

Die Vergletscherung der Schweiz im Würmmaximum

Autor(en): **Jäckli, Heinrich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **55 (1962)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-162924>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Die Vergletscherung der Schweiz im Würmmaximum

Von Heinrich Jäckli (Zürich)

Mit einer Karte (Tafel I)

I. Darstellung auf älteren Vergletscherungskarten der Schweiz

Das Phänomen der pleistozänen Vergletscherung lockt und zwingt wie kaum eine andere geologische Erscheinung des Festlandes zur kartographischen Darstellung. Neben zahlreichen Detailkarten, besonders aus dem schweizerischen Mittelland, gibt es aber doch nur auffallend wenige Gesamtdarstellungen der Würmvergletscherung der Schweiz, die im folgenden kurz erwähnt seien und denen nun eine weitere beigelegt wird.¹⁾

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts brachten geologische Karten der Schweiz als jüngste Ablagerungen lediglich die jungtertiäre Molasse zur Darstellung, während quartäre Bildungen, insbesondere Moränen und fluvioglaziale Schotter, noch nicht dargestellt wurden.

Die erste gesamtschweizerische Karte mit Eintragung der pleistozänen Gletschergebiete findet man bei OSWALD HEER (1864): «Die Urwelt der Schweiz», wo in der «Geologischen Übersichtskarte der Schweiz 1:1520000» nicht bloss einige der wichtigsten Endmoränenwälle des Are-, Reuss- und Linthgletschers und des Tessinsgletschers angegeben, sondern wo auch im Mittelland und am südlichen Alpenrand die von den verschiedenen pleistozänen Gletschern eingenommenen Areale mit Flächenrastern dargestellt sind.

Eine sehr detaillierte Vergletscherungskarte der Schweiz (ausgenommen Tessin- und Inngebiet) publizierte ALPHONSE FAVRE (1884), der auf den 4 Blättern der Generalkarte 1:250000 in verschiedenen Farben die einzelnen Gletschergebiete ausschied und dabei auch Wallmoränen, Grundmoränendecken und erratische Blöcke angab; er grenzte zudem das von den Gletschern eingenommene Areal gegenüber den darüberliegenden Firngebieten ab, so dass seine Karte auch ein angenähertes Bild über das Ausmass der Vereisung in den Alpentälern gibt.

28 Jahre später zeichnete ROMAN FREI (1912) eine «Karte der diluvialen Gletscher der Schweizeralpen 1:1000000», die in den Beiträgen zur Geologischen Karte der Schweiz und später auch in ALBERT HEIMS «Geologie der Schweiz»

¹⁾ Die auf Tafel I dargestellte «Karte der letzten Vergletscherung (Würmeiszeit der Schweiz)» erscheint im Original auf der «Geotechnischen Karte der Schweiz, zweite Auflage, Nordostblatt», herausgegeben von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission unter dem Präsidium von Prof. Dr. F. DE QUERVAIN. Autor und Redaktor danken der genannten Kommission für die Erlaubnis, im Fortdruck diese Karte auch in den «Eclogae geol. Helv.» publizieren zu können.

Die Schweizerische Stiftung für alpine Forschungen hat es ermöglicht, diese Karte als Beilage für die «Eclogae geol. Helv.» herauszugeben, wofür ihr hier ebenfalls verbindlichst gedankt sei.

(1919) Aufnahme fand. Sie wurde leicht vereinfacht auch 1932 auf Blatt 2 der «Geotechnischen Karte der Schweiz» übernommen. Die einzelnen Gletschergebiete wurden ähnlich wie bei A. FAVRE farbig angegeben, die Grenzgebiete zweier Gletscher als breite Mischzonen dargestellt und konsequent Riss- von Würmvergletscherung unterschieden, während allerdings im Alpengebiet lediglich die hydrographischen Einzugsgebiete ohne seitliche Gletschergrenzen angegeben wurden.

1924 erschien PAUL BECKS «Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen». Er legte das Hauptgewicht auf die Darstellung der Rückzugsstadien, besonders im inneralpinen Gebiet, wogegen der Maximalstand lediglich im Mittelland und im Tessin, jedoch nicht in den Alpen dargestellt wurde.

Schliesslich enthält der Schweizerische Mittelschulatlas seit der 8. Auflage 1939 eine kleine Karte «Diluviale Vergletscherung 1:2000000», entworfen von F. NUSSBAUM unter Benützung der Karte von ROMAN FREI (1912).

Die Erstellung einer 2. Auflage der «Geotechnischen Karte der Schweiz» bot mir die Gelegenheit, die seinerzeit in der 1. Auflage dieser Karte nach ROMAN FREI von F. DE QUERVAIN und R. U. WINTERHALTER gezeichnete Vergletscherungskarte neu zu bearbeiten, wobei ich methodisch und darstellungstechnisch auch etwas anders vorgehen konnte: Die einzelnen Gletschergebiete wurden nicht mehr mit verschiedenen Farben auseinandergehalten, dagegen wurde das verfirnte Eisstromnetz im Alpeninnern mit seinen seitlichen Rändern dargestellt, ähnlich wie das schon bei ALPHONSE FAVRES Karte (1884) der Fall war, so dass die Nunatakker, d. h. jene Gipfel, die aus der allgemeinen Eisoberfläche herausragten, zur Darstellung gelangen. Ferner wurde die Oberfläche des Eises für die Zeit des Würmmaximums mit Höhenkurven dargestellt, wodurch diese Karte auch ein Bild über die Eisdicke, die Strömungsrichtung und das Oberflächengefälle des Eises vermittelt.

