

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern

**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Luzern

**Band:** 30 (1988)

**Artikel:** Zur Geologie des Rigigebietes

**Autor:** Vogel, Andreas / Hantke, René

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-523448>

### **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:** 17.01.2026

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

# Zur Geologie des Rigigebietes

ANDREAS VOGEL und RENÉ HANTKE

## *Zusammenfassung*

Die geologische Erforschung der Rigi reicht mit H. B. DE SAUSSURE bis ins vorletzte Jahrhundert zurück. Über H. C. ESCHER, F. J. KAUFMANN, A. BUXTORF, E. BAUMBERGER, J. SPECK, J. KOPP UND B. STÜRM lief sie bis in unsere Zeit unentwegt weiter: in absehbarer Zeit soll als einstweiliger Abschluss das Geologische Atlasblatt Rigi erscheinen.

An der Hochflue-Kette wurden Grundlagen zur helvetischen Stratigraphie, zur Tektonik der Randkette und zur Herkunft der beiden Kreide/Alttertiär-Schuppen Vitznauer Stock–Hochflue und Urmiberg erkannt.

Die mächtigen oligozänen Nagelfluhmassen liessen mit ihrem Geröllinhalt Rückschlüsse auf das Liefergebiet gewinnen, Sedimentationsbilder, Geröllgrössen und Sortierung den Schüttungsmechanismus erahnen. All die geologischen Fakten, in Verbindung mit der Gestaltung, den bescheidenen Fossilresten und den Zeugen kühl- und kaltzeitlichen Geschehens, erlauben Entstehungs- und Klimgeschichte zu skizzieren. Bergstürze und Rutschungen lassen auch immer wieder die Öffentlichkeit aufhorchen; sie zeigen eindrücklich, dass die Erdgeschichte unaufhaltsam weitergeht.

## *Résumé*

L'exploration géologique du Rigi date du 18ième siècle. Elle débute par les travaux de H. B. DE SAUSSURE; H. C. ESCHER, F. J. KAUFMANN, A. BUXTORF, E. BAUMBERGER, J. SPECK, J. KOPP et B. STÜRM ont pris la relève de l'éminent naturaliste genevois et prochainement la feuille «Rigi» de l'atlas géologique de la Suisse va paraître comme bilan provisoire de tous ces travaux.

On a discerné les fondements pour une stratigraphie hélvétique, de la tectonique de la chaîne bordière et de l'origine des écailles de Crétacé Tertiaire inférieur du Vitznauer Stock–Hochflue et de l'Urmiberg.

Il était possible de tirer des conclusions sur la région originale des masses immenses de poudingues de l'Oligocène avec leur contenu de galets. Les types de sédimentation, la taille des éboulis et l'assortiment laissent deviner le mécanisme de la sédimentation.

Tous les faits géologiques en rapport avec la morphologie, les pauvres restes de fossiles et les témoins de l'activité morphologique des temps frais et froids permettent de reconstruire l'histoire du climat et de la formation. Les éboulements et les glissements de terrain suscitent toujours des échos dans un plus large public. Ils montrent d'une façon spectaculaire que l'histoire de la terre continue sans cesse.

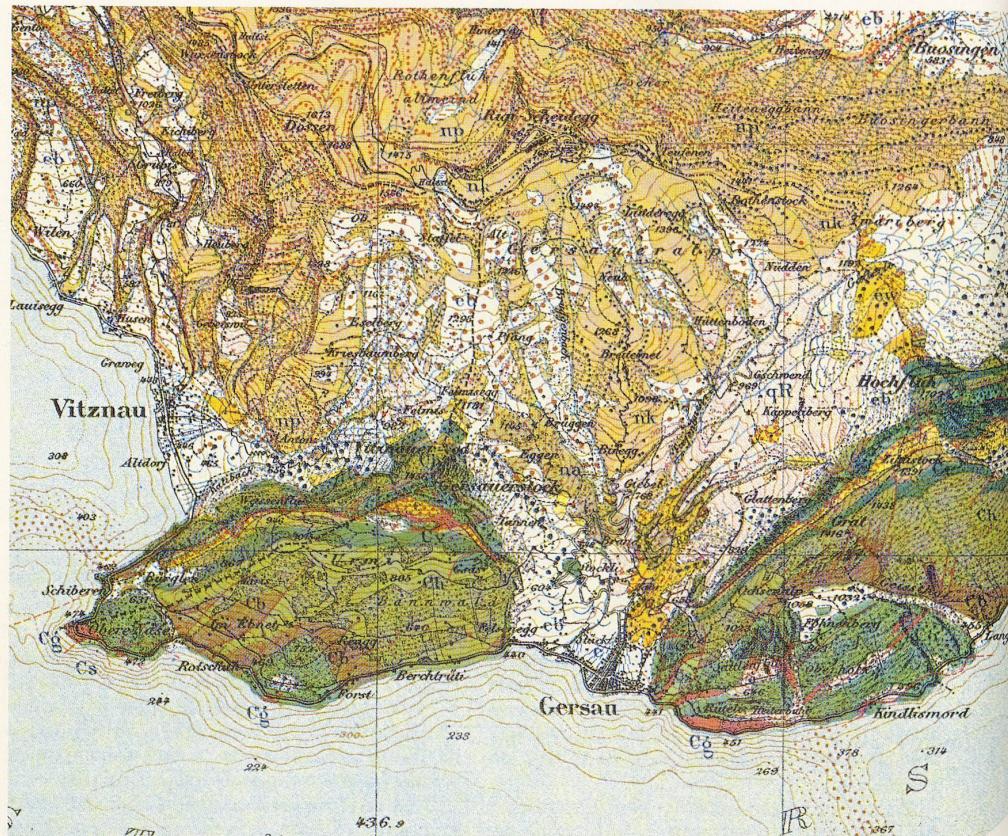


Abb. 1

## GEOLOGISCHE KARTE DER HOCHFLUE-KETTE

Ausschnitt aus: Geologische Vierwaldstättersee-Karte, 1:50 000 (Spezialkarte 66a). Aufgenommen von A. BUXTORF und E. BAUMBERGER 1890–1912.

(Legende zu Flyschzone, Molasse und Quartär wurde weggelassen).

Reproduziert mit Bewilligung der Geologischen Landesaufnahme.

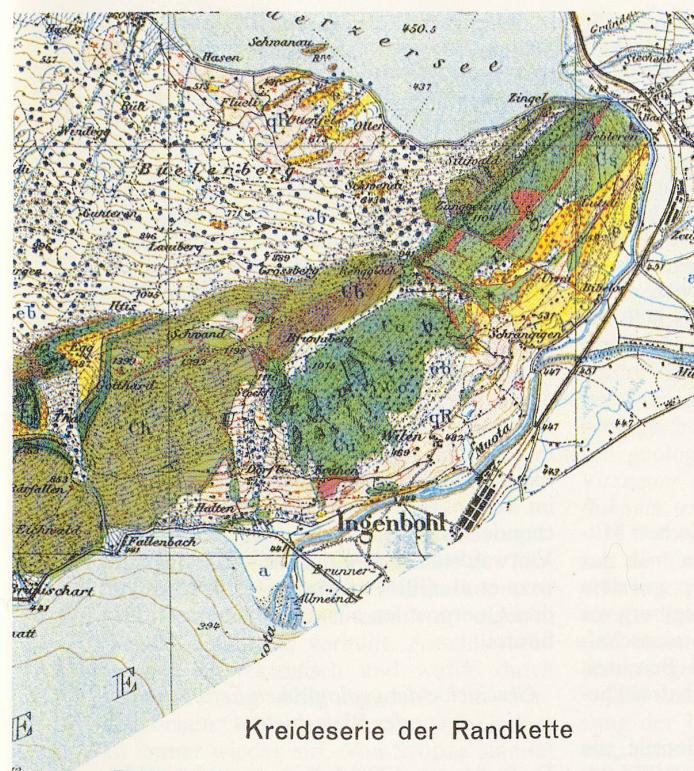
Nummulitenbildungen von normal helvetischem Habitus.

Stad- (Globigerinen) Schiefer.

Pektiniten-Schiefer (nicht überall ausgeschieden).

Complanatakalk, Assilinengrünsand, Unt Quarzsdt.

Eocaen



## Kreideserie der Randkette

Seewerkalk, (rote Varietät Bürgenstock-Rigi-hochfluh.)

„Gault“ S. l.  
Gagasiens, Albien Turon.  
Cénoman.

Turriliten-, Knollen- und Concentricus-Schichten.  
Echinodermenbreccie. Glauconitsandstein.

Bedoulien  
Barrémien

Ob. Orbitolina-Schichten.

Ob. Schrattenkalk.

Unt. Orbitolina-Schichten.

Unt. Schrattenkalk.

Drusberg-Altmann-Schichten.

Hauterivien  
Berrias' Valangien

Ch.  
Ch.  
Cv.  
Cv.  
Cv.

Echinodermenbreccie

Kieselkalk.

Valangienkalk.

Valangienmergel.

Berrias (Oehrlkalk & -Mergel).

### Abstract

Geological research on the Rigi can be traced back to H. B. DE SAUSSURE in the 18th century. Through H. C. ESCHER, F. J. KAUFMANN, A. BUXTORF, E. BAUMBERGER, J. SPECK, J. KOPP, B. STÜRM it has progressed unflinchingly up to the present day. As a temporary conclusion, the entry «Rigi» will shortly appear in the Geological Atlas.

On the Hochflue chain, basic materials on Helvetic stratigraphy, on the tectonics of the border chain and on the origins of both the Cretaceous/Lower Tertiary scales Vitznauer Stock–Hochflue and Urmiberg have been identified.

### Einleitung

Die Rigi an der «Nahtstelle» zwischen Mittelland und Alpen weckte schon früh das Interesse der Naturwissenschaftler: mit dem Aufkommen des Tourismus am Rigiberg vor 200 Jahren begannen auch Erdwissenschaftler mit seiner Erforschung und Beschreibung. Dabei waren es vornehmlich drei Themen, die sie beschäftigten:

1. Die Herkunft der Nagelfluh-Gerölle, die lithostratigraphische Gliederung und Alterszuordnung der über 3 km mächtigen Molasseabfolge des zentralen Rigi-Schuttächers und die Charakterisierung seiner Tektonik.
2. Das Verständnis der Lagerungsverhältnisse am Alpenrand-Kontakt.
3. Stratigraphie und Tektonik der Helvetischen Randkette (Vitznauer oder Gersauer Stock–Hochflue–Urmiberg).

Der vorliegende Beitrag fasst in einem ersten Teil die wichtigsten historischen Arbeiten (Literatur, Karten) zur Geologie des Rigigebietes zusammen; im zweiten Teil sind (als Beilage) eine *Geologische Übersichtskarte des Rigigebietes* im Massstab 1:50000 (unveränderter Nachdruck aus HANTKE et coll. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete) sowie Erläuterungen zu dieser Karte zu finden. Da diese Karte nicht den ganzen

The mighty Oligocene nagelfluh masses with their pebbles content permitted us to infer information on their area of origin, and to surmise pictures of sedimentation, pebbles sizes and classification of the mechanism of deposition. All the geological facts, together with their arrangement, the sparse fossil remnants and the indication of occurrences during the cool and cold periods, have allowed us to sketch the genesis and history of climate. Mountain and rockslides make the general public take notice and show us precisely how the earth's history is incessantly in developement.

helvetischen Teil der Rigi wiedergibt, wird im ersten (historischen) Teil ein entsprechender Ausschnitt aus der Geologischen Vierwaldstättersee-Karte, 1:50000 von BUXTORF et al. (1916) reproduziert, ergänzt mit drei Querprofilen aus der zugehörigen Profiltafel.

### Geschichte der geologischen Erforschung des Rigigebietes

DE SAUSSURE (1796) lieferte erste brauchbare Informationen zur Geologie der Rigi. In der Rigi-Nagelfluh erkannte er Gerölle einer älteren Schüttung und nahm an, dass die Heimat der roten Granite und Porphyre im Schwarzwald–Vogesen Massiv zu suchen sei.

ESCHER VON DER LINTH beschrieb 1807 in einem Aufsatz *Profilreise von Zürich bis an den Gotthard*, von Arth nach Lauerz schreitend, die südlich eingesenkte Rigi-Nagelfluh und das scheinbare Aufliegen der Kalksteinformation auf der Nagelfluhformation. Dieses ist zwar nirgends festzustellen, so dass er (in einer offenbar später geschriebenen Anmerkung) auch die Wahrscheinlichkeit des «... blosen Hinüberlehnens der ersten Alpenkalksteinkette auf die Nagelfluhgebirge ...» erwägt.

Die Frage, ob der Kalk auf der Nagelfluh aufliege und somit jünger sei als diese, bilde-

te längere Zeit einen Angelpunkt der damaligen schweizerischen Geologie. Namentlich EBEL (1808) behauptete in seinem Werk *Bau der Erde*, das wirkliche Aufliegen des Kalkgebirges, des «Alpenkalkes», auf der Nagelfluh sei eine Erscheinung, die nicht nur an der Rigi zu beobachten sei. Dieser Ansicht widersprach ESCHER VON DER LINTH mit der Feststellung, «noch nirgends sei die Auflagerung des Alpenkalkes auf die Nagelfluh bestimmt beobachtet worden; es sei nur Anlehnung, der Kalk sei überall steiler eingesenkt als die Nagelfluh». 1847 beschrieb dann ESCHER als erster die (tektonische) Überlagerung des Molassegebirges durch die Kalksteinformation, unter anderem auch aufgrund der Lagerungsverhältnisse im Teuffibachtobel bei Gersau, die er dort beobachtet hatte.

