

Das Schlernstadium und der Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum

Von Carl Rathjens, München

Zusammenfassung. Auf Grund zahlreicher eigener Beobachtungen und der wichtigsten Literatur wird versucht, ein Bild vom Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum an Hand der geomorphologischen Erscheinungen zu entwerfen. Danach wird der kräftige Kälterückfall der Jüngeren Tundrenzeit in Mitteleuropa durch die Schlernmoränen der Alpen dargestellt, denen im Gegensatz zu den verschiedenen Bühphasen die Bedeutung eines echten Stadiums mit Vorstoßcharakter zuerkannt werden muß. Mit dem Rückzug der Gletscher nach dem Schlernstadium beginnt in den Alpen die Postglazialzeit. Es ist daher nicht richtig, das Schlernstadium mit den folgenden Rückzugslagen zu einer Schlußvereisung im Sinne AMPFERERS zusammenzufassen. Dem Schlernstadium entspricht eine Reihe von morphologischen Erscheinungen innerhalb der Endmoränen und unterhalb der Niederterrassenniveaus der letzten Würmvereisung, die aus den kalklimatischen Bedingungen des spätglazialen Kälterückfalls erklärt werden müssen. Offenbar ist die Jüngere Tundrenzeit nicht nur durch die Pollenanalyse, sondern unter bestimmten Voraussetzungen auch geomorphologisch nachweisbar. Diesen Erscheinungen sollte daher bei künftigen Untersuchungen ein besonderes Augenmerk zugewandt werden.

Summary. With the arguments of many own observations and of the most important literature the attempt is made to give a picture of the evolution of climate of the Late Glacial time in the northern Alps, considering especially the geomorphological phenomena. According to that the violent return of coldness in the Younger Dryas period of Central Europe is represented by the Schlern moraines of the Alps, to which the position of a real substage with glaciers pushing forward must be awarded, in contrast to the diverse Büh phases. The Postglacial time begins in the Alps with the retreat of the glaciers after the Schlern substage. Therefore it is not correct to collect the Schlern substage with the following phases of retreat to one „Schlußvereisung“ in the meaning of AMPFERER. To the Schlern substage there are corresponding some geomorphological phenomena within the moraines and below the fluvioglacial terraces of the last Würm drift. They must be explained from the conditions of cold climate during the return of Late Glacial coldness. Apparently the Younger Dryas time can be proved not only by pollen analysis, but in certain cases also by the geomorphological way. We should pay attention therefore to these phenomena during future researches.

Nicht nur für den Ablauf des gesamten Eiszeitalters, sondern auch für den Rückzug und Zerfall der letzten, würmeiszeitlichen Vergletscherung im Alpenraume schienen A. PENCK und E. BRÜCKNER (A. i. E. 1901—09) zunächst ein gültiges und beständiges Schema geschaffen zu haben. Jedoch zeigte sich bald, daß auch innerhalb der würmeiszeitlichen Endmoränen Platz genug für weitere Forschungen geblieben war und daß die ersten Vorstellungen vom Gletscherückzug der Spät- und Nacheiszeit noch eingehender Überprüfungen bedurften. Auch heute herrscht noch nicht völlige Übereinstimmung unter den alpinen Eiszeitforschern; die folgenden Zeilen möchten daher zur Klärung einer wichtigen Frage des Klimaablaufes und der Gletscherstände der Späteiszeit beitragen.

Hinsichtlich des Bühstadiums mußte sich schon A. PENCK (1920) selbst korrigieren. Sowohl die Originalmoränen bei Kirchbichl als auch die Vorstoßnatur nach der Achenschwankung mußten aufgegeben werden. Viele Moränenlagen im Alpenvorlande scheinen besser zu dem Ammerseestadium von C. TROLL (1925; Walchseestadium von F. LEVY) zu passen, dessen Existenz im bayerischen Alpenvorlande allerdings von J. KNAUER (1943) angezweifelt worden ist. Das Krünstadium von F. LEVY (1920) fand wenig Anklang und vermochte sich nicht allgemein durchzusetzen. Es ist daher schon verschiedentlich die Frage

gestellt und diskutiert worden, ob die Bezeichnung Bühl nicht überhaupt aufgegeben werden müsse. Auch R. v. KLEBELSBERG (1949, II, S. 705), auf dessen jüngste zusammenfassende Darstellung ich verweisen darf, neigt heute eher zu einer Ablehnung. Ich komme auf dieses wichtige Problem später noch ausführlicher zurück.