Allerdings ist auch diese Darstellungsart weder neu noch originell, wurde aber bisher leider nie für das ganze Gebiet der Schweiz einheitlich angewandt, sondern stets nur für einzelne Teile der Alpen. Dazu gehören Figuren in: PENCK und BRÜCKNER (1909), LAUTENSACH, A. (1912), VON KLEBELSBERG, R. (1933 und 1935), KRASSER, L. (1936), ANNAHEIM, H. (1936), HAUPT, O. H. (1938) sowie die auch drucktechnisch vorzügliche Karte von CASTIGLIONI, B. (1940) «L'Italia nell'età quaternaria» 1:1200000 im Atlante fisico-economico d'Italia.

II. Methodisches

Für die Gewinnung von Anhaltspunkten über die Lage der Eisoberfläche und der seitlichen Gletschergrenze ist zweckmässigerweise zu unterscheiden zwischen dem Ablationsgebiet und dem Akkumulationsgebiet.

A. ABLATIONSGBIET

1. *Randmoränen*

Zur Zeit des Würmmaximums gehörte das Alpeninnere lückenlos zum Akkumulationsgebiet; die Ablationsgebiete lagen ausschliesslich im Mittelland und am nördlichen und südlichen Alpenrand. Beste Dienste leisten hier Randmoränen,

wo diese morphologisch gut und deutlich ausgebildet und noch erhalten sind, wie etwa dem Jurafuss entlang oder im Aargau, dargestellt auf den vortrefflichen Karten von F. MÜHLBERG. Unsicherer sind die Verhältnisse dort, wo typische Randmoränen fehlen, wie etwas nordöstlich von Bern oder beidseits des Tösstals am Nordostrand des Linthgletschers und am Südwestrand des Rheingletschers.

2. *Erratische Blöcke*

Ein weiterer Anhaltspunkt bilden die Erratiker, wobei es aber in der Regel schwierig ist, Findlinge der Rissvereisung von solchen der Würmvereisung oder von Rückzugsstadien zu unterscheiden. Sie eignen sich besser zur Abklärung der Transportwege, der Transfluenzen und der Fließrichtungen als für Altersbestimmungen.

3. *Bodenprofil*

Das relative Alter von Glazialablagerungen, seien es nun Moränen oder Schotter, lässt sich gelegentlich auf Grund des Bodenprofils abschätzen, indem risszeitliche oder ältere glaziale Sedimente, sofern es sich noch um die ungestörte Akkumulationsoberfläche handelt, ein wesentlich reiferes, tiefgründiger verwittertes Bodenprofil aufweisen als würmzeitliche.

4. *Nunatakker*

Wenn die End- und Seitenmoränen die sicherste Angabe für die frontale und seitliche Begrenzung der Gletscher darstellen, so erlauben moränenbekränzte Nunatakker die Eishöhe weiter alpenwärts zu ermitteln. Zu ihnen gehören beispielsweise der Lindenberg im Aargau, der Albis im Zürichbiet, Rigi und Rossberg am Alpenrand, an deren Flanken die Eishöhe des Würmmaximums durch deutlich erhaltene Moränenwälle dargestellt wird.

5. *Eismechanische Überlegungen*

Schliesslich helfen für die Rekonstruktion der Eisoberfläche auch eismechanische Gesetze. Der Gletscher kann mit seiner Sohle zwar über Gegensteigungen klettern, seine Oberfläche dagegen zeigt keine Gegensteigungen, sondern gleichsinniges Gefälle. Für ein und denselben Eisstrom muss zudem in ganz grober Annäherung ein konstantes Produkt aus durchflossenem Querschnitt und Gefälle, die Ablation nicht eingerechnet, angenommen werden, weshalb in untiefen oder engen Passagen das Oberflächengefälle wesentlich grösser sein muss als in weiträumigen Becken.

B. AKKUMULATIONSGBIET

1. *Glazialmorphologie*

Wenn schon im Würmmaximum die Alpen zusammenhängendes Nährgebiet darstellten, dürfen wir dort aus dieser Zeit praktisch keine randlichen Moränenwälle erwarten. Wo aber heute Moränenwälle vorhanden sind, kann es sich nicht um solche des Würmmaximums, sondern wohl fast stets um solche von Rückzugsstadien handeln, als bereits auch im inneralpinen Gebiet Ablation herrschte und Wallmoränen zur Ablagerung gelangen konnten.