STUDER (1825, 1853) postuliert ein rotgrauitisches Gebirge an der Südküste des Molassemeeres. Dieses wurde von starker mariner Abtragung erfasst und vom eigenen Schutt weitgehend verhüllt. Anschliessend versank es tektonisch und wurde durch Überschiebung völlig zugedeckt. Im «Vindelizischen Gebirge» lebte STUDERS Gedanke immer wieder auf. Von STUDER stammt die folgende Dreigliederung des Molasse-Profils der Rigi:

- Kristallin-führende, bunte Nagelfluh (oben)
- Kalknagelfluh (Weggiser Schichten)
- Rötliche Schiefermergel (Horwer Schichten, unten).

Von KAUFMANN (1860, 1872) sind uns die umfassendsten Arbeiten zur Geologie des Rigigebietes überliefert. 1860 erschienen die *Untersuchungen über die mittel- und ost-schweizerische subalpine Molasse*. Im Profil Nr. XI wird auf den Seiten 68–77 zuerst die Morphologie der Rigi beschrieben; dann folgt eine Profilbeschreibung der NW-Abdachung der Rigi von der Landzunge Herrenstein zum Rigi Kulm. Die Rigi-Nagelfluh wird von KAUFMANN gegliedert in:

- (Scheidegg) Kalknagelfluh (oben)
- Bunte Nagelfluh
- (Weggiser) Kalknagelfluh (unten)

1872 veröffentlichte KAUFMANN seine geologischen Aufnahmen und Beschreibungen über *Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz*, in denen er die Kreide- und Eocaen-Ablagerungen der Rigi (Hochfluhkette, Vitznauerstock, Abhänge zwischen Gersau und Lauerzersee) ausführlich beschreibt. Die komplizierte Tektonik der Hochflue-Kette und des Vitznauer Stockes werden eingehend besprochen; mit den nördlichen und südlichen Neocomzonen findet KAUFMANN in der Hochflue und am Vitznauer Stock Beispiele der damals neuen und revolutionären Überschiebungstheorie. Im Anhang des Werkes finden wir mehrere geologische Ansichten der Rigi, Detailskizzen, geologische Profile sowie eine *Karte der Vitznauer und Gersauer Tobel*, der *Hochfluhkette* und des *Lowerzerstockes*.

1877 entwickelte RÜTIMEYER, unter Einbezug der Erkenntnisse von KAUFMANN, eine «Naturgeschichtliche Darstellung der Landschaft» der Rigi. Das mit 13 Holzschnitten und einer Karte illustrierte Werk ist eine äusserst gesuchte Rarität.

1888 untersuchte FRÜH die Zusammensetzung der Rigi-Nagelfluh und zog erstmals südalpine Abstammung der Nagelfluh-Gerölle in Erwägung. Durch die Theorie vom Deckenbau der Alpen, die um die Jahrhundertwende weitgehend Anerkennung gefunden hatte, eröffneten sich für die Beheimatung der Nagelfluh-Gerölle ganz neue Perspektiven.

BUXTORF veröffentlichte 1913 eine geologische Karte der Rigi-Hochfluhkette mit einer Profilserie und 1916 einem Erläuterungstext, zu dem BAUMBERGER den Molasse-Teil lieferte.

BAUMBERGER versuchte 1914 die lithologischen Einheiten der Rigi-Nagelfluh stratigraphisch einzuordnen. Er vermutete in der Unteren Kalk-Nagelfluh (Weggiser Serie) das Obere Burdigalian. Die Bunte Nagelfluh stellte er ins Untere Vindobonian (Helvetian), die Kalknagelfluh der Scheidegg ins Obere Vindobonian (Tortonian).

Die *Geologische Vierwaldstättersee-Karte, 1:50000* wurde 1916 veröffentlicht. Bis heute

## GEOLOGISCHE PROFILE DURCH RIGI- UND ROSSBERG - GEBIET

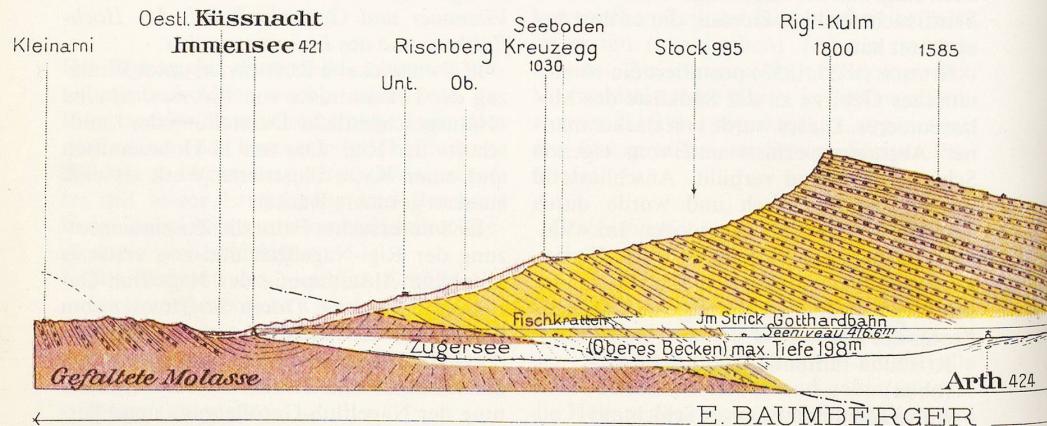
Ausschnitt aus: Profile zur Geologischen Vierwaldstättersee - Karte (Profiltafel 66b). Zusammengestellt und gezeichnet von A. BUXTORF 1913-1914. (Legende wurde weggelassen).

Reproduziert mit Bewilligung der Geologischen Landesaufnahme.

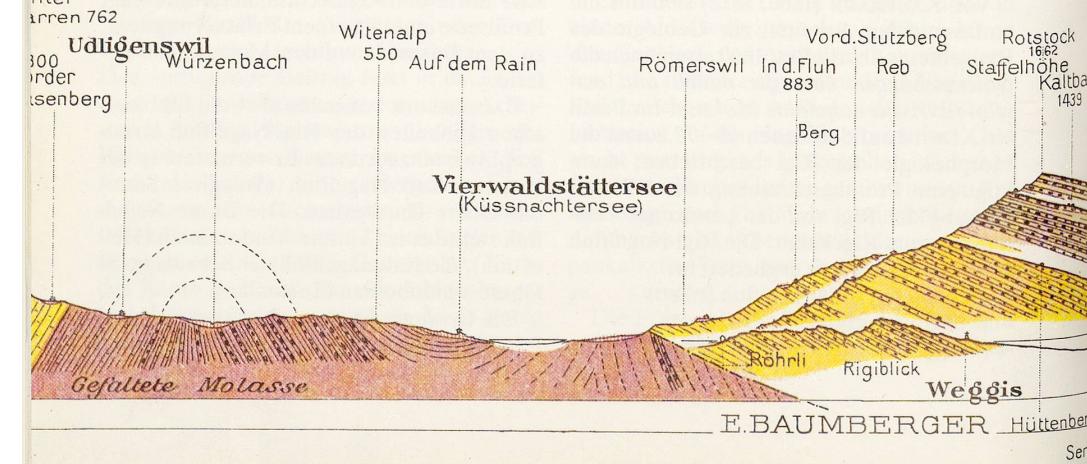
Maßstab 1:50,000

0 500 1 Km. 2 Km.

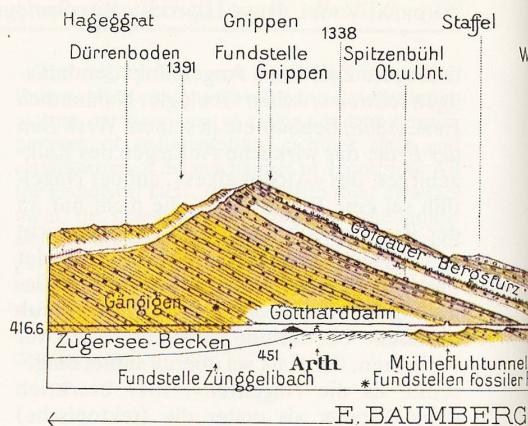
### Profil 3



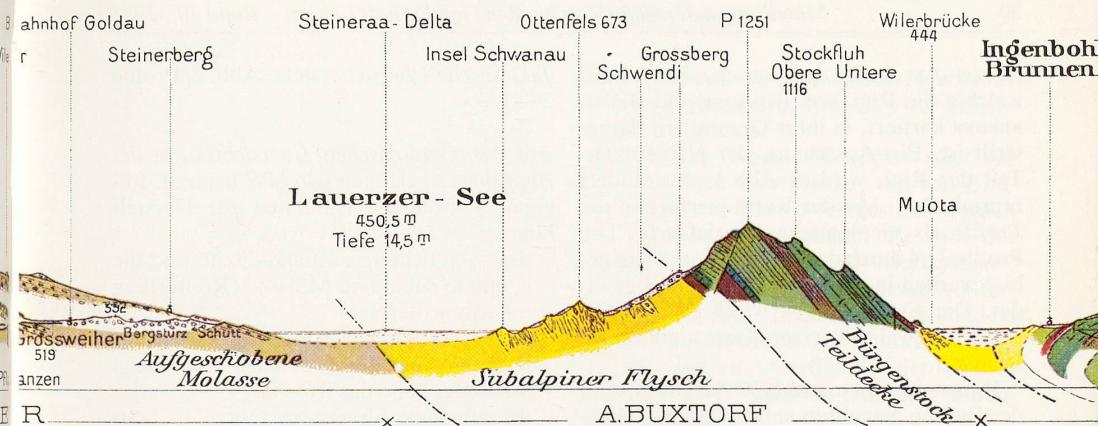
### Profil 4



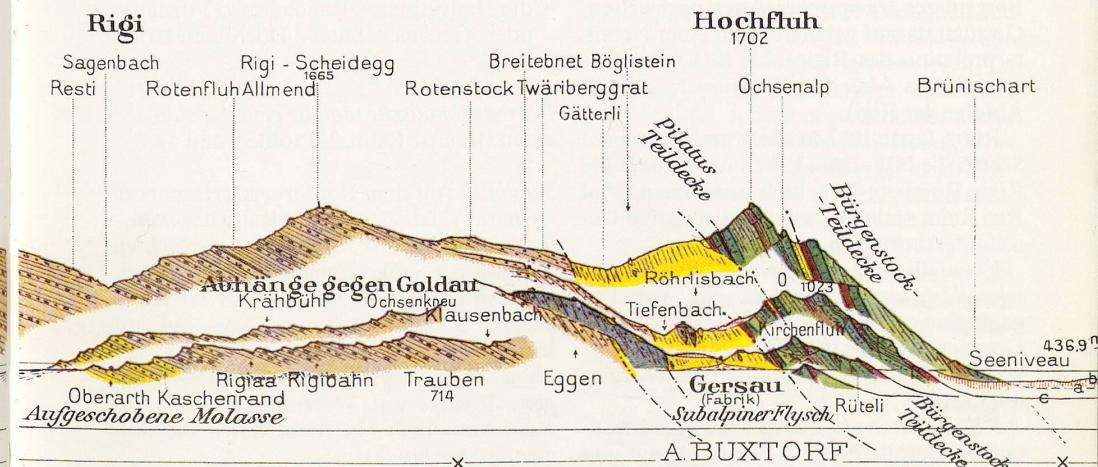
### Rossberg



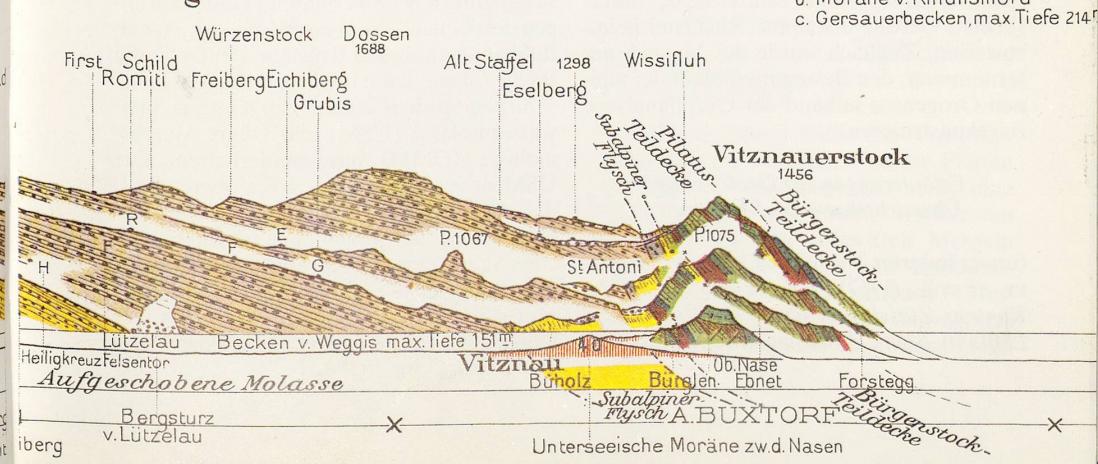
### Profil 2



### Urmiberg



### Rigi



Vierwaldstättersee  
a. Muotabecken, max. Tiefe 125m  
b. Moräne v. Kindlismord  
c. Gersauerbecken, max. Tiefe 214m

ist sie die einzige geologische Karte, auf welcher die Rigi, von BUXTORF und BAUMBERGER kartiert, in ihrer Gesamtheit dargestellt ist. Ein Ausschnitt, der Helvetikum-Teil der Rigi, wird in Abb. 1 unverändert reproduziert. Mit der Karte erschienen die *Profile* als Geologische Spezialkarte. Die Profile 2–4 durch das Rossberg- und Rigigebiet werden in Abb. 2 unverändert abgebildet. Die *Erläuterungen Nr. 15* zur geologischen Vierwaldstättersee-Karte sind nie erschienen.

BAUMBERGER konnte 1929 für das Niveau der Bunten Nagelfluh anhand einer Molluskenfauna aus der Abrissnische des Goldauer Bergsturzes *stampisches Alter* nachweisen. Gestützt darauf gelangte er zu einer Neuinterpretation des Rigiprofils (d. h. ebenfalls *stampisches Alter* für die ganze Nagelfluh-Abfolge der Rigi).

