Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern
Band: 29 (1987)

Artikel: Der späteiszeitliche Untergrund von Flims
Autor: Nabholz, Walter K. / Ammann, Brigitta
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-523728

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: 11.08.2025

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

Der späteiszeitliche Untergrund von Flims[1]

von WALTER K. NABHOLZ[2]

mit einem Anhang von BRIGITTA AMMANN[3]

Zusammenfassung

Sieben Kernbohrungen, die im Jahre 1985 in der Umgebung von Flims-Waldhaus bis zu einer Tiefe von 100 m niedergebracht worden sind, führten zum Beweis, dass die obersten 40–80 m des Untergrundes aus Bergsturztrümmern bestehen, die der Segnesgletscher transportiert und bearbeitet hat. Erst unter diesen Moränenablagerungen liegt die gewaltige Trümmermasse, die vom Flimser Bergsturz direkt geliefert wurde. Damit ist eine alte Kontroverse unter Geologen entschieden. Bei der Beschreibung der Bohrkernabfolgen wird den eingelagerten fossilen Böden Aufmerksamkeit geschenkt, deren extrem kleiner Pollengehalt, der von Frau Dr. Ammann beschrieben ist, vermuten lässt, der Flimser Bergsturz und die nachher von zweimaligem Vorstoss des Segnesgletschers nach Flims gebrachten Moränen seien in die Älteste Dryas (17000–13000 B.P.) zu stellen. Abschliessend wird die Abfolge der Ereignisse, die in diese Zeitspanne fallen, in einem über Flims hinausgreifenden Rahmen skizziert.

Résumé

Sept forages exécutés en 1985 dans les environs de Flims Waldhaus jusqu'à une profondeur de 100 m, ont prouvé que la partie supérieure du sous-sol (40–80 m) consiste en débris d'éboulement que le glacier de Segnes a transportés et remaniés. Ce n'est que sous ces gisements de moraines qu'est situé la masse énorme de débris provenant directement de l'éboulement de Flims. Une vieille controverse entre géologues est donc résolue. – Le faible contenu en pollens des sols fossils analysé et décrit par Mme Dr. B. Ammann, présente un intérêt particulier. Il permet d'établir que l'éboulement de Flims et les moraines fournies par les deux progressions de glacier de Segnes sont à placer dans le Dryas ancien inférieur (17000–13000 B.P.). Les événements qui se sont déroulés dans cette période sont esquissés dans sun cadre plus régional.

Abstract

Seven boreholes were drilled in the Flims-Waldhaus area during 1985. Theses boreholes penetrated up to 100 m and proved that the uppermost 40–80 m of the subsurface consists of rubble derived from the Flims landslide but reworked and transported by the Segnes glacier. It was only beneath these moraine deposits that the bore-

1 Hauptthema meiner Abschiedsvorlesung an der Universität Bern, die ich am 18.6.1986 gehalten habe.

2 Prof. em., Steinerstrasse 30, 3006 Bern.

3 Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, 3013 Bern.

holes encountered the immense volume of material sourced directly from the Flims landslide. These conclusions solve an old geological controversy. – The boreholes are described giving special emphasis to the small quantities of pollen found in palaeosol horizons. Palynological study of these specimens by Dr. Ammann indicates that the Flims landslide and the overlying moraine material (deposited by two advances of the Segnes glacier) date from the oldest Dryas (17000–13000 B.P.). The wider significance of these events is discussed.

Einleitung

Das Tiefbauamt des Kantons Graubünden liess im Verlaufe des Jahres 1985 im Raum Flims 7 Sondierbohrungen abteufen, die dem Ziel galten, ein günstiges Trasse für eine womöglich im Tunnel geführte Umfahrungsstrasse der beiden Dorfagglomerationen von Flims zu finden[4]. Aus der Sicht des Geologen führten diese 7 Sondierbohrungen zu der überraschenden Erkenntnis, dass die Bergsturztrümmer, die der Landschaft Flims das Gepräge geben, in einer Mächtigkeit von 40 bis 80 m nicht vom Bergsturz direkt, sondern indirekt als Moräne des Segnesgletschers an Ort und Stelle gebracht worden sind.

Damit ist eine alte Kontroverse entschieden, die hier kurz erläutert sei: 1918 erschien die Dissertation von R. Gsell, die unter Leitung seines Lehrers Prof. Schardt aus Zürich entstanden war. Sie enthält eine «Karte der Schuttablagerungen im Gebiet Reichenau–Ilanz», 1:50000, auf welcher die direkt vom Bergsturz gelieferten Trümmer unten in der Rheinschlucht, im Laaxer und im Versamer Tobel als solche ausgeschieden sind, auf der Höhe von Flims aber das ganze Bergsturzgebiet von Moräne überdeckt dargestellt ist.

Mit dieser Moränenüberdeckung war J. Oberholzer nicht einverstanden. Auf seiner grossartigen «Geologischen Karte der Alpen zwischen Linthgebiet und Rhein, 1:50000» (Spez. Karte 63, 1920), und ebenso auf seiner Spez. Karte 117 (1942) ist dort, wo Gsell Moränenüberdeckung angibt, Bergsturzschutt kartiert. Im Textband zur erstgenannten Karte (1933, S. 598–608) beschreibt Oberholzer den Flimser Bergsturz eingehend und tritt dabei der Auffassung von Gsell entgegen (S. 602), indem er sich den damals schon seit Jahrzehnten vertretenen Ansichten von Albert Heim (1883 und 1891) über den Flimser Bergsturz anschliesst. Auch Albert Heim selbst (1932, S. 128) bekämpft in seinem berühmten Alterswerk «Bergsturz und Menschenleben» die Untersuchungsergebnisse von Gsell mit folgenden peinlich harten Worten, die immerhin kleingedruckt sind:

«Gsell liefert eine 1:50000-Karte des Flimserbergsturzgebietes. In derselben zeichnet er Bergsturzwellen als Randmoränen und Endmoränen des Segnesgletschers ein. Stromstriche nimmt er für Moränen, Bergsturzmaterial, etwas imprägniert von Gletscherschlamm, hält er für mächtige Wallmoränen, Fluidalschlieren innerhalb des Bergsturzes bedeuten ihm verschiedene Bergstürze. Seither hat Gsell sich offen dahin ausgesprochen, dass er meiner Auffassung *eines* gewaltigen Bergsturzes zustimme, dass er aber derselben unter dem Drucke seines Meisters entgegentreten *musste,* um zur Promotion zu gelangen. Er ist nicht der einzige, dem es so ergangen ist.»

Die nachfolgende Beschreibung der neuen Beobachtungen zeigt nun, dass Gsell im Prinzip richtig gesehen hat, und sie lässt uns erkennen, dass gute Feldarbeit für eine Dissertation weiter führt als festgefahrene Meinungen alter Meister.

4 Dem Vorsteher des Tiefbauamtes, Herrn Oberingenieur Heinz Dicht, sei hier bestens gedankt für die Erlaubnis zu der vorliegenden Publikation. In den Dank eingeschlossen ist sein Vorgänger, Herr Oberingenieur Kurt Suter, und der Planungschef des Amtes, Ingenieur Robert Wacker. Alle drei haben die Arbeiten des Geologen vorbildlich betreut. Mein Dank gilt zudem besonders auch dem Ingenieurbüro Hegland & Partner in Chur mit den Ingenieuren Reidar Hegland und Peter Schürmann, die den Technischen Bericht zum Vorprojekt Umfahrung Flims ausgearbeitet haben, und Herrn Ingenieur Hermann Scheiwiller vom gleichnamigen Ingenieurbüro in Chur, der die Organisation der Sondierbohrungen besorgte und mir bei der Aufnahme der Bohrkerne unentwegt zur Seite stand.

Die Landschaftsoberfläche im Bereich der 7 Sondierbohrungen

Fig. 1 zeigt die Lage der Sondierbohrungen (eine Sondierbohrung 4 wurde nicht abgeteuft). Wir befinden uns im Flimser Wald, wo ausserhalb der Häuser von Flims-Waldhaus die Landschaft vom Menschen noch kaum umgestaltet worden ist. Die Terrainoberfläche weist ein sehr unruhiges Relief auf. Nicht nur ragen Grossblöcke auf Schritt und Tritt aus dem Waldboden heraus, sondern auch Hohlformen ohne oberirdischen Abfluss finden sich in steter Folge. Sie bilden trichterförmige Mulden, oft 10–30 m im Durchmesser und bis zu 10 m tief. Das anfallende Niederschlagswasser versickert unterirdisch und rasch.

