

Modelle zu hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhone-/Aaregletschers

Autor(en): **Krayss, Edgar**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **46 (1989)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318538>

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.

EDGAR KRAYSS*

Modelle zu hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhone-/Aaregletschers

1. Einleitung

Wenn in der vorliegenden Arbeit versucht wird, im Gebiet des eiszeitlichen Rhone-/Aaregletschers Modelle von Rückzugsphasen zu entwickeln, so geschieht das in erster Linie im Sinne eines Exkurses zu laufenden Forschungsprojekten am *Rheinvorlandgletscher* im Bodenseeraum. Seit einem guten Jahrzehnt beschäftigt sich der Autor zusammen mit OSKAR KELLER mit glazialgeologischen Untersuchungen im gesamten Bereich der würmzeitlichen Vereisung der Nordostschweiz sowie der angrenzenden deutschen und österreichischen Gebiete (KELLER und KRAYSS 1980, 1987; KRAYSS und KELLER 1983, 1989). Um nicht einer gewissen Betriebsblindheit zu verfallen, kann es nur von Nutzen sein, sowohl die Methoden als auch die Resultate gelegentlich an benachbarten Vereisungsarealen zu testen.

Da wir es im Rheingletschersystem mit interessanten *Kontaktbereichen* zwischen der Vorlandvereisung und seitlichen Talgletschern zu tun haben, bot sich für vergleichende Studien der Raum Bern an, wo der Aaregletscher auf die Mittellandzunge des Rhonegletschers stiess. Als methodisch fruchtbar für die Gliederung der würmzeitlichen Vorlandvereisung hat sich im Bodenseeraum das Studium der glazialen *Randentwässerungssysteme* erwiesen. Die Abflussniveaus der Eisrandgewässer waren im allgemeinen über weite Strecken hinweg so gut ausgeglichen, dass sich aus den Relikten die zugehörigen Gletscherränder verlässlich rekonstruieren lassen (KELLER und KRAYSS 1982). Eine besonders schön ausgeprägte Abfolge von Schmelzwasserrinnen findet sich aber auch im Bernbiet in den Talzügen Lindental-Krauchtal-Oberburg sowie Burgdorf-Wynigen-Herzogenbuchsee. Diese verdanken ihre Eintiefung in die Molasse den Schmelzwässern des Aare- und Rhonegletschers, was wiederum Analogien zu den Verhältnissen am Eisrand des Bodenseegletschers nahelegt.

Meine Untersuchungen im Berner- und Freiburgerland beschränkten sich auf die Randzonen des Aaregletschers und den Streifen Bulle-Bern-Herzogenbuch-

* Adresse des Verfassers: E. Krayss, Myrtenstrasse 9, 9010 St. Gallen

see. Neben dem Studium der Karten konnte ich mich auf die ältere Literatur abstützen, beispielsweise auf BRÜCKNER (1909) und NUSSBAUM (1911, 1922, 1934); weitere Hinweise fanden sich bei ZIENERT (1979) und HANTKE (1978–1983).

Die neueren quartärgeologischen Arbeiten aus dem Raum Bern–Freiburg (SCHLÜCHTER 1976 u. a.; VAN DER MEER 1982; WOHLFAHRT 1987) befassen sich eingehend mit Stratigraphie, Sedimentologie und Paläontologie der Aufschlüsse, lassen sich aber auf glazialmorphologische Zusammenhänge nur am Rande ein. Das Gelände habe ich auf einigen Fahrten und Begehungen in der Masse rekonstruiert, dass mir die topographischen und morphologischen Zusammenhänge vertraut wurden.

2. Die Rückzugsphasen des Bodensee-Rhein-Gletschers

Der Verlauf der Bodensee-Vorlandvereisung im *Oberen Würm* lässt sich nach dem derzeitigen Forschungsstand etwa folgendermassen umreissen (KELLER und KRAYSS 1988):