Unter diesen Umständen spielen im Nährgebiet zur Bestimmung der Eishöhe morphologische Details wie Gletscherschliffe, Rundhöcker, Schliffkehlen und

Schliffgrenzen eine nicht unbedeutende Rolle. Auf Grund solcher morphologischer Kriterien lassen sich Riss und Würm kaum voneinander trennen. Es ist aber wahrscheinlich, dass im Nährgebiet die Eishöhen während den beiden letzten Eiszeiten nicht sehr verschieden waren, weshalb die darauf beruhenden Fehler auf der Karte kaum stark ins Gewicht fallen dürften.

Die zahlreichen geologischen Karten inneralpiner Gebiete sind zur Bestimmung der Eishöhe meist kaum verwendbar, weil glazialmorphologische Abtragungformen auf ihnen in der Regel nicht dargestellt werden. Kartierte glaziale Ablagerungen sind aber fast stets jünger, gelegentlich aber auch älter als das Würmmaximum, so dass auch mit ihnen wenig anzufangen ist. Dagegen findet man verstreut im Text fast aller geologischer und geographischer Detailarbeiten eine Reihe wertvoller Einzelbeobachtungen, welche erlauben, trotz den grossen Untersuchungslücken gewisse Zusammenhänge zu erkennen.

2. *Eismechanische Überlegungen*

Wie im Ablationsgebiet, so müssen auch im Akkumulationsgebiet die Oberflächen der Würmgletscher auf einer Kurvenkarte eismechanisch vernünftig dargestellt sein. Topographische Karten rezenter Gletschergebiete stellen ein wertvolles Hilfsmittel dar, um analoge Gletscherbilder auch für das Würmmaximum zu konstruieren.

III. **Ergebnisse der neuen Kartendarstellung**

1. *Gletscheroberfläche*

Auf unserer Karte der letzten Vergletscherung (Würmeiszeit) der Schweiz ist die Eisoberfläche des Würmmaximums für das ganze Gebiet der Schweiz in Höhenkurven von 100 m Äquidistanz dargestellt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, offensichtliche Fehlbestimmungen älteren Datums, die meist auf allzu lokalen Befunden beruhen, als solche zu erkennen, d. h. zu niedrige Angaben einem Rückzugsstadium, zu hohe Angaben anderseits der Rissvergletscherung zuzuweisen.

2. *Transfluenzen*

Seit langem sind die grossen, bereits klassisch gewordenen Eistransfluenzen der Würmvergletscherung bekannt. Zu ihnen gehört etwa jene von Chamonix über den Col des Montets (1445 m) ins Rhonetal, des Rhonegletschers nach N über die europäische Hauptwasserscheide zwischen Genfer- und Neuenburgersee (500–700 m ü. M.) ins Aaretal, des Aaregletschers über den Brünig (1002 m) ins Gebiet des Reussgletschers, des Rheingletschers über Wildhaus (1052 m) ins oberste Thurtal. Alle diese Transfluenzen sind schon auf der Karte von ALPHONSE FAVRE, teilweise sogar schon bei OSWALD HEER dargestellt.

Neben diesen bekannteren erkennt man auf unserer Karte aber eine ganze Reihe bisher vielleicht doch etwas wenig beachteter Transfluenzen, wie etwa jene des Saaneeises über Saanenmöser (1272 m) ins Simmental, des Rhoneeises über die Grimsel (2167 m) ins oberste Aaretal, des Rheineises vom obersten Vorderreintal (Val Maighels) über Maighelsspass (2420 m), Lohlenpass (2399 m) und Oberalppass (2044 m) ins oberste Reusstal (P. ECKARDT 1957) oder im Mittelland

die kräftige Transfluenz des Linthgletschers vom Zürichseetal nach Westen zwischen Hohen Rone und Albis (540–700 m) ins Reusstal.

Von besonderer Bedeutung sind solche Transfluenzen aber in Graubünden: Vom Oberengadin quoll das Eis nach Nordwesten über Julier (2287 m) und Albula-pass (2312 m) ins Rheingebiet, nach Westen über den Malojapass (1812 m) ins Bergell, nach Süden über den Berninapass (2230 m) und Jufplaun (2279 m) und S. Giacomo di Fraële (1955 m) ins Veltlin und von dort über die weite Mulde des Apricapasses (1181 m) ins Val Camonica, sich mit dem Ogliegletscher vereinigend. Über Ofenpass (2149 m), Pass da Costainas (2251 m) und Cruschetta (2296 m) (H. H. BOESCH 1937) floss Engadinereis aus dem Inngebiet nach Südosten ins Münstertal und belieferte den grossen Etschgletscher, der in den imposanten Moränen am Süden des Gardasees stirnte. Von der Landschaft Davos floss das Eis nicht bloss nach SW gegen Tiefencastel und nach NE gegen Klosters, sondern auch nach NW über Maienfelder Furka (2440 m), Letschüelfurka (2409 m) und Strelapass (2350 m) ins oberste Schanfigg.

