|---------------------------|
|  | Beckenfüllungen |
|  | Gäbriszone |
|  | Forst-Gontenzzone |
|  | Kronbergzone |
|  | Chräzerlischuppe |
|  | Speerschuppe |
|  | Flyschzone |
|  | Flammeneggzug |
|  | Säntisdecke des Alpsteins |

Schub- und Bruchlinien

| | |
|----|------------------------|
| St | Stoss-Aufschiebung |
| Kr | Kronberg-Aufschiebung |
| Wi | Wissbach-Aufschiebung |
| Sp | Speer-Aufschiebung |
| AR | Alpenrand-Aufschiebung |
| FR | Flyschrand |
| SS | Sax-Schwendi-Bruch |

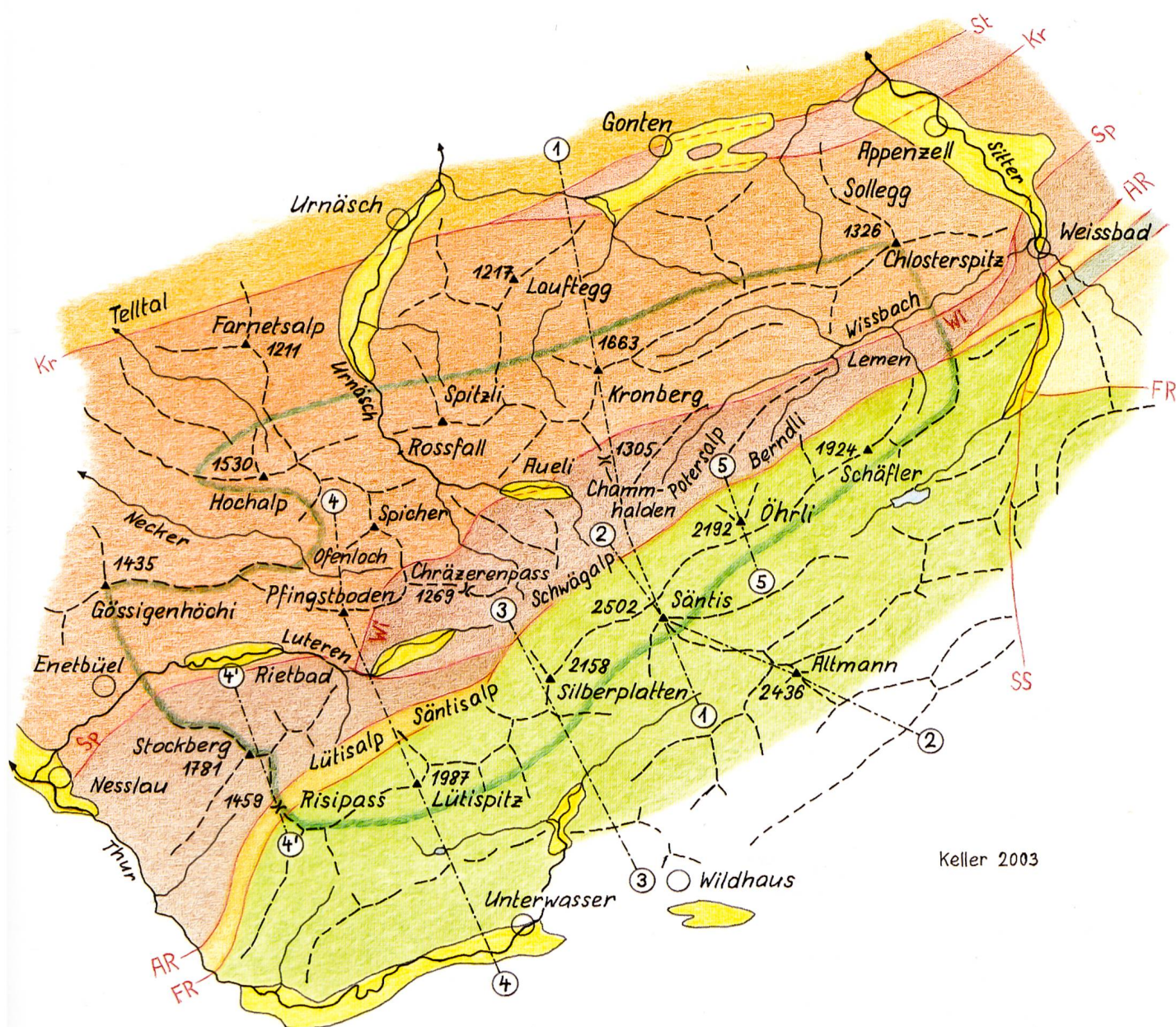
Geologische Profile

| | |
|---|-------------|
| ① | Abbildung 5 |
| ② | " 8 |
| ③ | " 8 |
| ④ | " 14 |
| ⑤ | " 11 |

In der Alpstein-Nordfront existieren nur Runsen, hoch gelegene Felsmulden und am Gebirgsschuss ausgedehnte Schuttkegel. In der Molasse sind die Täler überwiegend V-förmige, schlecht zugängliche Tobel, die von den erosiv wirkenden Bachläufen geschaffen worden sind. Einzelne Abschnitte der Haupttäler weisen U-Form mit weiten Talmulden auf. Sie sind vor allem durch eiszeitliche Gletscher ausgestaltet worden. Ebenfalls auf die Tätigkeit der Eiszeitglet-

scher sind die Hochmulden am Fuss des Alpsteins zurückzuführen: Lütisalp, Säntisalp, Schwägälp, Potersalp und Berndli.

Das Erscheinungsbild, die Gesteinsformationen und die tektonischen Baupläne der beiden Gebirgseinheiten sind derart markant und verschiedenartig strukturiert, dass allein schon diese mustergültige Präsentation der Alpenfrontzone Anlass gibt hier von einer national bedeutenden Geotoplandschaft zu sprechen (Abbildung 3).



3. Gebirgsbau, Festgesteine und Schichtenfolge

3.1 Die Alpstein-Nordfront

Der Falten- und Schuppenbau der Nordkette des Alpsteins (KEMPF 1966, HEIERLI 1984, KELLER 2000) wird im Bereich Stoss-Silberplatten eindrücklich sichtbar. Da hier im Westteil die Gebirgsfront etwas nach Süden zurückweicht, erhält der Betrachter vom Stockberg oder vom Luterental aus Einblick in die eng gescharten und steil nach Norden aufstrebenden Verfaltungen (Abbildungen 7 und 8). Von der Schwägalp aus betrachtet sind die Schuppen nicht erkennbar, da der Blick frontal auf die übereinander gestapelten

Schichtstösse fällt und die Stirnbereiche der Falten grösstenteils der Erosion zum Opfer gefallen sind. Dafür kann eine mehrmalige Wiederholung in der Abfolge der alpsteintypischen Gesteinsschichten vom Öhrlimergel bis zum Seewerkalk beobachtet werden (Abbildungen 7 und 9). Besonders deutlich treten Öhrlikalk, Betliskalk (früher Valangienkalk) und Schrattenkalk mit hellgrauen Felsbändern in Erscheinung. Der Kieselkalk ist in Felsarealen dunkelbraun, weist aber oft auch schwache Verflachungen auf, die mit kräftig grüner Vegetation bedeckt sind. Der dünnsschichtige Seewerkalk zeigt sich im Faltengewölbe des Säntisgipfels.

Weiter im Osten bilden Öhrli und Hängeten eine auffällige, bis in den Kern abgetragene Falte (SCHLATTER 1942, KELLER 2000), von der die aus resistenten Kalken aufgebauten Flanken, im Norden das Öhrli und im Süden die Hängeten, stehen geblieben sind (Abbildungen 10 und 11).

Die Alpenrand-Aufschiebung, das heisst die Kontaktfläche, auf der das Alpstein-

Abbildung 4:

Vom Stockberg aus gesehen steigt der Alpstein (rechts im Bild) deutlich um ein Stockwerk höher hinauf als die Molasse-Hochtalung Luterenschwägalp (Bildmitte) und die Molasseberge im Umfeld des Kronbergs (links). Foto: H. Büchler.



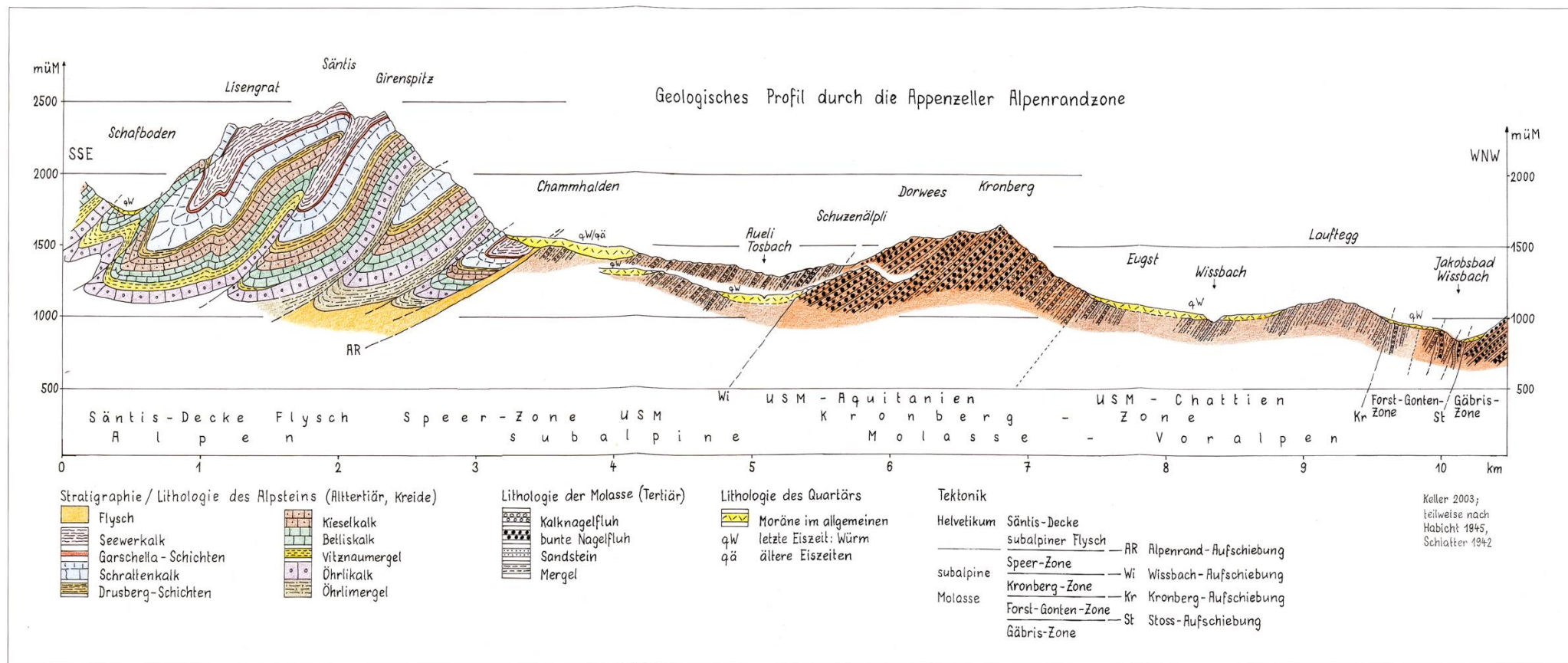


Abbildung 5:
Das geologische Profil durchschneidet die Hochtalung Luterental-Schwälgalp-Wissbach quer vom Säntis über den Kronberg bis ins Gontental bei Jakobstad. Der Alpstein sitzt als verfaltetes und verschupptes Gebirgsmassiv den pultartig schräg gestellten Molassepaketen auf. Selbst der doch bedeutende Kronberg nimmt sich gegenüber der Gebirgsmasse des nördlichen Alpsteins recht unbedeutend aus. Die übereinander gestapelten Gebirgseinheiten sind durch schiefe Aufschübensflächen voneinander getrennt. Die Abfolge der Stapelung ist rechts unter dem Profil aufgelistet. Die geologischen Begriffe können mit Hilfe der Tabelle «Geologische Entwicklung» (Abbildung 6) zeitlich eingeordnet werden.