- Aus einer Rاندlage im Raum Chur stiess der Rheingletscher um etwa 25 000 J. v. h. nordwärts vor und erreichte seinen *Höchststand* im Bodenseeraum zwischen 20 000 und 18 000 J. v. h. (Höchststand Schaffhausen).
- Während einer ersten grossen *Abschmelzphase R1* schmolz das Eis in den Zungenbecken 10 bis 15 km zurück. Die zugehörigen Eisrandlagen sind durch Kames-Terrassen, Seeablagerungen und vor allem durch tiefe Schmelzwasserrinnen dokumentiert.
- Einem klaren Wiedervorstoss und Anschwellen des Gletschers entspricht der *Eisrandkomplex Stein am Rhein* (Innere Jungendmoräne sensu PENCK). Charakteristisch für das Stein-am-Rhein-Stadium (etwa 16 000 J. v. h.) ist eine Abfolge markanter Moränenwälle und vorgelagerter Sander, die sich zu ansehnlichen Schotterkörpern aufzubauen vermochten. Die Randlagen des Stein-am-Rhein-Vorstosses zeichnen sich auch bei den Talgletschern im Voralpengebiet (Sitter, Urnäsch, Thur) sehr deutlich ab.
- Auf das Stein-am-Rhein-Stadium folgte ein erneutes und radikales Rückschmelzen R2 des Gletschers bis auf die Eisrandlagen des *Konstanz-Komplexes* (etwa 15 000 J. v. h.), wo sich nochmals eine gewisse Stabilisierung des Eiskörpers abzeichnet. Die Sedimentation geschah in dieser Phase fast ausnahmslos in Seen und auf Schwemmfächern, wobei die Schotter überwiegend als Umlagerungsprodukte aus neu eingetieften Rinnen anzusprechen sind.
- Nach dem Konstanz-Stadium schmolz der Rheingletscher im Seebecken und im Rheintal relativ rasch zurück. Um 14 000 J. v. h. belegen Vorstösse randalpiner Lokalgletscher eine etwa 500 Jahre währende Kaltzeit (*Weissbad-Stadium*; KELLER 1988), bevor der endgültige Zerfall des alpinen Eisstromnetzes einsetzte.

Für den Exkurs vom Bodensee ins Bernbiet stellen sich nun die *Fragen*:

- Lässt sich am Rhone-/Aaregletscher eine Gliederung analog zu den Befunden am Rheingletscher durchführen?
- Ergeben sich im Gebiet des Rhone-/Aaregletschers Hinweise auf eine Schwankungsphase analog zum Stein-am-Rhein-Stadium im Bodenseeraum und im Voralpengebiet?

