

Zur Frage einer Schlussvereinbarung im Berninagebiet zwischen Bergell, Oberengadin und Puschlav

Autor(en): **Staub, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **31 (1938)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-159818>

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.

Zur Frage einer Schlussvereisung im Berninagebiet zwischen Bergell, Oberengadin und Puschlav.

Von **Rudolf Staub**, Zürich.

Mit 1 Textfigur.

In den letzten Jahren hat OTTO AMPFERER an einer Reihe von Beispielen, u. a. aus dem tirolischen Inntal und aus dem Vorarlberg, den Nachweis einer besonderen Schlussvereisung der Alpen versucht. Er ist dabei auf den fast geschlossenen Widerstand der Eiszeitforscher gestossen.

Die Idee einer gesonderten Schlussvereisung deckt sich nun aber auch auf das schönste mit den Beobachtungen, die ich im Ablauf meiner eigenen Aufnahme­stätigkeit in Südbünden machen konnte, und deren Einordnung in das übliche Glazialschema mir lange Kopfzerbrechen verursachte. Ich kam gleichfalls nicht um einen bedeutenden letzten und allgemeinen Vorstoss der Gletscher dieser Gebiete nach dem fast völligen Abschmelzen des Würmeises herum, also um ein Phänomen, das sich absolut mit der AMPFERER'schen Anschauung einer allgemeinen und recht kräftigen Schlussvereisung deckt. Schon auf meiner geologischen Karte der Val Bregaglia sind eine Reihe hierher gehöriger Zusammenhänge verzeichnet, und die dem Abschluss nahe geologische Karte der Berninagruppe wird weiter eine Unzahl von Tatsachen noch näher bekannt machen, die nur im Sinne AMPFERER's mit einer ganz bedeutenden Schlussvereisung der Alpen erklärbar sind. Es mag daher, angesichts des um eine solche Schlussvereisung entbrannten neuerlichen Streites zwischen Geographen und Geologen, nur erwünscht sein, diese weiteren Hinweise auf die Existenz einer alpinen Schlussvereisung schon jetzt in grossen Zügen bekannt zu geben und einer weiteren Diskussion zu unterbreiten.

Der prinzipielle Hinweis OTTO AMPFERER's, dass bei der Auflösung eines Vereisungsgebietes sozusagen überall die Hauptgletscher die Seitengletscher überdauern, scheint aber gerade im zur Erörterung stehenden Gebiete nicht unbedingt stichhaltig. Der Hauptgletscher, d. h. der Gletscher des Haupttales, persistiert meiner Meinung nach gegenüber den Seitengletschern nur dann, wenn dieses Haupttal einen entsprechenden Talschluss aufweist, der nach Höhenlage und Ausdehnung eine weitergehende Nahrung der Vereisung des Hauptgletschers gegenüber den Seitengletschern erlaubt. Gerade in unserem Gebiete aber fehlen, sowohl für das Puschlav als ganz besonders für das Oberengadin und das Bergell, entsprechend hohe Talhintergründe den Haupt­tä­lern; dieselben sind schon vorglacial, zumindest aber frühglacial — im Sinne der quartären Eiszeiten natürlich und nicht in jenem der sicher bescheideneren, aber an sich immer wahrscheinlicher werdenden der Molassezeit —, durch die insubrischen Einbrüche des Adda-Systems weitgehend zerstört und zu niederen

Pässen, den tiefen Lücken von Maloja und Bernina, niedergeschleift worden. Die Hauptvergletscherung ist daher hier ganz deutlich und einwandfrei in erster Linie an das Wachstum der Gletscher in den Nebentälern gebunden, und von diesen Seitengletschern der Bernina und des Bergells wurde die grosse diluviale Vereisung des Engadins, des Bergells und des Puschlavs überhaupt genährt.

Die Gletscher der Berninagruppe, entströmend den südlichen Seitentälern des Oberengadins — Morteratsch, Roseg, Fex, Fedoz — vereinigten sich zur grossen Hauptmasse des Oberengadiner Eises, das im Grunde genommen erst durch die lange Val Bever — und auch dies nur für relativ kurze Zeit, da es bald zu einer starken Transfluenz gegen Bergün, über den alten, wohl schon aquitan angelegten Berninatal-Torso westlich der Giümels, kam — einen wirklich bedeutenden Zuschuss auch von der Nordseite des Engadins, aus der Errgruppe, erhielt. Der Gletscher des Bergells wuchs in seinen ersten Stadien bestimmt aus den durch die hohen Nebentäler von Forno und Albigna herausstossenden Seitengletschern zusammen und erhielt erst bedeutend später Zuzug aus dem Engadin über den Malojapass, und auch der grosse Puschlaver Gletscher erhielt zunächst während langer Zeit sein Eis nicht in erster Linie von den tiefen Lücken des Berninapasses und der Forcola di Livigno her, sondern von den rasch anwachsenden Seitengletschern im höheren Palügebiet und der Valle di Campo. Infolge der allgemeinen Höhenlage und der grossen Flächenausdehnung derselben wurde die diluviale Vereisung im Oberengadin nun aber eine derart gewaltige, dass — wie seit langem angenommen und bekannt, aber nicht gerade konkret belegt — das Engadiner Eis im Gebiete über Samaden und Pontresina sich teilte in drei verschiedene Arme, von denen nur einer normal innabwärts dem Unterengadin zuströmte, die beiden anderen aber in mächtigen Transfluenzen über den Maloja ins Bergell und über den Bernina ins Puschlav gelangten und dort die Vereisung dieser beiden Täler gewaltig verstärkten. Zur Hocheiszeit ward dieses über Maloja und Bernina transfluierende Engadiner Eis zum eigentlichen Hauptzustrom der ortsgebundenen lokalen Bergeller und Puschlaver Eigenvergletscherung, und Engadiner Eis gelangte auf solche Art sowohl über den Bernina- wie über den Malojapass in den grossen Addagletscher des Veltlins und mit demselben durch die Comersee- und Ceresiotalungen über Lecco, Como und Lugano bis an den lombardischen Alpenrand. Das Eis aus dem Engadin muss sogar einen beträchtlichen Bruchteil des gesamten Addazustroms gebildet haben. Zeugen für diese mächtigen Transfluenzen des Engadiner Eises bilden die eindrucksvollen Blockstreuungen von Engadiner Gesteinen vor allem in den hochgelegenen Moränenresten des nördlichen Bergells, ob Soglio z. B. auf rund 1600 m Höhe, und jene am Südeinde des Berninapasses und weiter gegen das Puschlav. Im Engadin selber sprechen in diesem Sinne die mannigfaltigen und eindeutigen Bernina-Erratika bis hinauf an den Malojapass — besonders klar dokumentiert durch die Verbreitung der Diorite — samt der weitaus vorherrschenden Bearbeitung der Rundhöcker im ganzen oberen Engadin von Nordosten her.