An Aufschlüssen längs Strasseneinschnitten, etwa längs der Kantonsstrasse an der Westausfahrt von Flims-Waldhaus, lässt sich erkennen, dass die eckigen Blöcke und Steine, die hier aus Kalken bestehen, die den Wänden des Flimsersteins entstammen, eingebettet sind in eine Vormacht von feinerem Material. In letzterem überwiegt oft der Splitt, d. h. unbearbeitete Gesteinstrümmerchen mit ∅ 2,5–25 mm, wie dies besonders ausgeprägt am Weg zum Caumasee hinunter sichtbar ist. Doch auch die feineren Fraktionen, in den Korngrössen von Sand und Silt bis zu Lehm hinunter fehlen nicht. Eindrücklich war die im Frühjahr 1982 ausgehobene Baugrube für eine neue Tiefgarage, die westlich des Parkhotels liegt (im NE von Sondierbohrung 2), die bis 6 m Tiefe hinuntergereicht hat. Hier sah man ein wirres Haufwerk von Steinen und Blöcken, die bis zu Hausgrösse reichten. Dazwischen lag Trümmermaterial jeglicher Korngrösse, bis zur Sand- und Siltfraktion hinunter, aber auch offene Löcher waren gar nicht selten. Dieses Haufwerk war so gut ineinander verkeilt, dass die Baugrubenwände vertikal standen und nur mit Plastikbahnen abgedeckt werden mussten.

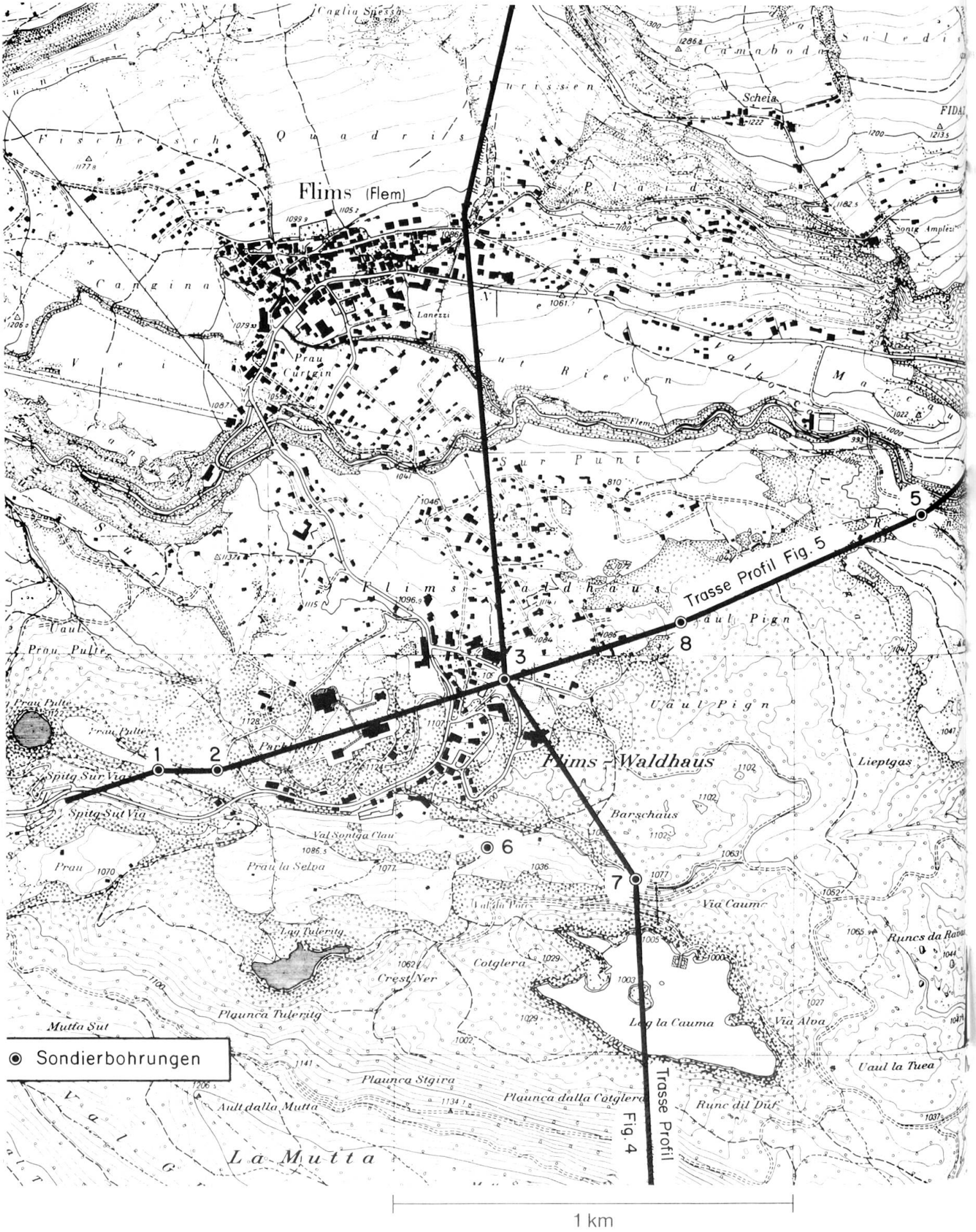
Solche Beobachtungen, die an der Terrainoberfläche gemacht werden können, machen verständlich, weshalb HEIM, OBERHOLZER und viele andere Erdwissenschaftler zur Überzeugung gelangten, die Trümmergesteine in der Umgebung von Flims-Waldhaus seien allesamt *direkt* vom Bergsturz geliefert worden. Erst durch die neuen Sondierbohrungen gelang der Nachweis, dass die gewaltige Trümmermasse, die aus der Westwand des Flimsersteins ins Segnestal hinunter stürzte, vom Segnesgletscher ins Gebiet von Flims-Waldhaus weitertransportiert worden ist. Somit muss es als Moräne bezeichnet werden. Das Segnestal ist bis 6 km oberhalb Flims-Waldhaus eine breite Talmulde, vom Ual Segnas durchflossen, der von Flims an abwärts Flem heisst. Von NW hinunterkommend mündete der Segnesgletscher ins Gebiet der Fig. 1 ein.

Die Beschreibung der Landschaftsoberfläche wäre unvollständig ohne Hinweis auf den Caumasee, diesem Kleinod mitten im Flimser Wald. Mit unterirdischem Zufluss und unterirdischem Abfluss, einer Seespiegelschwankung zwischen Sommer und Winter von nur 4–5 m, liegt er in einer grossen Senke, die gegenüber der Umgebung um mehr als 40 m übertieft ist. In übertieften Senken sind ferner der Prau Pultè-See und der Tuleritg-See eingebettet (siehe Fig. 1). Ersterer füllt sich nur im Sommer und nur unterirdisch, letzterer hat keinen oberirdischen Abfluss. Über das Wasserregime im Untergrund von Flims soll später, nach Ergänzung der vielen bisher gewonnenen Daten, in einer eigenen Publikation berichtet werden.

Die Moränenablagerungen in den Sondierbohrungen

Dem Autor kam die Aufgabe zu, die Bohrkerne, die praktisch ohne Kernverlust zu Tage gefördert werden konnten, geologisch zu identifizieren[5]. Dabei fiel vor allem auf, dass die grösseren, d. h. von Auge bestimmbaren Komponenten in den Moränen prak-

5 Die Bohrprofile wurden im Massstab 1:100 aufgenommen und sind durchlaufend fotografiert worden.


Flims (Flem)
Flims-Waldhaus
Trasse Profil Fig. 5
Trasse Profil Fig. 4
1
2
3
5
6
7
8
Sondierbohrungen
1 km
Caglia Spessa
Scheia
Lanezzi
Prau Curtgin
Prau Pulte
Spitg Sur Via
Spitg Sut Via
Val Sontga Clau
Prau la Selva
Barschaus
Lieptgas
Via Caume
Lag la Cauma
Via Alva
Uaul la Tuea
Runc dil Duf
Plaunca Tuleritg
Plaunca Stgira
Plaunca dalla Cotglera
Cotglera
Crest Ner
Mutta Sut
Ault dalla Mutta
La Mutta
Uaul Pign
Runcs da Radai
Lag Tuleritg

tisch ausschliesslich vom Bergsturz geliefert worden sind. Die grossen, unbearbeiteten Blöcke wurden als Obermoräne transportiert. Ein Teil der Bergsturztrümmer indessen geriet durch Spalten an den Grund des Gletschers, ein weiterer Teil wurde vom Segnesgletscher, der nach der grossen Bergsturzkatastrophe noch zweimal bis in die Flimser Gegend vorrückte, überfahren und dabei am Grunde des Gletschers kräftig bearbeitet.