3. Die Randentwässerungssysteme am Südostrand des Rhonegletschers

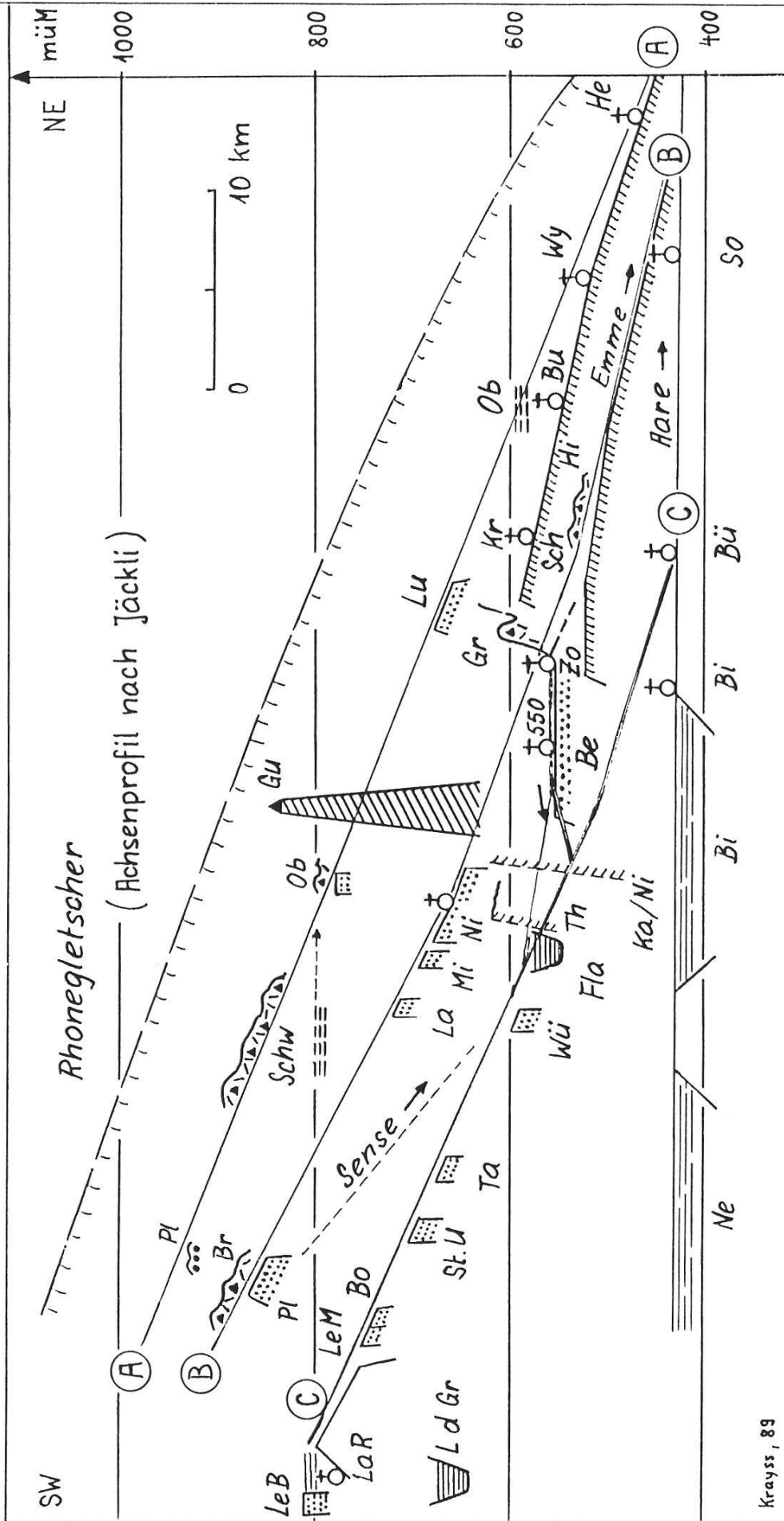
Für das Studium eiszeitlicher Randentwässerungssysteme hat es sich bewährt, alle relevanten Relikte wie Moränenwälle, Schotterfluren, Seeablagerungen sowie Niveaus von Abflussrinnen in stark überhöhtem Massstab in eine geeignete Projektionsebene einzutragen. In der Figur 1 wurde eine Ebene gewählt, die von SW nach NE ausgerichtet und damit mehr oder weniger parallel zum *Südostrand des Rhonegletschers* verläuft. Das Profil ist 50fach überhöht; es beginnt am linken Rand im Sarinetal am Lac de Gruyère (L d Gr), schneidet die Stadt Bern (Be) mit dem Gurten (Gu) und endet bei Herzogenbuchsee (He). Als Basis sind auf dem Niveau 429 m der Neuenburger- und der Bielersee (Ne, Bi) eingetragen, nach NE fließt die Aare von Biel (Bi) über Büren an der Aare (Bü) nach Solothurn (So). Mit schräg schraffiertem Linienzug ist ab Zollikofen (Zo) das Lyssbachtal und das untere Emmental erkennbar. Darüber folgt mit gleicher Signatur der Talboden der Randentwässerungsrinnen Krauchtal (Kr)–Burgdorf (Bu)–Wynigen (Wi)–Herzogenbuchsee (He). Als weitere Information enthält das Profil die Oberfläche des Rhonegletschers in seinem Maximalstand nach der Karte von JÄCKLI (Atlas der Schweiz, 1970), und zwar in der Achse der Mittellandzunge geschnitten.

In die Projektionsebene wurde eine grössere Zahl von *Glazialrelikten* eingetragen, von denen die generalisierende Darstellung von Figur 1 allerdings nur eine Auswahl zeigt. Es kann nun versucht werden, die einzelnen Relikte zu durchgehenden *Entwässerungsniveaus* zusammenzufassen.

Als höchstes Randentwässerungssystem wird das *Niveau A* mit folgenden Referenzpunkten interpretiert: Schotter von Plasselb (PI), die Randmoränen und der Stausee bei Schwarzenburg (Schw), die Schotter bei Oberbalm (Ob) und am Grauholz (Gr) auf der Lutzeren (Lu). Bei Oberburg (Ob) staute der Eisrand die Emme zu einem See auf, die Randentwässerung verlief ab Burgdorf (Bu) in der markanten Rinne von Wynigen (Wy) nach Herzogenbuchsee. Dieses Randsystem entspricht, von einigen Details abgesehen, der frühesten Abschmelzphase des Gletschers, wie er im Atlas der Schweiz abgebildet ist und von JÄCKLI als Maximalstand der Würmvereisung interpretiert wurde.