Das Oberengadin bildete so mit Sicherheit ein ganz gewaltiges Eisreservoir, aus dem nicht nur die Hauptvergletscherung des Unterengadins und damit auch des Inntales, sondern auch ebenso sehr zumindest jene des Bergells, aber wohl auch des Puschlavs fortlaufend neu gespiesen wurde. Denkt man sich nun in die Zeit der grossen Gletscher-Rückzüge versetzt, so wird ohne weiteres klar, dass in einem bestimmten Zeitpunkt des allgemeinen Eisrückganges das Engadiner Eis aus dem Bergell gegen den Maloja hinauf zurückschmolz, dass

aber deswegen das Bergell noch lange nicht eisfrei wurde, weil, auch bei einem Stande des Engadiner Eises etwa bei Maloja, das hochgelegene und von Niederschlägen kräftig gespiesene Lokalreservoir der Albigna noch immer einen mächtigen Eisarm bis weit ins Bergell hinab vorstossen lassen konnte, dessen Talgrund ja überhaupt auch heute noch nur knapp 3 km von der jetzigen Zunge des Albignagletschers entfernt liegt und der immer, angesichts der dazu noch verwirklichten Höhendifferenz von auch heute noch nahezu 1000 m, relativ rasch vom Albigna-Eis erreicht werden konnte. Nur 9 km unterhalb des heutigen Albignagletschers mit seinem auch jetzt noch imposanten Einzugsgebiet liegen die prächtigen Moränen von San Pietro und Stampa, nur 7 km unterhalb des heutigen Gletscherendes jene von Borgonuovo als Abbilder alter Albignastirnen. Es liesse sich somit wohl denken, dass, beim eigentlichen Rückzug des Engadiner Eises bis Maloja, der Albigna- und wohl auch der Fornogletscher die Funktionen des alten Engadiner Gletschers übernommen und dessen Arbeit im Bergell weitergeführt hätten, und dass in den eben genannten Moränen von Stampa und Borgonuovo nur gewöhnliche Rückzugsmoränen des in Auflösung zu einzelnen Sonderlappen begriffenen Würmgletschers vorlägen. Auch die Zungenbecken und Moränen von Ordeno-Maloja-Cavrile und jene des vorderen Fex in der Gegend von Platta und Crasta könnten auf den ersten Blick als Abbilder normaler Rückzugsstadien der in weiterer Abschmelzung begriffenen Reste des einstigen Würmgletschers im Engadin und Bergell gedeutet werden, und auch am Berninapass erschiene die Vorstellung an und für sich plausibel, dass z. B. der Gletscher der Val d'Arlas, nach der Befreiung der Berninapassfurche vom Engadiner Eis, dank seinem hochgelegenen Einzugsgebiet nun ungehindert noch weiter in diese nunmehr fast eisfreie Furche hinab hätte strömen können, zu einer Zeit etwa, wo der Morteratschgletscher noch bis gegen Pontresina reichte.

Aber andere Dinge geben uns hier zu denken und zeigen, dass diese Auffassung der schönen Moränengürtel des Berninatales, des Fex, von Maloja, Borgonuovo und Stampa als einfacher Stadialmoränen, entstanden bei einem gewissen Stationieren während des allgemeinen Rückzuges der Gletscher, eine unmögliche ist.

Da sind zunächst eine Reihe von Lokalmoränen an sich unbedeutender Hängegletscher auf der Nordseite des Bergells, die weit unter die höchsten Engadiner Moränen daselbst hinabsteigen — nördlich Coltura und Roticcio besonders —; da ist das absolute Fehlen von sicherem Engadiner Erratum in den Moränen von Stampa und Borgonuovo, das unverständlich bleibt, wenn es sich bei diesen beiden Objekten um blosse „Rückzugsmarken“ des alten Engadiner Gletschers handeln würde. Da ist die grosse nicht bloss abgerutschte Moränenmasse von Roticcio, die bis fast an die Maira reicht; da sind die Spuren der prächtigen Kargletscher in der Gruppe des Piz Lagrev oberhalb Sils, die gleichfalls weit unter die Schlifffgrenze des Würmeises hinuntergehen. Da ist aber vor allem auch eine ganze Reihe prachtvoller Moränengürtel im Puschlav, sowohl westlich wie östlich des Tales, die abermals weit unter die obere Grenze des Würmgletschers hinabsteigen und an manchen Stellen sogar die tiefsten Talgehänge erreichen. Es liegen nun aber die Einzugsgebiete nach Ausdehnung, Höhenlage und Exposition eindeutig so, dass diese Puschlaver Seitengletscher mit Bestimmtheit auf jeden Fall lange vor dem Puschlaver Talgletscher sich zurückziehen mussten, sie konnten ganz unmöglich über den aus dem ganzen weiten Einzugsgebiet zwischen Val Viola, Berninapass und heutigem Palügletscherzirkus heraus gewaltig genährten Puschlaver Hauptgletscher per-