In den eindeutig als lehmige Grundmoräne ansprechbaren Abschnitten, aber auch in den übrigen Moränenabschnitten kommen in allen 7 Sondierbohrungen immer wieder Steine und kleine Blöcke vor, die kantengerundet sind, mit derartigen Rundungen, wie sie durch Abschlag nicht entstehen können. Seltener, aber doch häufig genug, sind die Rundungen poliert, ab und zu auch gekritzt. Rundung verknüpft mit Politur der Geschiebe kann nur durch glaziale Bearbeitung erklärt werden, Kritzung allein wäre hier auch durch tektonische Bewegungen im Anstehenden oder durch Aufeinanderprallen der Gesteinstrümmer beim Sturzvorgang zu erklären. Fig. 2 zeigt ein typisches Beispiel für die geschilderte glaziale Bearbeitung.

Diese Steine und Blöcke bestehen fast ausschliesslich aus Malm- und Kreidekalken aus den Wänden des Flimsersteins, nur die Bohrung 8 lieferte bis zur Tiefe von 20,20 m ziemlich viel grünen Verrucano, der von der Gipfelkappe des Flimsersteins herstammt. Dies entspricht der Verbreitung der Verrucano-Trümmer auf der Terrainoberfläche, die in Fig. 6 dargestellt ist. Seltenheitswert haben ein paar Blöcke aus einer gut verkitteten Gehängeschuttbreccie, die in der Bohrung 6 zwischen 6,60 und 8,60 m Tiefe lagen; sie ist durchwegs aus eckigen Kalktrümmern zusammengesetzt.

Alle oben genannten groben Komponenten sind eingebettet in die feineren Fraktionen Splitt, Sand, Silt und Lehm. Besonders typisch ist dabei die Fraktion Splitt (∅ 2,5–25 mm), die aus eckigen Trümmerchen besteht, wie sie nur vom Bergsturz geliefert werden können. Diese feineren Fraktionen bilden die Hauptmasse der Moränenablagerungen, können aber nur in einzelnen Horizonten als echte Grundmoräne angesprochen werden. Offensichtlich war der Segnesgletscher von Vorstössen und Rückzügen geplagt, die sein Moränenmaterial kräftig durcheinander brachten.

Fig. 1: Die Lage der sieben Sondierbohrungen.

Verwitterungshorizonte und fossile Böden innerhalb der Moränen

In Fig. 3 sind die im Massstab 1:100 aufgenommenen Bohrprofile zusammengefasst dargestellt. Ein besonderes Interesse erwekken dabei die innerhalb der Moränenabfol-

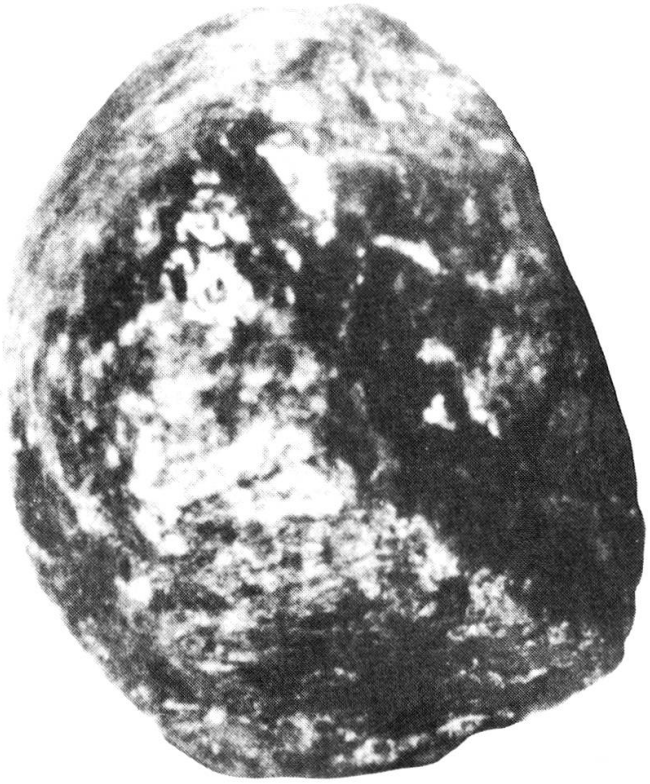


Fig. 2: Gerundetes und poliertes Geröll (∅ 15 cm) aus Kalk vom Flimserstein. Stammt aus Sondierbohrung 8 in 79,1 m Tiefe. Für die Strecke von 61,55–80,00 m Tiefe lautet hier der geologische Befund der Kernbohrung: siltig sandiges Zwischenmittel (z. T. lehmig) mit Steinen und Blökken (grösster Block mit ∅ 60 cm), die z. T. gerundet, poliert und gekritzt sind.

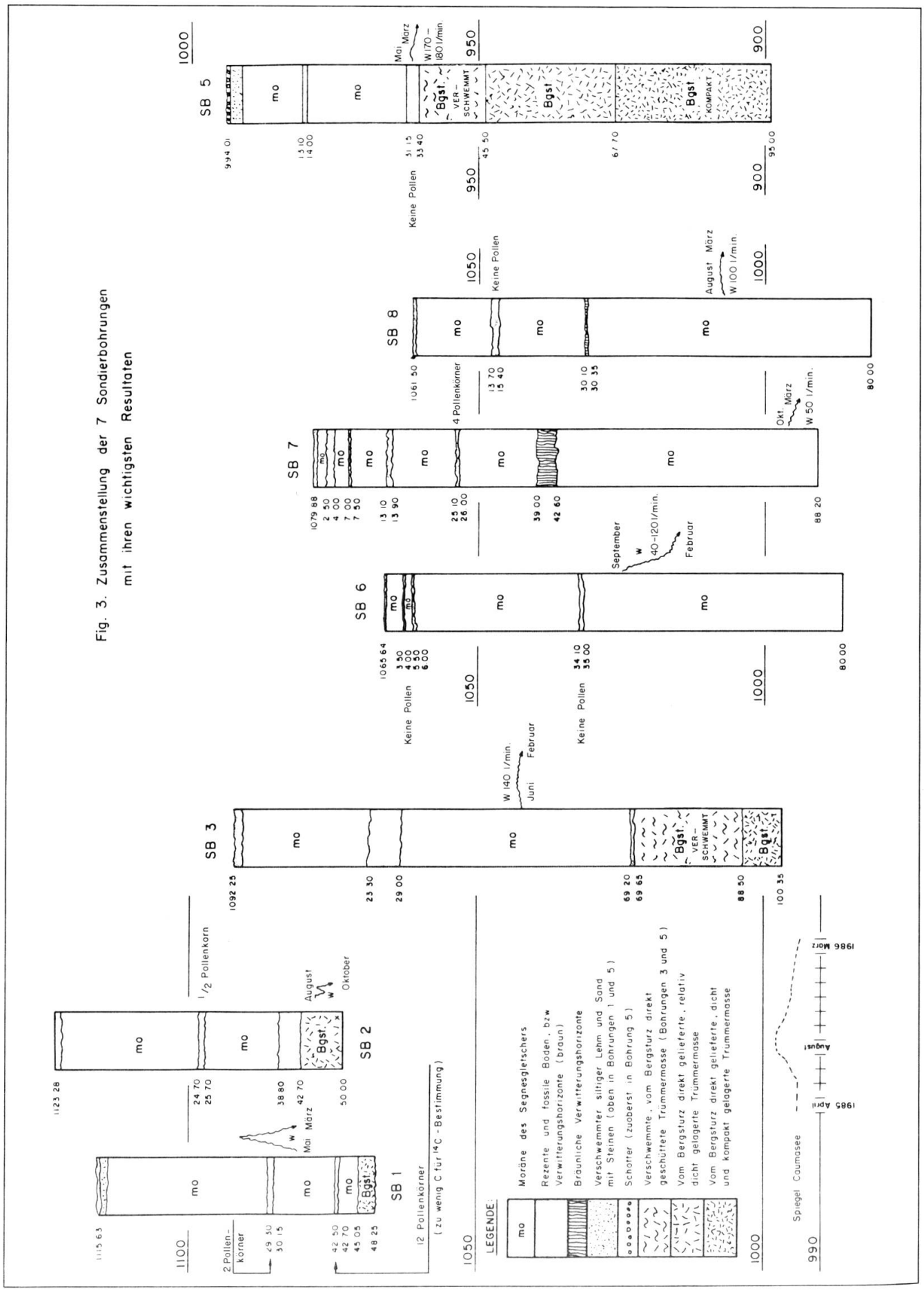


Fig. 3. Zusammenstellung der 7 Sondierbohrungen mit ihren wichtigsten Resultaten

gen eingelagerten Verwitterungshorizonte und fossilen Böden. Ihr Merkmal ist die braune bis rostrote Farbe, mit der sie im Grau bis Gelbgrau der Moränen sofort auffallen. Die braune Farbe allein ist kein eindeutiges Indiz für Bodenbildung, denn sie könnte auch von ehemaligen, heute versiegten Wasseradern stammen. Bräunliche Verwitterungshorizonte, wie sie mit dieser neutralen Bezeichnung in Fig. 3 ausgeschieden sind, geben an, dass es sich um Bodenbildung während eines Gletscherrückzugs handeln kann, aber nicht handeln muss. Wo hingegen in Fig. 3 die Signatur für «rezente und fossile Böden bzw. Verwitterungshorizonte (braun)» eingesetzt ist, dürfte es sich mit grosser Wahrscheinlichkeit um echte fossile Böden handeln. Ihr Kennzeichen ist rotbraune krümelige Erde, mit der die eingeschlossenen Gesteinsbrocken umgeben sind, sowie der allmähliche Übergang ins Hellbraun gegen unten. Eingeschlossen ist dieser ganze Horizont jeweils ins Grau bis Gelbgrau der normalen Moränenabfolgen.