In einem Band, das rund 100m tiefer verläuft, liegt eine Reihe von Relikten, die mit der *Niveaulinie B* zusammengefasst werden. Sie beginnt bei den Wallmoränen von Brünisried (Br), welche die Schotter von Plaffeien (PI) hinterstauen. Der

Rhonegletscher Südostrand : Randentwässerungs - Systeme
 SW-NE-Projektion, 50fach überhöht



Figur 1: Längsprofile der Randentwässerungssysteme am Südostrand des Rhonegletschers
 Niveau A: Plasselb (Pl) bis Herzogenbuchsee (He); Höchststand gemäss Atlas der Schweiz.
 Niveau B: Brünisried (Br) bis Hindelbank (Hi) und Emmental; Stand von Grauholz/Solothurn.
 Niveau C: La Roche (LaR) bis Büren an der Aare (Bü); Berner Stadium.

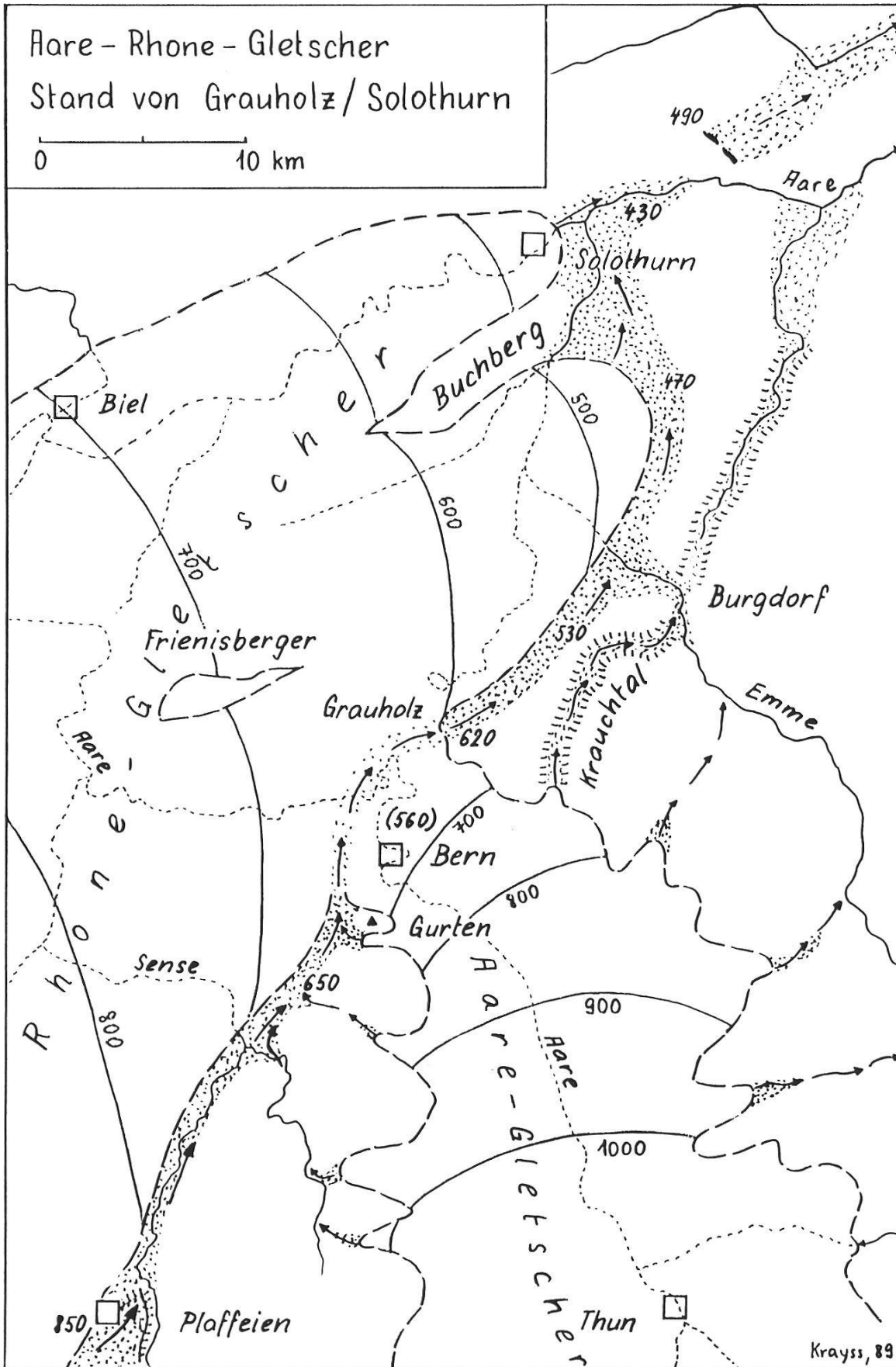
Randstrom lag von hier an in der Senserinne und gelangte dann weiter über die Schotterfluren von Lanzenhäusern (La), Mittelhäusern (Mi) und Niederscherli (Ni) in den Raum Bern (Be). Zwischen Köniz und dem Grauholz bestand vermutlich noch ein Eiskontakt zwischen Aare- und Rhonegletscher, so dass hier die Entwässerung subglazial oder über das Eis hinweg erfolgen musste. Möglicherweise hatte sich aber auch ein Stausee gebildet. Bei einem Abflussniveau tiefer als 600 m am Grauholz (Gr) war für die Rhoneschmelzwässer ein Abfluss in die Krauchtalrinne (Kr) nicht mehr möglich, so dass jetzt der Weg über Schönbühl (Sch) und Hindelbank (Hi) zum Sander im Emmental führte.