RENZ fasste 1937 in einer preisgekrönten Schrift die bisherigen Erkenntnisse über die Rigi–Rossberg-Nagelfluh zusammen. Auf Rigi Kulm stellte er selbst quantitative Gerölluntersuchungen an.

Ebenfalls 1937 stellte KOPP eine *Geologische Karte der Südseite der Rigi* vor. Die geologische Wandkarte der Gemeinden Greppen, Weggis und Vitznau im Massstab 1:5000 befindet sich heute im Gletschergarten Luzern.

1953 nahm SPECK ein vollständiges Inventar der Gerölle der Rigi-Schüttung auf und versuchte, die einzelnen Komponenten stratigraphisch zuzuordnen. Anhand von Dünn-schliffen gelang es ihm, zahlreiche der untersuchten Gerölle ins alpine Rückland heimzuweisen. Zugleich wurde der Versuch unternommen, den Bewegungsablauf der alpinen Orogenese anhand der Geröllanalysen zu rekonstruieren.

#### *Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte des Rigigebietes*

(unveränderter Nachdruck 1989 aus: HANTKE et coll. (1967): *Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete*, 1:50000). Siehe Umschlag 3. Seite.

*Tektonische Übersicht* (siehe Abb. 2, Profile 2–4)

Auf der *Geologischen Übersichtskarte des Rigigebietes* gelangen von NW nach SE folgende tektonische Einheiten zur Darstellung:

- die aufgerichtete mittelländische und die gefaltete subalpine Molasse (Rooterberg – Küssnachter See)
- die aufgeschobene subalpine Molasse der Rigi (Küssnachter See – Rigi Kulm – Rigi Scheidegg) und des Rossbergs
- die subalpine Flyschzone (Vitznau – Gätterli – Lauerzer See)
- die helveticae Randkette (Vitznauer oder Gersauer Stock – Hochflue – Urmiberg)

#### *Die mittelländische und die gefaltete subalpine Molasse* (Abb. 2, Profile 3 und 4)

*Tektonik:* Auf dem Rooterberg (Hasenberg – Charen) stehen wir am S-Rand der *mittelländischen Molasse*; die Gesteinsschichten sind fast zur Senkrechtstellung aufgebogen. SE davon (um Udligenswil bis an den Küssnachter See) schliesst eine Zone an mit steilstehenden antiklin und synklin gestauchten Molasseschichten (*gefaltete subalpine Molasse* mit Würzenbach- und Alstaad-Antiklinale, getrennt durch die Allmendli-Synklinale).

Im Gebiet der Granitischen Molasse NE Meggen bis Chiemen (N Immensee) lassen sich mehrere N–S verlaufende Querstörungen feststellen; die Versetzung der Nagelfluhbänke an diesen Brüchen, denen häufig Bäche folgen, kann bis 50 m betragen.

*Stratigraphisch* lassen sich Untere Süßwassermolasse (USM) und Obere Meeresmolasse (OMM) auseinanderhalten. Die USM ist vertreten durch deren oberen Teil, das *Aquitanian*. Diese Molasse besteht zur Hauptsache aus grauen oder rötlichen, weichen Sandsteinen, wechselt lagernd mit grauen, graugrünen und roten oder violetten Mergeln und Kalkmergeln. Wegen des Gehaltes der Sandsteine an roten Feldspatkör-

nern wird sie auch als Granitische Molasse bezeichnet. Dazwischengeschaltet sind ungleichmäßig verteilte Bänke von Bunter Nagelfluh. Diese setzt sich aus roten und grünen Graniten, Quarzporphyren, Dolomiten, hellen und dunklen Kalken und bunten Hornsteinen zusammen. Es sind Ablagerungen einer gegen ENE entwässernden Sammelrinne. Stellenweise treten in der Granitischen Molasse Nester von Glanzkohle auf (KOPP 1962).

NW an das Aquitanian schliesst der untere Teil der OMM (*Burdigalian*, «Luzerner Sandstein») an. Dies ist ein blaugrauer, gut gebankter, glaukonitführender Sandstein mit dünnen Mergelzwischenlagen. Der Luzerner Sandstein ist in mehreren Steinbrüchen E Dierikon vorzüglich aufgeschlossen.

Fossilfundstelle: Im Bachtobel bei Charen zu Tage tretende Muschelsandsteinbank im Luzerner Sandstein.

#### *Die aufgeschobene subalpine Molasse der Rigi (Abb. 2, Profile 3 und 4)*

**Tektonik:** Die Überschiebung der subalpinen Rigi-Molasse auf die gefaltete subalpine Molasse («Rigi-Überschiebung») lässt sich im Gelände nicht beobachten, da sie durch den südlichen Küssnachter See verläuft und zwischen Greppen und Ober Immensee von mächtigen Quartärlablagerungen überdeckt ist.

Mit den dachziegelartig verschuppten Nagelfluhnen des Teuffibachs bei Gersau und einer von KOPP (1971) erstmals postulierten kleinen Schuppe NNE Greppen, die er als westliche Fortsetzung der Grindelegg-Schuppe betrachtete, lässt sich die subalpine Molasse der Rigi tektonisch wie folgt gliedern:

SE Teuffibach-Schuppenzone (oben)  
 ↑ Rigi-Hauptschuppe ↑  
 NW Rigi-Basisschuppe (unten)

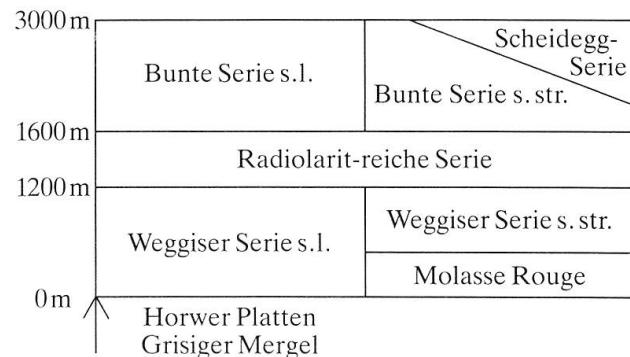
Die Schichten der Rigi-Hauptschuppe fallen isokinal gegen SE bis SSE ein. Das Fallen nimmt dabei von der Basis an der NW-Flanke (etwa 30°) gegen die höchsten Horizonte an der Scheidegg (10°) ab. Im

Kontaktbereich zur subalpinen Flyschzone ist wieder ein steileres Einfallen der Schichten zu beobachten.

Im Raume Weggis–Greppen zeigt die Karte mehrere Querbrüche, die von BUXTORF und KOPP (1943) festgestellt worden sind. Erwähnt seien zudem die (auf der Karte nicht eingetragenen) Kluftsysteme; solche sind vor allem an der Vierwaldstättersee-Seite der Rigi-Hauptschuppe besonders gut ausgebildet (Abb. 3). Charakteristisch sind die glatten Oberflächen der Klüfte, welche die Nagelfluh-Gerölle durchschneiden.

**Stratigraphie:** 1943 wurden von BUXTORF und KOPP am Seeufer zwischen Greppen und Postunen *Grisiger Mergel* (dunkelgraue Ton- und Schiefermergel) nachgewiesen. Im Hangenden stehen dünnplattige, nach oben grobbankiger werdende, Glimmer- und Pflanzenhäcksel-führende Sandsteine, *Horwer Platten*, an. Grisiger Mergel und Horwer Platten werden als Untere Meeresmolasse (*Rupelian*) zusammengefasst.

Die darüberfolgende etwa 3000 m mächtige USM-Abfolge der Rigi-Hauptschuppe wurde 1973 von STÜRM lithostratigraphisch mit charakteristischen *Nagelfluhtypen* folgendermassen gegliedert:



Die *Molasse Rouge* bildet das Nagelfluh-freie Bindeglied zwischen Horwer Platten und Weggiser Serie s.str. Sie stellt eine Wechsellagerung von roten, violetetroten und grünlich-bläulich gefleckten Mergeln mit geringmächtigen Silt- und Kalksandstein-Bänken dar. Am Ghürschbach SE Immensee, wo sich die schönsten Aufschlüsse befinden, weist sie eine Mächtigkeit von



Abb. 3: Steil bis senkrecht einfallende, in der Streichrichtung stark schwankende Kluftsysteme in den Nagelfluh-Felswänden oberhalb Vitznau. Zwischen Steigefad und Unterstetten erreichen die intensiv rot gefärbten, mergelfreien Nagelfluhbänke der *Bunten Serie* Mächtigkeiten von 150–200 m. Aufnahme bei Heuberg.

über 400 m auf. Diese nimmt dann gegen SW kontinuierlich ab und schrumpft bei Rörli (2 km SW Greppen) auf 40 m zusammen.

Der darüber abgelagerte, konglomeratische Teil der Weggiser Serie s.1. (Mächtigkeit etwa 800–1200 m) wird als *Weggiser Serie s.str.* bezeichnet und ist durch die Verbreitung der Nagelfluhen vom Typus «Weggis» gekennzeichnet. Diese «Weggiser-Nagelfluh» ist eine Flyschgeröll-reiche Kalk-Dolomit-Nagelfluh. Hauptbestandteile sind dichte, blau-graue Kalke und blau-graue dolomit-arenitische Sandkalke bis Kalksandsteine.

Die *Radiolarit-reiche Serie* setzt an der Rigi auf einer Linie Horlaui (bei Riedsort)–Gällen – Bergli – Chrüzboden – Schwändi

(1 km SE Station Seebodenalp) ein. Sie weist eine Mächtigkeit von rund 400 m auf. Diese Serie fällt mit der Verbreitung der «Radiolarit-Nagelfluh» zusammen. Ihr Geröllbestand besteht zu über 50% aus Gesteinen der Radiolarit/Aptychenkalk-Gruppe; der Radiolarit mit seiner brekziösen Gefolgschaft bildet stets den Hauptbestandteil mit >20%.

Die *Bunte Serie s.str.* beginnt mit dem Einsetzen der «Bunten Nagelfluh», im Gelände entlang einer Linie, die von Hinter Lützelau (am Vierwaldstättersee) über Geissrücken–Frutti–Grasselen nach Schmidsgreit (SSW Arth) verläuft. Die «Bunte Nagelfluh» ist eine Kristallin-führende Kalk-Dolomit-Nagelfluh. Der Kri-

stallin-Gehalt schwankt zwischen 5 und 20%; die roten Rigi-Granite dominieren stark über alle übrigen Kristallin-Komponenten. Gerölle von Mocausa-Konglomerat treten bis 16% Anteil auf. Ebenso ist die Radiolarit/Aptychenkalk-Gruppe mit bis 15% vertreten. Flyschgesteine können bis 45% des Geröllbestandes ausmachen. Die Gerölle der Bunten Serie s.str. stammen nach SPECK (1953) hauptsächlich aus den östlichen Klippen der Zentralschweiz, der Klippen-Decke und den tektonisch höheren Elementen der Iberger Gegend. Diese müssen aufgrund der Gerölle ursprünglich eine vollständigere Schichtreihe umfasst haben. Aus einer dieser höheren Klippen-Einheiten

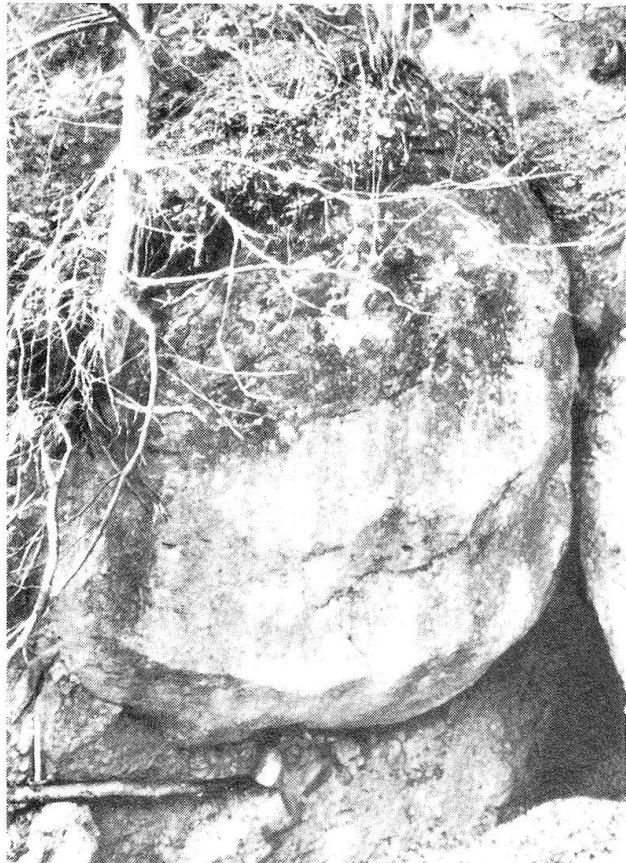


Abb. 4: Grösstes bisher beobachtetes Molassegeröll aus der Bunten Serie s.str. (Chattian). Fundstelle: Mühlebach ob Vitznau (0,5 km ENE Vitznau, Koordinaten 679875/207250). Das «Riesen-geröll» besteht aus einer Dolomitbreccie mit vereinzelten roten Radiolarit-Trümmern und ist auffallend gut gerundet. Aufnahme: F. KLAUS & J. SPECK.

stammt das bisher grösste Molassegeröll, ein 35–40 m<sup>3</sup> grosser Block einer radiolaritführenden Dolomitbreccie, der in der Rigi-Nagelfluh oberhalb Vitznau gefunden wurde (Abb. 4). Die Gesamtmächtigkeit der Bunten Serie s.l. beträgt maximal 1400 m. Vom Rigi Kulm bis zum Dossen reicht die Bunte Serie s.str. bis in die höchsten Gesteinsserien.