Frau Brigitta Ammann vom Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Bern hat es in harter und aufwendiger Arbeit auf sich genommen, 8 Proben aus derartigen Horizonten auf ihren Polleninhalt zu untersuchen, wofür ihr hier herzlich gedankt sei. Im Anhang berichtet sie selbst über ihre Untersuchungsergebnisse. Ihre Arbeit war deshalb hart und aufwendig, weil die Pollen entweder nur in einigen wenigen Exemplaren oder überhaupt nicht vorhanden waren (siehe die Angaben über den Polleninhalt der 8 untersuchten Proben in Fig. 3). Aus dem von Frau Ammann verfassten Anhang sei hier nur soviel vorweggenommen: die Vorstellung ist wohlbegründet, dass die Bodenbildungen in die Zeit gleich nach dem Rückzug des Vorderrheingletschers fallen, als sich auf den vom Eis frei gewordenen Flächen noch nicht einmal eine Pioniervegetation eingestellt hatte. Solche Verhältnisse könnten mit der Ältesten Dryas (zwischen 17000 und 13000 B.P.) korreliert werden.

Einen besonderen Hinweis verdient nun *die Lage der fossilen Böden bzw. Verwitterungshorizonte* innerhalb der Bohrkernabfolgen (vgl. Fig. 3). Der unterste derartige Horizont liegt in Sondierbohrung 2 unmittelbar auf den vom Bergsturz direkt gelieferten Trümmern. Letztere sind in den Sondierbohrungen 3 und 5 in ihrem obersten Abschnitt verschwemmt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im frischen Trümmerfeld eines Bergsturzes die Bäche vielerorts gestaut werden, wonach dann die gestauten Wassermassen ausbrechen, wenn sich die Bäche erneut eingraben.

Anderer Art sind die Verhältnisse im untersten Teil der Sondierbohrung 1. Hier stiess man im Liegenden des untersten fossilen Bodens (42,50–42,70 m) noch auf eine 2,35 m mächtige Moränenschicht, bis dann die vom Bergsturz direkt gelieferten Trümmer erreicht waren. Diese dünne unterste Moränenschicht war wahrscheinlich in den letzten Phasen des gewaltigen Bergsturzes als Stück der riesigen Sturzmasse obenauf «geschwommen». Man darf nun ferner annehmen, dass dabei auch die «dunkelbraunen Brocken» vom Bergsturz mitgerissen worden sind, die in der Sondierbohrung 1 aus 42,6 m Tiefe geborgen werden konnten. Nach den Untersuchungen von Frau Ammann (siehe Anhang, letzter Abschnitt) weisen diese «dunkelbraunen Brocken» ein reiches und gegenüber allen andern Proben völlig abweichendes Pollenspektrum auf, das die Vermutung begründet, sie würden aus einem viel älteren, in einem Würm-Interstadial gebildeten Boden stammen.

Der beschriebene *unterste fossile Boden* muss also unmittelbar nach dem Flimser Bergsturz entstanden sein, als die Flimser Gegend eisfrei war. Darüber folgen nun in allen 7 Sonderbohrungen oft sehr mächtige Moränenablagerungen, die der Segnesgletscher mit sich geführt hat, und *dann wiederum ein fossiler Boden,* der in allen 7 Bohrungen erscheint. Dieser ist einmal mehr durch seine extreme Pollenarmut gekennzeichnet (vgl. Fig. 3): in Sondierbohrung 1 nur 2 Pollenkörner, in Bohrung 2 nur ½ Pollenkorn, in den Bohrungen 5 und 8 keine Pollen und in Bohrung 7 auch nur 4 Pollenkörner.

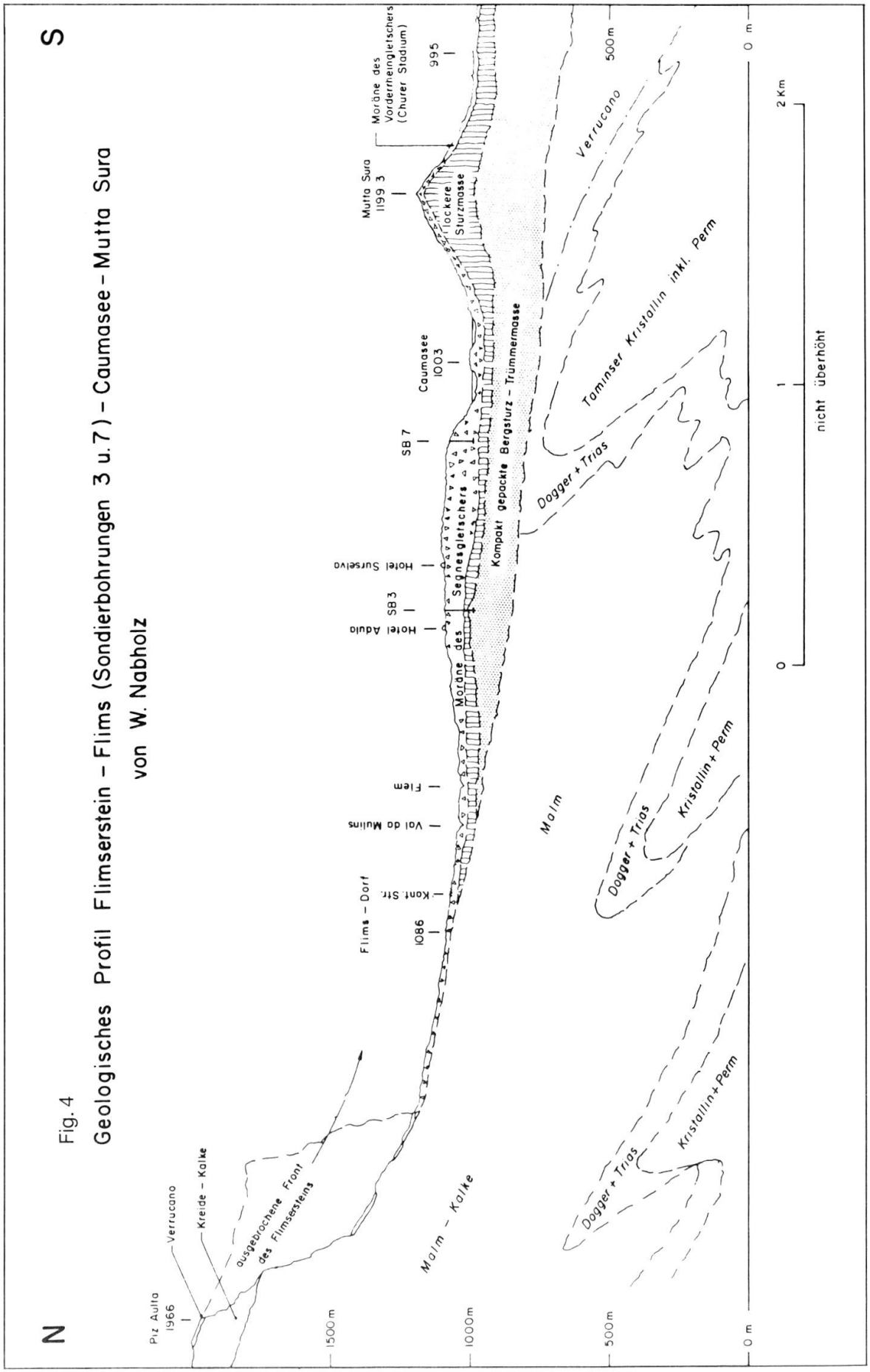


Fig. 4
Geologisches Profil Flimserstein – Flims (Sondierbohrungen 3 u. 7) – Caumasee – Mutta Sura
von W. Nabholz

Offensichtlich ist diese praktisch vegetationslose Bodenbildung während einer Rückzugsphase des Segnesgletschers entstanden, der dann nachher das ganze Flimser Gebiet wiederum kräftig überfahren hat und seine Moränenablagerungen zurückliess. Nur in den Sondierbohrungen 6 und 7 sind in den obersten Teilen der Bohrkerne noch 2 bis 3 fossile Böden innerhalb der Moränenabfolgen eingelagert gewesen. Ohne Zweifel sind sie während Schwankungen der Stirn des Segnesgletschers entstanden. Alle diese Bodenbildungen liefern uns wichtige Hinweise zur Klärung der Ereignisse, die sich im Anschluss an den gewaltigen Flimser Bergsturz abgespielt haben.