Mit einer Höhendifferenz von etwas über 200 m zum Abflussniveau A des Maximalstandes zieht vom Sarinetal eine Abfolge von Terrassen und Rinnenstücken nordostwärts: Le Bry (LeB)–La Roche (LaR)–Le Mouret (LeM)–Bonfontaine (Bo)–St. Ursen (St.U)–Tafers (Ta)–Wünnewil (Wü), alles Relikte, die sich als *Abflussniveau C* eines einigermaßen stabilen Eisrands interpretieren lassen. Bemerkenswert ist aber, dass sich eisrandliche Vorstossformen nicht nachweisen lassen. Das Niveau endet im Sensetal bei Flamatt (Fla) in einem möglichen Eisstausee, der bei Thörishaus (Th) allenfalls noch knapp einen Überlauf auf das Berner 550 m-Plateau zulässt. Gegen alle hydrographische Evidenz wäre nun aber eine Fortsetzung der Niveaulinie C über die Schwelle von Zollikofen (Zo) hinaus zur Emme. Etliche Befunde sprechen hingegen dafür, dass sich das Berner 550 m-Niveau in der Achse der heutigen Aarerinne über Wohlen westwärts entwässerte; Darstellungen hiezu finden sich unter anderem bei NUSSBAUM (1922, 1934). Für die Randentwässerung des Rhonegletschers ergibt sich als Konsequenz, dass sie von Flamatt an dem Forstplateau entlang um den Molassesporn östlich von Kallnach/Niederried (Ka/Ni) erfolgen musste und das Zungenbeckenniveau über Lyss in der Gegend von Büren an der Aare (Bü) erreichte.