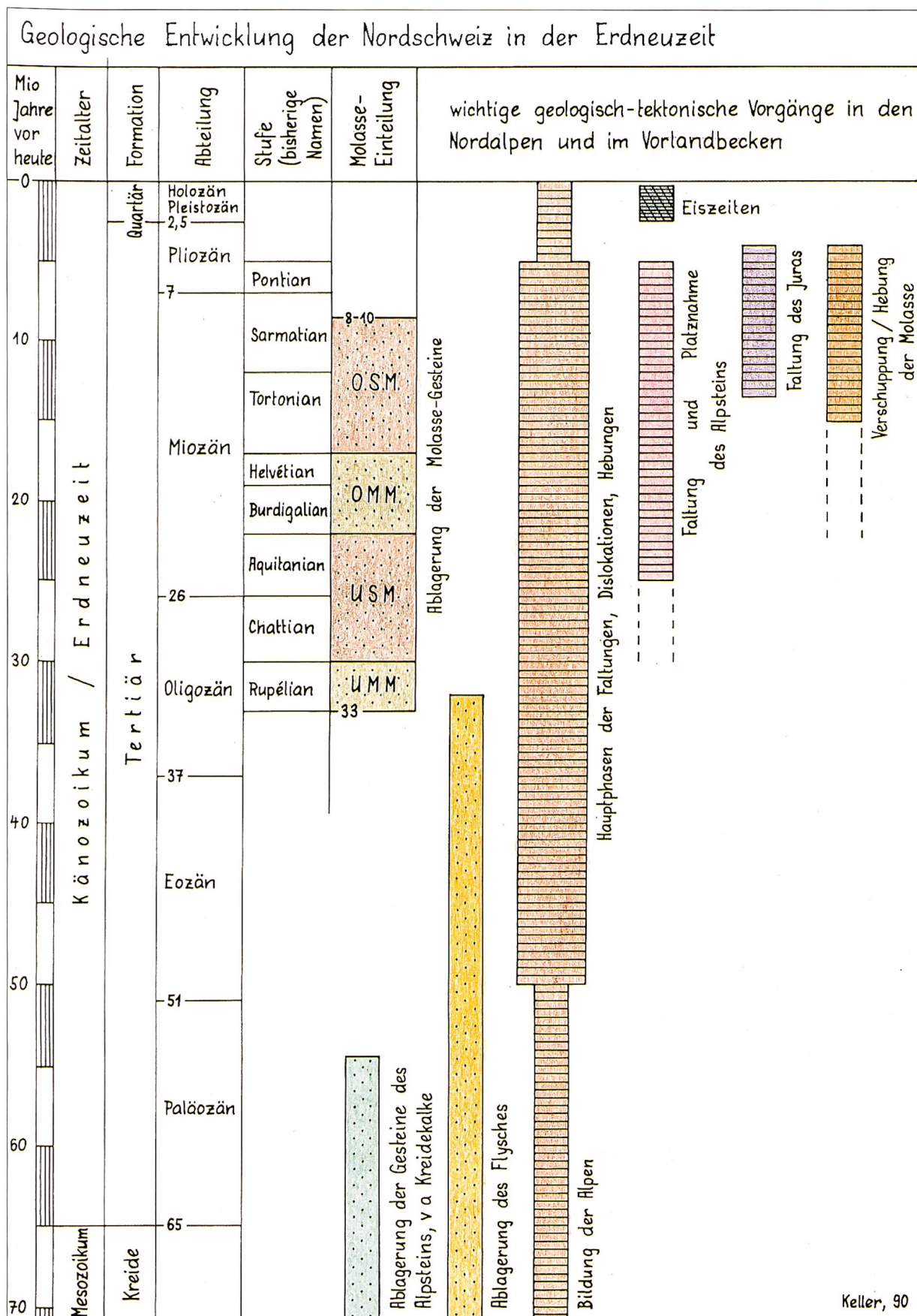


Abbildung 6:

Im geologischen Zeitraster, der in Millionen Jahren gemessen wird, sind die Perioden der Bildung der Gesteine des Alpsteins sowie der Molasse-Voralpen punktiert eingetragen. Daneben erscheinen schraffiert die wichtigsten Phasen der Gebirgsentstehung. Die Eiszeiten als letzte Etappe der Landschaftsentwicklung umfassen zwar geologisch nur gerade 2,5 Millionen Jahre, haben aber für das heutige Erscheinungsbild der Landschaft überragende Bedeutung.

gebirge auf die unterliegende subalpine Molasse auf- und überschoben wurde, ist an der gesamten Alpsteinfront nur schlecht einsehbar. Immerhin existiert oberhalb des Dunkelberndli im Bachgraben ein einmalig instruktiver Aufschluss (Abbildung 12), der schon mehrfach beschrieben worden ist, insbesondere von HABICHT (1945). Die liegende, durch den Vorschub der Alpenfront stark beanspruchte Molasse setzt sich aus steil einfallenden Mergeln und Sandsteinen sowie einigen zerscherten Nagelfluhbänken

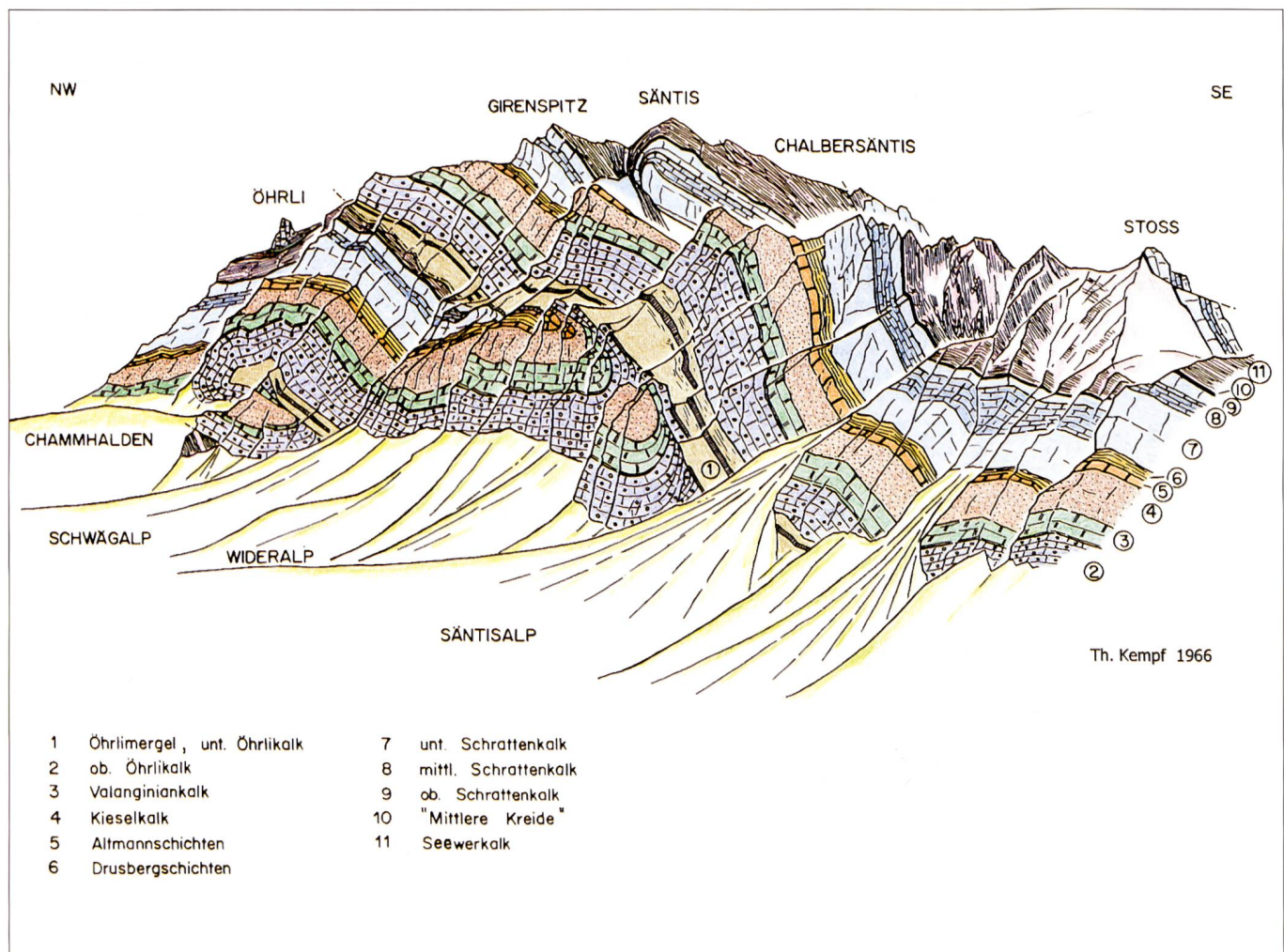
zusammen. Darüber folgt ein schwächtiges, zerquetschtes Flyschmergelband. Im Hangenden, das heisst über dem Flysch, schliesst diskordant grauer, mit Kalzitadern durchsetzter Schrattenkalk des Alpsteins an. Mehrere Aufschiebungsflächen sowie Rutschstreifen auf der Unterseite des Schrattenkalks sind Zeugen der einstigen Schubbewegungen.

3.2 Subalpine Voralpen: Speerzone

Etwas vereinfacht können die Molasse-Voralpen in die den Alpstein unterlagernde Speerzone und die nochmals darunter liegende Kronbergzone gegliedert werden (HABICHT 1945, KELLER UND KRAYSS 1991).

Die Speerzone tritt im hoch aufragenden Stockberg deutlich hervor (Abbildungen 13

Abbildung 7:
Der nördliche Alpstein in einer geologischen Ansichtszeichnung vom Stockberg aus. Die Massigkeit des Gebirges kommt durch die Tektonik mit übereinander gelagerten, sich wiederholenden Gesteinsschichten und Falten zustande.