Zwei Umstände haben inzwischen die Fragestellung bereichert, aber auch kompliziert. O. AMPFERER (seit 1925; wichtigste Veröffentlichung 1929) faßte als erster auf Grund seiner Erfahrungen bei seinen ausgedehnten geologischen Kartierungen in Tirol eine Reihe von Endmoränenphasen des würmeiszeitlichen Gletscherrückzuges zu einer eigenen Schlußeiszeit oder Schlußvereisung zusammen, über welche die Forschung bis heute kein endgültiges Urteil hat fällen können. Zahlreiche andere folgten O. AMPFERER'S Ansicht und lieferten weitere Belege (z. B. O. REITHOFER 1931). Andere wieder wandten sich energisch gegen die Auffassung einer selbständigen Schlußeiszeit und suchten alle Erscheinungen in den Ablauf der Rückzugsstadien einzugliedern (z. B. H. BOBEK 1930 in seiner Diskussion mit O. AMPFERER, ferner 1935). Besonders an den als interstadial angesehenen Schottern des Ferwallgebietes entzündete sich nochmals eine Auseinandersetzung zwischen H. BOBEK (1933) und O. REITHOFER (1934), der auf seiner ursprünglichen Auffassung beharrte. Die Frage der Schlußvereisung stand auch weiterhin im Vordergrund des Interesses der alpinen Glazialgeologie und Glazialmorphologie; nicht nur in den Ostalpen, auch in der Schweiz wurde man auf das Problem aufmerksam, wo schon R. STAUB (1938) verwandte Erscheinungen aus dem Engadin und vom Flimser Bergsturz mitteilte und wo zuletzt H. JÄCKLI (1948) Gletscherstadien einer Schlußvereisung aus dem Einzugsbereich des Hinterrheins beschrieb. Allerdings wurden in der Schweiz durch den abweichenden Gebrauch, den P. BECK verschiedentlich vom Begriff der Schlußvereisung machte, die Ansichten etwas verwirrt.

Gewichtige Argumente gegen eine selbständige Schlußvereisung wurden vor allem wiederholt von R. v. KLEBELSBERG vorgebracht. Ihm verdanken wir auch die letzten zusammenfassenden Darstellungen der Frage (R. v. KLEBELSBERG 1942, 1949). Andererseits machte auch R. v. KLEBELSBERG Beobachtungen, die mit denen O. AMPFERER'S in vielen Beziehungen enge Verwandtschaft zeigen. So wurde von ihm, ausgehend von Erfahrungen in den Südtiroler Dolomiten (1927), der Begriff des Schlernstadiums geprägt. Die zugehörigen Gletscherenden dieses Stadiums haben wie das alte Bühlstadium A. PENCK'S eine Schneegrenzdepression von rund 900 m gegenüber der heutigen, liegen jedoch innerhalb des angenommenen bühlzeitlichen Eisstromnetzes. Somit kann auch das Schlernstadium keine einfache Rückzugsphase im Zerfall der würmeiszeitlichen Vergletscherung bedeuten. Es muß vielmehr jünger als Bühl sein und eine selbständige Vorstoßnatur besitzen, wobei die Lokalgletscher nochmals energisch vorzudringen und vielfach die Haupttalsole zu erreichen vermochten, die zerfallenen oder eingesunkenen und bewegungslos gewordenen Haupttalgletscher sich aber nicht mehr neu bildeten. Der Schlernvorstoß war also nur relativ kurz. Soweit stimmten die Ansichten O. AMPFERER'S und R. v. KLEBELSBERG'S weitgehend überein. Differenzen ergaben sich vor allem in der Deutung des Interstadials zwischen der ausklingenden Würmeiszeit und dem Schlernstadium bzw. der Schlußvereisung. Während hier auf der einen Seite gelegentlich sogar von interglazialen Bildungen gesprochen wurde und auch O. AMPFERER (1936) selbst an ein völliges Ausapern des Gebirges glaubte, scheinen die bisherigen pollenanalytischen Untersuchungen in den Ostalpen (z. B. R. v. SARNTHEIN 1936, 1940) R. v. KLEBELSBERG Recht zu geben, daß es sich zwar um eine einschneidende klimatische

und vegetationsgeschichtliche Schwankung gehandelt habe, aber von einem vörligen Gletscherrückgang nicht die Rede sein könne.