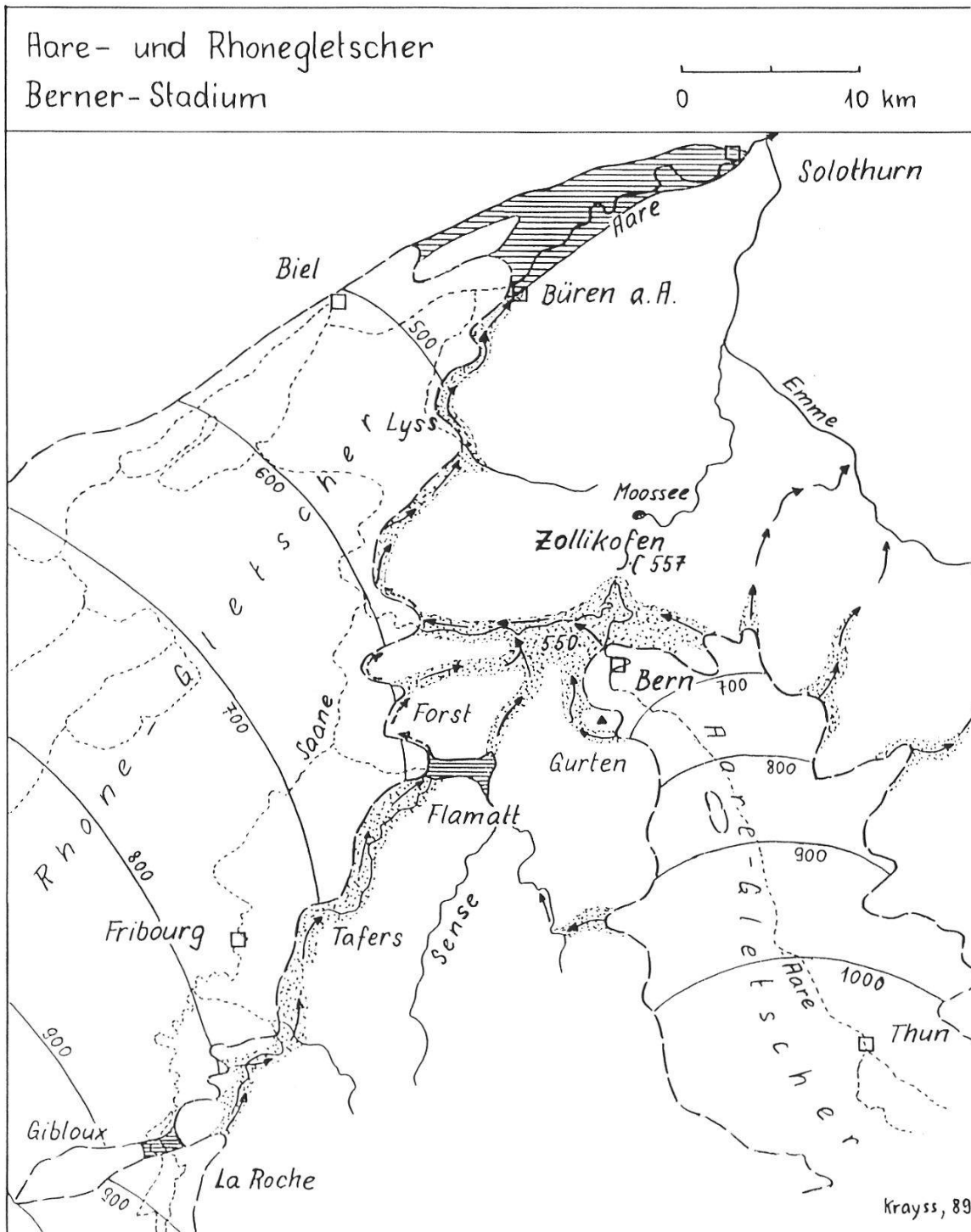
4. Der Stand von Grauholz/Solothurn

Mit den im Profil ermittelten Niveaulinien A und B kann nun versucht werden, die zugehörigen Gletscherränder und Eiskörper zu rekonstruieren. Ein Modell zur Niveaulinie B ist in der Figur 2 kartographisch dargestellt; ich nenne das Modell den *Stand Grauholz/Solothurn*. Die Situation braucht keineswegs einer exakten Eisrandlage und noch weniger einer Vorstossphase zu entsprechen, sondern *generalisiert* einfach die Verhältnisse während des mittleren Teils der grossen Abschmelzphase nach dem Maximalstand sensu JÄCKLI. Nach dem rekonstruierten Isohypsenbild taucht der Buchberg bereits aus dem Gletscher auf und teilt den Mittellandlappen des Rhonegletschers in eine Solothurner und eine Emmentalzunge.

Auf Details am *Aaregletscher* soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Isohypsen der Gletscheroberfläche entsprechen etwa der 2./3. Rückzugsphase nach NUSSBAUM (1922) beziehungsweise den Ständen Gurten/Gurtendörfli nach ZIE-NERT (1979); über Varianten wird sich stets diskutieren lassen.



Figur 2: Aare-/Rhonegletscher, Abschmelzphase generalisiert als Stand von Grauholz/Solothurn. Bei Bern hängen Aare- und Rhoneeis noch zusammen. Die Mittellandzunge des Rhonegletschers entwässert sich auf den Sander im untern Emmental.



Figur 3: Aare- und Rhonegletscher im Berner Stadium. Eine Vorstossphase des Aaregletschers wird über den Sander von Bern mit einer Stillstandlage des Rhonegletschers korreliert.