Alle diese Transfluenzen sind glaziologisch wie quartärstratigraphisch von Wichtigkeit. Das Flächenverhältnis von Akkumulations- zu Ablationsgebiet wird durch sie ganz grundlegend beeinflusst, indem natürlich der überquellende Gletscher im Ablationsgebiet relativ zum hydrographischen Einzugsgebiet zu klein, der eisempfangende Gletscher zu grosse Flächen einnimmt.

Beim Vorstoss der Gletscher zu Beginn wie auch bei deren Abschmelzen am Ende der Würmeiszeit musste das Einsetzen resp. das Abbrechen von Eistransfluenzen an benachbarten Gletschern häufig zu ganz unterschiedlichen Vorstoss- resp. Rückzugsgeschwindigkeiten und damit zu nicht synchronen Stadihalten führen.

Der Grimselpass ist gemäss den Rundhöckeruntersuchungen von O. BÄR (1957) eines der Beispiele, wo im Hochwürm das Eis vom Rhonetal ins Aaretal, d. h. von SE nach NW floss, während es in der Schlussphase in umgekehrter Richtung, nämlich aus dem Raum von Ober- und Unteraargletscher nach Süden ins oberste Rhonetal quoll.

3. Nunatakgebiete

Sowohl dem nördlichen und südlichen Gebirgsrand entlang, wie auch im Alpeninnern, befanden sich breite, ausgedehnte Eisgebiete, aus denen die Berggipfel nur als vereinzelte, isolierte Inseln, als Nunatakker, herausragten, während das sie umfliessende Eisstromnetz in diesen Gebieten nicht gegenseitig scharf begrenzte Einzelgletscher im engern Sinn auszuscheiden erlaubte.

Auf unserer Karte wurden oft die höchsten Teile der Einzugsgebiete, d. h. die Talabschlüsse ebenso wie die heute noch vergletscherten Gebiete nicht in die Kurvendarstellung der Eisoberfläche im Würmmmaximum einbezogen, weil sie über das einstige allgemeine Eisstromnetz herausragten. Dabei ist es aber heute höchst schwierig, zu entscheiden, welche dieser über das allgemeine Eisniveau herausragenden Bergflanken eis- oder firnbedeckt und welche wegen allzu grosser Steilheit aper waren.

4. *Eiskulminationen*

Im Alpengebiet waren einzelne dominierende Eiskulminationen vorhanden, von denen aus das Gletschereis nach verschiedenen Seiten abfloss. Der höchste diesbezügliche Punkt ausserhalb der heutigen Vergletscherung dürfte die Gegend um Pontresina im Oberengadin gewesen sein, im Norden der Berninagruppe, von wo aus, wie bereits erwähnt, das Eis nach Süden über den Berninapass, nach Osten das Engadin hinunter, nach Norden über Julier- und Albulapass und schliesslich nach Westen engadinaufwärts zum Malojapass abfloss. Ähnliche Kulminationen, wenn auch bescheideneren Ausmasses, existierten im Raume von Davos, an der Furka zwischen Reuss und Rhone oder bei Chamonix am Fusse der Mont Blanc-Gruppe.

5. *Stauungen von Seitengletschern durch den Hauptgletscher*

Die seit langem bekannte Tatsache, dass die grossen Hauptgletscher die kleineren Seitengletscher zu stauen vermochten, wird auf unserer Karte verschiedentlich belegt. Solche Erscheinungen finden wir beispielsweise an den Lokalgletschern der Juratäler, wie etwa im Vallée du Joux (D. AUBERT 1938), die durch den Rhonegletscher gestaut wurden, bei der Einmündung des Saanegletschers und des Aaregletschers in den Rhonegletscher, beim Zusammenfluss des Thur- gletschers mit dem Rheingletscher bei Kirchberg (H. ANDRESEN 1962), oder auch im Kessel von Chur, wo die Seitengletscher des bündnerischen Rheingebietes konzentrisch zusammenflossen und vom Hauptgletscher gestaut wurden. Solche Stauungen konnten bei den Nebengletschern zu zusätzlichen Eisdicken führen, die eisdynamisch nicht nötig gewesen wären und die sich beim Abschmelzen des Hauptgletschers nach dem Würmmaximum wieder zu normalisieren pflegten.

6. *Lokalgletscher und Schneegrenze*

Die aus dem Eisstromnetz herausragenden Berggipfel im Alpeninnern lagen im Würmmaximum selbstverständlich über der Schneegrenze, waren somit vereis- t oder von lokalen Hängegletschern bedeckt, soweit sich solche überhaupt dank nicht allzu grosser Steilheit bilden konnten. Diese Lokalgletscher und Firngebiete sind auf unserer Karte in der Regel nicht mit Kurven dargestellt, wie überhaupt im obersten Teil der Einzugsgebiete Hauptgletscher, Lokalgletscher und Firn- felder gegenseitig nicht mehr konsequent abgegrenzt werden konnten.

Dem nördlichen und südlichen Gebirgsrand entlang liegen dagegen nur die Gipfelpartien der Berge noch über der Schneegrenze. Vermochten sich in solchen Gebieten Lokalgletscher zu bilden, so lässt sich auf Grund ihrer Moränenab- lagerungen die damalige Eisgrenze zur Zeit des Würmmaximums einigermaßen rekonstruieren.

