© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Beiträge zur Stratigraphie und Chronologie der Inntalterrasse im Raum von Innsbruck

Von Franz Fliri (Innsbruck)
mit einem Beitrag von Eckert W. Grüning (Hamburg)

1. EINFÜHRUNG

Seit O. Melander (Vällingby, Schweden) auf einer von mir geführten Quartärexkursion Ende April 1969 im *Bändertonlager* von *Baumkirchen* (47° 18′ 25″ N/ 11° 34′ 19″ E) erstmals organische Substanz (Legföhrenzweige) sicherstellte und diese von H. Felber (Wien) mit 26.800 ± 1300 Jahren vor der Gegenwart radiokarbondatiert werden konnte, erscheinen alle Fragen der Stratigraphie und Chronologie der Inntalterrassensedimente, ja des alpinen Quartärs überhaupt, in einem neuen Licht. Wurden diese Sedimente zuvor als dem Riß-Würm-Interglazial (wie bei W. Heissel), dem Früh-Würm (wie bei H. Paschinger) oder dem Alt-Würm (wie zuletzt bei F. Mayr) zugehörig angesehen, so erwiesen sich nunmehr zumindest die Sedimente des Westteils der Gnadenwaldterrasse (östlich Solbad Hall i. Tirol) als wesentlich jünger (vgl. F. Fliri, S. Bortenschlager, H. Felber, W. Heißel, H. Hilscher u. W. Resch 1970). Obiges Radiokohlenstoffdatum wurde inzwischen durch weitere Funde an verschiedenen Stellen derselben Tongrube von Baumkirchen voll bestätigt (28.900 ± 700; 31.000 ± 1300 bzw. 29.700 ± 1100; 30.600 ± 1300; 28.000 ± 1000). Dadurch wurde bewiesen, daß das Inntal hier nicht nur um diese Zeit, sondern auch noch erheblich später eisfrei gewesen sein muß. Denn über dem jüngsten Fossil (26.800 ± 1300 Jahre v. d. Gegenw.) lagern noch rund 70 m Bänderton und (zumindest im westlichen Gnadenwald) vielleicht bis zu 150 m gröbere Lockersedimente (Sande und Schotter), über denen sich erst die Grundmoränendecke des letzten Großvorstoßes des Inntalgletschers (Haupt-Würm) ausgebreitet hat. Da zwei weitere Radiokarbondaten aus oberflächlich abgeflossenem Ton in derselben Tongrube 11.300 bzw. 10.900 Jahre für den ersten nachweisbaren nacheiszeitlichen Wald ergeben haben, bleibt für den letzten Würm-Vorstoß wohl kaum mehr als eine Zeitspanne von 10.000 Jahren übrig. Diese neue Vorstellung deckt sich durchaus mit anderwärts in den letzten Jahren bekannt gewordenen Ergebnissen der Quartärforschung.

Daß es sich bei den Sedimenten der Inntalterrasse *nicht* um eine interglaziale oder frühwürmzeitliche, sondern um eine der Würm-Vereisung selbst zuzuordnende Bildung handeln könnte, ist keineswegs eine neue Vorstellung. Schon J. Blaas (1884/1902) hat sie wiederholt vertreten, R. v. Klebelsberg (1948) dachte an die Möglichkeit „paraglazialer" Ablagerungen und 1964 habe ich selbst im Hinblick auf die Berichte von E. Ebers über Schichtfolgen im Bereich des oberbayerischen Inn-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Vorlandgletschers darauf verwiesen, daß eine von A. Penck im Liegenden der Bändertone von Baumkirchen angegebene Moräne keineswegs der Riß-Vereisung zugeschrieben werden muß, sondern auch zu einem *früheren* Würm-Stand gehören kann. Diese Moräne ist allerdings derzeit nirgends sichtbar.