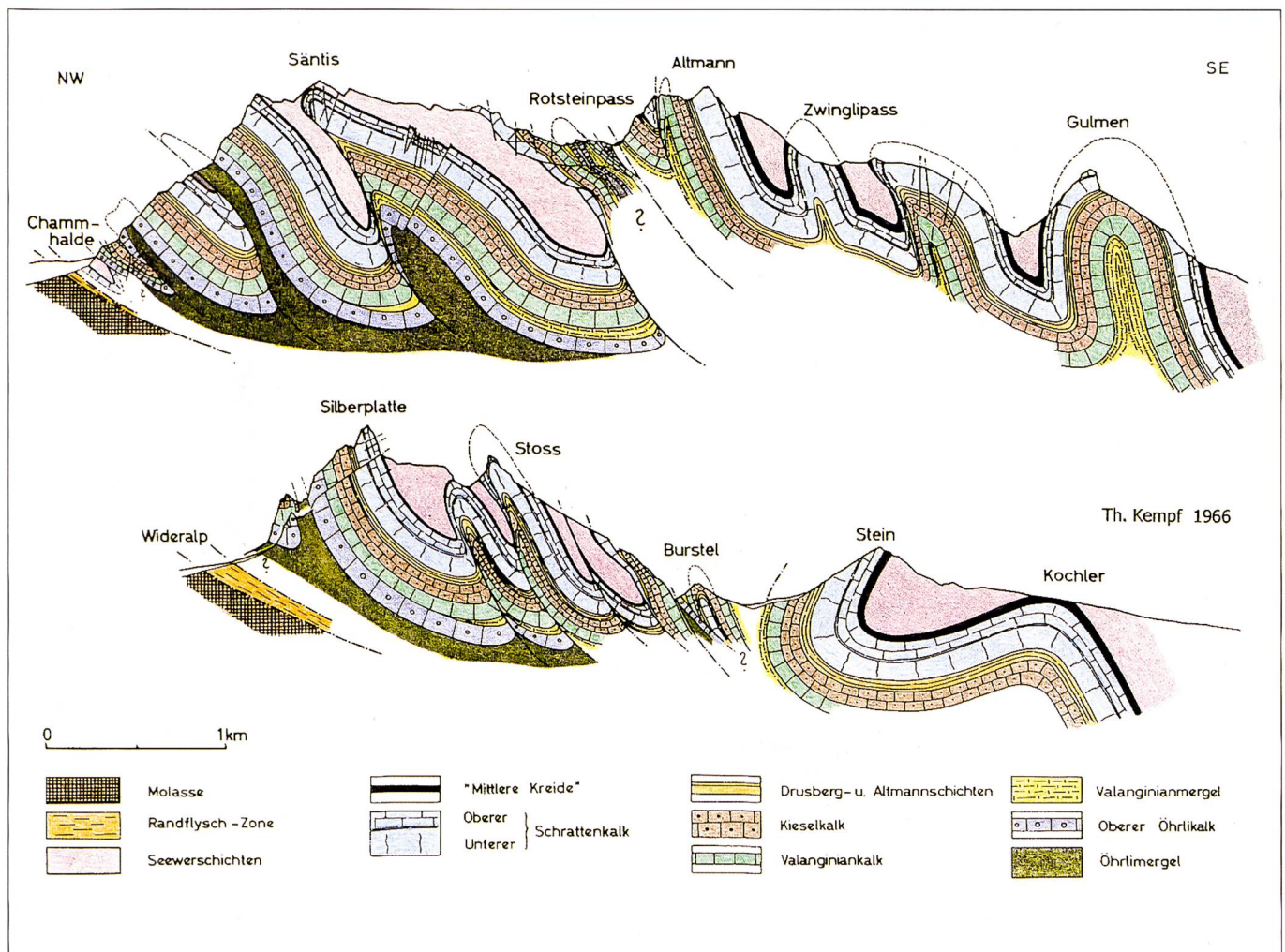


und 14). Von der Schwägalp aus gesehen ist hier der Bauplan der Molasse mit von Süden aufstrebenden Schichtserien und mit steil in Felsbänken nach Norden abbrechenden Schichtköpfen besonders klar zu erkennen. Über das Schwägalp- und Potersalpgebiet hinweg fehlen Bergformen. Die Gletscher der Eiszeiten haben allfällig einst vorhandene Erhebungen weitgehend abgetragen, weiträumige Mulden geschaffen und die ganze Hochzone mit Glazialschutt überkleistert (KELLER 1988a). Dieser Unterschied ist durch die den Stockberg massgeblich aufbauenden, resistenten Nagelfluhen zu erklären. Weiter gegen Nordosten keilen sie oft aus und sind durch Sandsteinschichten ersetzt (Abbildung 5), die erosionsanfälliger sind (HABICHT 1945, EUGSTER et al. 1982, KELLER UND KRAYSS 1991).

Die Speerzone ist vorwiegend aus Gesteinen der älteren USM (Untere Süsswassermolasse) zusammengesetzt (Abbildungen 6 und 15). An ihrer Basis finden sich, beispielsweise am Nordfuss des Stockberges, in einem schmalen Band auch noch Mergel und Sandsteine der UMM (Untere Meeresmolasse). Die Konglomerate der USM sind ausschliesslich Kalknagelfluhen. Charakteristisch ist die häufige Rotfärbung des Binde-

Abbildung 8:

Querprofile durch den mittleren und westlichen Alpstein. Eng gescharte Falten und zusammen gepresste Schuppen, die gegen Nordwesten aufsteigen, zeigen eindrücklich die Aufschiebung des gesamten Gebirges von Süden her auf den unterlagernden Flysch und die Molasse.



mittels zwischen den Geröllen des Gesteins. Sie wird auf Roterde-Einschwemmungen zur Zeit der Ablagerung der Geröllfracht in den damaligen Strombetten zurückgeführt (HABICHT 1945, KELLER UND KRAYSS 1991).

3.3 Subalpine Voralpen: Kronbergzone

Während die steil gestellte Speerzone den Alpstein unterlagert, ist diese ihrerseits der nordwärts anschliessenden Kronbergzone aufsitzend (Abbildungen 5 und 14). Eine markante Aufschiebungslinie der Teilschuppen der Speerzone auf das Kronberg-Molassepaket trennt die beiden Voralpenkomplexe (Abbildung 3). Die Hauptaufschiebung verläuft entlang der Talsohle des mittleren Luterentals bis zum Engpass zwischen mittlerem und oberem Tal, winkelt dann nach Norden ab und erreicht unterhalb des Chräzerli die Urnäsch. Die Fortsetzung durchzieht die Talmulde des Aueli, übersteigt beim Schuzenälpli (Abbildung 5) die Wasserscheide Urnäsch-Sitter und folgt schliesslich ungefähr dem Wissbach bis Weissbad (HABICHT 1945, EUGSTER et al. 1982).

Die Kronbergzone (Abbildung 3) umfasst die Molasseberge beidseits des obersten Neckertals (Gössigenhöchi, Spicher, Hochalp) und setzt sich in der Bergkette Spitzli-Kronberg-Chlosterspitz fort (Abbildung 3). Mächtige Konglomeratschichten bilden das Rückgrat dieser Berglandschaft, während die nordseits anschliessende Zone bis zur Linie Gontental-Telltal ausschliesslich aus Sandsteinserien im Wechsel mit Mergeln zusammen gesetzt ist. Die in diesem Ge-

bietsstreifen weicher geformten und niedrigeren Bergrücken wie Farnetsalp, Lauftegg, Sollegg erklären sich wiederum durch die unterschiedlich widerstandsfähigen Gesteine. Die Nagelfluhkonglomerate sind durch fluviale und vor allem glaziale Erosion selektiv zur beherrschenden, pultförmig nach Nordwesten aufgerichteten Kronbergkette herausgearbeitet worden. Im Bereich des oberen Neckertals sind die Nagelfluhen infolge einer faltenartigen Aufbauchung in Südost-Nordwest-Richtung in einem doppelt so

breiten und weniger steil aufgerichteten Streifen angeordnet als im Kronberggebiet. Da zudem der Necker samt seinen Nebenbächen in tiefen Einschnitten diese Zone durchfurcht, ist es nicht zur Kettenbildung, sondern zur Entstehung isolierter Molasseberge gekommen. Dafür sind durch die Erosion 200–300 m hohe Felswände herauspräpariert worden, die am Hinterfallenchopf, südseits des Pflingstbodens (Abbildung 16), auf der Nordostseite des Spicher (Abbildung 17) und im Ofenloch mit mächtigen kompak-

ten Nagelfluhschichten besonders imposant erscheinen.

In den jüngsten und obersten Nagelfluhen können an einigen Stellen eingelagerte Riesengerölle, besser Riesengesteine, beobachtet werden (HABICHT 1945). In der Felswand bei Langenboden östlich Rietbad sind es vereinzelte, kaum gerundete Flyschsandsteinblöcke, die 1–4 m messen. Entlang der Aufschiebung der Speerzone stehen am Seckbach (Wissbachtal) gelbliche Mergel der Kronbergzone an. In diese sind Konglo-

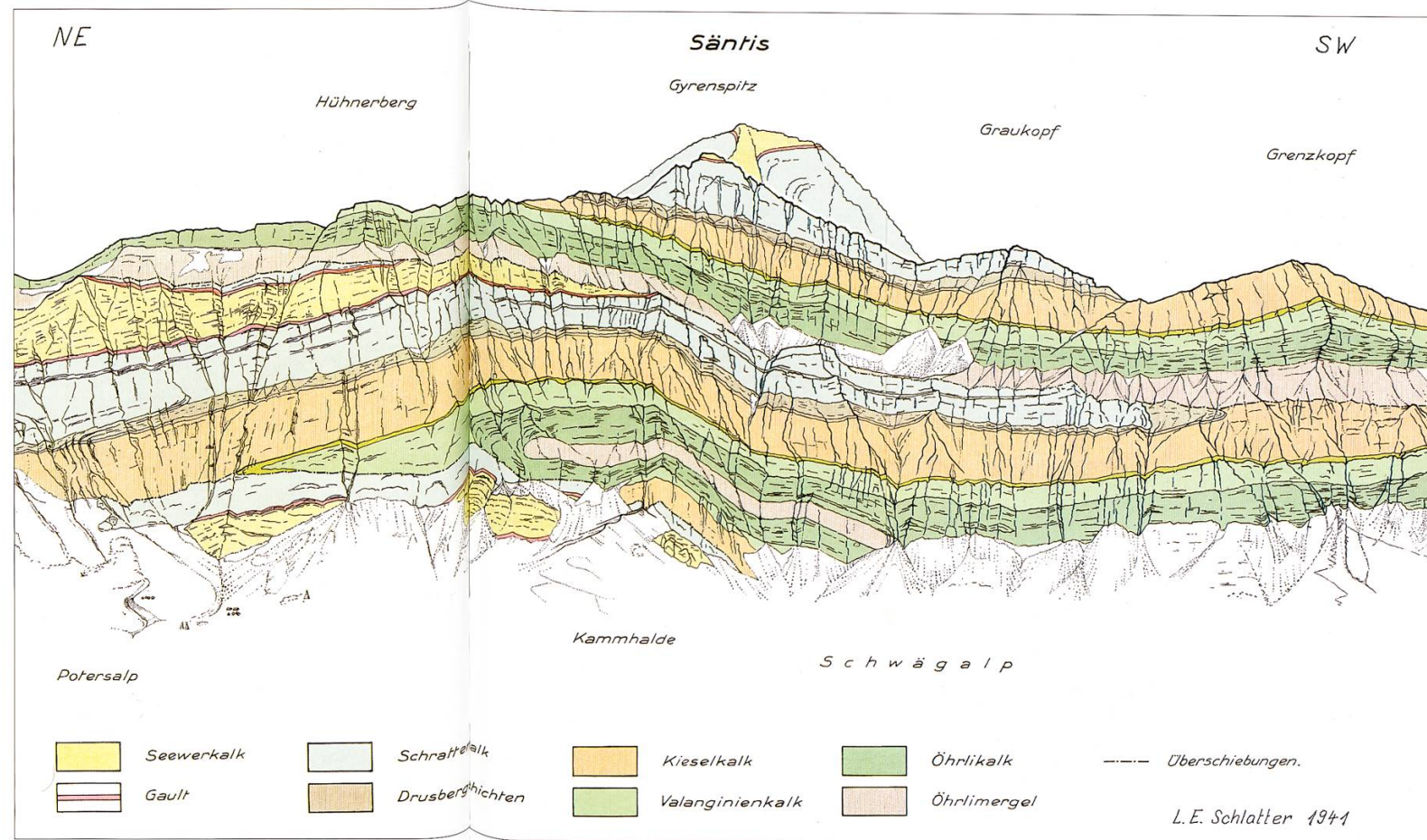


Abbildung 9:
Ansichtszeichnung der mächtigen Nordwand des mittleren Alpsteins vom Kronberg aus. Weil durch die Erosion die Faltenköpfe abgetragen worden sind, erscheinen die Gesteinsschichten meistens durchlaufend. Dort wo Verkehrtserien vorliegen, fällt der Blick auf den liegenden Schenkel einer Falte.