sistieren. Und doch steigen die betreffenden Seitengletschermoränen heute bis weit unter die alte Talgletscherlinie hinab. Besonders schön im Gebiete von Selva und Le Prese südlich Poschiavo, und in der Valle del Teo nördlich davon. Am Berninapass dringt sogar ein Seitengletscher aus der heute völlig unvereisten Val Minor nach der Ausaperung des Berninapasses in die alte Hauptfurche ein; den Arlasgletscher, der dies im gleichen Zeitpunkt ebenfalls tat, haben wir schon erwähnt. Bei Campfèr stösst ein Suvrettagletscher bis fast ins Engadin, und ob Silvaplana reicht ein Juliergletscher weit unter den alten Würmspuren abermals bis wenig über das heutige Engadin. Alles Dinge, die kaum verständlich sind ohne die Annahme einer neuen, wieder frisch geländegewinnenden letzten Vereisung der Nebentäler. Als Anfangsstadien einer letzten Vergletscherung sind diese Phänomene denkbar, als Zeugen von normalen Rückzugsstadien aber nie.

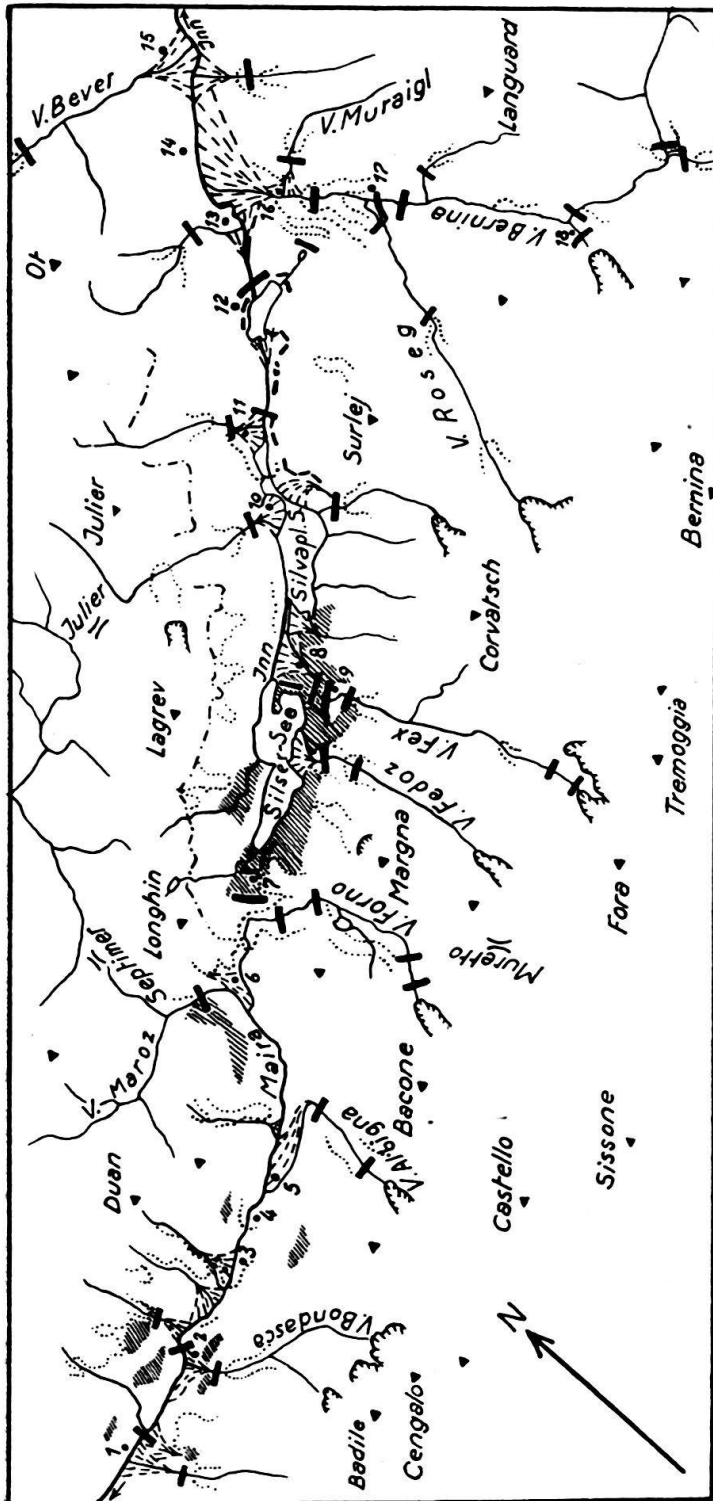
Zwischen Berninatal und Val Bondasca im Bergell erkennen wir heute klar die Endmoränengürtel der letzten grösseren Hochstände der südlichen Bergeller- und Engadiner Seitengletscher. Die Moränen von Maloja, Fex-Crasta und Punt Muraigl müssen etwa gleichzeitig entstanden sein, als frontale Schüttungen eines Forno-, eines Fex- und eines Berninagletschers. Zu gleicher Zeit dürften auch die Moränen von Borgonuovo-Stampa vor einem neuangeschwollenen Albignagletscher geschüttet worden sein. Wären diese solchermassen dokumentierten Eisstände „Rückzugsstadien“ der in Auflösung begriffenen allgemeinen „Engadiner Vereisung“, so müssten wir eine Reihe von Dingen finden, die ganz offenbar nicht vorhanden sind.

Zunächst müssten einmal die Moränen von Stampa-Borgonuovo neben Albignamaterial auch Engadiner Erratum führen. Das tun sie aber nicht.

Dann müssten die Moränen von Stampa-Borgonuovo, gedeutet als alte Rückzugsmoränen des sich langsam auflösenden Engadiner (und Albigna-) Gletschers, bedeutend älter sein als die Moränen von Maloja, Fex und Punt Muraigl. Sie machen aber im Gegenteil einen sehr frischen Eindruck, wie die letzteren.

Wären diese Moränen von Stampa-Borgonuovo wirklich Rückzugsmoränen des Engadiner Eises, so wären sie bei dessen weiterem Abschmelzen schon längst und unfehlbar zerstört worden. Sie existieren aber noch, sogar mit sehr frischen Formen.