Die direkt vom Bergsturz herstammenden Trümmermassen

Diese sind aus den untersten Abschnitten der Sondierbohrungen 1, 2, 3 und 5 in vorwiegend kompakt zusammenhaltenden Bohrkernen zu Tage gefördert worden. Ihr Material unterscheidet sich von den darüber liegenden Moränen durch das Fehlen von kantengerundeten Steinen. In den Bohrungen 1 und 2 sind in einer dunkelgrauen dichten Grundmasse, die aus den Fraktionen Silt und Sand besteht (ca. 50 Vol. %), eckige Gesteinstrümmerchen aus Kalk eingepackt, die zur Hauptsache der Grössenklasse Splitt (2,5–25 mm) zuzurechnen sind; selten sind die Kalktrümmer grösser als Splitt.

Die untersten Abschnitte in den Bohrungen 3 (88,50–100,35 m) und 5 (67,70 bis 95,00 m) bestehen aus dem letztgenannten, auch hier sehr hart gepackten Material, wobei einige bis 10 cm grosse Kalktrümmer vorhanden sind. Die gleiche kompakte Bergsturz-Trümmermasse bildet gegen den Vorderrhein hinunter die teils senkrechten Wände der Ruin'Aulta-Schlucht. Sie ist derart kompakt, dass sie sich beim Bau des Eisenbahntunnels in der Rheinschlucht unten und des Strassentunnels auf der Ostseite des Versamer Tobels als standfestes Tunnelgebirge erwiesen hat. – Im Hangenden dieser untersten Abschnitte folgt in Bohrung 5 (45,50–67,70 m) eine etwas weniger dicht gelagerte Trümmermasse, die ebenfalls zur Hauptsache aus den Fraktionen Silt, Sand und Splitt besteht, zudem aber einige eckige Steine und Kalkblöcke enthält. – Die obersten Abschnitte der vom Bergsturz direkt gelieferten Trümmer sind sowohl in der Bohrung 3 (69,65–88,50 m) wie auch in der Bohrung 5 (33,40–45,50 m) verschwemmt, worauf schon weiter oben, bei Besprechung der untersten fossilen Böden, hingewiesen wurde. Bei Bohrung 5 handelt es sich um grobblockige Wildbachtrümmer mit viel Splitt dazwischen, bei Bohrung 3 fehlen die groben Blöcke, die Fraktionen Silt, Sand und Splitt überwiegen und sind in einzelnen Lagen mit feinerem oder gröberem Material verschwemmt. In Fig. 3 sind die vom Bergsturz direkt gelieferten Trümmermassen entsprechend der obigen Beschreibung gegliedert, in den Figuren 4 und 5 wird nur zwischen dem kompakten untersten Abschnitt und den höheren Teilen unterschieden.

Die grossen prähistorischen Ereignisse im Raum Flims

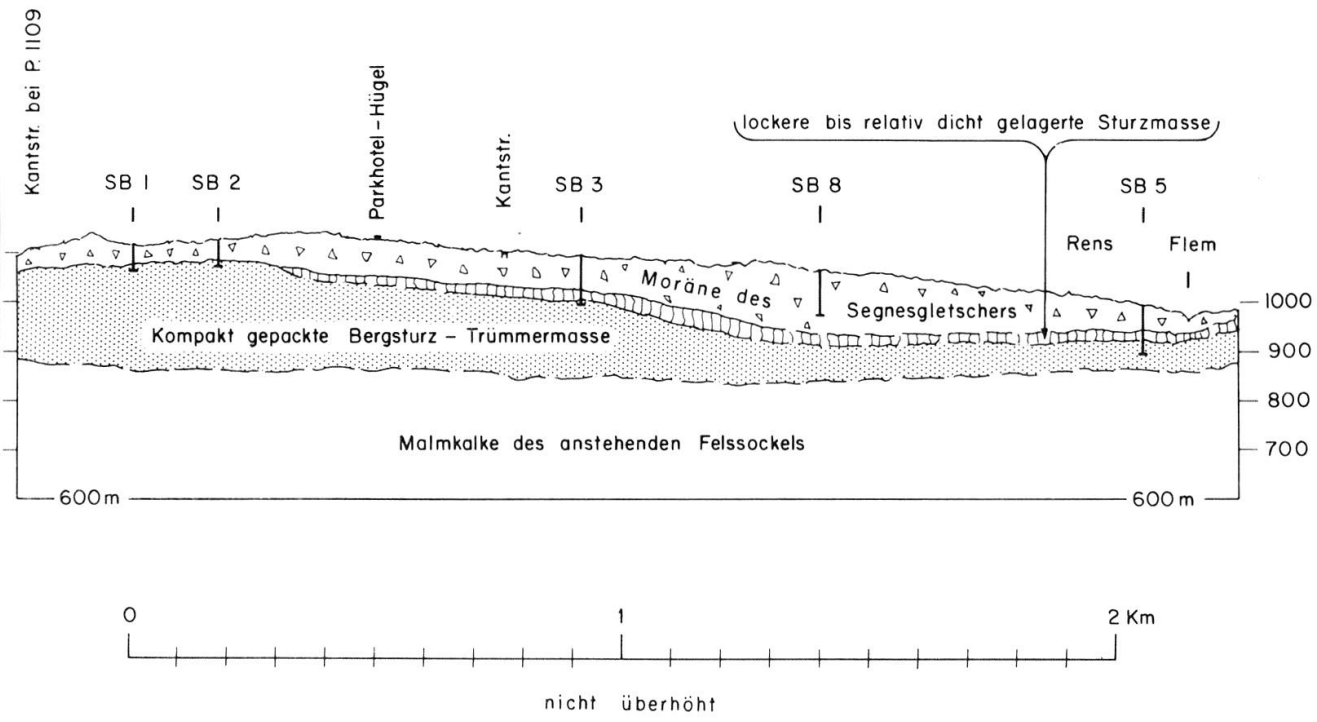
Wie in der Einleitung vorausgeschickt, führten die 7 beschriebenen Sondierbohrungen zu neuen Erkenntnissen, aus denen sich der Ablauf der Ereignisse, die dem Untergrund von Flims Form und Gestalt gaben, herauslesen lässt. Die nachfolgende chronologische Beschreibung greift teilweise über den engen Flimser Raum hinaus, weil ja der Flimser Bergsturz dem ganzen in Fig. 6 dargestellten Gebiet seinen Stempel aufgedrückt hat. Sie korrigiert frühere Beschreibungen, von denen insbesondere erwähnt seien: ABELE (1974), NABHOLZ (1975), HANTKE (1980) sowie BÜCHI & MÜLLER (1981).

An den Anfang dieser Beschreibung stellen wir den Flimser Bergsturz, das weitaus grösste derartige Ereignis der gesamten Alpen. Seine Kubatur umfasst 10–15 km^3 (auf-