Der Begriff des Schlernstadiums hat sich in den Ostalpen eingebürgert und wird vielfach angewandt. Eine ausführliche Zusammenstellung der bis dahin bekannten Vorkommen gab R. v. KLEBELSBERG (1942). Es ist hier nicht der Raum, diese Übersicht zu wiederholen und bis zum heutigen Stand zu ergänzen. Das einschlägige glazialgeologische Schrifttum ist schon beinahe unübersehbar geworden. Vor allem in die Kartierungen und Veröffentlichungen der Österreichischen Geologischen Bundesanstalt hat das Schlernstadium Eingang gefunden. Besonders erwähnt sei hier lediglich noch W. HEISSEL (1947), der die Schlern-, Gschnitz- und Daunstände der alten Gletscher um den Hochkönig neuerdings in Anlehnung an O. AMPFERER zu einer Schlußvereisung vereinigt. Diese Auffassung findet sich mehrfach. Die große Endmoräne von Trins im Gschnitztal, nach der A. PENCK das Gschnitzstadium benannte, muß nun endgültig als ein Schlernstand angesehen werden (zuletzt H. PASCHINGER 1952). Dagegen halten sich in Bayern die Aufnahmen des Geologischen Landesamtes (z. B. P. SCHMIDT-THOME 1950) noch an das von A. PENCK aufgestellte, von F. LEYDEN (1920, 1925) und C. TROLL (1925) differenzierte Schema des etappenweisen Eistrückzuges (α = Ammerseestadium, β_1 = Bühlstadium, β_2 = Krünstadium, γ = Gschnitz usw.) nach dem letzten Maximum der Würmvergletscherung.

O. AMPFERER und R. v. KLEBELSBERG haben von vornherein nie etwas grundsätzlich Verschiedenes gemeint. Es ging immer mehr um die Ausdeutung der gleichen glazialmorphologischen Befunde. So dürfte sich heute kaum noch ein Widerspruch dagegen erheben, daß Schlernstadium und Schlußvereisung identisch sind, — falls man nicht das Schlernstadium als den ersten Abschnitt der Schlußvereisung ansieht und in dieser auch die Gschnitz- und Daunstände, also alle noch prähistorischen Gletscherhochstände zusammenfaßt. Man wird heute ferner R. v. KLEBELSBERG beipflichten, daß — bei aller Zuverlässigkeit der Beobachtungen O. AMPFERER's — der Ausdruck Schlußvereisung nicht zum wirklichen Tatbestand paßt und irreführend ist. Unbestritten ist ein kräftiger Gletschervorstoß der Späteiszeit mit einer Schneegrenzdepression von etwa 900 m, den wir als Schlernstadium bezeichnen.

Weit schwieriger ist die Abgrenzung dieses Vorstoßes vom bisherigen Bühl, für das die gleiche Schneegrenzdepression angenommen wird. Eindeutig sind die Verhältnisse nur dort, wo die Gletscher des Schlernstandes erneut in Talräume vorgestoßen sind, die zur Zeit der Rückzugsphase des Bühl noch vom Eisstromnetz eingenommen, dann aber verlassen worden waren. Außerhalb dieses Bereiches, also auch dort, wo während der Würmeiszeit die Lokalvergletscherung vorherrschend war, wird man nur ausnahmsweise und nach stratigraphischen Gesichtspunkten eine klare Unterscheidung zwischen Bühl und Schlern treffen können. Die Bühlmoränen sollen als letzte ein zusammenhängendes Eisstromnetz in den Alpentälern kennzeichnen. Nun sind aber die früher angenommenen Bühlstände der Hauptgletscher immer fraglicher geworden (vgl. R. v. KLEBELSBERG 1942, 1949). Stirn- und Seitenmoränen werden nicht bei einem einfachen Gletscherhalt, sondern nur bei einem Vorstoß aufgebaut; darauf hat u. a. mehrfach H. KINZL (zuletzt 1950) hingewiesen. Auch A. PENCK (A. i. E.) nahm ja für sein ursprüngliches Bühlstadium einen kräftigen Vorstoßcharakter an. Vielleicht war der Kälterückfall des Bühl in Wirklichkeit so geringfügig, daß nicht alle Alpengletscher und viele nur wenig ausgeprägt auf ihn zu reagieren vermochten. Bezeichnenderweise sind auch die Äquivalente des Bühl in anderen Vergletscherungsgebieten der Erde immer höchst unsicher gewesen.