Für Maloja-, Fexer und Punt Muraigl-Moränen darf als sicher angenommen werden, dass sie einander in ihrem Alter ungefähr entsprechen; alle drei grossen südlichen Seitengletscher des Engadins erreichten gerade noch knapp das Haupttal. Der Fexgletscher bleibt, wie übrigens auch der benachbarte Fedozgletscher, infolge seines gegenüber Forno- und Berninagletscher bedeutend kleineren Einzugsgebietes, am weitesten vom Haupttal zurück. Wenn es sich nun aber hier um Abbilder von blossen Rückzugsstadien handeln würde, wie gemeinhin angenommen wird, so könnten die oben genannten, einander so auffallend entsprechenden Moränen nicht gleich alt sein und wir müssten auch für die Übergangszeit zwischen dem Stand des Engadiner Gletschers bei Maloja und seinem späteren Stand bei Punt Muraigl noch eine Reihe von Übergangsgliedern finden, zumindest aber typisches Erratum des obersten Engadins, etwa Fornogesteine, bis gegen St. Moritz hinunter. Als ein solches Übergangsglied könnte zwar vielleicht die schöne Frontmoräne im Campfèrer See aufgefasst werden, die ja talauf schaut; ich habe sie auch als solche gedeutet. Aber dann müssten, in jenem Zwischenstadium zwischen Maloja- und Punt Muraigl-Stand des Engadiner Gletschers, notgedrungen auch der Fex- und der Forno-gletscher weiter ins Engadin gedrungen sein. Das haben sie aber, wie die Ver-



-  Heutige Gletscherenden
-  Riegel mit Schluchtabschnitten
-  Endmoränen der Schlussvereisung
-  Schlusszeitliche Schwemmkegel
-  Alte Secterrassen zwischen St. Moritz und Maloja
-  Würnezeitliche Schilffgrenze nördl. des Engadins
-  Verbreitung von Bernina-Erratum im obersten Engadin und im Bergell

1 Castasegna. — 2 Promontogno. — 3 Stampa. — 4 Borgonovo. — 5 Vicosoprano. — 6 Casaccia. — 7 Maloja. —
 8 Sils Maria. — 9 Fex Platta. — 10 Silvaplana. — 11 Campfer. — 12 St. Moritz. — 13 Celerina. — 14 Samaden. —
 15 Bevers. — 16 Punt Muraigl. — 17 Pontresina. — 18 Morteratsch.

Skizze der schlusseiszeitlichen Vergletscherung im Oberengadin und Bergell.

1 : 250.000.

teilung des Erratikums bei Maloja und um Fex-Platta unwiderleglich zeigt, nicht getan. Wir finden wohl Engadiner Erratikum aus der Julier- und der Berninagruppe bis hinab ins untere Bergell, in den hochgelegenen Moränenresten des alten transfluierenden Würmgletschers, und wir finden dieses Engadiner Erratikum weiter bis hinaus an den San Salvatore und die Gegend östlich von Varese; aber wir finden keinen einzigen sicheren Fornogranit östlich der Moränen von Maloja, und auch der Bereich des alten Fexgletschers ist eng umgrenzt durch seine charakteristischen Lokalerratika — Valpelline-Fedozgesteinen besonders, und umsäumt von den fast unberührt gebliebenen Blockresten des Berninagletschers, deren Material mit Graniten und Dioriten ganz einwandfrei auf Herkunft aus der Gegend um Silvaplana und St. Moritz hinweist. Ein Eindringen von Fexer und Forno-Eis in das eigentliche Engadiner Haupttal hat somit bestimmt nicht stattgefunden, was unerklärbar bleibt, wenn es sich um blosser Rückzugsstadien der grossen Würmvereisung handeln würde. Mit der Annahme einer eigenen Schlussvereisung aber, in welcher alle grossen Seitengletscher der Bernina und der Bergellerberge gleichzeitig nochmals vorrückten bis in die beiden schon völlig ausgeaperten Haupttalzüge des Oberengadins und des Bergells hinaus, oder unmittelbar bis an dieselben heran, sind alle diese Eigenheiten erklärt. Und sie stehen dann auch im Einklang mit den Beobachtungen im benachbarten Puschlav, wo die Existenz einer kräftigen Schlussvereisung, wie schon dargelegt, über jeden Zweifel erhaben ist.

Die Notwendigkeit der Annahme einer bedeutenden Schlussvereisung in diesen zentralen Hochgebieten des Engadins und des Bergells ergibt sich aber auch noch aus anderen Überlegungen.

Während der Hocheiszeit teilte sich das Bernina-Eis in den Unterengadiner, den Oberengadiner und den Puschlaver Arm; es kam so zu den heute durch entsprechendes Erratikum nachgewiesenen grossen Transfluenzen, und Engadiner Eis strömte von hier bis nach Varese und nach Rosenheim, das Bernina-Erratikum auf diese gewaltige Strecke ausstreuend. Stellen wir uns nun aber einmal den Rückzug, das Abschmelzen dieser gewaltigen Eismassen etwas näher vor. Die tieferen Rückzugsstadien im Inntal und am Comersee interessieren uns dabei hier weiter nicht, wir wollen nur die Dinge zwischen Bergell und Unterengadin etwa ins Auge fassen.

Da rückte einerseits das eigentliche Inngletscherende vom Unterengadin her langsam talauf, und gleichzeitig zog sich auch der Bergeller Arm des Bernina-Eises durch das Bergell langsam zurück. Von Moränenzeugen dieses Rückzuges ist uns aber im Bergell nichts erhalten geblieben; denn alle diese Reste wurden bei der gewaltigen Steilheit dieses Tales — es fehlte hier damals ja noch die mächtige junge Schuttkegelauffüllung — und unter dem Einfluss der enormen bei der Abschmelzung freiwerdenden Schmelzwässer sehr rasch verschwemmt und gründlich zerstört. In einem gewissen Stadium übernahmen dann bestimmt Albigna- und Fornogletscher im Bergell die Führung, und der Hauptarm des Engadiner Eises zog sich über den Maloja ins Ober-Engadin zurück.