5. Das Berner Stadium

Die Figur 3 zeigt eine Rekonstruktion der Mittellandzunge des Rhonegletschers für das Randsystem C La Roche–Tafers–Flamatt. Die Schlüsselstelle zur Verknüpfung dieses Eisrands mit einem zeitgleichen Aaregletscher liegt auf dem grossen Sander Wankdorffeld/Bremgartenwald, auf den sich die Gletscherzunge des Ber-

ner Stadiums entwässerte. Wie bereits im 3. Abschnitt erwähnt, bestehen kaum Zweifel, dass der Abfluss von diesem Sander westwärts erfolgte. Andererseits wurde immer wieder angenommen, dass noch in dieser Phase Eisrandwasser aus dem Sensesystem durch das Wangental zufloss, dass also bei Flamatt eine stauende Eisbarriere bestand. Für ein solches Modell muss die Gletscherisohypse am Westrand des Forstplateaus auf rund 600 m liegen, was aber eine ähnliche Eishöhe am Molassesporn nördlich der Konfluenzstelle von Aare und Saane bedingt. Es scheint, dass im Berner Stadium die Eisrandentwässerung im Abschnitt Flamatt–Lyss vorwiegend in engen Eisrandschluchten erfolgte. Die steilen Erosionsstufen östlich der Saane und der Aare sprechen durchaus für eine solche Annahme.

Sowohl die Gefällslinie des Abflussniveaus C in Figur 1 wie auch das Isohypsenbild der Eisoberfläche im Modell gemäss der Figur 3 zeigen, dass die Mittellandzunge des Rhonegletschers nur noch bis auf die Höhe von Büren an der Aare reichen konnte. Dass in diesem Bereich keine Stirnmoränen anzutreffen sind, dürfte damit zusammenhängen, dass der Gletscher in den mehrfach belegten «Solothurner See» stirnte. Für das vorliegende Modell muss somit die oft vertretene Meinung *aufgegeben* werden, wonach das Berner Stadium des Aaregletschers zeitgleich mit einer Rاندlage des Rhonegletschers bei Solothurn zusammenfiel.

6. Aare-/Rhonegletscher und Bodensee-Rhein-Gletscher: ein Vergleich

Analogieschlüsse von einem Gletschersystem zum andern sind zuweilen nicht ganz unbedenklich. Ein Vergleich der Eisrandentwässerung am Südostrand des Rhonegletschers gemäss Figur 1 mit einem entsprechenden Profil vom Südrand des Rheingletschers (KRAYSS 1985, Abb. 1) zeigt indessen soviel Ähnlichkeit in der generellen Struktur, dass auch für den Aare-/Rhonegletscher eine Gliederung der Rückzugsphasen nach dem Schema der Bodenseevorlandvereisung gewagt werden darf:

- Die *Niveaulinie A* (Fig. 1) entspricht einer Phase, in der nach dem *Höchststand* der Vereisung erste Abschmelzprozesse einsetzen und sich die künftigen Abflusswege der Eisrandströme abzuzeichnen beginnen.
- Wie im Bodenseeraum wird die erste grosse *Abschmelzphase* durch eine Staffelung der Eisrandrelikte innerhalb eines Vertikalbereichs A–C mit rund 200 m Höhendifferenz angezeigt. Das *Niveau B* lässt sich allenfalls als Stabilisierungsphase interpretieren. Am Eisrand fehlen Hinweise auf einen gesamthaft vorstossenden Gletscher.
- Der gleiche Befund gilt für den Rhonegletschereisrand des *Niveaus C*. Hier säumt zwischen Sarine und Sense eine Abfolge glazifluvialer Schotterfluren einen relativ stabilen Eisrand, ohne dass – wie bei den analogen Schotterterrassen am Rheingletscher – an Moränenwällen klare Vorstossformen zu erkennen

wären. An den Aaregletschermoränen des Berner Stadiums, das über den Sander mit dem Niveau C verknüpft wird, ist hingegen eine *Vorstossphase* eindeutig abzulesen, so dass hier die Entsprechung zum Stein-am-Rhein-Stadium der Bodenseevergletscherung auf der Hand liegt. Die Kaltphase, die in den Zungenbereichen des Rheingletschers einen Eisanstieg von mindestens 50 m bewirkte und die den Aaregletscher massiv vorrücken liess, hätte nach diesem Modell an der Mittellandzunge des Rhonegletschers nicht zu einem eigentlichen Vorstoss, sondern nur zu einer *Stabilisierung im Rückschmelzprozess* geführt.

7. Verdankungen

Verschiedene Befunde aus dem Bodenseeraum wurden innerhalb der Projekte Nr. 2.619–0.85 und 2.733–0.87 des Schweizerischen Nationalfonds erarbeitet. Meinem Forschungskollegen Oskar Keller danke ich herzlich für die Gestaltung und Reinzeichnung der Figuren, meiner Frau Dora für das Besorgen der Schreibarbeiten.