An der Scheidegg beträgt die Mächtigkeit der Bunten Serie s.str. nur noch 650 m; die obersten 750 m werden durch die *Scheidegg-Serie* gebildet, die sich durch eine Wechsellagerung von Nagelfluhen des Typus «Scheidegg» mit Bunter Nagelfluh auszeichnet. Die «Scheidegg-Nagelfluh» ist eine reine Flysch-Nagelfluh. Mit über 60% bilden Flysch-Gerölle, monotone, graue, bräunlich anwitternde, Glaukonit-führende Sandkalke bis Kalksandsteine, den Hauptanteil.

In Abb. 5 wird die räumliche Verbreitung der am Aufbau der Rigi und des Rossbergs beteiligten Nagelfluhtypen zusammengefasst.

**Fossilfundstellen:** Pflanzenreste sind auf die Untere Rigi Abfolge beschränkt. Die Pflanzenreste aus der Unteren Weggiser Serie (zwischen Weggis und Hertenstein) wurden schon von HEER (1859) beschrieben. Zusätzlich fanden sich an der Basis einer mächtigen, grobgerölligen Nagelfluhbank E von Rigi Kulm Erlen-Blätter.

#### *Die aufgeschobene subalpine Molasse des Rossbergs (Abb. 2, Profil 2)*

Am Rossberg sind Tektonik und Schichtabfolge recht ähnlich wie an der Rigi, so dass nur auf einige wesentliche Unterschiede einzugehen ist.

**Tektonik:** Auch der Rossberg besteht aus einer relativ einfach gebauten, gegen SSE einfallenden Schuppe. Am Rossberg-Gipfel fallen die Schichten mit etwa 30°, bei Goldau noch mit ca. 20–12° ein. An der Basis der Rossberg-Hauptaufschiebung (diese lässt sich im Gebiet St. Adrian–Obergaden–Chatzenstrick recht genau festlegen) liegt die Grindelegg-Schuppe. Mögliche Äqua-

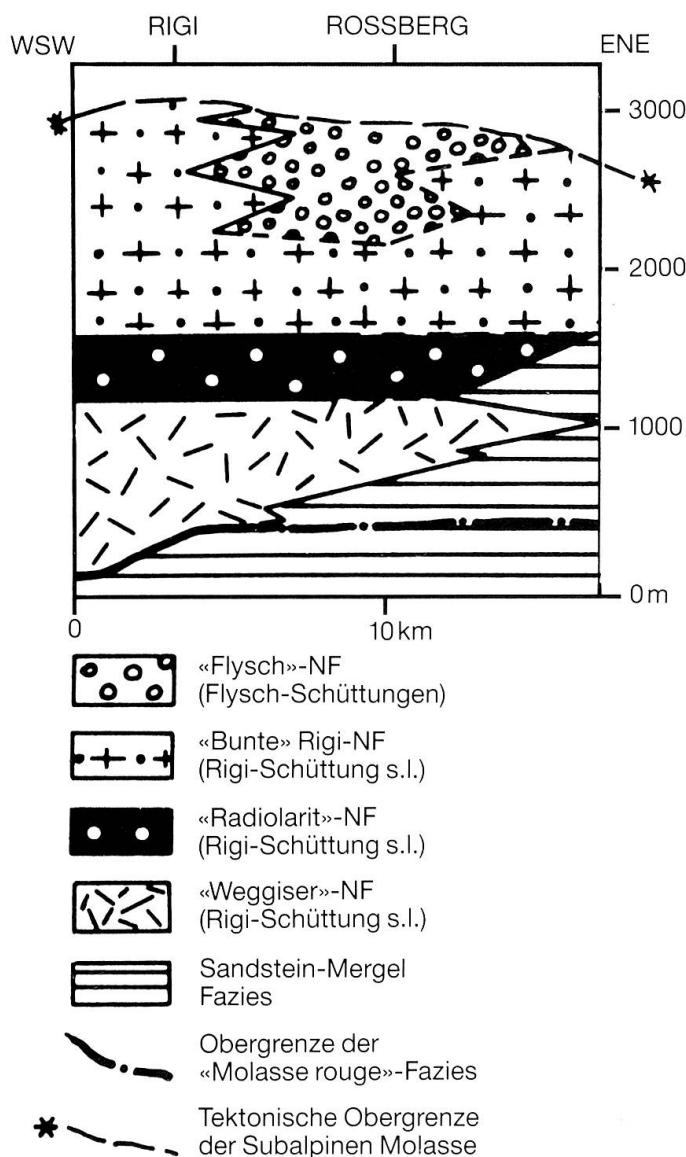


Abb. 5: Vertikale und horizontale Verbreitung der Nagelfluhy-Typen (aus: STÜRM 1973).

lente dieser Schuppe stehen am E-Ufer des Zugersees zwischen St. Adrian und Walchwil an (KOPP & MARTIN 1939).

**Stratigraphie:** Die UMM-Schichtfolge (*Grisiger Mergel* und *Horwer Platten*) um St. Adrian–Chatzenstrick lässt sich mit jener am NW-Fuss der Rigi vergleichen.

In der Weggiser Serie s.l. sind einige Unterschiede festzustellen: Die *Molasse Rouge* dürfte auch eine Mächtigkeit von etwa 400 m besitzen (wie im Ghürschbachtal), die darüber folgenden Horizonte der Nagelfluhy vom Typus «Weggis» sind hin-

gegen reduziert (Abb. 5). Die «Weggiser Nagelfluhy» an der Basis der *Weggiser Serie s. str.* des Rossbergs sind teilweise durch eine Mergel-Sandstein Abfolge ersetzt; am Zugersee zwischen Gängen und St. Adrian fehlen Nagelfluhyeinlagerungen praktisch vollständig.

Die *Radiolarit-reiche Serie* wird von RISSI (1968) noch nicht erwähnt, von STÜRM (1973) jedoch auch für den Rossberg postuliert (Abb. 5), was HANTKE bestätigen kann.

Die «Bunte Nagelfluhy», welche die *Bunte Serie s. str.* charakterisiert, tritt am Rossberg im mittleren und oberen Teil auf (RISSI 1968). Sie setzt entlang einer Linie Heuledi–Härzligwald–Bigstein–Schlegelbann–Unt. Beichli–Alplihorn–Wasserfallen–Chänzeli–Chaiserstock ein. Im Gegensatz zur Rigi fällt auf, dass die zwischen den Nagelfluhbänken eingeschalteten Mergel in Häufigkeit und Mächtigkeit stärker verbreitet sind.

In den obersten Partien der Rossberg-USM treten NE des Lauerzer Sees reine Flysch-Nagelfluhy vom Typus «Scheidegg», *Scheidegg-Serie*, auf. Diesen Vorkommen ist Grobblockigkeit, schlechte Rundung und fehlende Einregelung der Komponenten gemeinsam, was chaotische Ablagerungsbedingungen belegt.

**Fossilfundstellen:** Am Rufibach bei St. Adrian sind Horwer Platten aufgeschlossen, in denen Pflanzenreste gefunden wurden. Auch aus den Horwer Platten beim Hof Chatzenstrick werden von KAUFMANN (1872) *Cardien* und Pflanzenreste erwähnt.

Die USM des Rossbergs ist bedeutend fossilreicher als jene der Rigi, was mit der stärkeren Verbreitung von Mergeln zusammenhängt. Die beiden bedeutendsten Fossilfundstellen im Rossberggebiet liegen am Zünggelibach bei Arth (1 km NE Sagenmattli) und in der Ausbruchsnische des Goldauer Bergsturzes von 1806 unter dem Gnipen. Das reiche Pflanzenmaterial vom Zünggelibach und des Gnipen wurde von MENZEL (BAUMBERGER & MENZEL 1914) bestimmt. Nach damaliger Abgrenzung wies MENZEL die Ablagerungen von Arth (Zünggelibach)



Abb. 6: Vor den schroff aufragenden Kalkfelsen der Hochflue (helvetische Randkette) liegt die Mulde der subalpinen Flyschzone, die vom Gätterli (links, unter dem Gipfel des Grossen Mythen) zum Teuffibachtobel (am rechten Bildrand) hinunterzieht.

ins untere, die Mergel vom Gnipen ins mittlere Miozän. 1929 wurden in sandigen Mergeln unter dem Gnipen Landschnecken gefunden und bestimmt, die leitend für das Obere Stampien (Chattian) sind. BAUMBERGER stellte aufgrund dieser Erkenntnisse die ganze Abfolge der «Bunten Nagelfluh» am Rossberg (Bunte Serie s. str.) ins Chattian (Untere USM).

#### *Der subalpine Flysch mit helvetischen Schürflingen (Abb. 2, Profile 2–4)*

Zwischen den Molassenagelfluhen der Rigi und den steil aufgerichteten Helvetischen Kalkalpen erstreckt sich eine Depressionszone, die zusammenfällt mit der Verbreitung des *subalpinen Flysches* (Abb. 6). Der Weidstein am Südufer des Lauerzer Sees, die Insel Schwanau und die bei Schornen auftauchende, über Burg zum Spiegelberg ansteigende Felsrippe stellen einen subalpinen Schubspan von Oberkreide/Alttertiär-

Gesteinen dar (= Äussere Einsiedler Schuppenzone). Diese auf die subalpine Molasse der Rigi und des Rossbergs aufgeschobenen, generell gegen S und SE einfallenden Schürflinge werden aus verschiedenen tektonischen Einheiten aufgebaut.

Bei Vitznau, an der Fälmisegg, im Teuffibachtobel mit seinen Seitenästen und am Gätterli steht eine bunt zusammengesetzte Schichtfolge alttertiären «Wildflyschs» an, meist dunkle, mergelige Schiefer, die häufig stark gefältelt und von Klüften durchsetzt sind. Als charakteristische Einschlüsse und Zwischenlager treten auf: Ölquarzitknollen, feine bis grobbrekziöse Sandsteine, die in Brekzien und Konglomerate übergehen, sowie hell- oder dunkelgraue fucoidenführende Kalkschiefer.

An der Fälmisegg (am N-Grat des Vitznauer Stocks), im Teuffibachtobel und in den angrenzenden Seitengräben, am Gätterli und beidseits des Lauerzer Sees stellen sich *nordhelvetische Flyschgesteine* ein. Zwi-

schen Fälmisegg und Gätterli sind es einzelne Schollen (stellenweise über «Wildflysch»-Spänen), in der «Äusseren Einsiedler Schuppenzone» (Weidstein-Schornen-Platten-Burg) Repetitionen von oberkretazischen Amdener Schichten, darauf transgredierenden Nummulitenkalken, Grünsandlagen und Globigerinenschiefern, die gegen oben Sandsteinbänke – Burg-Sandstein – aufnehmen.

Bei Schwändi (SE Lauerz), am Gätterli und N von Gersau schaltet sich vor der Aufschiebung der Helvetischen Kalkalpen noch etwas an den Alpenrand verschleppter Schächentaler Flysch – Oberer Altdorfer Sandstein und Gruontal-Konglomerate – ein.

Über der «Äusseren Einsiedler Schuppenzone» NE des Lauerzer Sees liegt um Ängiberg-Dottenriet (am östlichen Kartentrand) basaler penninischer Wägitaler Flysch mit regelmässig gebankten, bräunlichen Kalksandsteinen.

Auf der S-Seite des Urmiberges (bei der Wilerbrugg und S Wilen) und an der Hochflue (zwischen Zilistock und Ochsenboden) lassen sich Vorkommen von priabonem «Wildflysch» beobachten: schwärzliche, dünnblättrige Schiefer mit eingelagerten Knauern und exotischen Blöcken – helle dichte Kalke, Ölquarze, Kristallin-Blöcke etc. –, die mit Fucoidenschiefen wechselseitig und von FREI (1963) mit dem Habkern-Flysch verglichen wurden.

#### *Die helvetische Randkette* (Abb.1 und Abb. 2, Profile 2–4)

**Tektonik:** Alpeneinwärts an die subalpine Flyschzone ragen die scharf ausgeprägten randlichen Elemente der mittelhelvetischen Decke empor. Die erste Kalkkette wird von den steil isoklinal gegen S einfallenden Kreide/Eocaen-Serien des Vitznauer (oder Gersauer) Stockes und der Hochflue aufgebaut. Bei Gersau werden die beiden an einer schräg zum Kettenstreichen verlaufenden Querstörung gegeneinander versetzt. Dabei ist der Vitznauer Stock gegenüber der Hoch-

flue-Kette um etwa 800 m weiter nach NW vorgefahren. Unmittelbar S auf die erste Kreide/Eocaen-Serie folgt an der Hochflue wie am Vitznauer Stock eine zweite, die sich gegen W über Ober und Unter Nas in den Bürgenstock fortsetzt. (Die nördliche Kalkkette findet ihre Fortsetzung gegen Westen in Relikten an der Basis des Bürgenstocks und im südlichen Pilatus, Lopper-Matt-horn-Abfolge). Gegen NE lässt sich die südliche, isoklinal zum See abfallende Kalkplatte in den Urmiberg verfolgen. Die gegen SE einfallende Scholle des Urmiberges ist in sich aufgeschuppt und von Querbrüchen zerhakt, deren auffälligster die Einsatzezung der Ränggen bedingt (Abb. 7). Bei Seewen findet der Urmiberg und mit ihm die gesamte Randkette ein abruptes Ende. Ihre weitere Fortsetzung gegen Osten ergibt sich in der Axen-Kette, am Chaiserstock, wo sich die Urmiberg-Abfolge als Silberen-Schuppe bis ins glarnerische Rossmatter Tal verfolgen lässt. Die Hochflue-Kette findet bereits



Abb. 7: Helle Schrattenkalke bauen die Gipfelpartie der Zünggelenflue hoch über dem Lauerzersee auf. Über den Ränggen-Pass verläuft (markiert durch die Freileitungen) eine tektonische Störung, welche den Urmiberg quer zum Schichtstreichen durchschneidet.

N des Gotterli ihr Ende. Ihre Fortsetzung gegen E zeichnet sich in S von Sisikon in der bis in den Glärnisch verfolgbaren Bächistock-Schuppe ab (HANTKE 1961a, 1967). Silberen- und Bächistock-Schuppe sind höhere Abspaltungen der Axen-Decke.