Betrachten wir nun die zentrale Hochburg der Vergletscherung in der Berninagruppe, dazu die eisliefernden Hochtäler von Forno, Fedoz und Fex samt dem ebenfalls hochgelegenen Juliergebiet, so ist wohl ein Moment des allgemeinen Gletscherschwundes anzunehmen, wo die eigentlichen Bernina-Stammgletscher einerseits noch etwa bis Brail-Cinuskel, anderseits etwa bis Maloja, und mit dem Forno-Spezialarm noch bis ins obere Bergell reichten. Das Bernina-

Eis floss um diese Zeit immer noch hammerförmig auseinander, vom Becken von Samaden engadinauf- und engadinabwärts. Aber beim weiteren Schwund des Eises kam nach der ganzen Gestaltung des Einzugsgebietes in einem gewissen Moment der Maloja-Eisstrom gegenüber dem engadinabwärts fließenden ins Hintertreffen; ein grosser Teil des Forno-Eises floss ohnehin bergellabwärts, und die relativ kleinen Eisreservoirs von Fedoz und Fex samt dem Juliergebiet vermochten — und vermögen auch heute noch — sich nicht zu messen mit den gewaltigen und viel höher gelegenen Einzugsgebieten der zentralen Berninagruppe, deren Eismassen immer mehr nur noch engadinabwärts sich ausdehnten und den St. Moritzer Riegel je länger je weniger zu überschreiten vermochten. So musste es in einem gewissen, schon relativ späten Moment des allgemeinen Würmgletscher-Rückzuges in den flachen Talwannen des obersten Engadins zur fast völligen Stagnation des Eises und schliesslich direkt zur Existenz einer gewaltigen Masse toten oder fast toten Eises kommen, das als mächtiger Talgletscherrest wohl nur sehr langsam zum Abschmelzen kam. Dies umsomehr, als immer noch eine gewisse Nahrung vom Fex-, Fedoz- und Forno-gletscher her bestehen konnte, auch ohne dass deswegen Lokalerratum in den Haupttalraum hinaus verschleppt werden musste; denn die genannten Seitengletscher konnten dieses Toteis einfach überfahren. Eine solche Weiternahrung des Oberengadiner Toteises kann wenigstens für so lange angenommen werden, bis der eigentliche Berninagletscher sich über Punt Muraigl in sein wirkliches Stammbett, d. h. ins Berninatal zurückgezogen hatte; sodass wir weiter annehmen können, die beiden Oberengadiner Haupt-Seitengletscher von Fex und Fedoz hätten sich zum selben Zeitpunkt, entsprechend dem heutigen Moränenbild, ebenfalls in ihre Stammtäler zurück verkrochen. Bis zu diesem Moment aber lag auch im ganzen obersten Engadin, d. h. im heutigen Seental zwischen St. Moritz und Maloja, noch immer der tote Rest des alten rückläufigen Bernina-Eisstroms, des einst so gewaltigen Bergeller Arms desselben, und verhinderte durch seine blosse Existenz ein an und für sich natürlich erscheinendes weiteres und gesondertes Vorstossen der dortigen Seitengletscher von Fex, Fedoz und Forno ins eigentliche Engadin. Aus diesem Grunde reicht auch heute noch das alte, auf den Würm-Eisstrom des Engadiner Haupttales zurückzuführende Bernina-Erratum bis haarscharf vor die Forno- und die Fexer-Moränen bei Maloja und Fex-Platta.

Auf jeden Fall aber haben wir für den Moment, wo das Bernina-Eis noch bei Samaden und Bevers lag, anzunehmen, dass auch das oberste Engadin zwischen St. Moritz und Maloja noch nicht eisfrei war. Dieses Abschmelzen des Oberengadiner Tot-Eises vollzog sich im Gegenteil wohl erst ungefähr im gleichen Zeitraum, in welchem die Berninagletscher sich durch das Roseg- und Berninatal weiter zurückzogen, und dies umsomehr, als auch heute noch das Samadener Gebiet als ein ausgesprochenes Trockengebiet dem niederschlags- und vor allem immer schneereicheren obersten Engadin gegenübersteht. Erst um diesen Zeitpunkt wird die Engadiner Seenwanne als solche eisfrei, und erst jetzt konnte deren Aufstauung und auch ihre sukzessive Zuschüttung von den Seitenbächen her einsetzen. Die Aufstauung zum ersten grossen Talsee des Oberengadins, zwischen Maloja und Campfer, ist deutlich bedingt durch die Abriegelung durch einen Fornogletscher, resp. die Moräne eines solchen; die allmähliche Zuschüttung desselben und damit die Auflösung in die jetzigen Seen aber ist ebenso deutlich verbunden mit einer starken Abschmelzung der Seitengletscher von Suvretta, Julier, Corvatsch, Fex und Fedoz. In der Zeit der völligen Ausaperung des Oberengadiner Toteises aber lagen die entsprechenden Seiten-