Abbildung 10:
Öhrli und Hängeten (links) vom unteren Wissbach-
tal aus. Während die Hängeten den weit durch-
laufenden Schenkel einer Falte bilden, ist vom
Nordschenkel nur ein Felszahn erhalten geblieben,
der den sinnigen Namen «Öhrli» erhalten hat. Die
dazwischen liegende Mulde der Öhrli-Graben ist
durch Eiszeitgletscher als Kar ausgeformt worden.

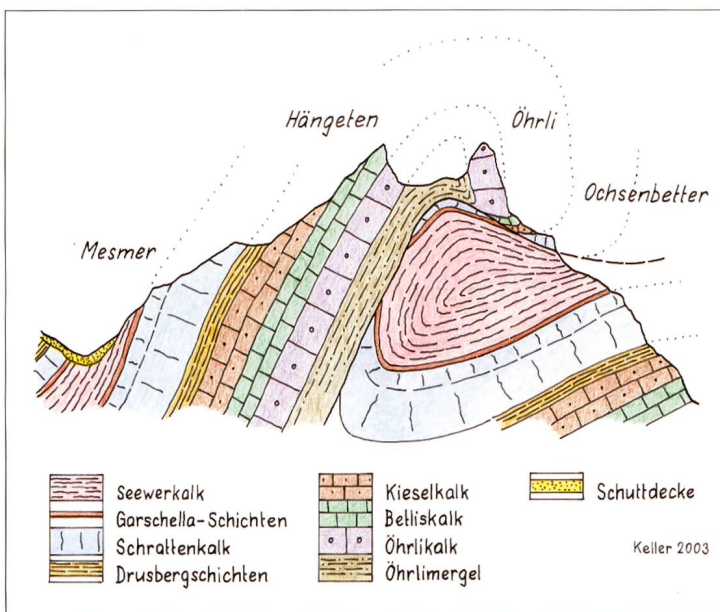


Abbildung 11:
Geologisches Profil durch Öhrli und Hängeten.
Die Gebirgsbildung schuf eine überkippte
Falte, deren nördlicher Schenkel unter dem
Öhrli ausgedünnt und eingewickelt ist. Das
Gewölbe, angedeutet durch Punktierung, ist
der Erosion zum Opfer gefallen.

meratlinsen aus bis 90 cm grossen Riesenge-
rollen eingelagert. HABICHT (1945) deutet
die für normalen Flusstransport zu grossen
Geschiebe als aus dem damaligen nahen
Flyschgebirge mit Muren eingeschwemmte
Blöcke.

Die Basis der Kronbergzone wird von
der Mistelegg südlich Hemberg über die
Lauftegg (Abbildung 5) bis Appenzell
durch Kalksandsteine und Mergel gebildet.
Diese Gesteine sind als initiale Schüttung
des Kronberg-Schuttfächers älter als die
hangenden (aufliegenden), mächtigen
Nagelfluhen. Während im tieferen Teil der
Konglomeratzone noch Kalkkomponenten
vorherrschen finden sich im höhern und jün-
geren Gipfelbereich der Kronbergkette und
der Hochalpreion fast ausschliesslich bunte
Nagelfluhen mit mehr als 10% Kristallinge-
rollen (Abbildung 5).

Im Gegensatz zur Speerzone fehlt im
Kronberg-Hochalp-Gebiet die UMM voll-
ständig; der gesamte Schichtstoss ist eine
Schüttung des Ur-Rheins in der Zeit der
USM (Abbildung 15), die deutlich gegenüber
der Speerzone gegen Nordosten versetzt ist
(HABICHT 1945, HEIERLI 1984, KELLER
UND KRAYSS 1991).

Die Aufschiebung der Speerschuppen auf
die Kronbergzone tritt im Gelände morpho-

logisch nur im mittleren Luterental und im Tobel des Seckbach-Wissbach gut erkennbar hervor (HABICHT 1945). Trotzdem lässt sich im Geländestreifen entlang dieser Grenzlinie die Zugehörigkeit einer Gesteinsabfolge zur einen oder anderen Zone feststellen. Vorherrschende Sandsteine und Mergel zeigen die Speerzone an, mächtige Konglomerate die Kronbergzone. Liegen dabei Kalksandsteine vor, so bedeutet dies insbesondere Speerzone. Bei bunten Nagelfluhen oder seltener bei granitischen Sandsteinen handelt es sich um die Kronbergzone. Ausserdem fallen die Schichten der Speerzone zwischen Rietbad und Weissbad mit 40–60° in südlicher bis südöstlicher Richtung ein, die Kronbergsschichten aber weisen nur Fallwinkel von 15–35°, selten bis 40° auf (Abbildungen 5 und 14).

4. Ausgestaltung der Landschaft: Geomorphologie

Während der Gebirgsbau (Tektonik) und die Gesteinsabfolgen (Stratigraphie) das Grundgerippe der Gebirgslandschaft vorgeben, sind es erosive und akkumulative (durch Aufschüttung erfolgte) Prozesse, die die Feinstrukturen der Landschaft herausarbeiteten. Im Alpenrandbereich, wo in jeder Eiszeit (Abbildung 6) die Vergletscherung

Abbildung 12:
Im berühmten Profil des Dunkelberndli (aus HABICHT 1945) kann die Überschiebung der Säntisdecke (Alpstein) auf den Flysch und die Molasse im Aufschluss studiert werden. Die Alpenrandaufschiebung setzt sich hier aus drei Schubflächen zusammen. Die Schubbewegung erfolgte von links von Südosten her.

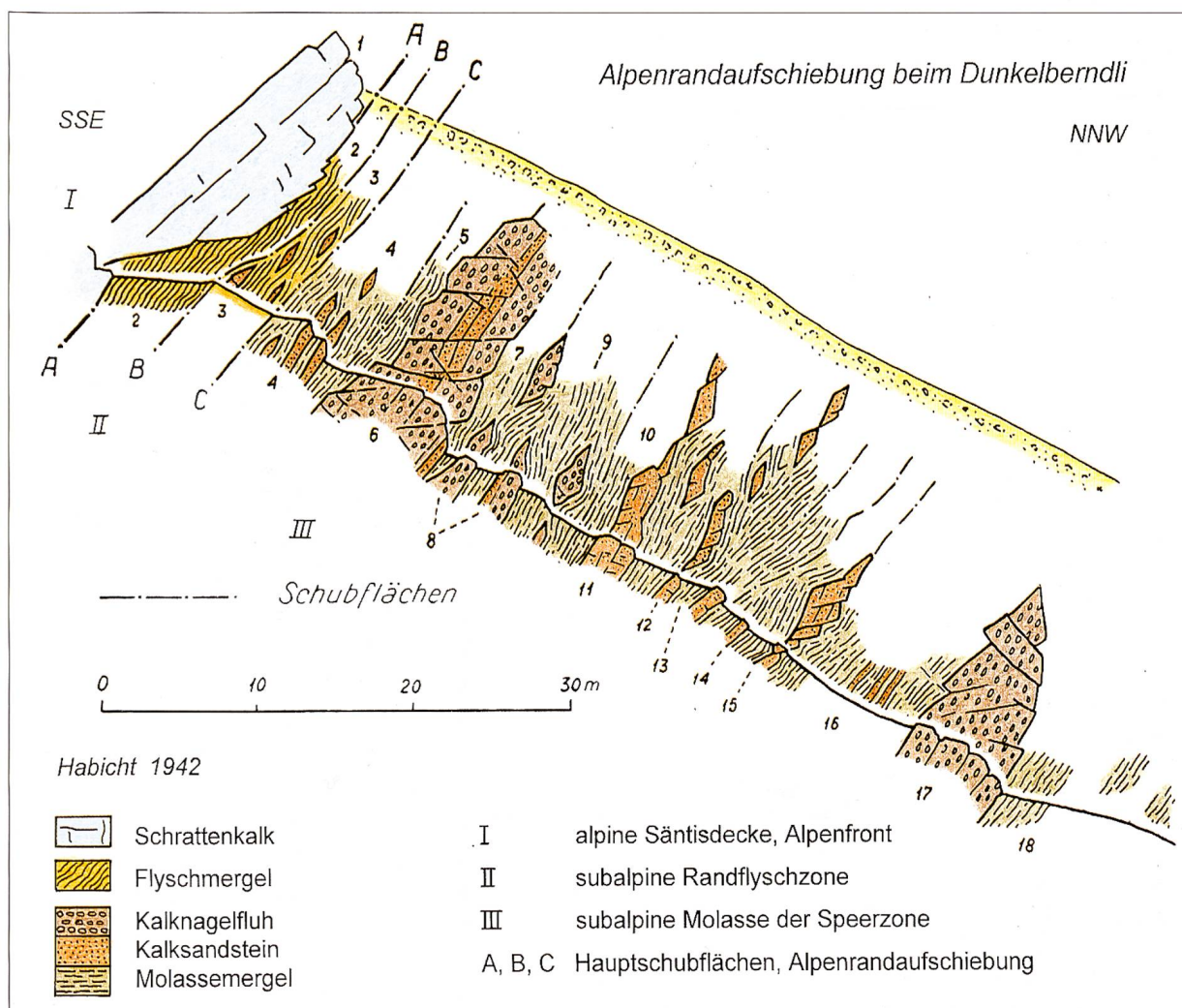




Abbildung 13:
Von der Schwägalp aus präsentiert sich der Stockberg mit seinen Nagelfluh-Felsbänken als mustergültiger Pultberg. Die Schrägstellung wurde durch den von links her an- und aufgeschobenen Alpstein verursacht.
Foto: O. Keller.

wegen der Höhenlage jeweils früh einsetzte und erst spät verschwand, sind die glazialen Bildungen prägend. Die inter- und postglazialen, durch fließendes Wasser fluvial geschaffenen Formen hingegen treten bei genauerer Betrachtung zurück. Sie überlagern oder durchfurchen das eiszeitliche Grundmuster (KELLER 2000).

4.1 Eiszeitlich erosive Ausformung

Die zahlreichen Eiszeiten – man muss mit mindestens einem Dutzend echter Glaziale rechnen –, und speziell die letzte, haben verschiedenste Abtragungsformen hinterlassen, die auf die Exaration, die Ausschürfung des fließenden Eises, zurückzuführen sind.

Grossräumig sind oftmals Karformen angelegt, die das Eis im einstigen Firngebiet aus dem Felsuntergrund heraus präpariert

hat. Solche Grossmulden reihen sich an der Alpstein-Nordfront entlang dem Gebirgsfuss vom Risipass bis ins mittlere Wissbachtal ohne Unterbrechung hintereinander (Abbildung 18). Am ausgeprägtesten sind Lütisalp, Säntisalp, Schwägalp (Abbildung 20), Pottersalp und Berndli. Kleinere Kare finden sich in Kammlage nordseits der Frontkette des Alpsteins, etwa am Lütispitz, am Grenzchopf, in den Öhrligrueben (Abbildung 10) oder Hundslanden. Auch die Molasseberge weisen Karmulden auf: Stockberg-Nordseite, am Hinterfallenchopf, Nordostfront des Spicher, die Petersalp oder Grossbalmen westlich des Kronbergs (KELLER 1988a). Das lehrbuchmässig mustergültigste Kar ist die kraterartige Wanne des Rossmooses der Hochalp (Abbildung 19). Es ist ein perfekt gestaltetes Kar mit halbkreisförmiger, steiler Rückwand, einem übertieften Becken mit kleinem Moor als Rest eines ehemaligen Karsees, einer Felsschwelle am Nordausgang mit aufgelagerten kleinen Moränenwällen (KELLER 1974).