Trotzdem möchte ich denen nicht zustimmen, die auf das Bühl ganz verzichten zu können glauben. Es gibt auch Endmoränen eines verkleinerten Eisstromnetzes im Rückzugswege der Haupttalgletscher, die einer Hebung der würmeiszeitlichen Schneegrenze um etwa 300 m entsprechen: am bayerischen Alpenrande im Loisachtale bei Eschenlohe und Oberau (C. W. KOCKEL, M. RICHTER, H. G. STEINMANN 1931), am Walchensee (J. NIEDERMAYER 1936), im Isartal zwischen Lenggries und Fall (P. SCHMIDT-THOME 1950) und an vielen anderen Stellen (vgl. auch schon F. LEYDEN 1925). Jedoch möchte ich im Sinne einer klaren Nomenklatur vorschlagen, nur von einer *Bühlphase* im Gletscherrückgang oder von *Bühl-Grenzlagen* der Gletscher zu sprechen, bis eine Klärung des Spätglazials über den ganzen Alpenraum hinweg erfolgt ist. Stadien müssen durch nachweisbare Interstadiale voneinander zu trennen sein. Das gilt für die Würmstadien offenbar ebenso wie für das Schlernstadium, wie wir sahen, nicht jedoch für Bühl.

Diese Ergebnisse der Glazialmorphologie erhalten nun auch von anderer Seite eine beachtenswerte Bestätigung. Im nordeuropäischen Vergletscherungsgebiet kennt man seit langem eine frühe Wärmezeit und einen Kälterückfall in der Klimaentwicklung des Spätglazials, die man als *Allerödschwankung* bezeichnet hat. Die wärmere *Allerödzeit* und die kältere *Jüngere Tundrenzeit* (Jüngere Dryaszeit) sind durch pollenanalytische Untersuchungen für den mitteleuropäischen Bereich nachgewiesen (vgl. F. FIRBAS 1949, H. GAMS 1950). Soweit ich sehe, hat erstmals H. GAMS (1938) darauf hingewiesen, daß der Kälterückfall der nordischen *Jüngeren Tundrenzeit* und die *Schlußvereisung* O. AMPFERER's in den Alpen einander entsprechen. Ebenso stellten dann die *Allerödbildungen* das Interstadial zwischen dem Eiszerfall der ausklingenden Würmeiszeit und dem Gletschervorstoß des Schlernstadiums dar. Diese Gleichsetzung hat durch die weitere Forschung seitdem immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Wir dürfen ferner mit großer Sicherheit damit rechnen, daß das Schlernstadium der Alpen und die pollenanalytisch nachgewiesene *Jüngere Tundrenzeit* im nördlichen Mitteleuropa ihr Äquivalent im nordeuropäischen Vereisungsbereich in den großen fennoskandischen Endmoränen besitzen. Wenn wir, wie es heute allgemein geschieht, das Postglazial mit dem Rückzug des Eises vom zweiten Salpausselkä (um 8150 v. Chr.) beginnen lassen, dann ergibt sich, daß *Jüngere Tundrenzeit* und *Schlernstadium* noch eindeutig in das Spätglazial hineingehören. Wenn unsere Gleichsetzung richtig ist, haben wir damit auch im Alpenraum einen sicheren Anhalt für die Trennung von Späteiszeit und Nacheiszeit. Mit dem Rückgang und Zerfall der Schlerngletscher werden wir in Zukunft die Nacheiszeit beginnen lassen. Diese Gliederung ist nicht nur von theoretischer Bedeutung, sondern ist für die weitere glazialmorphologische Forschung von einiger Wichtigkeit. Der letzte Kälterückfall der Späteiszeit hat sich nämlich nicht nur im Schlernvorstoß der Alpengletscher ausgewirkt, sondern er hat weit darüber hinaus morphologische Wirkungen gehabt, die wir nun der *Jüngeren Tundrenzeit* zuordnen können. Zugleich wird uns hier ein neues Argument geboten, das uns den Begriff der *Schlußvereisung* ablehnen läßt. Das Schlernstadium gehört in den letzten Abschnitt der Späteiszeit. Die landschaftsgestaltenden Wirkungen des letzten großen Kälterückfalls lassen sich noch denen der Würmeiszeit an die Seite stellen. Die folgenden Gletschervorstöße des Gschnitz und Daun hingegen, mit dem Schlernstadium mehrfach zur *Schlußvereisung* zusammengefaßt, gehören in die Nacheiszeit hinein. Die auslösenden klimatischen Schwankungen waren anscheinend weitaus geringer und ihre Auswirkungen im morphologi-