Am tiefsten lag die Schneegrenze im Schwarzwald, nämlich auf etwa 950–1000 m. Im Jura dürfte sie ungefähr bei 1200 m, am südlichen Jurafuss vielleicht ca. bei 1300 m gelegen haben. Dem nördlichen Alpenrand entlang wurde sie vom Illergletscher über Rheingletscher bis zum Reussgletscher ungefähr bei 1300 m angenommen, hob sich dann sachte gegen Südwesten auf etwa 1400 m im Gebiet des Aaregletschers, auf 1500 m beim Rhonegletscher und schliesslich auf 1600 m im Gebiet des Arvegletschers. Am südlichen Alpenrand kann ebenfalls von Osten

nach Westen ein analoger Anstieg angenommen werden, indem die Schneegrenze in den Bergamaskeralpen etwa bei 1600 m, im Tessin bei rund 1700 m und schliesslich im Aostatal bei rund 1800 m gelegen haben dürfte.

Diese Angaben, die sich teilweise bereits bei PENCK und BRÜCKNER (1909), zum Teil verstreut in verschiedenen Publikationen finden, sind weiterhin mit grosser Vorsicht aufzunehmen, denn allzu verschiedenartige Faktoren sind an der Bestimmung der Schneegrenze beteiligt: Die geographische Breite, die Exposition, die Niederschlagshöhe, die Isoliertheit resp. Massierung von Gipfeln, die Hauptwindrichtung und anderes mehr.

7. Die fluvioglazialen Würmschotter

Auf unserer Karte kommt deutlich zum Ausdruck, wie sich die Ablagerung der fluvioglazialen Schotter zur Würmeiszeit, die «Niederterrassenschotter», auf relativ wenige Talsysteme konzentrierte: auf das Aare-Rhein-System in der Nordschweiz, auf das Donau-System nördlich des Bodensees und schliesslich auf die Zubringer zum Po. Im Gegensatz zu den meist relativ schmalen Schotterfluren nördlich der Alpen, deren Gefälle in gletschernahen Abschnitten 2–3‰, in gletscherferneren Gebieten bloss 1,2–1,8‰ beträgt, zeigen die südalpinen Schotterfluren eine meist imponierende Breite; sie wachsen schon wenig südlich der Gletscherstirnen seitlich zusammen und weisen ganz bedeutend grössere Gefälle, nämlich in der Regel 4–6‰ auf.

Es ist zu betonen, dass die auf unserer Karte in roter Farbe dargestellten Flächen das hypothetische Akkumulationsniveau der fluvioglazialen Würmschotter darstellen sollen, und nicht, was auf den geologischen Karten dargestellt wird, die heute noch vorhandenen, oft bloss reliktschen Vorkommen dieser Schotter. Dass bei der Rekonstruktion dieser Akkumulationsoberfläche, die heute sehr oft durch spätere Erosionsphasen stark oder vollständig zerschnitten erscheint, gewisse theoretische Stilisierungen getroffen werden mussten, versteht sich von selbst.

8. Heterochronie

Es ist bis heute nicht bewiesen, dass die verschiedenen Gletscherzungen ihren maximalen Stand zur gleichen Zeit erreicht hätten. Im Gegenteil scheint es viel wahrscheinlicher, dass gewisse Zeitunterschiede im Maximalstand benachbarter Gletscherzungen eintraten, besonders wenn man die Wirkung der verschiedenen Eistransfluenzen mitberücksichtigt.

Ähnliches gilt noch viel ausgesprochener für die Akkumulationsniveaux der Niederterrassenschotter. Schon FRITZ MÜHLBERG (1908) und andere haben immer wieder darauf hingewiesen, dass beispielsweise im Aargau die vordersten Stirn- moränen den Akkumulationsflächen des Niederterrassenschotters aufgesetzt sind. Wir müssen annehmen, dass der unter dem Sammelbegriff Niederterrassenschotter akkumulierte Schotterkomplex mindestens in der Schweiz zur Hauptsache während der Schlussphase des Würmvorstosses zur Sedimentation gelangte und dass dessen Akkumulation bereits abgeschlossen war, bevor der Rückzug des Gletschers einsetzte. Die obersten Akkumulationsniveaux der Niederterrassen-

schotter sind demnach etwas älter als die äussersten Eisrandlagen der dazugehörigen Gletscherstirnen, mit den Maximalständen der Gletscher somit nicht exakt synchron.