*Stratigraphie:* Der geologische Bau der helvetischen Randkette war bereits relativ früh bekannt: KAUFMANN (1872) beschrieb die Kreide- und Eocaen-Serien eingehend, BUXTORF (1916) gelangen noch einige feinere Gliederungen und Korrekturen stratigraphischer Unstimmigkeiten. Von ihm stammt die folgende Gliederung der Gesteinsabfolge der Hochflue-Schuppe (nördliches Element; N-Serie) und der Urmiberg-Schuppe (südliches Element; S-Serie). Die ebenfalls von BUXTORF beschriebenen Lithologien werden auszugsweise wiedergegeben, ihre Bezeichnungen wurden der heutigen Schreibweise angepasst.

#### 1. Kreide

##### a. Valanginian

- *Oehrli-Mergel* (nur N-Serie, am Vitznauer Stock): sandige, braune Mergel und Mergelkalke mit einigen festeren, dünnen Kalkbänken.
- *Oehrli-Kalk* (nur N-Serie, am Vitznauer Stock): Wechselfolge von Kalkbändern und Mergeln, Kalke z. T. groboolithisch.
- *Valanginian-Mergel* (= *Vitznauer Mergel*): N-Serie: graubraune Mergel mit knolligen Kalkbänken, fossilreich. S-Serie: braune, glimmerfreie Mergel, Kalkknollenlagen spärlicher.
- *Spitzeren-Kalk*: bräunliche, sandige Kalke in dünnen Bänken.
- *Spitzeren-Mergel*: N-Serie: Folge von Mergelschiefern und dünnen Kalkbänken. S-Serie: regelmässiger Wechsel von braunen Mergeln mit dünnen, oft knauerig zerlegten Kalklagen.
- *Valanginian-Kalk*: N-Serie: fein- bis grobspätige, seltener oolithische Kalke, massige Bänke bildend, häufig Kieselknauern führend, gelbbraun verwitternd. S-Serie: dickbankige, feinspätige Kalke mit heller Anwitterungsfarbe.
- *Gemsmättli-Schicht*: N-Serie: fehlt oder ist nur angedeutet durch

eine wenige cm mächtige Kruste, die entweder braun-limonitisch (Vitznauer Stock) oder schwarz anwitternd und kieselig (Hochflue) erscheint.

S-Serie: 0 bis wenige cm dicke sandig-glaukonitische Kruste, schwarz und schwammig anwitternd.

##### b. Hauterivian

- *Schiefer der Kieselkalkbasis*: 0 bis mehrere m mächtige Übergangszone zwischen Valanginian- und Kieselkalk.
- *Kieselkalk*: feinspätige, dunkle, kieselige Kalke. Häufig durch dünne Schieferhäute in regelmässige, 20–30 cm mächtige Bänke zerlegt, oberste Bänke oft glaukonitführend. Der Kieselkalk wurde (und wird z. T. heute noch) ausgebeutet in den grossen Steinbrüchen bei Bärchrüti (W Gersau), bei Fallenbach und am Zingel.
- *Echinodermenbrekzie und grobspätige Kieselkalke*:

N-Serie: grobe Echinodermenbrekzien, gelblich-braun anwitternd, mit Glaukonitkörnern.

S-Serie: spätige, meist glaukonitreiche Kalke, gelblich-braun anwitternd.

##### c. Barremian und Unteres Aptian

- *Altmann-Schichten*: wenig mächtiger, stark glaukonitischer Kalk, häufig fossilführend.
- *Druesberg- und Sinuata-Schichten*: mergelige Schiefer, darüber Mergelschiefer und Kieselkalk-ähnliche Kalklagen. Zuoberst knollig-tonige und schrattenkalk-ähnliche Kalke mit Mergelschieferzwischenlagen, mit zahlreichen Austern, vor allem in der N-Serie.
- *Unterer Schrattenkalk*: hellgrauer, zoogener Kalk, dicht bis spätig-oolithisch. In der Landschaft tritt er durch hellgraue Wände, Grate und Gipfel hervor.
- *Untere Orbitulinabänke* (= *Mittlerer Schrattenkalk*): Wechselfolge von häufig rötlich-braun anwitternden, feinsandigen Kalken und bräunlichen, fossilreichen Mergeln. Meist bilden die Orbitulinabänke ein Wald- oder Grasband zwischen den kahlen Wänden des Unteren und Oberen Schrattenkalks.
- *Oberer Schrattenkalk (mit Oberen Orbitulinabänken)*: Gesteinsbeschaffenheit ähnlich dem Unteren Schrattenkalk, etwas bräunlicher anwitternd. Eine Abtrennung von Oberen Orbitulinabänken lässt sich nur in der Drusberg-Decke durchführen.

- d. *Garschella-Formation*: *Brisi-Kalk* (Oberes Aptian) und *Selun-Member* (Albian und Cenomanian, helvetischer «Gault»).

- *Echinodermenbrekzie* (=Brisi-Kalk): grobe Echinodermenbrekzien und gelegentlich kieselige, spätere Kalke.
- *Concentricusschicht* (=Sellamatt-Schichten): glaukonitreicher, spätingiger Kalk mit Phosphoritknollen, fossilführend, mit reicher Albian-Fauna.
- *Mergelschiefer* (=Fluebrig-Schichten): grau anwitternd, Glimmer-führend.
- *Knollenschichten* (=Aubrig-Schichten): glaukonitreicher Kalk mit Kalkkonkretionen.
- *Turrilitenschichten* (=Kamm-Schichten): 1m mächtiger Grünsandkalk mit Turriliten.
- e. *Turonian*
- *Seewer Kalk*: dichter, hellgrauer Kalk, durch charakteristische schwarze Tonhäute in flaserig-dünne Schichten zerlegt.

## 2. Tertiär

(vom Tertiär ist nur das Eocaen vertreten)

- *Complanata-Kalk und Grünsand*:

N-Serie: vorwiegend kalkig entwickelt, Kalke (Hochflue) stellenweise sandig, gelbbraun anwitternd, oft vollständig erfüllt von Nummuliten und Orbitoiden.

S-Serie: schwarz-grünes, weiches Glaukonitgestein und dunkler, glaukonitreicher Kalk mit Assilinen, Nummuliten und Orbitoiden (Abb. 8).



Abb.8: Fossilführender Nummuliten-Kalk an der SE-Flanke des Urmiberges. Aufschluss an der Strasse Äbnet–Unter Brunniberg, auf 800 m.

- *Pectiniten-Schiefer*: feinsandige, schiefrige, glimmerreiche Mergel mit Kamm-Muscheln.
- *Stad(Globigerinen)-Schiefer*: hellgraue, glimmerreiche Schiefer; reich an Globigerinen. Darüber folgen wohl – stratigraphisch – dünnblättrige, schwarze Schiefer mit eingelagerten Knollen.

## Quartär (Riss- und Würm-Eiszeit, Lokalvergletscherungen)

### Riss-Eiszeit

Während der grössten Vereisung – in der Schweiz der Riss-Vergletscherung – erfüllten gewaltige Eismassen des Reuss-Gletschers die Talungen des Vierwaldstätter-, Lauerzer- und Zuger Sees. Nur die höchsten

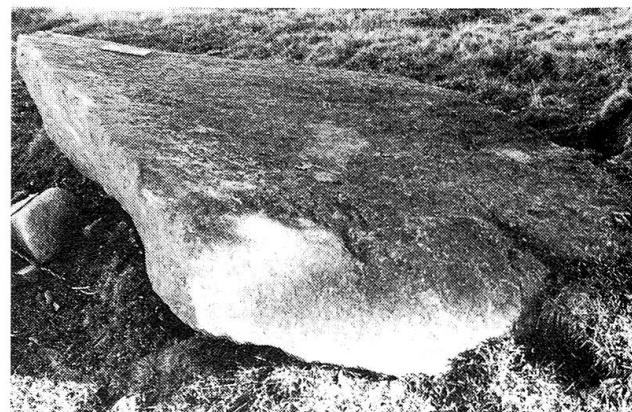


Abb. 9: Risszeitliche Erratiker am Gotterli. Oben: Höchster Findling auf 1380 m. Standort 50 m N Pt.1396.4. Unten: Granit-Erratiker auf 1340 m. Standort 175 m ENE Pt. 1396.4. Sichtbare Grösse 4,2×2,1×0,8 m.



Abb.10: Der markante Moränenwall auf der Seebodenalp ist etwa 2 km lang und trägt an seinem NE-Ende (Chrüzegg) den Albert-Heim-Stein, einen über 50 m<sup>3</sup> grossen Granit-Findling. Das Nebelmeer zeigt die Höhe des Reuss-Gletschereises im Küssnachter-Arm des Vierwaldstättersees im Würm-Maximum an.

Gipfelpartien der Hochflue, des Vitznauer Stocks, der Rigi und des Rossbergs ragten aus den Eismassen empor. Sie trugen auf der Nordseite eine Firnkappe, und Kargletscher lieferten Zuschüsse (HANTKE 1978).

Am Gottertli (zwischen Hochflue und Urniberg) liegen risszeitliche Erratiker bis auf 1380 m (Abb. 9). Westlich des Kaltbades hat der risszeitliche Reuss-Gletscher aufgrund des rundhöckerartig überschliffenen Grates bis auf 1250 m gereicht. Oberhalb der Seebodenalp liegen vereinzelte Findlinge bis auf den Schwändistock.

An dem vom Gnipen gegen N abfallenden Grat stellen sich Rundhöcker bis 1250 m ein; am östlichen Gipfel (N Chaiserstock) finden sich solche bis 1240 m. Die von KOPP (1947) auf der Rossberg-Nordseite bis gegen 1200 m angegebene Riss-Moräne stammt jedoch aus der Würm-Eiszeit. Doch stand das risszeitliche Reuss-Eis sowohl am W-Grat der Rigi wie am Rossberg gegen 200 m über dem

höchsten würmzeitlichen Niveau (siehe nächstes Kapitel).

#### *Würm-Eiszeit*

Zeugen des würmzeitlichen Eisvorstosses liegen in den Ablagerungen am N-Sporn der Rigi, in den Schottern von Küssnacht, vor. Im höheren Teil stellen sich, durch 2–3 m Sandschichten getrennt, *Schieferkohlen* ein. Da die gegen 30 m mächtigen Schotter mit Sandeinlagerungen unter der Kohle gekritzte Geschiebe enthalten, wurden sie eisrandnah abgelagert. In der untern und obern Kohle konnte LÜDI (1953) drei verschiedene Pollen-Vergesellschaftungen bestimmen. Über der Kohle folgen wieder Schotter, gegen oben mit Erratikern (HANTKE 1980).

Im Würm-Maximum umfloss der Reuss-Gletscher den Gebirgsstock der Rigi bis über 1200 m im SE und bis gut 1000 m in NW. Bei Schwand, an der N-Seite der Hochflue-Kette, liegt auf etwa 1190 m ein kleiner, aber

markanter Moränenwall, der den *höchsten, würmzeitlichen Eisstand in der Zentralschweiz* bekundet. Der Wall beweist, dass eine kleine Gletscherzung über den 1198 m hohen Sattel zwischen Timpel und Schwand floss. Dies konnte nur geschehen, wenn das Eis bis auf mindestens 1230 m hinaufreichte. Diese Moräne E von Schwand stellt zugleich eine linke Ufermoräne des um die Hochflue-Kette herumfliessenden Zugersee-Arms des Reuss-Gletschers dar. Am Gätterli, dem Übergang von Gersau nach Lauerz, stand das Eis aufgrund der höchsten Erratikerschwärme (höchste Blöcke am Twäriberg ca. 1140 m, beim Gätterli 1210 m, bei Tristel ca. 1190 m) bis auf gut 1200 m und an der Fälmisegg (Block 200 m NNE des Sattels) auf ca. 1220 m. An der NW-Seite der Rigi reichte das Reuss-Eis noch auf knapp über 1000 m, was auf der Seebodenalp durch eine

Seitenmoräne bekundet wird (Abb.10). Den Würm-Maximalstand auf der E-Seite der Zugersee-Talung belegen ausgeprägte Ufermoränen auf dem Rufiberg und beim Heumoos (W Gnipen–Hagegg).

Tiefere Moränenwälle, das Rückzugsstadium von Stetten (=Schlieren) und der Wiedervorstoß von Bremgarten (=Zürich), stellen sich am Zuger See E-Ufer bei Altenbann und um Stafel–Chatzenstrick–Chatzenberg ein, auf der N-Seite der Rigi als Mittelmoräne zwischen dem Vierwaldstätter- und dem Zugersee-Arm um Vorderberg.

Ein weiteres Rückzugsstadium, das Stadium von Gisikon–Honau (=Hurden), bekunden Moränen zwischen Immensee und Küssnacht, wo sich Zugersee- und Küssnachter Lappen noch berührten. Bei der Hohlen Gasse sind Mittelmoränenreste erhalten, bei der Station Immensee sowie



Abb.11: Ansammlung von Reussgletscher-Erratikern in der mit Moränenschutt aufgefüllten Runse zwischen Halten und Timpel.

NNE und SSW der Gesslerburg interner gelegene Staffeln.

An beiden Ufern des Küssnachter Sees sind Drumlins und Rundhöcker zu beobachten; sie sind durch die subglaziäre akkumulierende und erodierende Wirkung des Reuss-Gletschers entstanden. Vor allem die Landschaft der Landzunge von Hertenstein ist geprägt durch solche Hügel.