Beim Rossfall durchbricht die Urnäsch in einem engen, schluchtartigen Tobel die Molassekette Kronberg-Hochalp (KEL-

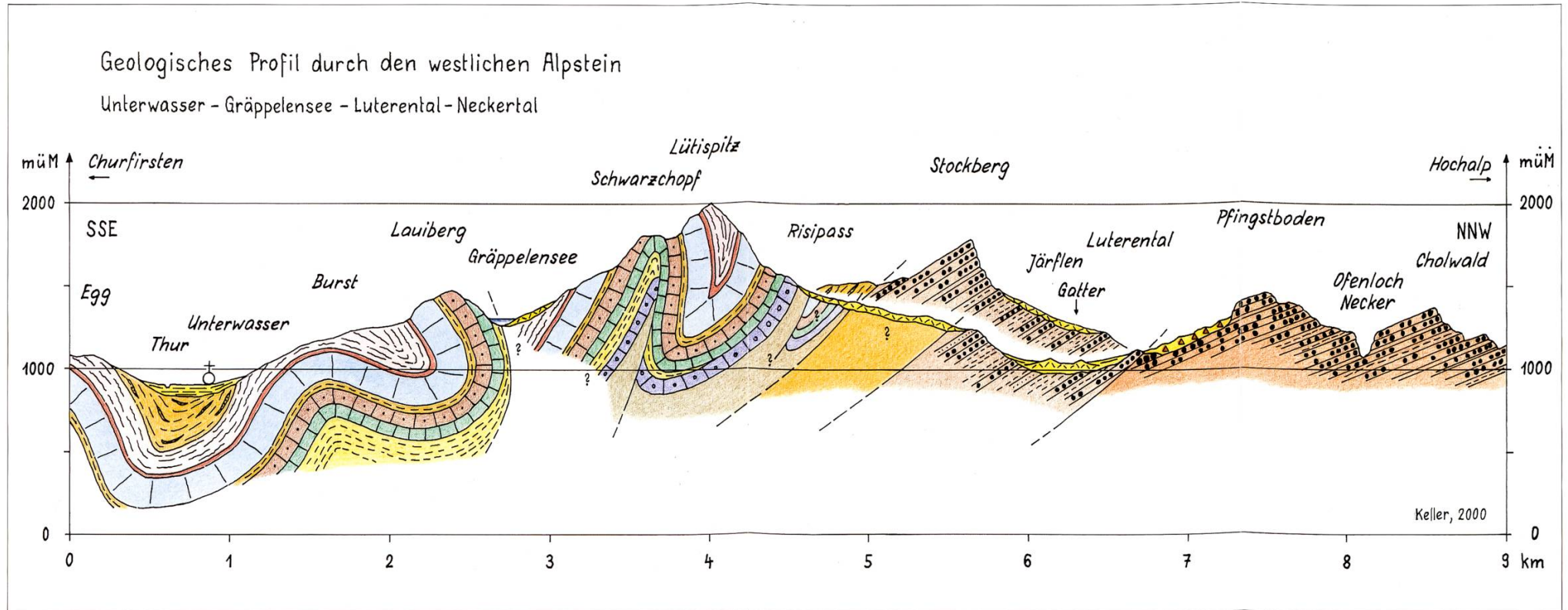


Abbildung 14:

Der westlichste Alpstein weist im Süden einen grosszügigen Faltenbau auf. Die Nordkette ist im Gegensatz zum mittleren Säntis einfacher strukturiert. Die Aufschiebung auf den Flysch und die Molasse ist klar zu erkennen, ebenso die Paketbildung in der Molasse mit Speer- und Kronbergzone. Im hinteren Profil ist zusätzlich der Stockberg gezeichnet, der besonders eindrücklich die Kippung der Molasse zeigt.

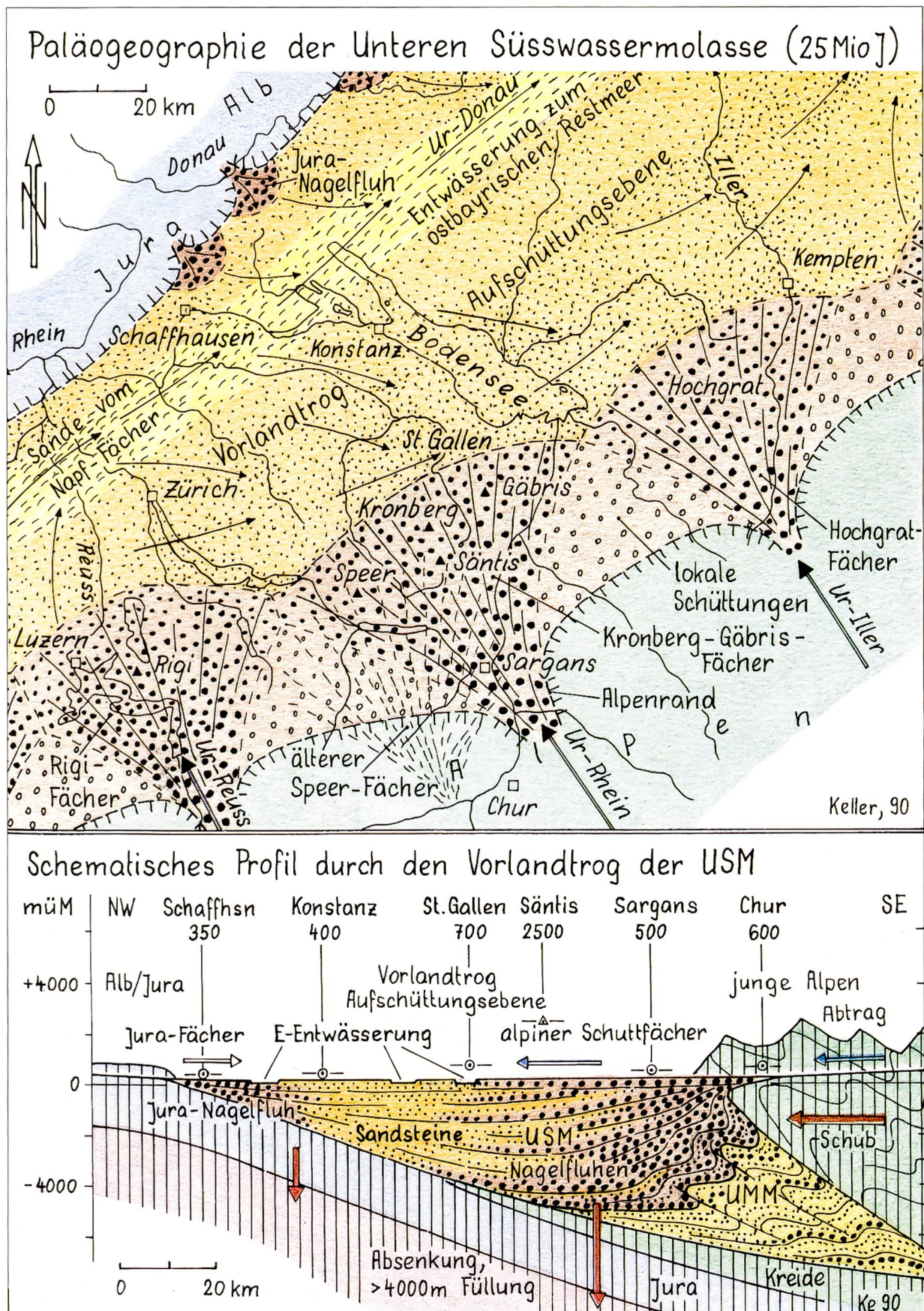


Abbildung 15:

Alpenvorland von Luzern bis Kempten während der Zeit der jüngeren Unteren Süsswassermolasse vor rund 25 Millionen Jahren. Der angedeutete ältere Speer-Schuttfächer ist durch den weiter nordöstlich vorgeschobenen Kronberg- und Gäbrisfächer ersetzt worden. Der Austritt des Ur-Rheins aus den Alpen lag damals im Raum Chur-Sargans. Im Profil sind die Tiefenverhältnisse etwa auf der Linie Chur-Säntis-Konstanz dargestellt.



Abbildung 16:
Der Pfingstboden, ein typischer Molasseberg der Kronbergzone, vom mittleren Luterental aus. Die mächtigen Nagelfluhbänke bilden nach Nordwesten ansteigende Felswände. Sie weisen oftmals (oben, rechts unten) eiszeitliche Schlifffspuren auf und sind Rundhöckerartig überformt. Foto: O. Keller.



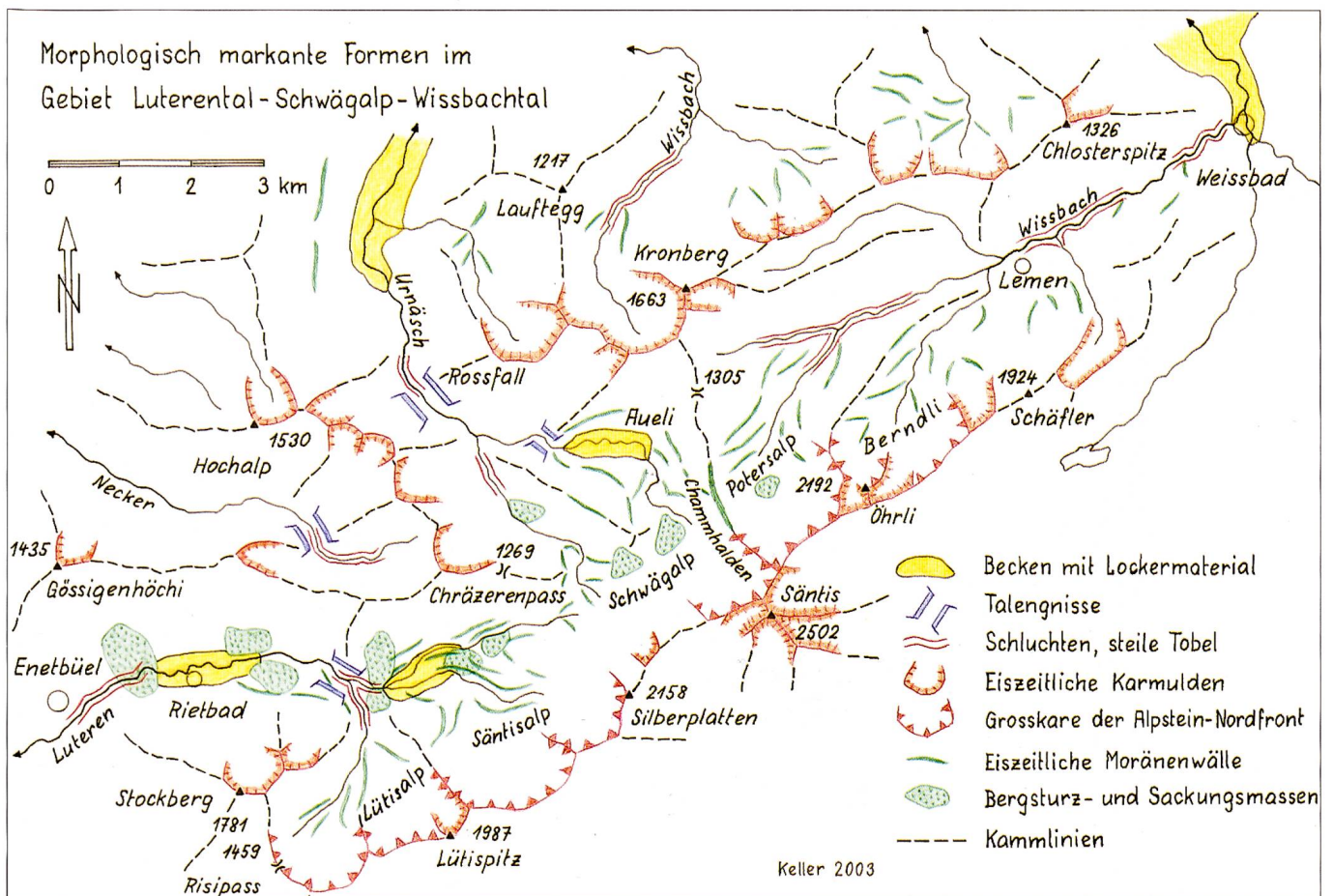
Abbildung 17:
Die Molasseberge zwischen Spicher (links) und Hochalp (rechts) von Osten vom Aueli aus gesehen. Die aus Nagelfluhen bestehenden Felswände wurden, wie generell in der Kronbergzone, nach Nordwesten aufgerichtet. Die wenigen und schwächtigen Mergel- und Sandsteinschichten sind als heraus präparierte schiefe Ebenen mit Alpweidenvegetation bedeckt. Foto: O. Keller.