LITERATURVERZEICHNIS

- AMPFERER, O. (1938): *Über das Quartär innerhalb der Alpen*. Verh. III. internat. Quart. Konf. Wien 1936.
- ANDRESEN, H. (1962): *Beiträge zur Geomorphologie des östlichen Hörnli-Berglandes*. Diss. Univ. Zürich.
- ANNAHEIM, H. (1936): *Die Landschaftsformen des Luganerseegebietes*. Geogr. Abh. 3.R.H.8. (Stuttgart).
- AUBERT, D. (1938): *Les glaciers quaternaires d'un bassin fermé: La Vallée de Joux*. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. Vol. 60.
- (1943): *Monographie géologique de la Vallée de Joux*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 78.
- BALTZER, A. (1896): *Der diluviale Aaregletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern*. Beitr. geol. Karte Schweiz 30.
- BÄR, O. (1957): *Gesteinsklüfte und Rundhöcker*. Geogr. Helv. 12/1.
- BECK, P. (1926): *Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen*. 1. Mitt. Naturw. Ges. Thun.
- BÖSCH, H. H. (1937): *Geologie der zentralen Unterengadiner Dolomiten*. Diss. Univ. Zürich.
- BRÜCKNER, W. (1937): *Die Quartärbildungen im oberen Schächental*. Eclogae geol. Helv. 30.
- BRUNNER, H. (1960): *Formstudien im westlichen Hochwanggebiet*. Regio Basiliensis I/2. (Basel.)
- BÜHLER, A. (1928): *Das Meiental im Kanton Uri*. Diss. Basel.
- CASTIGLIONI, B. (1940): *L'Italia nell'età quaternaria*. In: Atlante fisico-economico d'Italia. (Milano.)
- CORNELIUS, H. P. (1951): *Geologie der Err-Julier-Gruppe. III. Teil: Quartär und Oberflächengestaltung*. Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 70.
- DESIO, A. (1945): *Appunti ed osservazioni sul Glaciale della Valle Brembana (Bergamo)*. Rivista Geogr. Ital. anno LI – 1944.
- (1945): *Appunti ed osservazioni sul Glaciale della Valle Seriana e della Valle Cavallina (Bergamo)*. Rivista Geogr. Ital., fasc. I–VI.
- ECKARDT, P. M. (1957): *Zur Talgeschichte des Tavetsch, seine Bruchsysteme und jungquartären Verwerfungen*. Diss. Univ. Zürich.
- ERB, L. (1948): *Die Geologie des Feldberges*. In: *der Feldberg im Schwarzwald* (Freiburg i Br.).
- FAVRE, A. (1884): *Carte des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses*, 4 feuilles au 1:250000.
- (1898): *Texte explicatif de la Carte du phénomène et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la Chaîne du Mont-Blanc*. Beitr. geol. Karte Schweiz 28.
- FREI, R. (1912): *Monographie des Schweizerischen Deckenschotter*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 37.
- (1912): *Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schw.* Beitr. geol. Karte Schweiz NF. 41.
- GERMAN, R. (1959): *Über jungpleistozäne Ablagerungen des östlichen Rheingletschers im mittleren Oberschwaben*. Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. NF 41.
- (1960): *Die Würmvereisung an Rhein- und Illergletscher zwischen Federseebecken und Günztal*. Geologica Bavarica Nr. 43.
- GRAUL, H. (1953): *Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet*. Geologica Bavarica No. 18.
- HAEFELI, R. (1948): *Schnee, Lawinen, Firn und Gletscher*. In L. BENDEL: *Ingenieurgeologie*, 2. Bd. (Wien).
- HANTKE, R. (1958): *Die Gletscherstände des Reuss- und Linthsystems zur ausgehenden Würmeiszeit*. Eclogae geol. Helv. 51/1.
- (1961a): *Zur Quartärgeologie im Grenzbereich zwischen Muota/Reuss- und Linth/Rhein-system*. Geogr. Helv. 16/4.
- (1961b): *Die Nordostschweiz zur Würmeiszeit*. Eclogae geol. Helv. 54/1.