Die Stadien von Vitznau/Goldau (=Nassen-Stadium) und von Gersau/Ibach-Ingenbohl (=Chindli-Stadium) werden durch unterseeische Stirnwälle im Vierwaldstätter See bekundet. Zwischen Ober und Unter Nas drang der Reuss-Gletscher noch ins bereits existierende Weggiser Becken und schüttete eine halbkreisförmige Endmoräne, die bis auf 407 m ansteigt (Seespiegel 434 m). Dahinter reicht das Seebecken wieder bis auf 220 m hinab. Bei Goldau liegt die

Stirnmoräne unter Bergsturzmassen, doch ist dieses Stadium am Lauerzer See durch tiefe Seitenmoränen bei Büelen, durch Stauschutt N von Steinen und durch Kristallinblöcke NE des Lauerzer Sees belegt. Zwischen Gersau und Brunnen quert eine weitere subaquatische Moräne den Vierwaldstätter See (Abb.1). Der Stirnwall erhebt sich bis auf 384 m, das dadurch abgedämmte Zungenbecken fällt bis auf 309 m ab. Dieser Stand, das Chindli-Stadium, zeichnet sich am S-Fuss des Urmiberges durch Moränen ab (HANTKE 1958, 1961b).

Im Rigigebiet sind uns, vor allem im tiefen Teil, zahlreiche *Findlinge* als Zeugen der Eiszeiten überliefert, meist Granite und Gneise aus dem Urner Reusstal. Häufig liegen sie auf Wallmoränen (Seebodenalp, Rufiberg) oder gelangten, zusammen mit feinerem Moränenschutt, in Nischen und



Abb.12: Markanter Endmoränenwall auf der Rotenflue-Allmig (W Rigi Scheidegg), der wohl das Gersau-Stadium eines Lokalgletschers aus der Nische der Beinbrechi bekundet.

auf Absätzen der Berghänge zur Ablagerung: um Halten-Timpel am Urmiberg (Abb.11), in der Senke zwischen Gersau und Lauerzer See, bei Hinterbergen, auf Nagelfluhbändern N Vitznau, am Abhang zwischen Seebodenalp und Küssnachter See, auf den Nagelfluh-Terrassen S Arth und Goldau.

#### *Lokalvergletscherungen*

Die Rigi mit Hochflue (1699 m), Scheidegg (1656 m) und Kulm (1798 m) ragte nicht nur in den würmzeitlichen Hochständen, sondern noch im frühen Spätwürm in die Firnregion, was sich in einer Lokalvergletscherung äusserte (HANTKE 1980, 1983).

An den steilen Flanken auf der NW-Seite der Rigi stiegen in den würmzeitlichen Maximalständen bis ins frühe Spätwürm zwei Kargletscher gegen die Seebodenalp ab.

Moränen bei Stockboden und oberhalb Alpetli belegen den maximalen Eisstand, kleine Wälle bei Hinterboden und Holderen den nächst jüngeren. Östlich Rigi Kulm liegen zwei kleine Wälle auf der Alp Zingel. Durch das Tal der Rigiaa stiess ein Gletscher bis zum Zugersee-Arm des Reuss-Gletschers. Jüngere Moränenreste und eine Endmoräne sind bei Resti, eine Seitenmoräne beim Klösterli zu beobachten. Auf der S-Seite des Rotstockes entwickelte sich ein Firnfeld mit zwei ausgeprägten Moränenwällen zwischen Romiti und Kaltbad (KOPP 1954).

Schöne Moränenwälle haben sich im Gebiet der Scheidegg erhalten: auf der Rotenflue-Allmig lassen sich ein tieferer (=Vitznau/Goldau-Stadium) und ein höherer (Abb.12) Wall (Chindli-Stadium) eines aus dem Beinbrechi-Kar vorstossenden Gletschers erkennen. Auf der S-Seite des Scheid-



Abb.13: Auf der NE-Seite der Hochflue stieg ein Lokalgletscher gegen Gurgen–Ottenfang ab. Die Wallmoräne bei Gisler (auf 1150 m) dürfte das Vitznau/Goldau-Stadium belegen.

egg-Grates umschließen Moränenwälle zungenförmige Hohlformen bei Altstafel und Nüstafel. Dieser Stand ist wohl mit dem Vitznau/Goldau (=Nasen)-Stadium zu parallelisieren.

Auf der NE-Seite der Hochflue lassen sich dem Gisikon-Honau(=Hurden)-Stadium zuzuordnende Moränen bis 950 m herab beobachten (bei Ottenfang). Jüngere Wälle, die noch bis 1100 m und weiter E bis 1150 m herabreichen (bei Ober Gurgen, Abb.13), dürften das nächst jüngere Vitznau/Goldau-Stadium bekunden.

Am Rossberg erkannte KOPP (1946) mehrere aus den N-Karen ins Hürital abfliessende Lokalgletscher. Im Zürich-Stadium hat sich der Hüri-Gletscher noch mit dem Aegeiri-Arm des Reuss-Gletschers vereinigt. Rückzugsstadien (Nasen- und Chindli-Stadium) zeichnen sich bei den Rossberg-Glet-

schern zwischen Frutten und Alpli, auf dem Urzlenboden und bei der Alp Hürital ab.

#### *Bergstürze, Rutschungen, Sackungen*

##### *Hochflue-Kette*

Berücksichtigt wegen seiner häufigen Steinschläge und Felsstürze ist der *Vitznauer oder Gersauer Stock*. Die E- und NW-Abhänge des Berges sind von einem Gürtel von Gehänge- und Bergsturz-Schuttmassen begleitet, die z. T. erst durch ganz junge Felsstürze geliefert worden sind.

Der Nordabhang der *Hochflue* bis gegen den Lauerzer See hinab ist von mächtigen Schuttmassen bedeckt, die auf verschiedene Bergstürze zurückzuführen sind (Abb.14).

#### *Flyschzone mit helvetischen Schürflingen*

Die subalpine Flyschzone ist reich an Ter-



Abb.14: Bergsturzblock aus Schrattenkalk bei der Alp Ober Gurgen auf der N-Seite der Hochflue. Der Felsblock zeigt die Verwitterungsformen («Schratten»), welche dem Gestein den Namen geben.

rainbewegungen. Neben Felsschlipfen und Schuttrutschungen an den Hängen SW Lauenz sind auch reine Erdschlipfe – Abgleiten der obersten Humus- und Schuttdecke – häufig.

#### *Molassegebiet der Rigi*

KOPP (1971) gibt an, dass in prähistorischer und in historischer Zeit von den Rigihängen über 50 Bergstürze losgebrochen sind, und dass ein Drittel der Fläche der Rigi aus Bergsturztrümmern besteht.

Die starke Zerklüftung der Nagelfluhbänke begünstigt die Durchnässung der Mergelzwischenlagen und führte zur Auslösung zahlreicher Bergstürze, bei denen Nagelfluhmassen abgeglitten sind (Abb.15). Der bedeutendste Sturz ist jener der *Lützelau*. Der Ausbruch erfolgte an den Nagelfluhwänden am Grat Steiglen–Chänzeli–Geiss-

rügen. Das Ablagerungsgebiet umfasst etwa zwei Quadratkilometer und reicht bis zum Vierwaldstätter See. Nach KAUFMANN (1872) soll der Bergsturz im 18. Jahrhundert niedergebrochen sein. In historischer Zeit ereigneten sich von den Nagelfluhbändern oberhalb Orenfad weitere Felsstürze, einer verschüttete 1661 das Heilbad Lützelau samt Kapelle.

Der Bergsturz von *Unterwilen*, durch den die älteste Siedlung von Vitznau verschüttet worden sein soll, ist aus der Felswand unterhalb Chligruebis–Schwärtwald ausgebrochen. Der oberste Teil der abgeglittenen Felsbänke ist nach kurzer Fahrt stehengeblieben und bildet die vier Klammern, schmale Felszinnen, die durch eine Schlucht vom anstehenden Fels getrennt wurden. Die unterste, der Höchstein, ist eine Felsnadel SW Chligruebis (KOPP 1971).

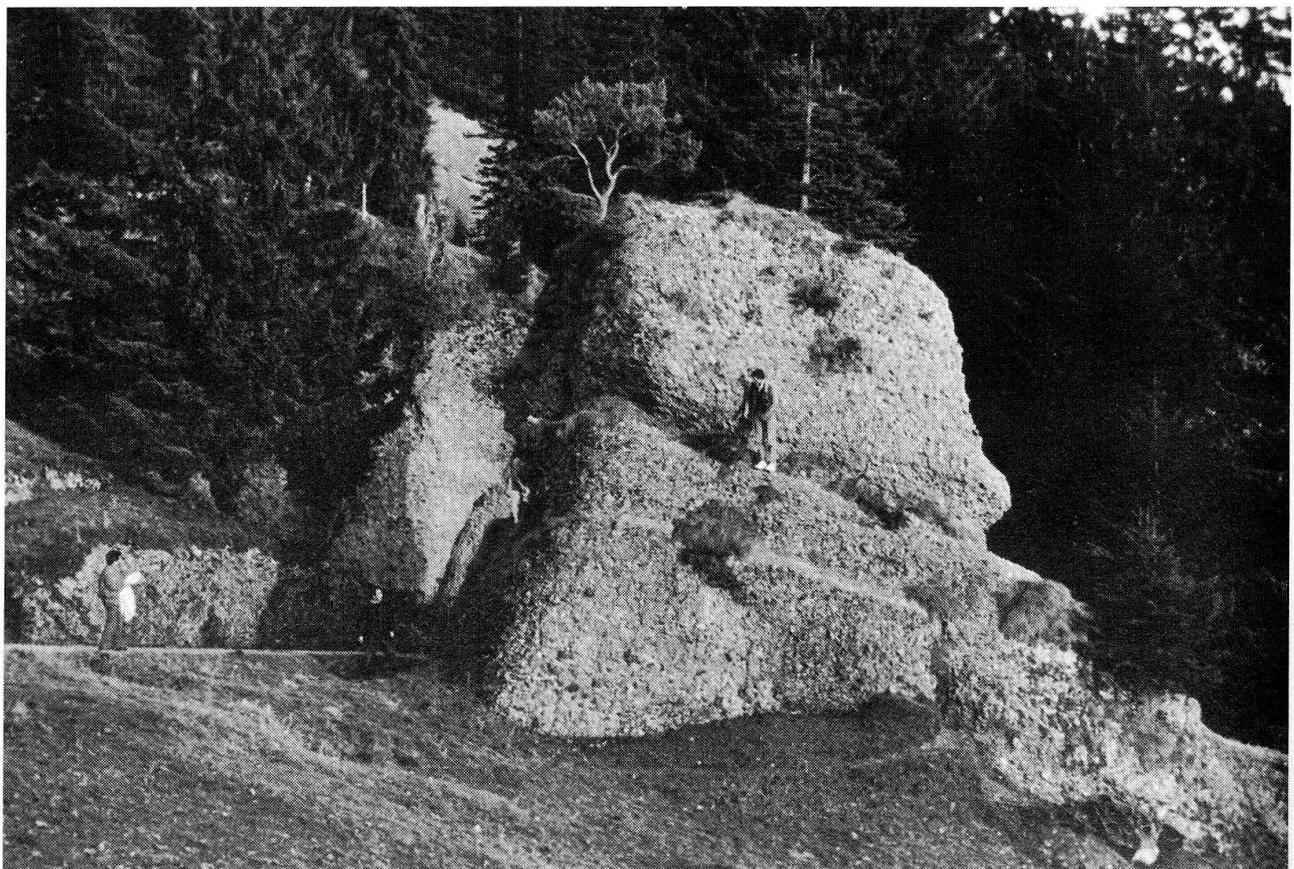


Abb.15: Nagelfluhblock eines beim Chänzeli niedergegangenen kleinen Bergsturzes. Bergsturztrümmer nehmen an der Rigi einen bedeutenden Flächenanteil ein und prägen das Landschaftsbild entscheidend mit.