LER UND KRAYSS 1991). Kein anderes Gewässer greift durch die aus resistenten Nagelfluhen aufgebaute Kronberg-Molasse von Norden her bis an die Alpsteinfront zurück (Abbildungen 18 und 21). Es ist aus morphologischen Gründen davon auszugehen, dass das Schwägalpgebiet vor dem Eiszeitalter Quellareal der Luterer war und die Urnäsch an der noch durchziehenden Kronberg-Hochalpkette hoch über dem Rossfall ihren Ursprung hatte. Diese Annahme wird durch die sonst intakte Voralpen-Bergkette, die erosionsbeständigen Nagelfluhen und das Verhalten aller übrigen Bachläufe zwischen Necker und Sitter gestützt. Wie aber ist es der Urnäsch gelungen den Durchbruch nach Süden zu schaffen? Jedenfalls kommt rückschreitende Erosion durch die Urnäsch selbst nicht in Frage. Der Schlüssel zur Erklärung liegt bei den Eiszeitgletschern, die entlang der Kammzone von Kronberg-Hochalp

Karmulden angelegt haben. Diese zeigen heute verschiedene Stadien der Entwicklung (Abbildung 22). Am Nordostende des eigentlichen Kronbergs finden sich kleinere Mulden, die noch wenig ausgeprägt sind. Das Rossmooskar an der Hochalp hat mit seiner Rückwand gerade den Hauptkamm erreicht, während die grossen Kare Petersalp und Grossbalmen die Kammlinie zwischen Kronberg und Spitzli bereits nach Süden durchbrochen haben. Das wohl einst noch grössere Urnäschkar über dem Rossfall muss schon in

Abbildung 18:

In der Karte sind die in der Landschaft besonders in Erscheinung tretenden ausgedehnten Formen dargestellt. Grüne (und gelbe) Färbung steht für akkumulative Bildungen, rot (und blau) bedeutet erosiv entstandene Strukturen. Es kommt klar zum Ausdruck, dass sich das Luterer-Schwägalp-Wissbachgebiet durch Häufigkeit und Vielfalt morphologischer Grossformen auszeichnet.



einer früheren Eiszeit Richtung Schwägalp zurückerodiert worden sein, sodass schliesslich Eis aus der Firnzone der Schwägalp über die entstandene Lücke überfliessen und den Übergang nach Norden in die Tiefe und die Breite ausschürfen konnte. Als dann nach einer der jüngeren Eiszeiten dieser Ausgang aus der Schwägalp-Hochzone niedriger lag als der Weg ins Luterental, floss interglazial auch das Wasser von der Schwägalp durch das neu entstandene Tal nach Norden ab (Abbildung 21). Damit hatte sich die Urnäsch das einstige Quellgebiet der Luterer angeeignet und ihren Ursprung bis an den Säntisfuss zurückverlegt (KELLER 1988a).

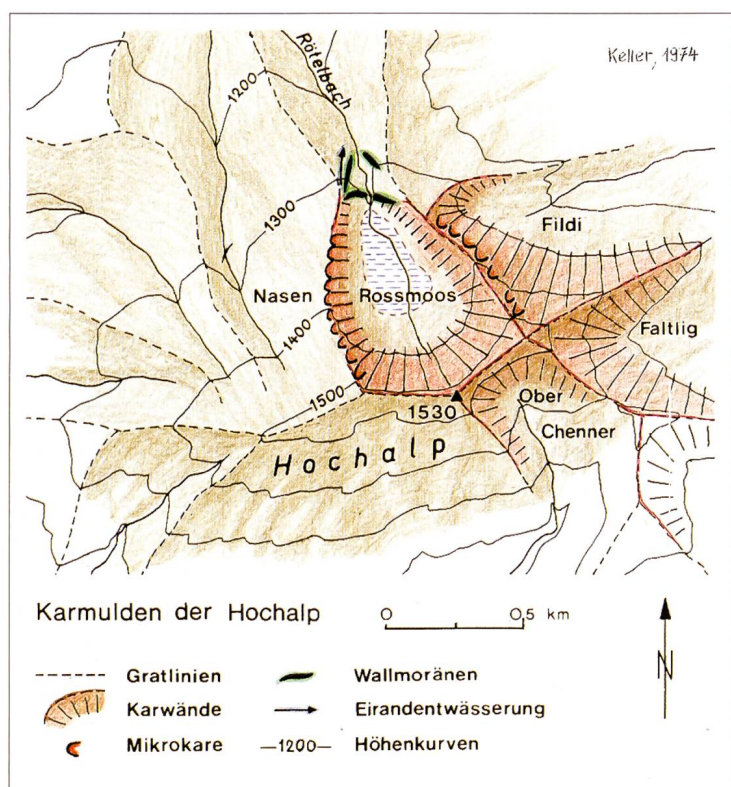


Abbildung 19:
Der breite, ebenmässige Molasseberg der Hochalpe enthält im Nordostabschnitt eine halbkreisförmige, steil eingetiefte Wanne, die in ihrer Gleichmässigkeit an ein griechisches Theater erinnert. Die eiszeitlichen Vergletscherungen haben das Rossmoos als formvollendete Karmulde mit allen charakteristischen Kennzeichen heraus modelliert.

Talgletscher, die von grösseren Firnarealen aus ernährt werden, vermögen dank dem Eisfluss ihr Bett in die Tiefe und in die Breite auszuweiten, womit die charakteristischen Trog- oder U-Täler entstehen. Das obere Luterental weist bis Ennetbüel hinunter diese Talform sehr typisch auf. Die gleiche Talform zeigt auch das Urnäsch-Tosbachtal beim Aueli. Das Wissbachtal hat ab Lehmen bis zum Weissbad ebenfalls U-Form, wobei hier der Trogboden durch den Wissbach fluvial der Länge nach in einem V-Tobel durchschnitten ist (Abbildungen 18 und 23).

Im Weiteren bezeugen auch die vielen Rundhöcker (eisgeschliffene, rundliche Felsbuckel) zwischen Chräzerenpass und Berndli (Abbildung 25) sowie die vom überfliessenden Eis ausgeweiteten Transfluenzspässe Ellbogen und Alp Horn, die ins oberste Neckertal hinüber führen, die abtragende und schleifende Wirkung der Eisströme.

4.2 Eiszeitlich akkumulative Bildungen

Gletscher wirken durch den Eisfluss nicht nur ausschürfend, sondern sie sind auch als Material-Förderbänder höchst aktiv. Das von ihnen im, auf oder unter dem Eis verfrachtete Gesteins- und Feinmaterial wird als Grundmoräne flächig deponiert oder am Eisrand bandförmig angehäuft. Grundmoräne bildet als Decke kaum morphologisch erkennbare Formen, während Wälle oft deutlich hervortreten.

Erratische Blöcke oder Findlinge sind die bekanntesten und im Mittelland auffälligsten Zeugen einstiger Vergletscherungen. Sie kommen weit verbreitet auch in den voralpinen Molasse-Bergländern vor, wo sie vor allem dann von grösserem Interesse sind, wenn sie durch ihre Lage Fliesswege und Ausbreitung der Eiszeitgletscher verraten. Dem Laien fallen sie auf, wenn sie imposante Ausmasse aufweisen oder aus fremdartigem Gestein bestehen. Im Hochgebiet Luterer-Urnäsch-Wissbach sind diejenigen Erratiker aussagekräftig, die aus Alpsteinkalken beste-



Abbildung 20:
Vom Kronberg aus verläuft die Wasserscheide zwischen Wissbach- (links) und Urnäsch-Areal über die Molassekuppe Dorwees und den mächtigen, dachfirstartigen Moränenwall der Chammhalden an den Fuss der Säntis-Nordwand. In der Bildmitte dehnt sich die Hochmulde der Schwägalp aus, die glazial als Grosskar ausgeformt worden ist.
Foto: O. Keller.



Abbildung 21:
Der einst durchlaufende Bergkamm Hochalp (links)-Spitzli hat als von Norden her (Bildhintergrund) nach Süden durchgebrochenes eiszeitliches Kar dem Urnäschgletscher und in der Folge der Urnäsch selbst den Weg vom Schwägalpgebiet nach Norden geöffnet. In den Eiszeiten bildete die glazial ausgestaltete Hochmulde der Schwägalp (Vordergrund) jeweils das Firngebiet des Urnäschgletschers. Foto: O. Keller.

hen und auf den Hängen und in den Tälern der Molasse-Voralpen liegen. Auf der Alp Horn finden sich einige Kalkblöcke auf der Neckertalseite der Wasserscheide und im Hornwald nördlich des Chräzerenpasses liegen die höchsten Findlinge auf über 1400 m ü.M. (LUDWIG 1930). Dies beweist, dass im Schwägalp-Firnareal das Eis im Maximum des letzten Glazials (Würmeiszeit) auf 1400–1500 m emporreichte und dass es über Alp Horn ins Neckertal übergeflossen ist (KELLER 1974).

Über die zeitliche Gliederung der jüngsten, der Würmeiszeit ab der Maximalvergletscherung kann sich der Leser anhand der Abbildung 12 im Artikel «Keller, O.: Das

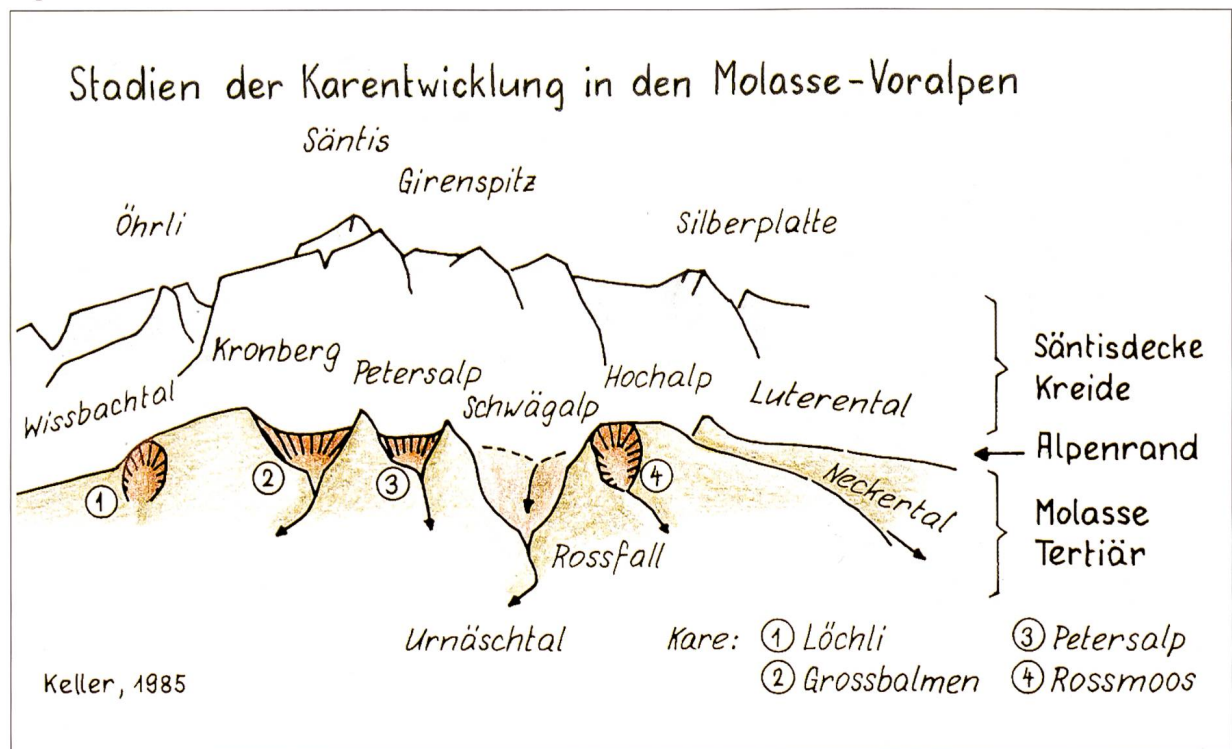
Schwendital (AI) – eine vielschichtige Geotoplandschaft» in diesem Band orientieren.