schen Sektor jedenfalls auf die unmittelbaren Gletschervorstöße selbst beschränkt. Von ihnen soll und kann an dieser Stelle nicht weiter die Rede sein.

In der Glazialmorphologie hat sich längst die Erforschung der periglazialen Erscheinungen einen gleichberechtigten Platz errungen. Seitdem wir wissen, daß dem Schlernstadium in den Alpen ein allgemeiner Kälterückfall des Spätglazials in Mitteleuropa entspricht, haben wir daher auch dem periglazialen Bereiche unsere besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Es ist natürlich von Fall zu Fall schwer und mag oft nahezu unmöglich erscheinen, für die periglazialen Erscheinungen des Alpenraumes den Nachweis zu führen, daß sie in die Jüngere Tundrenzeit gehören und dem Schlernvorstoß der Alpengletscher entsprechen. Häufig wird uns die Lage zu den Jungendmoränen zunächst nur sagen, daß die fraglichen Erscheinungen jünger als das letzte Würmmaximum (W II) sein müssen. Dabei können uns aber die folgenden Überlegungen weiterhelfen. Es wurde vielfach festgestellt und ist längst unbestritten anerkannt, daß die Gletscherentwicklung hinter dem Klimaverlauf der einzelnen Kaltzeiten des Eiszeitalters stark nachgehinkt hat (vgl. M. SCHWARZBACH 1940, J. BÜDEL 1950 u. a.). Das gilt nicht nur für den Beginn und den Höhepunkt, sondern erst recht für das Abklingen und den Ausgang jeder Vereisung. Im bayerischen Alpenvorlande habe ich erst kürzlich (C. RATHJENS 1951) an der Grenze zwischen dem ehemaligen Lech- und Ammerseegletscher gezeigt, daß die großen Vorlandgletscher am Ende der Würm-Vereisung individuell verschieden, aber zunächst mit großer Beharrungskraft noch in der Nähe der Endmoränenwälle der Maximalphase liegenblieben, dann aber vom raschen Eiszerfall betroffen wurden, wie ihn C. TROLL (1937) im Loisachgebiet verfolgt hat. Es ist bezeichnend, daß es bisher niemals ganz eindeutig gelungen ist, Rückzugsphasen der ausklingenden Würmeiszeit und des Spätglazials im Alpenvorlande über größere Räume hinweg zu verfolgen und in Konnex zu bringen. Auf meine oben gemachten Ausführungen über die schwankend gewordene Bedeutung des Bühl darf ich hier nochmals verweisen. Damit ergibt sich eine starke Annäherung des späteiszeitlichen Klimaablaufes in den Nordalpen an die Kurve, die F. KLUTE (1951, S. 280) jüngst für die wirklichen Julitemperaturen von Erfurt seit dem letzten Würmmaximum gegeben hat.