- HAUPT, O. H. (1938): *Die eiszeitliche Vergletscherung der Bergamasker Alpen*. Diss. Friedrich-Wilhelms-Universität, Berlin.
- HEER, O. (1864): *Die Urwelt der Schweiz*. Verlag Fr. Schulthess, Zürich.
- HEIM, ALB. (1885): *Handbuch der Gletscherkunde* (Stuttgart).
- (1919–1922): *Geologie der Schweiz* (Leipzig).
- HUBER, R. (1956): *Ablagerungen aus der Würmeiszeit im Rheintal zwischen Bodensee und Aare*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich.
- HUG, J. (1907): *Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 15.
- (1917): *Die letzte Eiszeit in der Umgebung von Zürich*. Vjschr. naturf. Ges. Zürich.
- JÄCKLI, H. (1948): *Vergletscherungsprobleme im Schams und Rheinwald*. Jber. Naturf. Ges. Graub., Bd. 81.
- (1956): *Talgeschichtliche Probleme im aargauischen Reusstal*. Geogr. Helv. 11/1.
- (1958): *Schluchten und Berge im Schams*. Heimatbuch Schams/Cudasch da Schons, Tgea rumantscha Cuir, Chur.
- (1962): *Moränen als Baugrund und Baustoff*. «Strasse und Verkehr», Nr. 9, 1962 (Zürich).
- KRASSER, L. (1936): *Der Anteil zentralalpiner Gletscher an der Vereisung des Bregenzer Waldes*. Zschr. für Gletscherkunde, 24.
- KIRCHGRABER, B. (1960): *Gletscherkarte der Würmeiszeit*. In: GURTNER OTHMAR: *Sprechende Landschaft*, Bd. I, pag. 136. Verlag Emil Frei AG, Zürich.
- v. KLEBELSBERG, R. (1933): *Grundzüge der Geologie Tirols*. Hauptausschuss der deutschen und österreichischen Alpenvereins.
- (1935): *Geologie von Tirol*. Gebr. Bornträger, Berlin.
- (1948): *Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie* (Wien).
- LAUTENSACH, H. (1910): *Glazialmorphologische Studien im Tessingebiet*. Diss. Univ. Berlin.
- (1912): *Die Übertiefung des Tessingebietes*. Geogr. Abh. NF 1.
- MACHATSCHKE, F. (1901): *Beiträge zur Kenntnis der lokalen Gletscher des Schweizer und französischen Jura*. Mitt. naturf. Ges. Bern.
- MOSER, S. (1958): *Studien zur Geomorphologie des zentralen Aargaus*. Diss. Univ. Basel.
- MÜHLBERG, F. (1908): *Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau*.
- NUSSBAUM, F.: *Karte der letzten (Würm) Vergletscherung der Schweiz*. Manuskriptkarte im Alpen Museum Bern.
- DU PASQUIER, L. (1891): *Über die fluvioglazialen Ablagerungen der Nordschweiz*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 1.
- PENCK, A., & BRÜCKNER, ED. (1909): *Die Alpen im Eiszeitalter*. (Leipzig.)
- PFANNENSTIEL, M. (1958): *Die Vergletscherung des südl. Schwarzwaldes während der Risseiszeit*. Ber. naturf. Ges. Freiburg i/Br. 48/2.
- REICHEL, G. (1960): *Quartäre Erscheinungen im Hotzenwald zwischen Wehra und Alb*. Ber. naturf. Ges. Freiburg i/Br. 50.
- REITHOFER, O. (1960): *Vorarlberg während der grössten Vereisung*. Manuskriptkarte in «Schau der Naturgeschichte Vorarlbergs», Dornbirn.
- RUTSCH, R. (1947): *Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg (Kt. Bern)*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 87.
- SACCO, F. (1927): *Schema geologico del Biellese (Ivrea)*.
- (1930): *Il glacialismo nelle Valli Sesia, Strona, Anza e nell'Ossola*. Ufficio idrografico del Po, Publ. No. 10, 4. (Roma.)
- SCHARDT, H. (1898): *Sur la phase de récurrence des glaciers jurassiens après le retrait des glaciers alpins*. Arch. Sc. Phys. et nat. Genève, 4e période, vol. VI.
- SEIFFERT, R. (1960): *Zur Geomorphologie des Calancatales*. Ergänzungsheft Regio Basiliensis. (Basel.)
- STAUB, R. (1952): *Der Pass von Maloja. Seine Geschichte und Gestaltung*. Jber. der naturf. Ges. Graub., Bd. 83. (Chur.)
- STEINER, J. (1926): *Morphologische Untersuchungen im Entlebuch*. Geogr. Ges. Bern, 26.
- SUTER, H. (1936): *Geologische Beschreibung der Kartengebiete Les Bois und St-Imier im Berner Jura*. Beitr. geol. Karte Schweiz NF 72.

- ULLMANN, R. (1960): *Verwitterungsdecken im südlichen Schwarzwald*. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 50.
- UTTINGER, H. (1949): *Die Niederschlagsmengen in der Schweiz*. Verlag Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich.
- VENZO, S. (1946): *Rilevamento geomorfologico della Brianza orientale*. Boll. Soc. geol. Ital., 65.
- WEBER, A. (1928): *Die Glazialgeologie des Tösstales und ihre Beziehungen zur Diluvialgeschichte der Nordostschweiz*. Diss. ETH Zürich.
- WITTMANN, O. (1961): *Die Niederterrassenfelder im Umkreis von Basel und ihre kartographische Darstellung*. Regio Basiliensis, Ergh. (Basel.)