gletscherenden schon weit hinten in den Nebentälern, entsprechend den Ständen der Berninagletscher bei Morteratsch und im Roseg, und damit wohl kaum weit von den heutigen Gletscherenden. Unter solchen Umständen aber kann kein Fornogletscher mehr das Oberengadiner Felsbecken bei Maloja aufgestaut haben, denn dieser Fornogletscher hatte sich ins Murettotal zurückgezogen, und eine ältere Fornomoräne, die wir wohl in der Gegend von Maloja notgedrungen, und sei es nur als Mittelmoräne zwischen Forno- und Oberengadinereis, annehmen müssen, dürfte beim Abschmelzen des Engadiner Toteises wohl weitgehend, wenn nicht überhaupt gründlich zerstört worden sein, da bestimmt ein grosser Teil der betreffenden Schmelzwässer ihren Weg gegen das tiefgelegene Bergell hin nehmen musste. Wir sehen aber bei Maloja weiterhin klar und deutlich — die geologische Karte des Bergells zeigt dies in eindeutiger Weise — wie die mächtigen alten Seeterrassen des postwürmischen ersten Engadinersees, die rund 15m über dem heutigen Niveau des Silsersees liegen, von einer grossartig klaren, frischen und absolut unzerschnittenen und damit weit jüngeren Fornogletschermoräne her durch die Schmelzwässer eines postwürmischen Fornogletschers kräftig durchtalt worden sind; es muss also bei Maloja nach der Aufstauung des ersten Oberengadiner Talsees der Spät- oder Postwürmzeit nochmals ein Fornogletscher über längere Zeit stationiert haben. Das beweist aber nichts anderes als einen neuerlichen späten Vorstoss des Fornogletschers nach der völligen Ausaperung der Engadiner Seenwanne und damit auch nach einer bedeutenden Rückzugsperiode der Engadiner Seitengletscher und naturgemäss auch des Fornogletschers. Das aber ist der klare Hinweis auf die effektiv hier eingetretene Schlussvereisung im Sinne OTTO AMPFERER'S.

Dementsprechend haben wir aber auch ein erneutes Vorrücken im Zeichen dieser Schlussvereisung für die übrigen Seitengletscher des Engadins anzunehmen; und in der Tat ist es absolut unvorstellbar, dass etwa diese Seitengletscher, die nach der Ausaperung der Engadiner Seenwanne, — wie wir gesehen haben —, weit im Hintergrund ihrer Stammtäler in kläglichen Rudimenten lagen, von diesen letzten Gletscherständen der Würmeiszeit aus den durch die alten Seeterrassen von Maloja und Sela-Campfèr so klar dokumentierten Oberengadiner Talsee hätten zuschütten und in seine einzelnen Becken hätten auflösen können. Von diesen Talhintergründen aus kann die Engadiner Seenwanne nie zugeschüttet worden sein, und zudem wäre auch die Existenz der engen Schluchtabschnitte in jedem Oberengadiner Seitental, im Fedoz, im Fex, ob Surlej, im Juliertal und im Suvretta, mit ihrem absolut unausgeglichenen Gefälle, bei einer Zuschüttung der Seenwanne aus den weit entfernten Talhintergründen gar nicht denkbar. Diese Schluchtabschnitte von Fedoz, Fex, Surlej, Julier und Suvretta sind nur verständlich, wenn unmittelbar hinter diesen Schluchtabschnitten der kräftige Wasserlieferant zum Einsägen derselben, in Form des neu vorgestossenen Seitengletschers stand, wir also auch für diese Seitengletscher von Fedoz, Fex, Corvatsch, Julier und Suvretta ein durchaus analoges spätes Nochmals-Vorrücken im Sinne einer Schlussvereisung annehmen. In der Tat finden sich hinter allen diesen Schluchtausgängen der Oberengadiner Seitentäler junge Zungenbecken oder Stirnmooränen oder beides, die den betreffenden Gletscherstand effektiv auch belegen; und nicht ohne inneren Zusammenhang mit diesen Oberengadiner Verhältnissen finden wir auch vor dem Zungenbecken und den Mooränen des Fornogletschervorstosses im Raume von Ordeno und Maloja den dazu korrelaten Schluchtabschnitt in dem wasserfallerfüllten Tobel der Orlegna, und es folgt auch den jungen Zungenbecken des Berninatales bei Pontresina eine doppelte

enge Schlucht. Vom schlusseiszeitlichen Gletscherende um Fex-Platta aus ist von einem gewaltig durch fortwährende Schmelzungen genährten Fexbach die Fexschlucht ausgetieft und der grosse Schuttkegel von Sils in den alten Talsee hinausgebaut worden, von hier aus wurde die Trennung von Silser und Silvaplanaer See betrieben. Vom schlusseiszeitlichen Ende des Fedozgletschers aus, d. h. etwa aus der Gegend der Alp Pedpreir, ist der Keil des prächtigen Schuttkegels von Isola in den Silsersee vorgetrieben worden, und in durchaus analoger Art wurden auch die grossen Schuttdeltas von Silvaplana, von Surlej und Campfèr, von schlusseiszeitlichen Gletscherständen des Julier-, des Corvatsch- und des Suvrettagletschers her in den alten Talsee vorgeschüttet. Vielleicht lassen sich hier einmal sogar zwei verschiedene Stadien dieser Schlussvereisung nachweisen oder doch wahrscheinlich machen: Die Schlucht von Serlas zwischen den Seen von Campfèr und St. Moritz könnte die Abflussrinne eines ersten, tiefer hinabgreifenden Stadiums des Suvrettagletschers sein, von der aus ein älterer St. Moritzersee, der ebenfalls durch Terrassen belegt ist, stark eingengt worden wäre; die Schlucht ob Campfèr wäre die tiefeingerissene Abflussrinne vor dem zweiten, etwas höheren Stadium, von welchem erst das Delta von Campfèr geschüttet worden wäre. Auch im vorderen Fex liegen deutlich zwei Schluchtabschnitte übereinander: ein vorderer vor dem Zungenbecken von Platta, die eigentliche Fexschlucht, und ein hinterer vor dem inneren Becken des Fextales mit den Terrassen von Vals, die Schlucht von Crasta. Und wieder ähnliches scheint auch im Berninatal sich abzuheben, wo ein äusserer Schluchtabschnitt bei Punt Muraigl, vor dem Zungenbecken unterhalb Pontresina liegt, ein doppelter innerer aber vor den nunmehr getrennten Zungenbecken im Roseg und Berninatal oberhalb Pontresina. Vom Hochstand der Schlussvereisung bei Punt Muraigl wäre der mächtige Schuttkegel der Samadener Champagna in erster Linie geschüttet worden, zur selben Zeit als von Fex-Platta aus das Delta von Sils in den Oberengadiner Talsee vorstieß. Aus den Schluchten oberhalb Pontresina aber erfolgte die jüngere Zuschüttung des eben verlassenen Zungenbeckens des schlusseiszeitlichen Hochstandes zwischen Pontresina und Punt Muraigl, zur selben Zeit als im Fex das analoge Zungenbecken von Platta vom jüngeren Gletscherstand hinter Crasta zugeschüttet wurde. Die Schuttkegel von Sils und die Bildung der Samadener Champagna scheinen also gleich alt zu sein, auf jeden Fall aber älter als die Deltas von Silvaplana und Campfèr. Dieselben sind auch bedeutend kleiner, was begreiflich wird, da ihre Schüttung bedeutend später einsetzte und jene der erstgenannten Deltas schon begann, als die Gebiete der jüngeren Kategorie noch unter dem Eisvorstoss der Haupt-Schlussvereisung lagen. Es scheint so durchaus wahrscheinlich, dass die relativ steilen Seitengletscher des Julier- und des Suvrettatales während des Hochstandes der Schlussvereisung als auf relativ kurzen Wegen sogar den Engadiner Talsee selbst erreichten — die Moräne des „Piz“ im Campfèrer See könnte aus diesem Hochstand stammen — während der an und für sich sicher besser dotierte schlusseiszeitliche Fexgletscher auf seinem langen und flachen Talwege selbst bei seinem neuen Hochstande nur gerade knapp bis über Platta hinaus vorzustossen vermochte und den Engadiner Talsee sicher nicht erreichte. Unter diesen Umständen kann man sich vielleicht auch fragen, ob nicht der auch heute noch dem Engadiner Talausgang um fast 3 km näher gelegene Fedozgletscher den Engadiner Talsee bei seinem schlusseiszeitlichen Hochstand noch erreicht habe und ob das relativ kleine Delta von Isola nicht dem jüngeren Stadium, d. h. dem von Silvaplana entstammt. Eine ganze Reihe morphologischer Probleme stellt sich hier erst durchaus neuartig und harret so noch der definitiven Abklärung.