Es scheint danach, als ob erst die Allerödzeit eine derartige starke Klima-verbesserung brachte, daß sich die Alpengletscher bis in die innersten Talwinkel zurückzogen. Nach H. GAMS, F. FIRBAS u. a. lag die obere Waldgrenze während der Allerödschwankung nur 300—400 m, während der Jüngeren Tundrenzeit aber wieder 800—1000 m unter der heutigen. Wir dürfen eine entsprechende Depression der Schneegrenze und trotz der Verzögerung auch annähernd entsprechende Gletscherstände annehmen. Wenn wir die Kürze der Jüngeren Tundrenzeit und das Verzögerungsmoment der Gletscherentwicklung in Rechnung setzen, wird das Ausmaß der Schlernvorstöße der Alpengletscher ohne Weiteres verständlich. Nach der Jüngeren Tundrenzeit folgt dann der rasche, doch immer phasenhafte und von Rückfällen unterbrochene Temperaturanstieg zum postglazialen Wärmeoptimum.

Es kann danach kaum noch Zweifel geben, daß dem letzten Kälterückfall des Spätglazials eine Reihe von periglazialen Erscheinungen des Alpenraumes zugeordnet werden müssen, die zwar jünger als die würmeiszeitlichen Moränen- und Schotterbildungen sind, aber ihrer Lage nach trotzdem als Vorzeitformen anzusehen sind. Zu der gleichen Ansicht gelangten übrigens H. POSER & J. HÖVERMANN (1951) für den Harz. Ich habe schon einmal die Vermutung ausgesprochen, daß hier auch die Buckelwiesen aufgeführt werden müssen, die in den Nördlichen Kalkalpen und am Alpenrande eine weitverbreitete Erscheinung

darstellen. Die letzte Bearbeitung der Buckelwiesen bei Mittenwald durch J. L. LUTZ (1947) spricht sich dahin aus, daß es sich dabei um fossile frostgeformte Bodenbildungen des Spätglazials handle, zieht aber auch die Föhn natur der Quertäler mit in Betracht, wo ja im Spätglazial der Föhn als abeisiger Wind mindestens die gleiche Bedeutung besessen haben muß wie heute. Eine allgemeine Klärung dieser Frage wird allerdings wohl erst zu erzielen sein, wenn eine umfassende regionale Kartierung und Untersuchung der Buckelwiesen und verwandter Erscheinungen in einem größeren Alpengebiet vorliegt.

Aber die geomorphologischen Wirkungen der Jüngerer Tundrenzeit erstrecken sich noch weiter in das Vorland hinaus. Vor kurzem erst habe ich (C. RATHJENS 1952) auf asymmetrische Talformen in den Rändern der Niederterrassen hingewiesen, die als periglaziale Korrosionstäler entstanden, als das Eis des Isarvorlandgletschers bereits annähernd bis an den Alpenrand zurückgewichen war. Nachdem ich auf den gesamten Formenkreis einmal aufmerksam geworden war, hat sich mir immer mehr der Eindruck aufgedrängt, daß viele Vorgänge des Alpenvorlandes speziell der Jüngerer Tundrenzeit zugeschrieben werden müssen, die man bisher allgemein in das Spätglazial oder die ausklingende Würmeiszeit eingestuft hat. Ich kann an dieser Stelle nur die wichtigsten Erscheinungen streifen, genauere Hinweise und Belege, die zum Teil auch noch weiterer vergleichender Untersuchungen bedürfen, müssen einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Nach dem Verschwinden der Alpengletscher aus dem Vorlande füllten sich ihre Stamm- und Zungenbecken zunächst mit Schmelzwasser. Diese Seen waren zuerst Eisstauseen zwischen dem schwindenden Eise und den Endmoränen oder anderen Geländeauftragungen. Als allgemeines Phänomen des Alpenvorlandes und des Alpenrandes kamen die Seen dann aber zu einer weiten Ausdehnung und reichten vielfach fjordartig in die Gebirgstäler hinein, wobei auch die bisher angenommenen Bühlstände der spätglazialen Alpengletscher keine Begrenzung darstellten; die Seen bestanden also sichtlich noch nach der Bühlphase und weit in das Spätglazial hinein. Trotzdem setzen die Torfschichten auf den Seetonablagerungen im Rosenheimer See bei Kolbermoor nochmals mit einer walddosen Zeit ein (F. FIRBAS 1949, I, S. 79, Abb. 50). Dafür ist meines Erachtens die alleinige Deutung möglich, daß der See bis in die Allerödzeit bestanden hat und mit Beginn der Jüngerer Tundrenzeit zum Auslaufen gebracht worden ist. Das Gleiche gilt offenbar für den spätglazialen See im Becken des Salzachgletschers, dessen Seetonflächen während des Kälterückfalls der Jüngerer Tundrenzeit trockenfielen und im Bereich der Ziegelei Fridolfing schöne Frostbodenercheinungen zeigen. Ein Vergleich mit dem frostgestörten Alleröd der Niederlande (vgl. F. FLORSCHÜTZ 1939) drängt sich hier unwillkürlich auf. Sowohl am Inn wie an der Salzach sind in die Seetonflächen des Spätglazials nochmals breite Schotterterrassen eingetieft (für den Rosenheimer See vgl. C. TROLL 1924), die ich als Äquivalent der Jüngerer Tundrenzeit ansehe. Eine eindeutige Verknüpfung dieser Aufschotterungen mit Endmoränen des Schlernstadiums ist allerdings noch nicht gelungen. Weitere Untersuchungen werden in der eingezeichneten Richtung fortschreiten müssen.