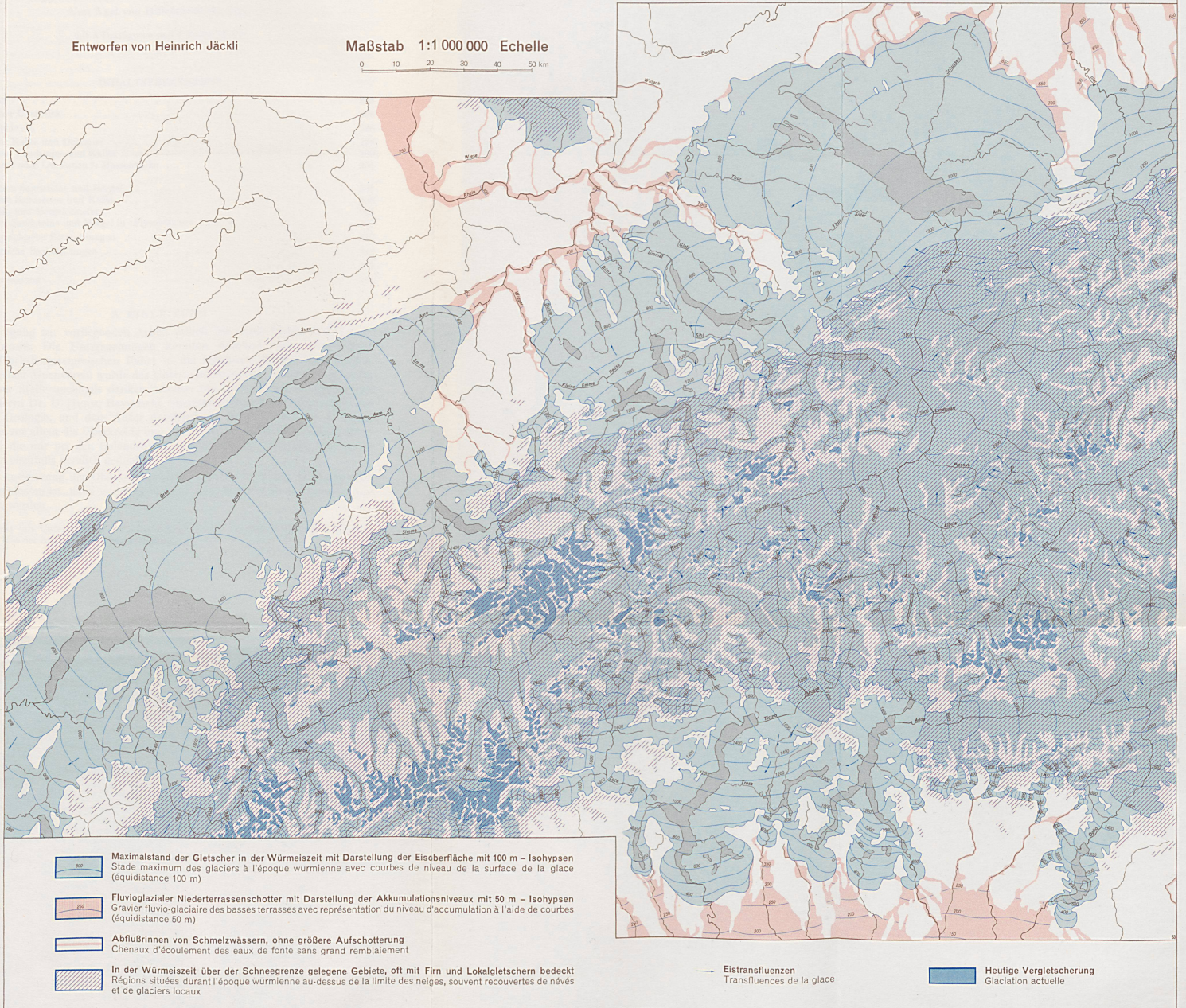
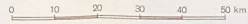
GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTEN





- Geotechnische Karte der Schweiz 1:200000, erste Auflage, Blatt 1–4, zweite Auflage Nordostblatt, herausgegeben von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission.
- Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200000, Blatt 1–7, herausgegeben von der Schweizerischen Geologischen Kommission.
- Geologische Übersichtskarte von Südwestdeutschland 1:600000, herausgegeben vom Geologischen Landesamt in Baden-Württemberg.
- Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg 1:200000, Blatt 3 und 4, herausgegeben vom Geologischen Landesamt in Baden-Württemberg.
- Geologische Karte von Bayern 1:500000, herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt.
- Geologische Karte der Republik Österreich 1:500000, herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt Wien.
- Carta geologica d'Italia 1:100000, Fogli 5, 6, 15–17, 27–32, herausgegeben vom R. ufficio geologico, resp. Servizio geologico, Roma.
-

KARTE DER LETZTEN VERGLETSCHERUNG (WÜRMEISZEIT) DER SCHWEIZ CARTE DE LA DERNIÈRE GLACIATION EN SUISSE (WURM)


Entworfen von Heinrich Jäckli

Maßstab 1:1 000 000 Echelle



-  Maximalstand der Gletscher in der Würmeiszeit mit Darstellung der Eisoberfläche mit 100 m - Isohypsen
Stade maximum des glaciers à l'époque wurmienne avec courbes de niveau de la surface de la glace (équidistance 100 m)
-  Fluvioglazialer Niederterrassenschotter mit Darstellung der Akkumulationsniveaus mit 50 m - Isohypsen
Gravier fluvio-glaciaire des basses terrasses avec représentation du niveau d'accumulation à l'aide de courbes (équidistance 50 m)
-  Abflußrinnen von Schmelzwässern, ohne größere Aufschotterung
Chenaux d'écoulement des eaux de fonte sans grand remblaiement
-  In der Würmeiszeit über der Schneegrenze gelegene Gebiete, oft mit Firn und Lokalgletschern bedeckt
Régions situées durant l'époque wurmienne au-dessus de la limite des neiges, souvent recouvertes de névés et de glaciers locaux

— Eistransfluenzen
Transfluençes de la glace

 Heutige Vergletscherung
Glaciation actuelle