Sicher aber ist, dass die Aufstauung der Engadiner Seenwanne und deren weitere Differenzierung und Auflösung zu den einzelnen heutigen Seebecken von Campfer, Silvaplana, Sils und Maloja heute unerklärt bleibt ohne die Annahme eines bedeutenden neuerlichen Vorstosses der grossen Seitengletscher bis ins Haupttal hinaus, einer neuen Vereisung, die nach einem fast vollständigen Rückzug der Würmgletscher ein letztes noch recht kräftiges Aufflackern der Eiszeit innerhalb der Alpen illustriert. Das aber ist nichts anderes als die leider noch bestrittene Schlussvereisung AMPFERERS.

Diese Schlussvereisung existiert. In ihr stiegen die grossen Seitengletscher des Oberengadins, des Bergells und des Puschlavs nochmals weit in die nach dem fast völligen Rückzug der Würmgletscher schon längst ausgeaperten Haupttäler hinab: Die Berninagletscher erreichten nochmals Punt Muraigl, der Fexgletscher stiess bis hinaus ins vordere Fextal bei Platta, der Fornogletscher bis Maloja und Cavrile im oberen Bergell, der Albignagletscher bis hinab nach Stampa, und der Bondascagletscher wohl bis gegen Bondo. Fedoz- und Suvrettagletscher, vielleicht auch die Gletscher aus dem Juliortal und vom Piz Corvatsch, stiegen in ihrem neuen Hochstande bis ins Engadin selber hinab und reichten bis in den ersten, vom neuen Vorstoss des Fornogletschers eben kaum gestauten Engadiner Talsee. Die Schmelzwässer dieser Schlussvereisung schütteten überall die grossen noch so frischen Schuttkegel, im Bergell und Puschlav besonders, aber auch im Oberengadin. Im Puschlav stiegen die grossen Seitengletscher erneut bis fast ins Haupttal hinab, der Palügletscher bis über Cavaglia hinaus, die Eismassen der Scalino-Canciano-Gruppe aber bis über Selva. Ein anderer Eisarm stiess durch die Valle di Campo vor, ein weiterer erreichte durch die Valle del Teo fast Angeli Custodi. Gewaltig ist überall die junge Verschüttung der Talräume beim Abschmelzen dieser letzten eiszeitlichen Gletschermassen.

Mit allen diesen Feststellungen in den Tälern des Oberengadins, des Bergells und des Puschlavs — ich könnte auch weitere Beispiele aus dem Malenk aufführen — kann ich mich nur der Ansicht AMPFERERS über die Existenz einer gewaltigen Schlussvereisung in den Alpen anschliessen. Derselben ist sicher vielfach, besonders in den peripheren randlichen Gebieten, eine vollständige Ausaperung am Schlusse der Würm-Eiszeit vorausgegangen. Ob aber auch die eigentlichen Hochreservoirs der alpinen Vergletscherung ganz eisfrei geworden sind, möchte ich vom Standpunkt der zentralen Massenerhebung der Berninagruppe und der Bergeller Berge bezweifeln. Die Ausaperung hat aber auch hier mindestens das heutige Ausmass erreicht. In diesem letzten „Interglacial“ hat auch im behandelten Gebiet eine enorme Ausräumung alten Würmgletscherschuttes stattgefunden und im besonderen ist es wohl auch diese Zeit gewesen, in der das oberste Engadin bis an die alte Wasserscheide von St. Moritz, auf deren Bestehen ich vor 4 Jahren hingewiesen habe, der Maira und damit dem Bergell und der Adda tributär war. Die darauf einsetzende Schlussvereisung hat dann diesen insubrischen Einbruch ins oberste Engadin zum Stillstand gebracht und durch Stauung am Malojastadium des Fornogletschers und Zuschüttung von den schluss-eiszeitlichen Seitengletschern von Fex, Fedoz und Surlej und jenen des Julier und der Suvretta her die herrliche Seenlandschaft geschaffen. Die Schlusseiszeit ist also für das Schicksal und die heutige Ausgestaltung des obersten Inntales von entscheidender Bedeutung geworden. Und weil in ihr gerade das obere Engadin noch einmal zu einer mächtigen und bestimmt auch landschaftlich prachtvollen Vergletscherung kam und diese letzte Vergletscherung auch das eigentliche Talschicksal des obersten Engadins be-

stimmt hat bis zum heutigen Tag, wäre es da nicht am Platze, diese ganze Schlusszeit, wo doch alle übrigen Vergletscherungen ihre Namen haben, als Engadiner Eiszeit oder als Engadiner Stadium zu bezeichnen, oder den Begriff einer besonderen Engadiner Vereisung in diesem Sinne einzuführen?