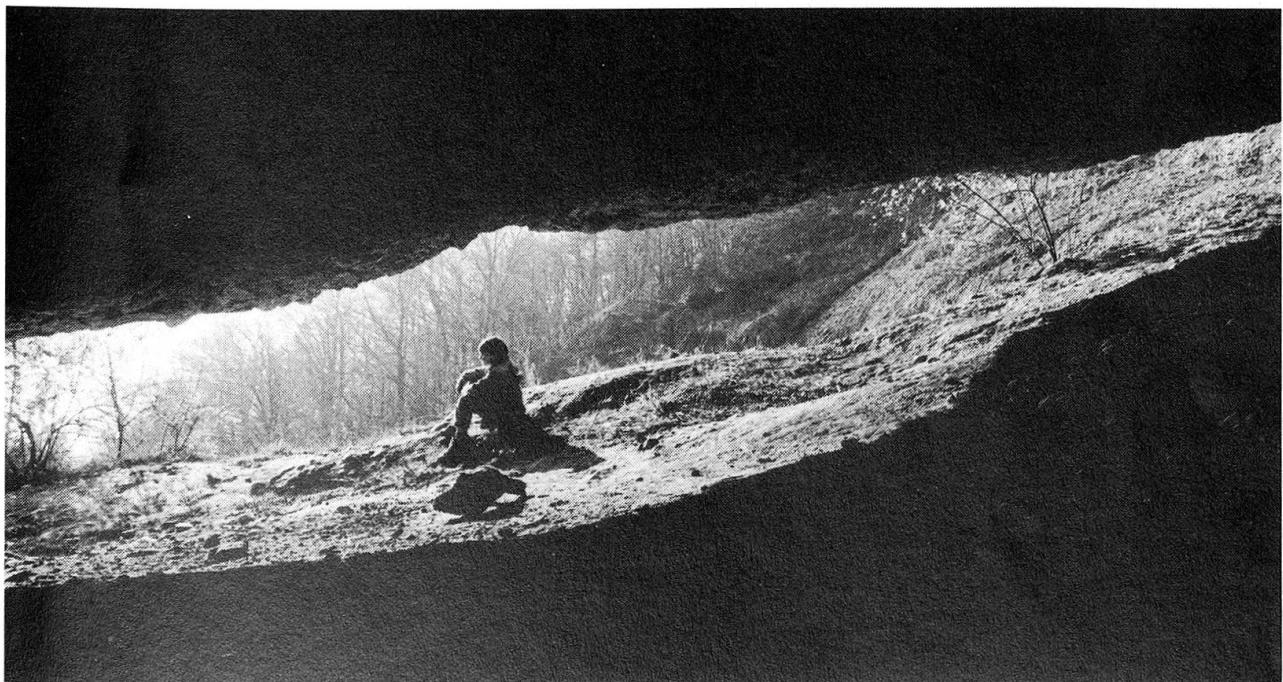
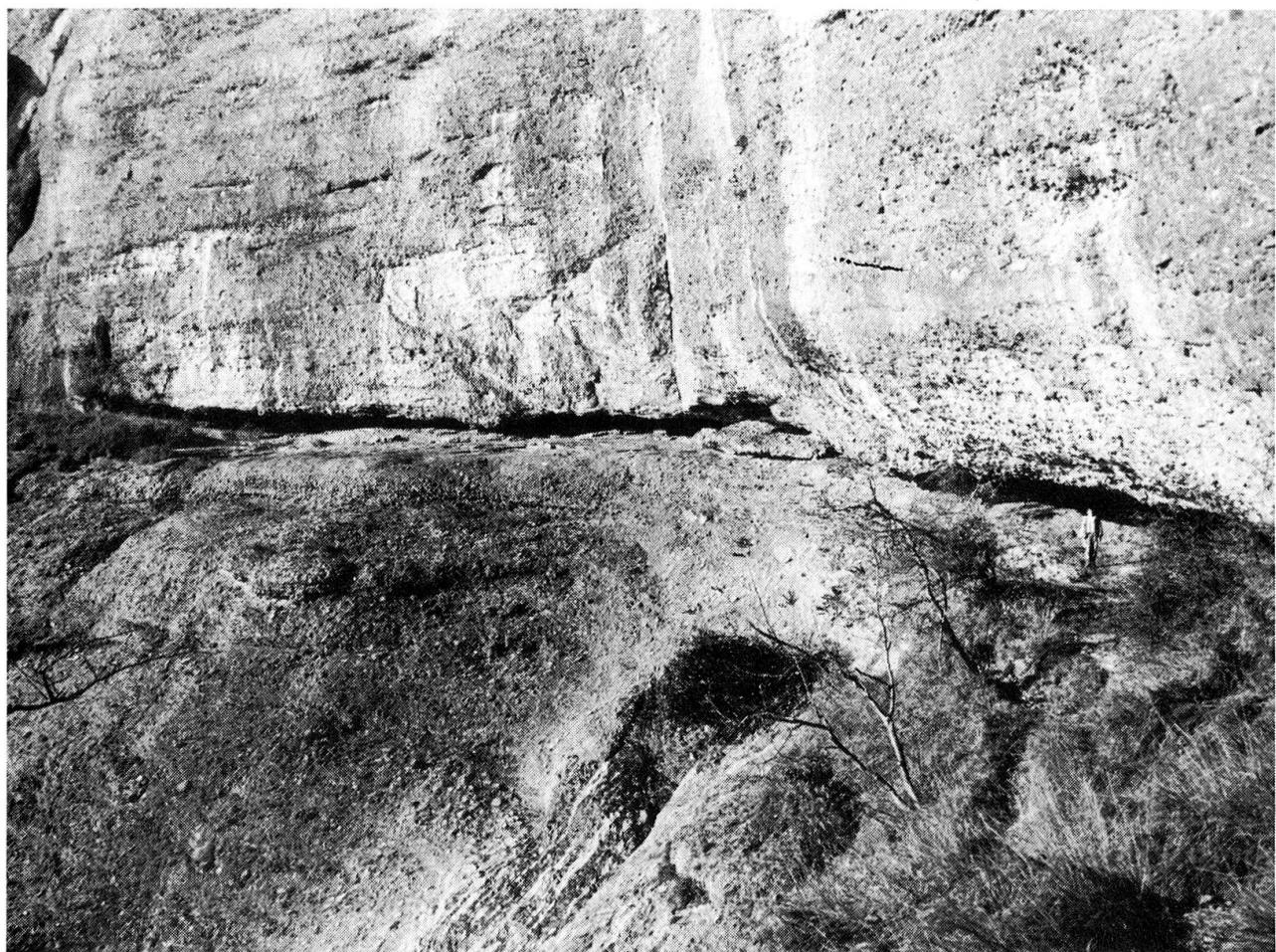


Abb.16: Die Steigelfadbalm oberhalb Vitznau, entstanden durch Verwitterung einer auskeilenden Mergelschicht. Die gegen 20 m tiefe Höhle wurde in den Jahren 1913/1914, 1921–1925 und 1937 von AMREIN (1939) eingehend untersucht.

Am 21. Mai 1674 (laut Pfarrbuch) ging die *Gassrübi* bei Vitznau nieder. Von der Ausbruchsnische unterhalb Gass (NNW Eselberg) löste sich eine Nagelfluhplatte, die nach Angaben von KAUFMANN (1872) etwa 200 m breit und 400 m lang war. Beim Abrutschen löste sie sich in gewaltige Blöcke auf, die durch die Schlucht des Altdorfbachs bis Vitznau hinunterstürzten.

Ein grosser Moränen-Rutsch, der *Berglirutsch*, hat NW Chänzeli stattgefunden und das Gelände von Greppen fächerförmig überschüttet (KOPP 1971).

#### *Rossberg*

Die vom Rossberg gegen Goldau einfallenden, durch Mergellagen getrennten Nagelfluhplatten von subalpiner Molasse neigten stets zum Abgleiten als ganze Pakete. Mehrmals gingen auch Bergstürze nieder (KOPP 1937). Niedergänge von Felsstürzen reichen am Rossberg bis in die Zeit des spättriss- und des würmzeitlichen Eisabbaues zurück, was durch zahlreiche, bis mehrere 100 m<sup>3</sup> grosse erratische Blöcke im östlichen Reuss-Gletschergebiet belegt wird. Aus prähistorischer Zeit ist ein Bergsturz bekannt, der vom westlichen Gnipen gegen Oberarth niedergefahren ist. Der Sturz von 1222 zerstörte das Dorf Röthen, und der von 1806 gilt als *grösster geschichtlicher Felsenschlipp der Schweiz*. Nach anhaltenden Niederschlägen öffneten sich im Frühjahr 1806 in der Molasse-Nagelfluh am Gipfelgrat vorgezeichnete, rasch aufreissende Klüfte; durch sie drang Schnee- und Regenwasser ein und schmierte die unterliegende Mergellage. Frontal stauten sich Erdwülste auf und schoben sich übereinander. Am späten Nachmittag des 2. September fuhren mit mächtigem Getöse und gewaltiger Druckwelle gegen

40000000 m<sup>3</sup> Nagelfluh-Gestein auf 4 km langer Sturzbahn über 1000 m zutal, breiteten sich strahlenförmig aus, begruben die Dörfer Goldau, Röthen und Busingen unter den Trümmern, verwüsteten in wenigen Augenblicken ein Areal von über 6,5 km<sup>2</sup> und hüllten die ganze Gegend in eine gewaltige Steinstaubwolke. 102 Wohnhäuser, 2 Kirchen und 220 Scheunen und Ställe wurden zerstört. 457 Menschen fanden den Tod; 206 vermochten sich in Sicherheit zu bringen, nur 14 konnten lebend geborgen werden. Kleinere Stürze brachen 1897 und 1910 nieder.

#### *Höhlen*

Auf der Hochflue-Kette sind durch Verwitterung von Kalkgestein entstandene Löcher und kleine Höhlen nicht selten. Die bekannteste ist das *Drachenloch*, eine unzugängliche, enge, runde Öffnung im Schrattenkalk W des Gipfels des Vitznauer Stocks. Der darüber vorspringende Felskopf wird *Drachensessel* genannt (KAUFMANN 1872). Auf der S-Seite des Vitznauer Stocks befindet sich die *Gafelbalm*.

In den *Nagelfluh-Felsbändern* der Rigi haben sich oberhalb 800 m etwa ein Dutzend Höhlen, *Balmen*, gebildet (AMREIN 1939). Sie sind durch Verwitterung der Mergellagen entstanden. Tritt eine Quelle aus – wie bei der Grubisbalm –, so wird die Aushöhlung gefördert. Die höchste Höhle ist die Bruedersbalm auf etwa 1500 m S Rigi Kulm. An den W- und S-Hängen des Dossen finden sich sechs grössere Balmen. Die bekannteste ist die *Steigelfadbalm* (Abb.16) oberhalb Vitznau (auf ca. 980 m). Die Höhle diente seit der Bronzezeit Jägern, Hirten und Tieren zeitweilig als Unterstand.

## Zur Landschaftsgeschichte

RENÉ HANTKE

### *Die Rigi–Rossberg-Schüttung als Erbe der Eggberge-Schüttung*

Nach der Schüttung des mitteloligozänen *Eggberge-Fächers* bei Altdorf als frühester Schuttfächer in der Zentralschweiz, zeichnet sich im penninischen Raum eine Verschiebung der Liefergebiete ab. Mit der Unteren Süsswassermolasse, im Rigi–Rossberg-Fächer mit der bis 1200 m mächtigen *Weggiser Nagelfluh* mit Kalk-, Dolomit- und hohen Anteilen an Flysch-Geröllen, hat sich das Einzugsgebiet verlagert. Mit dem Ausfall des Quellastes aus dem Brenno della Greina-Gebiet als Folge beginnender Hebung des Gotthard-«Massivs», hat es sich auf nähere Areale beschränkt: auf das Bündner Oberland und das westliche Mittelbünden, auf ein Kalk-Dolomit-Hinterland mit Flysch. Die als Gerölle vorliegenden Gesteinsserien waren wohl schon von den Deckenfronten losgetrennt und passiv, als Klippen, auf vorgleitendem N-penninischen Deckenland gegen NW bewegt worden.

An der *Rigi* und am *Rossberg* setzt über der Weggiser Kalknagelfluh eine Schüttung mit Kristallin- und Radiolarit-Geröllen ein, zunächst eine 400 m mächtige *Radiolarit-Serie*. Aufgrund von Spuren-Elementen stammen die bis 32% ansteigenden Radiolarit-Gerölle aus Cu-reichen, hochpenninischen Gebieten (STÜRM 1973). Darüber folgt die *Bunte Rigi-Serie*: 1400 m Kalk-Dolomit-Nagelfluh mit 5–20% vorab roten Rigi-Granit-, bis 16% Mocausa-Geröllen, bis 15% Radiolarit- und Unterkreide-Kalk- und bis 45% Flysch-Geröllen. Sie dürften teils aus Äquivalenten der Simmen-Decke, teils aus der Allgäu- und Lechtal-Decke stammen (H.-P. MÜLLER 1971). Dies muss sich

schon in einer Frühphase des Decken-Vormarsches ereignet haben, als die Decken unterwegs zu ihrer heutigen Lage N der Arlberg-Linie und in die Zentralschweiz waren.

Als höchste Abfolge erfolgte darüber 750 m *Scheidegg-Schüttung*, eine Flysch-Kalksandstein-Nagelfluh mit bis über 70 cm grossen Geschieben. Aufgrund fossiler Flören am Rossberg sind die groben Schüttungen nach dem jüngeren Chattian, wohl im frühen Aquitanian erfolgt; dies deckt sich mit Landschnecken aus dem Rossberg-Bergsturzgut.

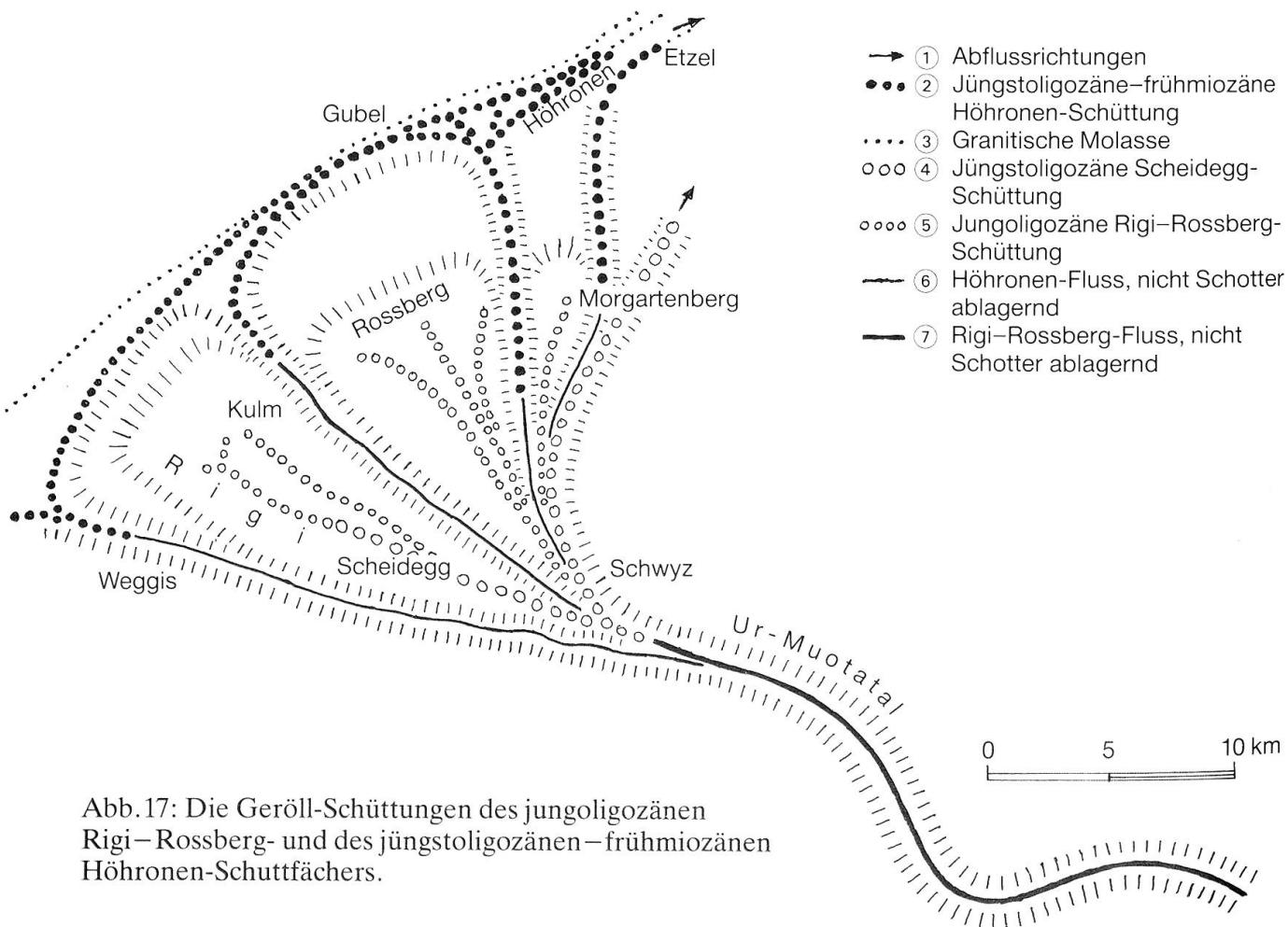
### *Die Schuttfächer-Wurzeln und der Schüttungsweg*