Die Chammhalden (Abbildungen 5, 18 und 20) enthält im Kern Molassegesteine. Diese sind aber von einer mächtigen Wallmoräne überlagert, die während den vielen Eiszeiten als Mittelmoräne zwischen dem Schwägalp- und dem Potersalp-Firngebiet stets weiter angewachsen ist (HANTKE 1980).

Moränenwälle, die in der ganzen Luterer-Urnäsch-Wissbachregion häufig angetroffen werden (Abbildung 18), sind Zeugen späteiszeitlicher Gletscherstände (TAPPOLET 1922, HANTKE 1980). Unter Einbezug des gesamten Alpsteins und weiterer Alpenrandregionen ist es möglich sie bestimmten Eisrandlagen und Gletschervorstößen zuzuordnen (KELLER 1988a, 1988b, KELLER UND KRAYSS 1991). Insbesondere fallen diejenigen Eisrandwälle und Gletscherbetten auf, die mit hellen Kalkblöcken aus dem Alpstein übersät sind (Abbildung 24). Sie sind mit dem Weissbad-Stadial (KELLER UND KRAYSS 1987, KELLER 1988b) zu parallelisieren, dem ersten und ältesten

Abbildung 22:

In der schematischen Ansichtsskizze lassen sich drei Stufen der Kargenese feststellen: Bei (1) und (4) liegt das Kar vollständig auf der Nordseite des Hauptkamms, bei (2) und (3) ist die Karrückwand über den Bergkamm hinaus auf die Südflanke zurückversetzt, und beim Rossfall ist das Kar völlig durchgebrochen, sodass die Urnäsch die Schwägalpgewässer anzapfen konnte.



Wiedervorstoss der spätglazialen Eisströme, als die Vorlandgletscher bereits in die Alpentäler zurückgeschmolzen waren (Abbildung 25). Vergleiche dazu auch in diesem Band den Artikel «Keller, O.: Das Schwendital – eine vielschichtige Geotoplandschaft». In dieser Vergletscherungsphase lag die Ewigschneegrenze noch so tief, dass die grossen Karmulden am Fuss der Alpsteinfront, ernährt von den nordexponierten Felswänden herunter, zu Firnarealen wurden (KELLER 1988a). Aus ihnen stiessen dann die Gletscherzungen in die drei Haupttäler von Luterental (Abbildung 26), Urnäsch und Wissbach vor. Hier häuften sie sehr markante seitliche und frontale Eisrandwälle an, die weit herum ihresgleichen suchen. Besonders formvollendet und eindeutig begrenzt ist die Zunge des Tosbachgletschers, der aus der Schwägalpmulde bis unterhalb des Aueli vorrückte (Abbildung 25).

4.3 End- und nacheiszeitliche Bildungen

Im gesamten Luterental und auf den Hochmulden Säntisalp, Schwägalp und Poters-

alp stösst der Wanderer allenthalben auf Blockanhäufungen grösseren und kleineren Ausmasses, die aus kantigem, oft mächtigem Kalkblockwerk vom Alpstein herunter stammen oder aus dunklen Felskuppen von Molasse-Nagelfluh bestehen: Bergstürze, Felsstürze, Sackungen, Rutschungen. Die Steilheit der Berghänge, vor allem der Säntis-Nordfront, aber auch der Molasseberge, waren Voraussetzung für zahlreiche Sturz- und Abgleitprozesse. Zum grössten Teil sind die Gesteinspakete während dem Spätglazial niedergefahren (Abbildung 24), denn sie stehen vielfach im Zusammenhang mit dem Weissbad-Gletschervorstoss, der in die Sturzmassen hineinfuhr oder Sturzmateriale an den Eisrändern anhäufte (KELLER 1988a, 1988b).

Abbildung 23:

Das Wissbachtal ist vom Weissbad (Vordergrund) zurück bis ins Quellgebiet ein eisgeformtes Trog- oder U-Tal. Im flachen, zum Teil überschotterten Talboden hat sich der Bach inter- und postglazial in einem V-Tal, einem Tobel, eingeschnitten (Bildmitte rechts). Foto: O. Keller.



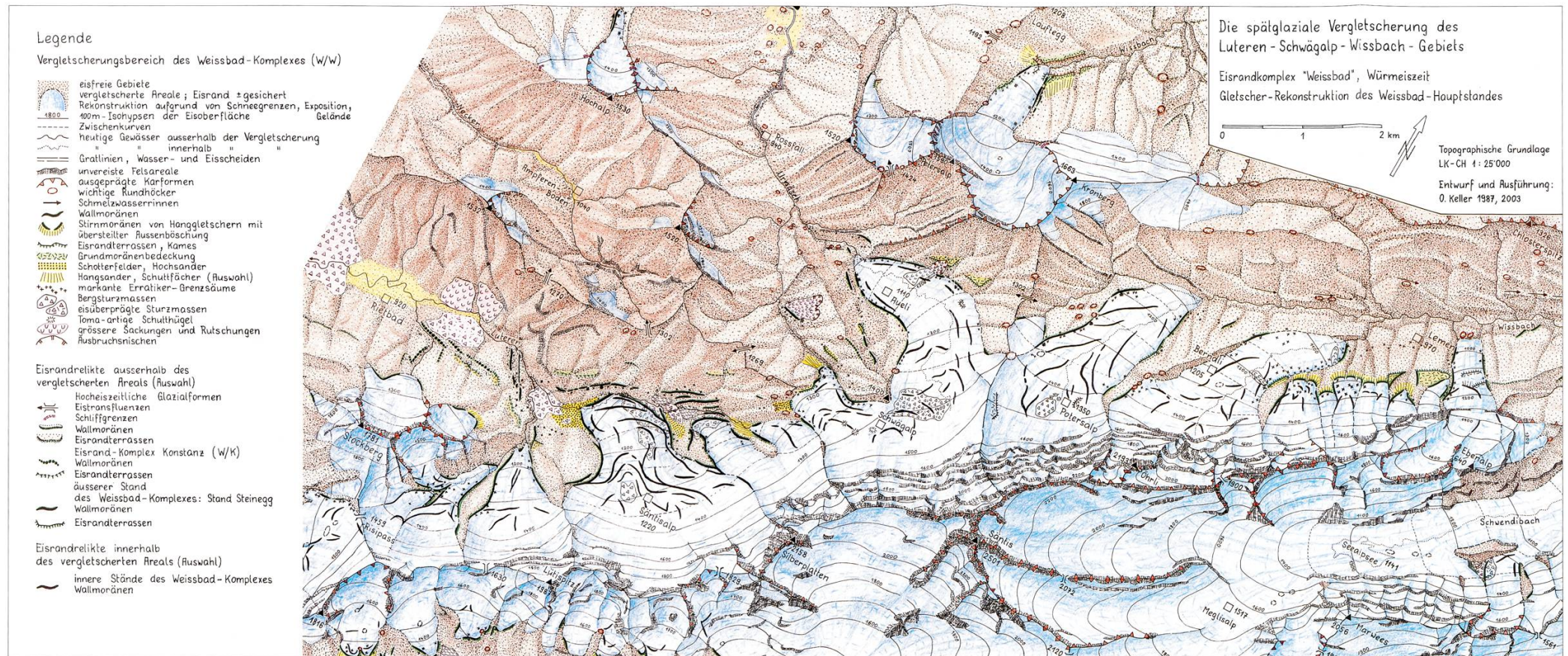


Abbildung 25:
Die Karte zeigt einen Ausschnitt der rekonstruierten Vergletscherung des Alpsteins im Weissbad-Stadial vor gut 14000 Jahren. Die Rekonstruktion beruht auf den auffallend markanten Eisrandformen, der charakteristisch dichten Streu erratischer Blöcke und auf der Vergesellschaftung mit Bergstürzen. Zur Absicherung dienten unter anderem Schneegrenz-Berechnungen für die damaligen Gletscher.



Abbildung 26:
Auffällige Blockmoränen-
wälle belegen im oberen
Luterental den späteiszeit-
lichen Gletschervorstoss
im Weissbad-Stadial. Der
Säntisalp-Gletscher schob
sich von links her ins Tal
hinunter vor. Im Hinter-
grund der beherrschende
Stockberg.
Foto: O. Keller.



Abbildung 27:
Aus den Runsen von der
Silberplatten (links der
Bildmitte) und vom Stoss
(rechts) herunter sind
seit der Eiszeit mächtige
Schuttkegel auf der Sän-
tisalp angehäuft worden.
Sie sind noch heute aktiv
wie es die vegetationslosen
Schuttstränge beweisen.
Foto: O. Keller.