Die Hauptsache aber sind nicht neue Namen, sondern die Hauptsache bleibt die neue Erkenntnis, dass in den Gebirgen um die Bernina, im Bergell, im Engadin und im Puschlav effektiv eine mächtige Schlussvereisung im Sinne OTTO AMPFERERS bestanden hat. Vom obersten Inn aus leiste ich damit meinem um die Geologie der Alpen so hochverdienten Kollegen in dieser Sache begeisterten Sukkurs.

Noch etwas anderes aber zeigt die vorstehende Analyse der jüngeren Engadiner und Bergeller Talgeschichte: dass es sicher beim Rückzug der grossen eiszeitlichen Gletscher zur Bildung mächtiger Massen toten Eises gekommen ist, die in tiefen Felsbecken noch lange liegen blieben, nachdem bereits dem eigentlichen Gletscher-Nährgebiet viel näher gelegene Talabschnitte eisfrei geworden waren und deren Felsbetten von den Schmelzwässern der immer weiter zurückweichenden Stammgletscher schon weitgehend aufgeschüttet wurden. Die heutige Oberengadiner Seenwanne ist geradezu durch solches Toteis wesentlich vor einer spät-würmischen Zuschotterung bewahrt geblieben. Wir können unmöglich annehmen, dass beim Zurückweichen des Bernina-Eises diese Felswanne zwischen St. Moritz und Maloja — die ja im übrigen zweigeteilt ist durch den erst später durchbrochenen Riegel der Serla — sukzessive von den Geschieben der in diesem Falle wohl sicher resolut entwickelten Schmelzwässer erst einmal zugeschüttet und dann diese Zuschüttung noch einmal, durch einen erneuten Vorstoss des Bernina-Eises oder der Seitengletscher, wieder vollständig ausgeräumt worden sei. Denn nach dem Verschwinden des Bernina-Eises aus dem Gebiet der Oberengadiner Seenwanne kam es, nach der ganzen heutigen Verteilung des Bernina-Erratikums, nur mehr zu den bescheidenen Vorstössen der Schlussvereisung, die allerhöchstens gerade noch knapp diese Seenwanne erreichten, sicher aber niemals mehr ausfüllten, geschweige denn dass durch solche schlusseiszeitliche Vorstösse der postwürmische Schmelzwasserschutt aus diesen Becken hätte fortgeräumt werden können.

Eine spät-würmische Zuschüttung der Felsbecken der Oberengadiner Seenwanne durch die Schmelzwässer des zurückweichenden Bernina-Eises hat somit sicher gar nicht stattfinden können, oder nur in sehr beschränktem Ausmass; und diese Tatsache wiederum kann nur erklärt werden mit der weiteren Annahme, dass eben gerade die nun auch von anderen Gesichtspunkten aus geforderten noch lange persistierenden Toteismassen des absterbenden Würmgletschers diese Felsbecken vor sonst sicher anzunehmender Aufschotterung bewahrt und damit zur späteren Aufnahme eines Sees überhaupt erst befähigt haben. Die aus der vorstehenden Analyse der Rückzugsgeschichte des Engadiner Eises abgeleiteten und erstmals postulierten Toteismassen zwischen St. Moritz und Maloja sind es gewesen, die das darunter liegende Felsbecken mit seinen Einzelwannen vor sicherer Zuschüttung durch Schmelzwasserkies geschützt haben und die damit die Bildung der Seen als solche überhaupt erst möglich machten. Toteis schützte das darunter liegende Felsbecken vor Zuschotterung und liess bei seinem langsamen Zerschmelzen dessen Vertiefungen frei für das Wasser der Seen.

Die Oberengadiner Seen sind undenkbar und in ihrer Entstehung nicht zu erklären ohne die Existenz von lange Zeit in ihrem Gebiete liegendebliebenen

stagnierenden Massen toten Eises, die beim allgemeinen Abschmelzen der haupteiszeitlichen Gletscher im Oberengadiner Talbecken noch so lange und besonders in den übertieften Teilen desselben sich hielten, bis eine Zuschotterung von den immer weiter in die Talhintergründe zurückgewichenen Seitengletschern her nicht mehr möglich war. Die darauffolgende Schlusseiszeit aber vermochte mit ihren bescheidenen Vorstößen bis gerade knapp an das Haupttal heran nur mehr die einzelnen Wannenvoneinander zu trennen, durch die Aufschüttung der jungen Deltas von Isola, Sils, Silvaplana, Surlej und Campfèr.

Toteis-Areale und Seenbildung erscheinen somit im obersten Inngbiet in engster ursächlicher Beziehung, und es erhebt sich von diesen im Engadin so offenbaren Zusammenhängen her heute weiter die prinzipielle Frage, ob nicht die Seebildung innerhalb der Alpen überhaupt und vor allem auch die Entstehung der weit grossartigeren alpinen Randseen, in erster und sogar ausschlaggebender Linie auf das Vorhandensein analoger Massen mehr oder weniger hartnäckig weiter persistierenden toten Eises beim Rückzug der würm-eiszeitlichen Gletscher zurückzuführen sei. Manches spricht auch bei diesen alpinen Randseen für direkte und enge Zusammenhänge zwischen Toteismassen der absterbenden Gletscher und Entstehung der Seen. Es wird darauf in einer weiteren Studie zurückzukommen sein.

Manuskript eingegangen den 30. Mai 1938.