Ganz allgemein bin ich der Ansicht, daß sich weitere Gesetzmäßigkeiten im klimatischen und morphologischen Ablauf der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit seit dem letzten Würmmaximum (W II) werden feststellen lassen. Es ist anzustreben und wird gelingen, einen spezifischen klima-morphologischen Formenschatz des Spätglazials und insbesondere der Jüngerer Tundrenzeit herauszuschälen, wie das etwa

vor allem J. BÜDEL für die Würmeiszeit getan hat, und diesen Formenschatz sowohl gegen den des Würm wie auch gegen den der erdgeschichtlichen und morphologischen Gegenwart abzugrenzen. Diesem Ziele möchte auch der vorliegende Beitrag dienen.

Literaturhinweise:

- O. AMPFERER: Über die Ablagerungen der Schlußeiszeit in der Umgebung des Arlbergpases. - Jb. geol. B.A. **79**, Wien 1929. — Waren die Alpen zwischen Würmeiszeit und Schlußvereisung unvergletschert? - Sitz.Ber. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. I, **145**, 1936.
- H. BOBEK: Schlußeiszeit oder Rückzugsstadien? - Pet. Mitt. **76**, 1930. — Die Deutung der Schottervorkommen im Ferwall- und Schönferwalltal. - Verh. geol. B.A. Wien 1933. — Die jüngere Geschichte der Inntalterrasse und der Rückzug der letzten Vergletscherung im Inntal. - Jb. geol. B.A. **85**, Wien 1935.
- J. BÜDEL: Die Klimaphasen der Würmeiszeit. - Die Naturwiss. **37**, 1950.
- F. FIRBAS: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I, Jena 1949.
- F. FLORSCHÜTZ: Spätglaziale Torf- und Flugsandbildungen in den Niederlanden als Folge eines dauernden Frostbodens. - Abh. naturw. Ver. Bremen **31**, 1939.
- H. GAMS: Die bisherigen Ergebnisse der Mikrostratigraphie für die Gliederung der letzten Eiszeit und des Jungpaläolithikums in Mittel- und Nordeuropa. - Quartär **1**, Berlin 1938. — Die Allerödschwankung im Spätglazial. - Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol. **1**, 1950.
- W. HEISSEL: Alte Gletscherstände im Hochkönig-Gebiet. - Jb. geol. B.A. **92**, Wien 1949.
- H. JÄCKLI: Vergletscherungsprobleme im Schams und Rheinwald. - Jber. naturf. Ges. Graubünden **81**, Chur 1948.
- H. KINZL: Formenkundliche Beobachtungen im Vorfeld der Alpengletscher - Veröff. Mus. Ferdinandeum **26/29** (Klebensberg-Festschrift), Innsbruck 1950.
- R. v. KLEBELSBERG: Rückzugsstände der Eiszeitgletscher in den Dolomiten. - Z. deutsch. geol. Ges. **79**, 1927. — Von der alpinen „Schlußvereisung“. - Z. f. Gletscherk. **28**, 1942. — Das Schlern-Stadium der Alpengletscher. - Ebendort **28**, 1942. — Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. Wien 1949.
- F. KLUTE: Das Klima Europas während des Maximums der Weichsel-Würmeiszeit und die Änderungen bis zur Jetztzeit. - Erdkunde **5**, 1951.