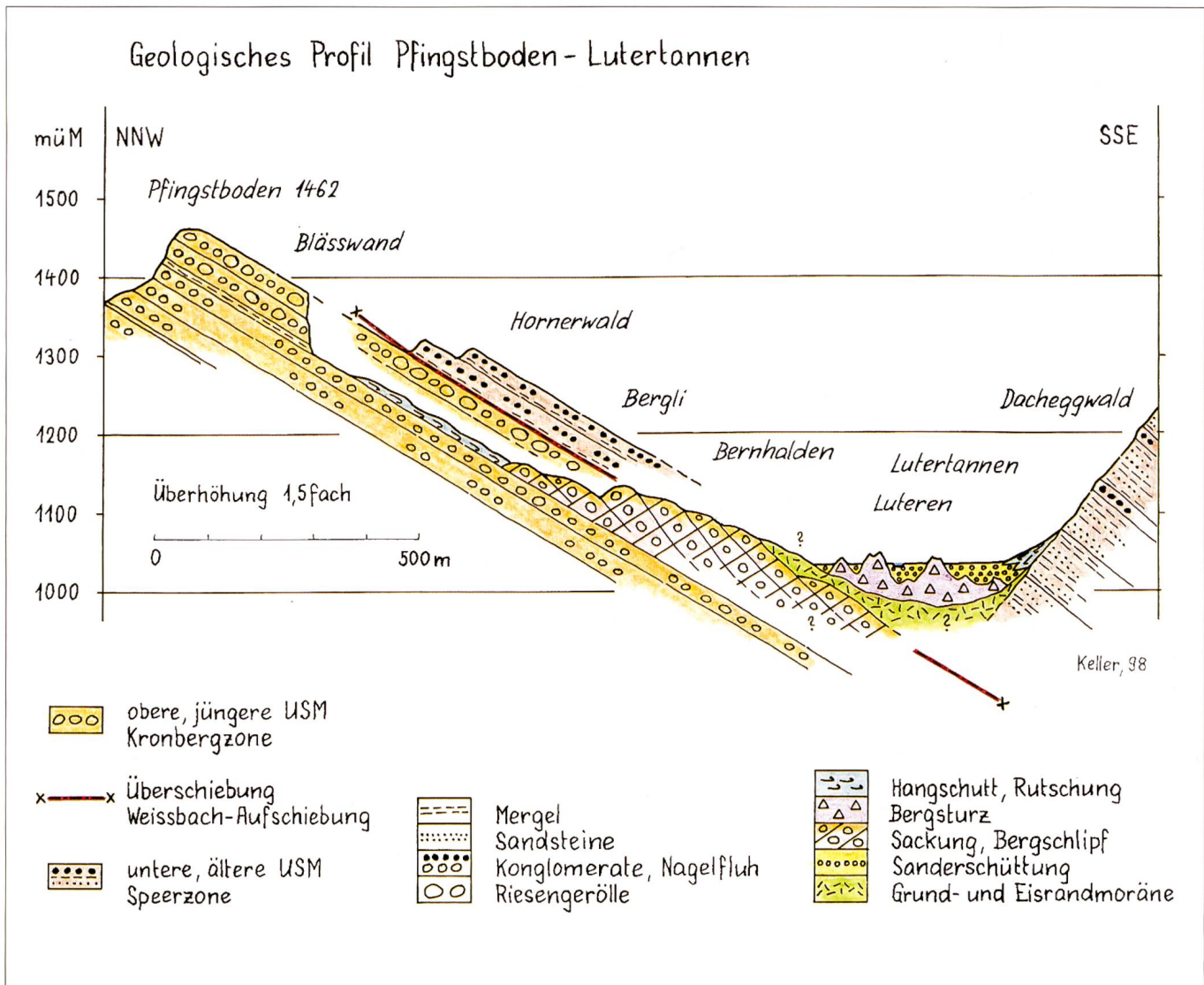
wenig Schuttbewegungen im Gange sind. Andere weisen aber oberflächlich sichtbare Schuttstreifen auf, die belegen, dass sie auch heutzutage aus den Runsen der Gebirgsfront Materialzufuhr erhalten. Im Wesentlichen handelt es sich um Lockermaterial, das seit dem endgültigen Abschmelzen der Gletscher nach der letzten Eiszeit angehäuft worden ist.

Die mächtigsten Schuttkegel enden auf der Wideralp und auf der Potersalp und weisen eine Höhererstreckung bis über 200 m auf.

Seit der letzten Eiszeit haben sich Bäche und Flüsse in die glazialen Ablagerungen, in die Bergsturzmassen oder auch in den Felsuntergrund eingeschnitten. Naturnah erhalten und weiterhin erosiv in dauernder Veränderung begriffen sind etwa das Chatzenbach- und das Luterentobel unterhalb Lutertannen oder das gesamte Wissbachtobel bis zum Weissbad. Die Quellgewässer des Wissbachs, der Seck- und der Fallbach, haben sich steil eingeschnittene V-Täler geschaffen, in denen die zahlreichen aktiven Rutschun-

Abbildung 28:

Zwei Bergstürze verfüllen bei Bernhalden das obere Luterental. Zwischen die vom Pfingstboden abgeglittenen Molassepakete und die vom Lütispitzgebiet herzuleitenden Kalkblockmassen schaltet sich eine späteiszeitliche Grundmoräne ein. Die Kalkblockhaufen wurden von der späteren Gletscherstirn bei Gatter aus teilweise eingeschottert.



gen mustergültig den Prozess der Tiefen- und Seitenerosion demonstrieren.

Während sich der Wissbach im glazialen Trogtalboden bei Lehmen rund 80 m eingetieft hat, ist der Berndlibach bis zur Strassenbrücke hinter Lehmen immer noch auf den eiszeitlichen Talboden ausgerichtet. Dann aber stürzt er im recht spektakulären Leuenfall über eine mächtige, südfallende Kalknagelfluhwand um die 40 m in die Tiefe zum Wissbach hinunter. Offensichtlich ist es dem doch bedeutenden Berndlibach bisher nicht gelungen diese kompakte, harte Nagelfluh zu durchschneiden.

5. Folgerungen und Schlussbemerkungen

Es ist erstaunlich, wie reichhaltig die Alpenfrontzone am und vor dem Alpstein mit geologisch und morphologisch interessanten und instruktiven Objekten ausgestattet ist. Fast auf Schritt und Tritt folgen sich Geotope verschiedenster Struktur und Herkunft. Jedes einzelne eröffnet Einblicke in spezifische geologische Phänomene und Prozesse, die sich in der Vorzeit abgespielt haben oder aber noch heute im Gange sind.

Die Konzentration so zahlreicher Geotope auf engem Raum erfordert die Zusammenfassung in eine Geotoplandschaft als übergeordneten Rahmen. Für den Kanton St.Gallen ist das obere Luterental als «Geotoplandschaft von nationaler Bedeutung» in das Inventar eingegangen (STÜRM et al. 2002). Entsprechend müssen fraglos auch das obere Urnäschtal mit der Schwägalp im Ausserrhoder Inventar und das Wissbachthal im Innerrhoder Inventar Aufnahme finden.

Aufmerksame Begehung und forschende Einsichtnahme lassen rasch die Einzigartigkeit dieser randalpinen Gebirgslandschaft erfassen. Es ist faszinierend aus den vielen Einzelerkenntnissen die Gesamtentwicklung abzuleiten und zu verstehen. Jedes einzelne Objekt liefert dazu einen Beitrag. Jedes Objekt ist aber auch für sich allein

Zeuge einer bestimmten Phase der geologischen und morphologischen Geschichte. Mit diesem Gedanken als Hintergrund ist der vorliegende Artikel ohne Anspruch auf Vollständigkeit geschrieben worden. Deshalb kamen nur die hauptsächlichsten Zusammenhänge zur Sprache und nur eine bescheidene Auswahl von Objekten wurde beispielhaft vorgestellt.

Es ist zu hoffen, dass diese über drei Kantone sich erstreckende, äusserst wertvolle Geotoplandschaft als Ganzes und die Einzelgeotope im Speziellen der Nachwelt erhalten bleiben. Im Geotopschutz der involvierten Gemeinden müssen sowohl die Objekte als auch die Landschaftsabschnitte einzeln beschrieben, erklärt, abgegrenzt und mit Schutzaufgaben belegt werden, auch wenn zur Zeit kaum Zerstörung durch Erstellen von Gebäuden oder Fahrstrassen droht.

Literaturverzeichnis

- ARNAL, Büro für Natur und Landschaft (1999a): Moorlandschaften im Kanton Appenzell Innerrhoden, Schwägalp und Fänerenspitz. – Bericht, Kt. Appenzell I. Rh.
- ARNAL, Büro für Natur und Landschaft (1999b): Moorlandschaft Schwägalp (Gemeinde Krummenau). – Bericht, Kt. St. Gallen.
- EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H., SAXER, F. (1960): Erläuterungen zur Geologischen Karte St. Gallen-Appenzell. Geol. Atlas der Schweiz der Schweiz 1 : 25000. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.
- EUGSTER, H., HANTKE, R., SAXER, F. (1967): Appenzellerland und Säntisgebiet; Exkursion Nr. 30. – Geol. Führer der Schweiz, Heft 6, Basel.
- EUGSTER, H. et al. (1982): Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, Blatt 1115 Säntis. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.
- FREI, H.P. (1979): Stratigraphische Untersuchungen in der subalpinen Molasse der Nordostschweiz zwischen Wägitaler Aa und Urnäsch. – Diss. ETH Zürich.
- FRÜH, J. (1880): Geologische Begründung der Topographie des Sentis und der Molasse. – Jb. St. Gall. Natw. Ges., St. Gallen.
- FUNK, H. (2000): Erläuterungen zu Blatt 1115 Säntis des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.
- GUTZWILLER, A. (1873): Das Verbreitungsgebiet des Sentisgletschers zur Eiszeit. – Jb. St. Gall. Natw. Ges., St. Gallen.
- HABICHT, K. (1945): Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet. – Beiträge Geol. Karte Schweiz, NF 83, Bern.
- HAGEN, T. (1952): Das westliche Säntisgebirge photogeologisch gesehen. – Jb. St. Gall. Natw. Ges., St. Gallen.
- HANTKE, R. (1970): Zur Datierung spätwürmeiszeitlicher Gletscherstände am Rande des Säntisgebirges. – Eclogae Geol. Helv., 63/2, Basel.
- (1980): Das Eiszeitalter, Band 1 und 2. – Ott, Thun.
- HEIERLI, H. (1984): Die Ostschweizer Alpen und ihr Vorland. – Sammlung Geol. Führer 49, Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- HEIERLI, H. & KEMPF, TH. (1980): Bau und Entstehung des Alpsteins. – Appenzeller Hefte 2, Herisau.
- HEIM, A. (1921): Geologie der Schweiz, 3 Bände. – Leipzig.
- KELLER, O. (1974): Untersuchungen zur Glazialmorphologie des Neckertales (Nordostschweizer Voralpen). – Diss. Univ. Zürich / Jb. St. Gall. Natw. Ges. 80, St. Gallen.
- (1988a): Ältere spätwürmeiszeitliche Gletschervorstöße und Zerfall des Eisstromnetzes in den nördlichen Rhein-Alpen, 2 Bände. – Phys. Geogr. Vol. 27 A und B, Zürich.
- (1988b): Der stadiale Eisrandkomplex Weissbad, ein spätwürmeiszeitlicher Leithorizont im randalpinen Rheingletschergebiet. – Zschr. Geomorph., Suppl. Bd. 70, Berlin.
- (2000): Geologie und Landschaftsgeschichte des Alpsteins. – In: Büchler, H. (Hrsg.): Der Alpstein, Natur und Kultur im Säntisgebiet. Appenzeller Verlag, Herisau.
- (2002): Zur Geologie im Alpstein und der erste geologische Lehrpfad der Schweiz. – In: Bürgin, T. (Hrsg.): Alpstein – An- und Einsichten. Naturmuseum, St. Gallen.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (1987): Die hochwürmeiszeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers und der erste alpine Eisrandkomplex im Spätglazial. – Geogr. Helv. 87/2, Zürich.
- (1991): Geologie und Landschaftsgeschichte des voralpinen Appenzellerlandes. – Das Land Appenzell 21/22, Appenzellerhefte, Herisau.
- KEMPF, TH. (1966): Geologie des westlichen Säntisgebirges. – Beiträge Geol. Karte Schweiz, NF 128, Bern.
- LUDWIG, A. (1930): Die chronologische Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen zwischen Säntis und Bodensee. – Jb. St. Gall. Natw. Ges., St. Gallen.
- LÜTHI, H. (1938): Geomorphologische Untersuchungen im Säntisgebirge. – Jb. St. Gall. Natw. Ges. 69, St. Gallen.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter, 3 Bände. – Leipzig.
- SCHLATTER, L.E. (1942): Neue geologische Untersuchungen im mittleren Säntisgebirge. – Jb. St. Gall. Natw. Ges. 70, St. Gallen.
- STÜRM, B., HEINZ, R., KELLER, O. et al. (2002): Geotopinventar Kanton St. Gallen. – St. Gall. Natw. Ges., St. Gallen.
- TAPPOLET, W. (1922): Beiträge zur Kenntnis der Lokalvergletscherung des Säntisgebirges. – Jb. St. Gall. Natw. Ges. 58, St. Gallen.