Im Gegensatz zum Eggberge-Fächer lagen die Wurzeln der Rigi–Rossberg-Fächer externer, unter dem Talkessel von Brunnen–Schwyz und weiter SE, unter dem vorderen Muotatal. Schon für die tiefste, die Weggiser Nagelfluh, und vorab für die jüngeren Rigi-Schüttungen, bietet sich jene Quertalung an, durch die später die helvetischen Decken mit den Klippen der östlichen Zentralschweiz auf ihrem Rücken vorgefahren sind: die Anlage der Bisistal-Senke. Das Schuttgut der Scheidegg-Nagelfluh stammt aus näheren, rechtsseitigen Ästen. Aufgrund der Geröllgrösse muss der Fluss wiederholt durch Bergsturzgut und Murgänge verbaut gewesen sein, so dass sich dahinter Seen gestaut haben. Diese sind katastrophenartig durchgebrochen und haben die Schuttriegel, als später zu Nagelfluhbänken verfestigte Schichtfluten, ins Vorland geschüttet.

SE der durch die Bisistal-Senke nachgezeichneten Talung, lässt sich die Herkunft des Rigi–Rossberg-Flusses unter dem Urnerboden über Linthal–Panixer Pass gegen Ilanz skizzieren. Der Bereich des Panixer Passes zeichnet sich wiederum durch eine weite Quersenke ab. Durch sie sind – Jahr-millionen später, im jüngeren Miozän – die zentralen Glarner Schubmassen nach NW vorgefahren.

Aus dem Vorderrheintal zielt die jungoligozäne Talung gegen das Domleschg. Als Liefergebiet ergibt sich geometrisch und geröllmässig *Schams*, *Rheinwald* und *Avers*. Später, im jüngsten Oligozän und im frühesten Miozän, kam mit der Anlage der Schin-Schlucht das Oberhalbstein hinzu, was die Gerölltracht bestätigt (SPECK 1953). Zugleich scheint es, als ob mit der Aufwölbung der Tessiner Kulmination, die nach dem mittleren Oligozän begann und im jüngeren sich verstärkt hat, das Einfallen der höheren Decken nicht nur gegen N, sondern auch

gegen E und W sich verstieilt hat. Die einst mächtige Überlagerung der tieferen Tessiner Decken – rund 20–25 km – werden durch den Metamorphosegrad belegt. Ein rein erosiver Abtrag in erdgeschichtlich junger Zeit steht in Widerspruch zur Morphogenese; hingegen lässt sich das Fehlen der Gesteine beim steilen Achsengefälle durch seitliches Abgleiten der Walliser und Bündner Decken erklären. Zugleich wären die zentralen Querrinnen, unterstützt durch laufendes Nachbrechen von Schutt längs der Schichtköpfe, ebenfalls ostwärts gewandert. Damit hätten sich nicht nur die Schüttungszentren im Vorland, sondern auch die Liefergebiete gegen E verschoben. Selbständig gewordene Klippen dürften auf bewegter und strukturell laufend sich verändernder Unterlage vom Abtrag erfasst worden sein. Dies führte bei starreren Gesteinen – Dolomiten, kieseligen Kalken, Radiolariten und Quarzsandsteinen – zu Klüften und randlichem Zerbrechen der Gesteine. Der zutal-



gefahrene Schutt staute Seen auf, die sich beim Ausbruch als Schuttflut ins Vorland ergossen. Vom mitgeführten Kalkschlamm wurden sie zu Nagelfluh zementiert.

### *Die Ablösung der Rigi–Rossberg- durch die Höhronen-Schüttung*

Die gegen NE, gegen Einsiedeln abklingenden Konglomerate wiesen im frühen Miozän der *Höhronen-Schüttung* den Weg ins Alpen-Vorland. Da das Relief im zentralen Bereich des Rigi–Rossberg-Fächers schon zu hoch emporragte, konnten die nur wenig jüngeren Höhronen-Sedimente die oligozänen Rigi–Rossberg–Morgarten-Bereiche nicht mehr überschütten. Die jüngere Schüttung ergoss sich daher, nach Austritt aus der angestammten Bisistal-Rinne, schon durch erste Talungen und Öffnungen Richtung Etzel–Höhronen, den Sattel zur Gottschalkenber–Gubel-Kette, zum Zuger See und längs dem SW-Rand der Rigi. Mit mehreren kleinen Schuttfächern verbreiteten sie sich im Vorland (Abb.17).

### *Die jüngere Talgeschichte*

Im jüngsten Miozän wurde die im Strömungsschatten vor dem oligozänen Schottersträngen abgelagerte untermiozäne Schüttung unter die starren Nagelfluh-Schollen bewegt. Dies hat die Ausbildung dachziegelartig übereinander geschobener Schubpakete begünstigt.

Damit fallen die ersten Anlagen der Täler um die Rigi bereits in die Zeit der Molasse-Schüttung. Durch die Aufrichtung der einzelnen Schuppen verstärkte sich dieser Prozess, indem die Anlagen verschert wurden und Zuger See und Ägeri-Talung entstehen liessen.

In den Kühl- und erst recht in den Kaltzeiten des Pleistozäns stiess der Reuss-Gletscher mehrfach bis in den Bereich des Vierwaldstätter- und Zuger Sees vor. Durch den Frost wurden die Talungen erweitert, und durch das vorstossende Eis bereits in der ausgehenden Tertiärzeit und besonders im Eiszeitalter wurde der jeweils aufbereitete Schutt verfrachtet.

## LITERATURVERZEICHNIS

- AMREIN, W. (1939): *Urgeschichte des Vierwaldstätter Sees und der Innerschweiz*. Aarau.
- BAUMBERGER, E. (1929): *Die Deutung des Rigi- und Rossbergprofils auf Grund neuer Fossilfunde*. Verh. natf. Ges. Basel, 40.
- \* – (1931): *Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand*. Eclogae geol. Helv., 24/2.
- \* – (1934): *Exkursion Nr. 54. Umgebung von Luzern–Rigi*. Geolog. Führer Schweiz 10 – Basel (Wepf).
- BAUMBERGER, E., & MENZEL, P. (1914): *Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstätter Sees*. Mém. Soc. paléont. suisse, 40.
- \* BUXTORF, A. (1952): *Orientierung über die Geologie der Berge am Vierwaldstätter See und die Probleme der Entstehung des Sees*. Verh. schweiz. natf. Ges. Luzern (1951).
- BUXTORF, A., et al. (1916): *Erläuterungen zur geologischen Karte der Righochfluhkette*. Geol. Karte Schweiz, 14.
- BUXTORF, A., & KOPP, J. (1943): *Über das Unterstamlien der Rigi und über Querbrüche in der Molasse zwischen Vierwaldstätter- und Zuger See*. Eclogae geol. Helv., 36/2.
- EBEL, J. G. (1808): *Bau der Erde: Durchschnitt der Rigi, enthalten in dem «Alpenprofil durch den St. Gotthard»*. Zürich (Orell Füssli).
- ESCHER VON DER LINTH, ARN. (1847): *Bemerkungen über das Molassegebilde der östlichen Schweiz*. Mitt. natf. Ges. Zürich, 1/7.
- ESCHER VON DER LINTH, H. C. (1807): *Profilreise von Zürich bis an den Gotthardt*. Alpina, 2.
- FREI, R. (1963): *Die Flyschbildungen in der Unterlage von Iberger Klippen und Mythen*. Zürich (Schmidberger & Müller).
- FRÜH, J. J. (1888): *Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz*. N. Denkschr. schweiz. Ges. ges. Natw., 30/1.
- HANTKE, R. (1958): *Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit*. Eclogae geol. Helv., 51/1.
- (1961a): *Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal*. Vjschr. natf. Ges. Zürich, 106/1.

- (1961b): *Zur Quartärgeologie im Grenzbereich zwischen Muota/Reuss- und Linth/Rheinsystem*. *Geographica Helv.*, 16/4.
- (1967): *Exkursion Nr. 32 Vierwaldstätter See mit Variante 32a: Altdorf–Isleten–Bauen*. *Geol. Führer Schweiz* 7 – Basel (Wepf).
- (1978, 1980, 1983): *Eiszeitalter 1–3 – Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete*. Thun (Ott).
- \* – (1986): *Zur Entstehung des Vierwaldstätter Sees*. Schweizer Hotelj. (1986)/2.
- HANTKE, R., et coll. (1967): *Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete*. *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 112/2.
- HEER, O. (1859): *Flora tertiaria Helvetiae*, 3. Winterthur.
- \* HEIM, ALB. (1919, 1922): *Geologie der Schweiz*, 1, 2. Leipzig (Tauchnitz).
- KAUFMANN, F. J. (1860): *Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse*. *N. Denkschr. schweiz. natf. Ges.*, 17.
- (1872): *Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz*. *Beitr. geol. Karte Schweiz*, 11.
- KOPP, J. (1937): *Die Bergstürze des Rossberges*. *Eclogae geol. Helv.*, 29/2 (1936).
- (1937): *Demonstration einer geologischen Karte der Südseite der Rigi*. *Eclogae geol. Helv.*, 30/2.
- (1946): *Die Vergletscherung der Rossberg-Nordseite*. *Eclogae geol. Helv.*, 39/2.
- (1954): *Die Lokalvergletscherung der Rigi*. *Eclogae geol. Helv.*, 46/2 (1953).
- (1962): *Erläuterungen zu Blatt Luzern*. *Geol. Atlas Schweiz* 1:25 000. – Schweiz. geol. Komm.
- (1971): *Die Geologie*. In: *Rigi, Königin der Berge*. Bern (Hallwag).
- KOPP, J., & MARTIN, G. (1939): *Die Hauptaufschiebung der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und Ägerisee*. *Eclogae geol. Helv.*, 31/2 (1938).
- LÜDI, W. (1953): *Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen*. Veröff. Rübel, 27.
- MÜLLER, H.-P. (1971): *Geologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse zwischen Einsiedeln und oberem Zürichsee (Kt. Schwyz)*. *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 116/1.
- RENZ, H. H. (1937): *Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein*. *Eclogae geol. Helv.*, 30/1.
- RISSI, A. (1968): *Geologische Untersuchungen in der Unterer Süßwassermolasse des Rossberggebietes*. Unpubl. Diplomarb. Geol. Inst. ETH Zürich.
- RÜTIMEYER, L. (1877): *Der Rigi: Berg, Thal und See*. Basel – Genf – Lyon (Georg's).
- SAUSSURE, H. B. DE (1796): *Voyages dans les Alpes*, 3. Neuchâtel.
- SPECK, J. (1953): *Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee und Versuch einer paläogeographischen Auswertung*. Diss. Univ. Zürich.
- STUDER, B. (1825): *Beiträge zu einer Monographie der Molasse*. Bern (Jenni).
- (1853): *Geologie der Schweiz*, 1, 2. Bern (Stämpfli).
- STÜRM, B. (1973): *Die Rigi-Schüttung: Sedimentpetrographie, Sedimentologie, Paläogeographie, Tektonik*. Diss. Univ. Zürich.
- WEITERE LITERATUR: siehe Angaben mit \*

## VERZEICHNIS DER GEOLOGISCHEN KARTEN

- BUXTORF, A. (1913): *Geologische Karte der Pilatus–Bürgenstock–Righochfluhkette, Blatt 3: Righochfluhkette*, 1:25 000. *Geol. Spez.-Karte*, 29a.
- BUXTORF, A., et al. (1916): *Geologische Vierwaldstättersee-Karte*, 1:50 000. *Geol. Spez.-Karte*, 66a.
- (1916): *Profile zur geologischen Vierwaldstättersee-Karte*. *Geol. Spez.-Karte*, 66b.
- BUXTORF, A., & KOPP, J. (1943): *Die tektonischen Verhältnisse am NW-Fuss der Rigi*, 1:33 333. *Eclogae geol. Helv.*, 36/2: 297.

- HANTKE, R., et coll. (1967): *Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete*, Bl. 2, 1:50 000. *Vjschr. natf. Ges. Zürich*, 112/2.
- KAUFMANN, F. J. (1872a): *Karte der Vitznauer und Gersauer Tobel*, 1:8333. *Beitr. geol. Karte Schweiz*, 11: Taf. 5.
- (1872b): *Hochfluhkette*, 1:12 500. *Ibid.*
- (1872c): *Lowerzerstock*, 1:8333. *Ibid.*
- KOPP, J., BENDEL, L. und BUXTORF, A. (1955): *Blätter 202–205: Luzern – Geol. Atlas Schweiz*, 1:25 000. Schweiz. Geol. Komm.

Andreas Vogel  
Gersagstrasse 22  
6020 Emmenbrücke

Prof. Dr. René Hantke  
Geolog. Institut der ETH  
Sonneggstrasse 5  
8092 Zürich