Zusammenfassung

Analog zu den Rückzugsphasen des Bodensee-Rhein-Gletschers im Oberen Würm lässt sich auch die Mittellandzunge des Rhonegletschers nach den Niveaus der Randentwässerungssysteme gliedern. Ein oberstes Niveau am Südostrand des Gletschers entspricht den Schmelzwasserabflusswegen nach dem Höchststand der Vereisung. Der Stand von Grauholz/Solothurn generalisiert die Eisrandverhältnisse während einer ersten grossen Abschmelzphase. Ein tieferes Eisrandniveau markiert eine Stillstandslage des Rhonegletschers und lässt sich mit der Vorstossphase des Aaregletschers im Berner Stadium korrelieren (Stein-am-Rhein-Stadium des Bodensee-Rhein-Gletschers).

Literaturverzeichnis

- BRÜCKNER, E. (1909) in: PENCK A. und BRÜCKNER E.: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig.
- HANTKE R. (1978, 1980, 1983): Eiszeitalter, 3 Bände. Ott-Verlag, Thun.
- JÄCKLI H. (1970): Die Schweiz zur letzten Eiszeit. Atlas der Schweiz. Karte 6. Eidg. Landestopographie, Wabern-Bern.
- KELLER O. (1988): Ältere spätwürmzeitliche Gletschervorstösse und Zerfall des Eisstromnetzes in den nördlichen Rheinalpen (Weissbad-Stadium/Bühl-Stadium). Phys. Geogr. Vol. 27, Zürich.
- KELLER O. und KRAYSS E. (1980): Die letzte Vorlandvereisung in der Nordostschweiz und im Bodenseeraum (Stadialer Komplex Würm-Stein-am-Rhein). Eclogae geol. Helv. 73/3: 823–838.
- KELLER O. und KRAYSS E. (1982): Methoden zur Rekonstruktion eiszeitlicher Vorland- und Talgletscher. Phys. Geogr. Vol. 1, Zürich: 127–136.

- KELLER O. und KRAYSS E. (1987): Die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rheinvorlandgletschers und der erste alpine Eisrandkomplex im Spätglazial. *Geogr. Helv.* 87/2: 169–178.
- KELLER O. und KRAYSS E. (1988): Eisrandkomplexe im nördlichen Bodenseeraum (Tettng-Füramoos). Führer für die Quartärexkursion der Universitäten Stuttgart-Hohenheim und Zürich-Irchel 7./8. 10. 1988. *Geogr. Inst. Univ. Zürich.* 22 S.
- KRAYSS E. (1985): Zur Gliederung des Eisaufbaus der hochwürmzeitlichen Bodensee-Vorlandvergletscherung. *Phys. Geogr.* Vol. 16, Zürich: 23–30.
- KRAYSS E. und KELLER O. (1983): Die Bodensee-Vorlandvereisung während des Würm-Hochglazials. *Schriften Verein für Gesch. des Bodensees.* Bd. 101. Friedrichshafen: 113–129.
- KRAYSS E. und KELLER O. (1989): Die eiszeitliche Reliefentwicklung im Bodenseeraum. *Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik* 89 (1): 8–12.
- MEER van der J. J. M. (1982): The Fribourg area, Switzerland. A study in Quarternary geology and soil development. *Publ. Fys. Geogr. Bodemk. Lab. Univ. Amsterdam* Nr. 32.
- NUSSBAUM F. (1911): Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. A. *Mitt. Natf. Ges. Bern* 1910: 141–168.
- NUSSBAUM F. (1922): Das Moränengebiet des diluvialen Aaregletschers zwischen Thun und Bern. *Mit. Natf. Ges. Bern* 1921: 42–84.
- NUSSBAUM F. (1934): Ältere und jüngere Diluvialschotter bei Bern. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 27/2: 352–368.
- SCHLÜCHTER CH. (1976): Geologische Untersuchungen im Quartär des Aaretals südlich von Bern. *Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, NF* 148.
- WOHLFAHRT-MEYER B. (1987): Lithostratigraphische, sedimentologische und chronologische Untersuchungen im Quartär des Schweizer Seelandes (Kantone Bern und Fribourg). *Eclogae geol. Helv.* Vol. 80/1: 207–222.
- ZIENERT A. (1979): Die Würmeisstände des Aaregletschers um Bern und Thun. *Heidelberger Geogr. Arb.* 49: 30 S.