Fig. 5

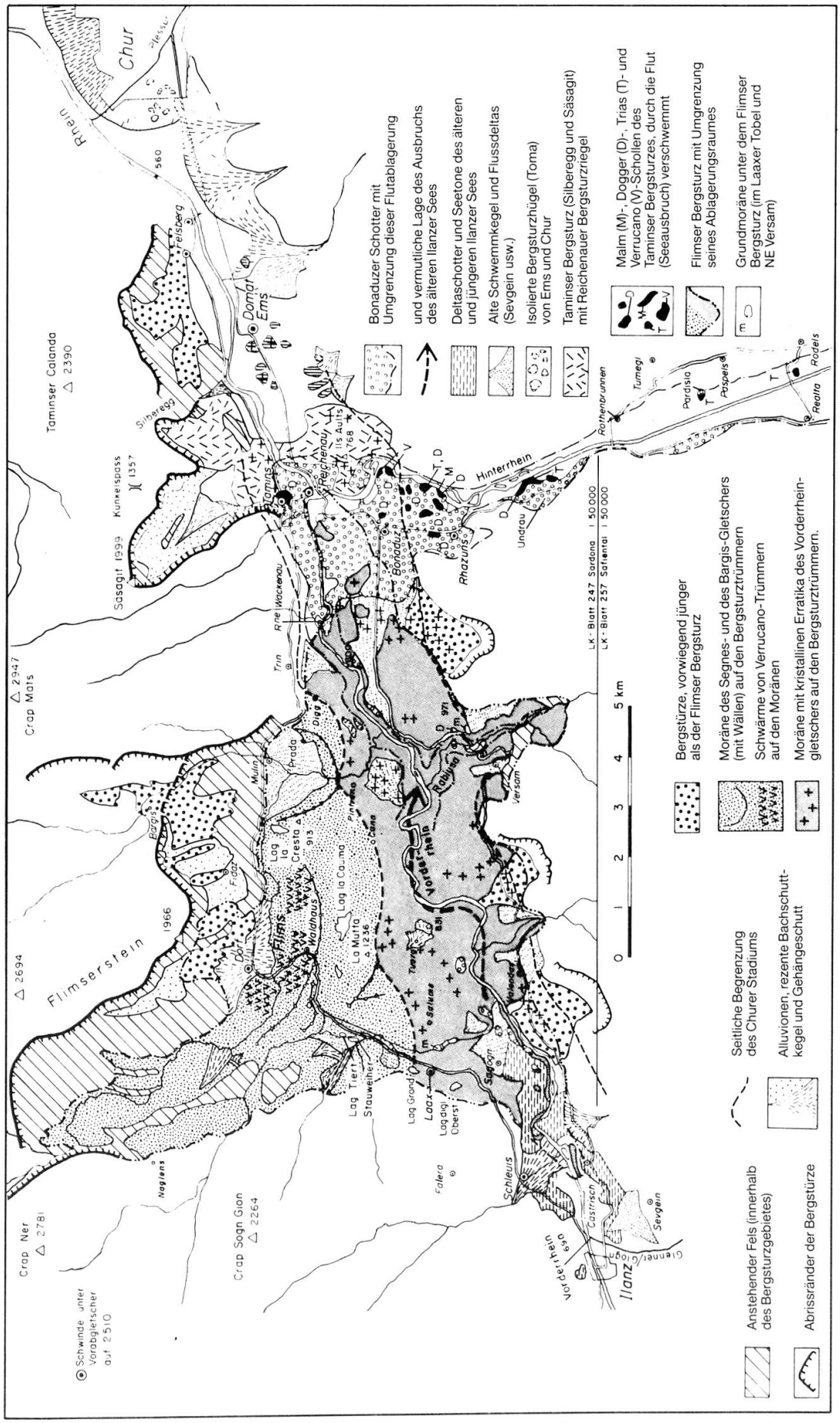
Geologisches Profil längs der Verbindungslinie Sondierbohrungen 1 - 2 - 3 - 8 - 5

von W. Nabholz



geschlossenes Volumen 9 km³), seine Fläche bedeckt über 51 km². Er ist in den Endphasen der letzten Eiszeit niedergebrochen, nachdem zuvor während Jahrtausenden das Eis des Vorderrheingletschers mit allen seinen Seitengletschern die Gegend von Flims bis 2200 m hinauf zusammenhängend überdeckt hatte. Eingepackt in dieses Eis lag der Urklotz des Flimsersteins, der sich gegen S und vor allem gegen SW weiter ausdehnte als heute. Als das Eis abschmolz, und als sich der Vorderrheingletscher in die Surselva oberhalb Ilanz zurückgezogen hatte, verlor dieser Urklotz des Flimsersteins, mit seinen schon damals bis 500 m hohen Felswänden, seinen stützenden Fuss aus Gletschereis, und gleichzeitig begann der Spaltenfrost kräftig zu wirken. Es kam zur Bergsturzkatastrophe, bei der ein grosser Teil des Flimserstein-Urklotzes zu Tale fuhr. Dabei spielten wassergeschmierte Schichtflächen eine wichtige Rolle, denn wie Fig. 4 zeigt, fallen die Schichtflächen in den Kalkabfolgen des Flimsersteins überall mit 5–20° Gefälle gegen S ein.

Fig. 6: Geologische Kartenskizze der Bergsturzlandschaft von Flims und Reichenau-Domleschg-Chur. Nach Gsell, R. (1918), Oberholzer, J. (1920), Leupold, W. (1942), Remenyik, T. (1959), Pavoni, N. (1968), Scheller, E. (1970), Abele, G. (1970 & 1974), Hantke, R. (1980) und Nabholz, W. (1954–1986). Man beachte, dass der ältere Ilanzer See der obigen Legende dem 2. Ilanzer See im Text entspricht, der jüngere Ilanzer See dem 3. Ilanzer See im Text.


Chur
Rhein
Taminser Calanda
2390
Silberegg
Kunkelspass
1357
Säsagit 1999
Felsberg
Domat Ems
Tamins
Reichenau
Hinterrhein
Rhazüns
Bonaduz
Rothenbrunnen
Tumegi
Pardisla
Paspels
Rodels
Realta
Undrau
Crap Mats
2947
Flimserstein
1966
2694
Crap Ner
2781
Crap Sogn Gian
2264
Naglens
Schwinde unter Vorabgletscher auf 2510
Flims
Waldhaus
Cresta
Prada
Versam
Vorderrhein
Sagogn
Schleuis
Falera
Laax
Lag Grand
Lag Tiert
Stauweiher
Lag la Cauma
Lag la Mutta
Lag dagl Oberst
Cadrisch
Sevgein
Glennerschlucht
Ilanz
Vorderrhein
Bonaduzer Schotter mit Umgrenzung dieser Flutablagerung
und vermutliche Lage des Ausbruchs des älteren Ilanzer Sees
Deltaschotter und Seetone des älteren und jüngeren Ilanzer Sees
Alte Schwemmkegel und Flussdeltas (Sevgein usw.)
Isolierte Bergsturzhügel (Toma) von Ems und Chur
Taminser Bergsturz (Silberegg und Säsagit) mit Reichenauer Bergsturzriegel
Malm (M)-, Dogger (D)-, Trias (T)- und Verrucano (V)-Schollen des Taminser Bergsturzes, durch die Flut (Seeausbruch) verschwemmt
Flimser Bergsturz mit Umgrenzung seines Ablagerungsraumes
Grundmoräne unter dem Flimser Bergsturz (im Laaxer Tobel und NE Versam)
LK - Blatt 247 Sardona 1:50000
LK - Blatt 257 Safiental 1:50000
0 1 2 3 4 5 km
Bergstürze, vorwiegend jünger als der Flimser Bergsturz
Moräne des Segnes- und des Bargis-Gletschers (mit Wällen) auf den Bergsturztrümmern
Schwärme von Verrucano-Trümmern auf den Moränen
Moräne mit kristallinen Erratika des Vorderrhein-gletschers auf den Bergsturztrümmern.
Seitliche Begrenzung des Churer Stadiums
Alluvionen, rezente Bachschutt-kegel und Gehängeschutt
Anstehender Fels (innerhalb des Bergsturzgebietes)
Abrissränder der Bergstürze

Die gewaltigen, bis 600 m dicken Trümmermassen stürzten in den damals weiten Taleinschnitt des Vorderrheins, wo der Flusslauf um einiges tiefer lag als heute (vgl. Profile in OBERHOLZER, 1933, und in WYSSLING, 1950). Über eine Strecke von 12 km (vgl. Fig. 6) war nun das Vorderrheintal zugeschüttet, der Rhein war gestaut, und es bildete sich der erste Ilanzer See[6]).

Als sich die vom Sturz herrührende Staubwolke gelegt hatte, bot die Flimser Landschaft noch jahrzehntelang einen öden Anblick: im wirren und vegetationslosen Haufwerk der Bergsturztrümmer suchten sich die Bäche einen neuen Weg, Tümpel und kleine Seen liefen aus und verschwemmten das Material (Sondierbohrungen 3 und 5, siehe Fig. 3). Bald schon bildeten sich die ersten Verwitterungshorizonte und kärglichen Böden (Bohrungen 1, 2, 3 und 5). Der Vorderrhein bahnte sich mit stürmischer Erosionskraft einen Lauf durch den Bergsturzriegel, und der erste Ilanzer See, dessen Spiegel nach BÜCHI & MÜLLER (1981) bei 940 m oder höher gelegen haben dürfte, lief aus. Ob Menschen die Bergsturzkatastrophe miterlebt haben und ob sie in den ersten Jahrzehnten darnach durch die Flimser Gegend gewandert sind, ist äusserst fraglich, denn weshalb hätte sich ein Jäger aus dem Jungpaläolithikum, der vielleicht weit weg im Unterland umherstreifte, in diese baum- und strauchlose Trümmerwüste verirren sollen?