- J. KNAUER: Über das Bühlstadium bzw. Ammersee- und Stephanskirchner Stadium im Inn- und Isargletscher-Gebiet Südbayerns. - Jb. Reichsanst. f. Bodenforschg. **63**, Berlin 1943.
- C. W. KOCKEL, M. RICHTER & H. G. STEINMANN: Geologie der Bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. - Wiss. Veröff. D. u. Ö. Alpenverein **10**, Innsbruck 1931.
- F. LEVY: Diluviale Talgeschichte des Werdenfeler Landes und seiner Nachbargebiete. - Ostalpine Formenstudien **1**, 1, 1920.
- F. LEYDEN: Gliederung des altbayerischen Spätglazials. - Geol. Rundschau **16**, 1925.
- J. L. LUTZ & H. PAUL: Die Buckelwiesen bei Mittenwald. - Ber. bayr. bot. Ges. **27**, 1947.
- J. NIEDERMAYER: Geologie der bayerischen Alpen zwischen Loisach, Isar und Walchensee. - Neues Jhrb. Min. etc., Beil.-Bd. **76 B**, 1936.
- H. PASCHINGER: Die spätglazialen Gletscher des Gschnitztales. - Z. f. Gletscherk. u. Glazialgeol. **2**, 1952.
- A. PENCK: Die Höttinger Breccie und die Inntalterrasse nördlich Innsbruck. - Abh. Akad. Wiss. Berlin 1920.
- H. POSER & J. HÖVERMANN: Untersuchungen zur pleistozänen Harz-Vergletscherung. - Abh. braunschweig. Wiss. Ges. **3**, 1951.
- C. RATHJENS: Über die Zweiteilung der Würmeiszeit im nördlichen Alpenvorlande. - Pet. Mitt. **95**, 1951. — Asymmetrische Täler in den Niederterrassen des nördlichen Alpenvorlandes. - Geologica Bavarica **14**, München 1952.
- O. REITHOFER: Über den Nachweis von Interglazialablagerungen zwischen der Würmeiszeit und der Schlußvereisung im Ferwall- und Schönferwalltal. - Jb. geol. B.A. **81**, Wien 1931. — Über die Schottervorkommen im Ferwall- und Schönferwalltal. - Verh. geol. B.A., Wien 1934.
- R. v. SARNTHEIN: Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer walddgeschichtlichen Bedeutung. - Beih. botan. Zentralbl. I **55**, 1936; II **60** Abt. B, 1940.
- P. SCHMIDT-THOME: Geologie des Isargebietes im Bereich des Reißbach-Stollens und des geplanten Sylvenstein-Staubbeckens. - Geologica Bavarica **4**, München 1950.

- M. SCHWARZBACH: Das diluviale Klima während des Höchststandes einer Vereisung. - Z. deutsch. geol. Ges. **92**, 1940.
- R. STAUB: Zur Frage einer Schlußvereisung im Berninagebiet zwischen Bergell, Oberengadin und Puschlav. - *Ecl. Geol. Helv.* **31**, 1938. — Altes und Neues vom Flimser Bergsturz. - *Verh. schweiz. naturf. Ges. Chur* 1938.
- C. TROLL: Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher. - *Forsch. z. dt. Landes- u. Volkskunde* **23**, 1, Stuttgart 1924. — Die Rückzugsstadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. - *Mitt. geogr. Ges. München* **18**, 1925. — Die jung-eiszeitlichen Ablagerungen des Loisach-Vorlandes in Oberbayern. - *Geol. Rundschau* **28**, 1937.

Ms. eingeg. 15. 1. 1953.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. Carl Rathjens, München 13, Adelheidstraße 10/II.