Dieser Zustand dürfte nur kurze Zeit angehalten haben, denn schon rückte der Segnesgletscher erneut vor. Er brachte eine gewaltige Menge von Trümmern, die er vor sich her stiess oder die von Nachstürzen aus der Westwand des Flimsersteins auf seinen Eisrücken gefallen waren und von ihm weiter transportiert wurden, bis in die Flimser Gegend. Dies sind die bis 50 m mächtigen untersten Moränenabschnitte in allen 7 Sondierbohrungen (Fig. 3). Die Kälteperiode, die diesen Vorstoss bewirkt hatte, erfasste nicht nur den Bargis- und den Vorabgletscher, sondern allmählich auch den Vorderrheingletscher, der durch die in kurzer Zeit auserodierte Kerbe des Vorderrheintals bis Chur vorstiess *(Churer Stadium)*. Dabei reichte das Vorderrheineis nicht bis zur Muttahöhe hinauf, denn die höchstgelegenen erratischen Blöcke aus dem Einzugsgebiet des Vorderrheingletschers findet man nördlich Salums auf 1160 m (siehe Fig. 6). Der lange Rücken der Muttahöhe mit seinem höchsten Punkt 1236 wurde ursprünglich als Bergsturzwall geschüttet, wie dies schon von ALBERT HEIM postuliert worden ist. Aber entgegen seiner Auffassung und in Übereinstimmung mit RUDOLF GSELL (1918) wurde er während des Churer Stadiums vom Segnesgletscher überfahren (siehe Fig. 4). Längs einer Linie, die von Laax südlich an der Muttahöhe vorbei nach Conn und Digg führt, vereinigte sich das Eis des Vorab- und Segnesgletschers mitsamt jenem des Bargisgletschers mit dem Vorderrheingletscher.

Als das Eis des Churer Stadiums wegschmolz, blieb zuerst in vielen Senken, so auch in jenen der Flimser Seen, Toteis liegen. Es bewahrte diese Senken vor der Zuschotterung, denn die Schmelzwässer müssen sehr viel Material mit sich geführt haben. Zwischen Schleuis und Castrisch bildete sich auf Toteis ein Riegel aus Bergsturz- und Moränenmaterial, der den 2. Ilanzer See aufstaute (nach BÜCHI & MÜLLER, 1981, mit Seespiegel auf ca. 770 m). Der Riegel brach einige Zeit später zusammen, und eine Wasserflut voller mitgerissenem Lockerma-

Fig. 7: Der Flimserstein. Links das Segnestal, das gegen Flims-Dorf hinunter führt. Herwärts Flims-Waldhaus, rechts darunter der Caumasee, herwärts der langgestreckte bewaldete Hügelkamm Mutta Sura, der die höchste Erhebung in der Trümmerlandschaft bildet. Rechts unten der in die Bergsturztrümmer eingegrabene Vorderrhein (Ruin Aulta). – Rechts vom Flimserstein das Tal von Bargis, überleitend in das Val Turniglia. – Aufnahme der Swissair-Photo AG, Zürich, vom 22.6.1971.

6 Dieser ist älter als der «ältere Ilanzer See», der in der Legende von Fig. 6 mit einem Pfeil für die vermutliche Lage seines Ausbruchs ausgeschieden ist.

terial (Sande, Schotter, Bergsturztrümmer- = Bonaduzer Schotter) ergoss sich bis in den Kessel von Reichenau und schwappte weit ins Domleschg hinein (siehe Fig. 6, auf deren Legende der 2. Ilanzer See als der ältere bezeichnet ist).

Nun hatte sich der Vorderrheingletscher bis weit über Ilanz hinauf zurückgezogen und ebenso der Segnesgletscher bis hoch über Flims. Erneut kam es zur Bodenbildung, die aber immer noch von minimalem Pflanzenwuchs begleitet war (Bohrung 1: 2 Pollenkörner, Bohrung 2: ½ Pollenkorn, Bohrungen 6 und 8: keine Pollen, Bohrung 7: 4 Pollenkörner, siehe Fig. 3). Aus dieser Pollenarmut schliesst Frau Ammann (siehe Anhang), dass sich dieser «mittlere» Boden wie auch der ältere in der Ältesten Dryaszeit (17000–1300 B.P.) gebildet haben könnte. In diesen Zeitraum wären somit die bisher beschriebenen Ereignisse zu stellen, aber auch das nächste, auf das im folgenden noch kurz einzugehen ist.

Die Bohrprofile zeigen deutlich, dass der Segnesgletscher noch einmal, d. h. zum zweiten Mal nach der Bergsturzkatastrophe, bis Flims und bis in die Hänge, die zur Senke des Caumasees hinunter führen (hier liegen die Bohrungen 6 und 7), vorrückte. Auf seine Eisoberfläche war ein Nachsturz aus der Westwand des Flimsersteins gefallen, so dass wiederum sehr viel Trümmermaterial nach Flims und in die Hänge nördlich des Caumasees gelangte. Gleichzeitig rückte der Vorabgletscher bis Mulania, der Bargisgletscher bis gegen Mulin, der Rabiusagletscher aus dem Safiental vielleicht bis Ransun auf der Nordseite des Vorderrheins vor (? Riegel, der den 3. oder jüngeren Ilanzer See aufstaute), während der Vorderrheingletscher im Bündner Oberland zurückblieb (HANTKE, 1980, BÜCHI & MÜLLER, 1981).

Bei diesem letzten Vorstoss des Segnesgletschers, den wir als *Flimser Stadium* bezeichnen, dürfte das Gletscherende nördlich oberhalb des Caumasees gelegen und geschwankt haben. Bei diesen Schwankungen entstanden drei Verwitterungshorizonte bzw. deren zwei, die in den Sondierbohrungen 6 und 7 (vgl. Fig. 3) durchfahren worden sind. Aus dieser Eisrandlage zog sich der Segnesgletscher langsam zurück und schaltete dabei einen Zwischenhalt ein, während welchem der schöne Stirnwall geschüttet wurde, der sich vom Runcawald zum Parkhotelhügel Waldhaus hinzieht und von dort, weniger gut erhalten, in weitem Bogen gegen den Crestasee weiterführt (siehe Fig. 6).

Damit ist das prähistorische Geschehen während der Rückzugsphasen aus der letzten Eiszeit (Spätwürm) in der zeitlichen Abfolge, wie sie sich aus der Analyse der sieben neuen Sondierbohrungen ergibt, kurz skizziert. Neu ist der Beweis für die mächtigen Moränenablagerungen, die nach dem Flimser Bergsturz durch das zweimalige Vorrücken des Segnesgletschers entstanden sind. Seither hat sich ganz allmählich die heutige Oberflächengestalt mitsamt ihrer Vegetation entwickelt (siehe Fig. 7). Geblieben ist dabei der Riegel, mit dem die gewaltigen Trümmermassen des grössten Bergsturzes in den Alpen die Surselva vom Churer Rheintal abtrennten.

Anhang

Pollenanalytische Untersuchung einiger Proben aus Bohrkernen von Flims

von BRIGITTA AMMANN

Material

Aus acht verschiedenen Horizonten der Kernbohrungen, deren Lage aus der voranstehenden Fig. 1 hervorgeht, untersuchten wir das uns von Prof. Nabholz zur Verfügung gestellte Probematerial. Fig. 3 zeigt die Horizonte, aus denen die Proben entnommen wurden, und sie gibt am Rand der Profilkolonnen ferner an, wieviel Pollenkörner in jeder der 8 Proben gefunden wurden. Eine neunte Probeuntersuchung ergab sich dadurch, dass wir das Material aus Bohrung 1, 42,50–42,70 m, in zwei Pollenproben aufteilten, da es sich als heterogen erwies: im grauen tonigen Silt (Probe 42,50 bis 42,70 m) fanden sich dunkelbraune Brokken, die wir abtrennten und die am Schluss des nachfolgenden Abschnitts «Resultate» beschrieben sind (Probe 42,6 m).

Methoden

Neben den am Bernischen Botanischen Institut üblichen Aufbereitungsmethoden (HCl, KOH, HF, HCl, Acetolyse, HOH, Glycerin) wurde auch noch eine Schweretrennung mit $ZnCl_2$ durchgeführt zur Anreicherung des organischen Materials.

Resultate

Alle 8 mineralischen Proben (ausser der Probe der dunkelbraunen Brocken) waren extrem pollenarm, ja zum Teil pollenfrei, trotz des Mehraufwandes bei der Aufbereitung. Nur die «dunkelbraunen Brocken» aus Bohrung 1 (42,6 m) enthielten eine auswertbare Anzahl Pollen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Befunde der 8 übrigen, mineralischen Proben. Es ist klar, dass wir somit keine statistische Basis haben für die Interpretation der damals herrschenden Vegetation. Es drängt sich höchstens der Schluss auf, dass das Material mehr oder weniger vollglaziale Vegetationsverhältnisse widerspiegelt. Es stammt also möglicherweise aus der Zeit gleich nach dem Gletscherrückzug, als sich auf den vom Eis frei gewordenen Flächen noch nicht einmal eine Pioniervegetation eingestellt hatte. Ein Beispiel einer solchen Pioniervegetation aus der Umgebung von Flims kennen wir z. B. aus den 6 Basisproben des Profils Affeier von H. J. MÜLLER(1972), die wir zwar eher in die Älteste statt in die Ältere Dryas stellen möchten. BURGA (1980) und WELTEN (1982) belegten mehrfach Anfänge einer Wiederbewaldung der Bündner Täler im Bølling, also ab 13000 B. P., was vielleicht in Affeier der grossen Probeabstände wegen nicht erfasst wurde. Da für die bøllingzeitliche organische Sedimentation minimale Sedimentationsraten bekannt sind, entsteht kein Widerspruch zur ^{14}C-Datierung von 11640 B.P. aus Affeier.

Wir können uns gut vorstellen, dass der Bergsturz sich kurz nach dem destabilisierend wirkenden Eisrückzug ereignete, dass in lokalen Tümpeln und fluvioglazialen Silten und Tonen noch kaum Pollen von Pionierpflanzen vorhanden waren, und dann der wohl ebenfalls in die Älteste Dryas zu stellende Churer Vorstoss die Gegend überfuhr. Diese Ereignisse könnten sich also zwischen 17000 und 13000 B.P. abgespielt haben.

Der Polleninhalt der *dunkelbraunen Brocken* aus Probe 42,6 m in Bohrung 1 erzählt dagegen eine andere Geschichte. Das Pollenspektrum zeigt folgende Zusammensetzung in Prozent (Pollensumme = 547 Körner):

Bäume: *Picea* 12,8, *Pinus* 9,9, Alnus viridis 1,3 A. non-v. 0,9, *Betula* 0,9, *Salix* 0,4, Baumpollensumme = 26,7.

Kräuter: *Cyperaceae* 0,5, *Gramineae* 26, *Artemisia* 0,5, *Asteraceae 3,8, Cichoriaceae* 0,9,

Fabaceae 1,8, Ranunculaceae 4,0, Rumex 2,6, Apiaceae 25,6!
Dazu recht viele Nichtbaumpollen-Typen wie: *Centaurea jacea, Caryophyllaceae, Ericales, Lotus, Geranium, Mentha, Helianthemum, Knautia, Plantago major-media, P. alpina, P. montana, P. lanceolata, Rosaceae, Rubiaceae, Thalictrum, Bupleurum* u. a. Nichtbaumpollensumme = 73,3.

Bei dieser hohen Nichtbaumpollensumme ist für die Zeit, aus der die «dunkelbraunen Brocken» stammen, mit waldloser Vegetation zu rechnen. Der Reichtum an NBP-Typen deutet dagegen auf eine voll entwikkelte, artenreiche alpine Vegetation hin. Die wenigen Baumpollen stammen aus kleinen Gehölzen oder, was wahrscheinlicher ist, aus Fernflug, d. h. aus dem Tiefland. Die Zusammensetzung dieser Baumpollen ist recht eigenartig: im Spätglazial und Holozän kennen wir keine Zeit (in unserer Region), die diese Pollenspektren lieferte; wohl aber kamen solche Fichten-Föhrenwälder oder doch -Bestände in einigen Würm-Interstadialen vor. Wir nehmen also als Arbeitshypothese an, dass die «dunkelbraunen Brocken» ein aus einem Würm-Interstadial aufgearbeitetes, in früh-spätglazialen tonigen Silt eingearbeitetes Material darstellen. Die Frage, wo im Einzugsgebiet interstadiale Ablagerungen anstehen, bleibt offen und würde uns für weitere Untersuchungen sehr interessieren.

Tab. 1

Pollen / Probe	Pinus	Alnus	Gramineae	Cyperaceae	Apiaceae	Filipendula	Plantago m-m	Ranunculaceae	Summe Pollenkörner
Bohrung 1									
29,00–29,50			1		1				2
42,50–42,70	1	1	3		5		1	1	12
Bohrung 2									
25,20	½								½
Bohrung 5									
31,50									0
Bohrung 6									
3,50–4,00									0
34,10–35,00						2			2
Bohrung 7									
25,10–26,00	2		1	1					4
Bohrung 8									
13,70–15,40									0

LITERATURVERZEICHNIS

ABELE, G. (1969): *Vom Eis geformte Bergsturzlandschaften.* – Zeitschr. f. Geomorphologie, Suppl. bd. 8. 119–147.

– (1970): *Bergstürze und Flutablagerungen im Rheintal westlich Chur.* – Aufschluss 21/11. 345–359.

– (1974): *Bergstürze in den Alpen.* – Wissenschaftl. Alpenvereinshefte 25. 230 Seiten.

ANLIKER, H. (1982): *Flims.* – Schweizer Heimatbücher *106.* Verlag Paul Haupt Bern. 196 Seiten.

BÜCHI, U. P. & MÜLLER, E. R. (1981): *Die Stellung des Holzfundes am Rhein bei Rueun (Ruis) im Rahmen des prähistorischen Flimserbergsturzes und der Ilanzer Seen.* – Bündnerwald 6. 452–457.

BÜCHI, U. P., BÜCHI, G., HÜNERMANN, K. & STAUFFER-ISENRING, L. (1986): *Bronzezeitliche Begräbnisstätte an der Strasse von Laax nach Salums GR.* Fundaziun Pro Laax, 7131 Laax. 72 S.

BRUNNER, H. (1962): *Die Churer Toma.* – Bündner Jahrb. 1962. 67–75.

BURGA, C. A. (1980): *Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San Bernardino-Passgebietes (Graubünden, Schweiz).* – Dissertationes Botanicae. 56. 165 S.

GSELL, R. (1918): *Beitrag zur Kenntnis der Schuttmassen im Vorderrheintal.* – Natf. Ges. Graubünden. 58, und Diss. phil. II Univ. Zürich.

HANTKE, R. (1980): *Eiszeitalter, Band* 2. – Ott Verlag Thun. 703 S.

HEIM, ALB. (1883): *Der alte Bergsturz von Flims.* – Jahrb. S.A.C. 18. 295–309.

– (1891): *Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein.* – Beitr. zur Geol. Karte d. Schweiz. 25.

– (1932): Bergsturz und Menschenleben. – Vjschr. Natf. Ges. Zürich *77,* Beiblatt 20. 1–218.

JORDI, U. (1986): *Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Taminatal und im Rheintalabschnitt zwischen Flims und Feldkirch.* Geographica Bernensia G 27 (1987) ISBN 3-906290-34-4. 1–168.

MÜLLER, H. J. (1972): *Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet.* – Flora 161. 333–382.

NABHOLZ, W. (1954): *Neue Beobachtungen im Bergsturzgebiet südlich Reichenau-Tamins (Graubünden).* – Verh. Natf. Ges. Basel 65/1. 67–81.

– (1967): *Exkursion Nr. 38: Chur–Reichenau–Ilanz–Vals.* – Geol. Führer der Schweiz, Wepf & Co. Basel. 8. 743–775.

– (1975): *Geologischer Überblick über die Schiefersackung des mittleren Lugnez und über das Bergsturzgebiet Ilanz–Flims–Reichenau–Domleschg.* – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 42/101. 38–54.

NIEDERER, J. (1941): *Der Felssturz am Flimserstein, Fidaz, am 10. April 1939.* – Jber. Natf. Ges. Graubünden 77 (1939/40). 3–27.

OBERHOLZER, J. (1920): *Geologische Karte der Alpen zwischen Linthgebiet und Rhein, 1:50000.* – Spez. K. 63. Schweiz. Geol. Komm.

– (1933): *Geologie der Glarneralpen.* – Beitr. Geol. Karte Schweiz. N. F. 28. 626 Seiten und Atlasband mit 29 Tafeln.

– (1942): *Geologische Karte des Kantons Glarus, 1:50000* – Spez. K. 117. Schweiz. Geol. Komm.

PAVONI, N. (1968): *Über die Entstehung der Kiesmassen im Bergsturzgebiet von Bonaduz-Reichenau (Graubünden).* – Eclogae geol. Helv. 61/2. 494–500.

REMENYIK, T. (1959): *Geologische Untersuchung der Bergsturzlandschaft zwischen Chur und Rodels (Kt. Graubünden).* – Eclogae geol. Helv. 52/1. 177–235.

SCHELLER, E. (1970): *Geophysikalische Untersuchungen zum Problem des Taminser Bergsturzes.* – Diss. Nr. 4560 ETHZ. Juris Druck + Verlag Zürich.

STAUB, R. (1938): *Altes und Neues vom Flimser Bergsturz.* – Verh. Schweiz. Natf. Ges., Tagung Chur. 60–85 (1939).

WELTEN, M. (1982): *Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks.* – Unters. im Schweiz. Nationalpark, 16 (Nr. 80), 43 S.

WYSSLING, L. E. (1950): *Zur Geologie der Vorabgruppe.* – Diss. ETHZ, Buchdruckerei Feldegg AG, Zürich.

ZIMMERMANN, H. W. (1971): *Zur spätglazialen Morphogenese der Emser Tomalandschaft.* – Geogr. Helv. 26/3. 163–171.