Für die Schotter im Hangenden der Bändertone kam ich damals zum Ergebnis, daß auf Grund morphometrischer Zurundungsanalysen Interglazialität ebenso auszuschließen sei wie nach dem pollenanalytischen Befund, den R. v. Sarnthein erbracht hatte. Diese Schotter erschienen mir damals eher spät-interstadial. Eine große Zahl von Beobachtungen und *Zurundungsmessungen* aus dem Bereich der westlichen Gnadenwaldterrasse blieb in dieser Veröffentlichung 1964 unberücksichtigt, da einerseits ihre stratigraphisch-chronologische Wertung zweifelhaft erschien, anderseits unmittelbar Hoffnung auf datierte Fossilfunde bestand. Herr R. Hochenburger (Tonwerk Fritzens) hatte mir nämlich Mitteilungen von Holz- und Fischfunden in sicher primär-sedimentären Horizonten der Tongrube von Baumkirchen gemacht, die also hoffen ließen, in absehbarer Zeit einen festen Punkt in der umstrittenen Stratigraphie und Chronologie des Schichtkomplexes der Inntalterrassensedimente zu erhalten.

Noch ehe solche Daten vorlagen, versuchte F. Mayr (1968) eine neue Gesamtdeutung des Baues der Inntalterrasse im Umkreis von Innsbruck. Er griff dabei einerseits die älteren Vorstellungen von J. Blaas wieder auf, stand aber anderseits sicher mehr als unmittelbar sichtbar unter dem Einfluß der inzwischen weiter fortgeschrittenen *außeralpinen* Würm-Chronologie. Wenngleich F. Mayr seine stratigraphische Synthese in einem 22 km langen Stück des Inntales sowie im äußeren Silltal unternahm, liegen doch die von ihm als entscheidend angesehenen Aufschlüsse im Westteil der Gnadenwaldterrasse.

Diese Arbeit stützt sich zwar auf eine große Zahl von Beobachtungen an altbekannten und neuen Aufschlüssen, doch erscheint deren *Wertung* für die Beweisführung in vieler Hinsicht nicht genug kritisch, woran sicher die leider viel zu knapp erfolgte Veröffentlichung schuld sein mag. So bleibt es trotz hierauf bezugnehmender Behauptungen fraglich, welche *petrographischen* Verschiedenheiten im Sedimentbestand zur Trennung von Horizonten ausreichend gewesen sein können, wenn man vom offensichtlichen Zusammenspiel kalkalpinen Materials von Norden und meist kristallinen aus den Zentralalpen absieht. Die Terrassensedimente des Inntals umfassen nämlich einen Komplex von Tonen, Sanden, Kiesen, Schottern und Moränen und in jeder angegebenen Phase kann mit dem Auftreten solcher Ablagerungen da oder dort gerechnet werden. Bei seinem Modell, das für die Würm-Vereisung im Inntal vier Abschnitte (Vorstoßphasen: Völs, Hall, Mils, eigentl. Würm) umfaßt, kann keinesfalls aus einheitlicher Höhenlage ähnlicher Horizonte auf stratigraphische Konstanz und synchrone Bildung geschlossen werden.

Daher wendete F. Mayr mit Recht sein besonderes Augenmerk der gegenseitigen *Stellung* der analysierten Strukturen zu, wobei er auch zu einer Abschätzung des Zeitmaßstabes anhand der Sedimentationsdauer kam. Noch 1969 (Inqua) gab er

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

für seine Völser und Haller Phase zusammen 30.000 Jahre, für Milser und Würm-Phase zusammen 40.000 Jahre an, wobei unklar bleibt, ob für sein Haupt-Interstadial (Hall/Mils) noch eine gesonderte Zeitspanne anzusetzen wäre. Letzteres könnte man vielleicht aus seiner Bemerkung vermuten: „il y a peu d'éspoir de forcer ces series à s'introduire dans le modèle, suivant lequel l'interglaciaire Eémien a pris fin en 70.000 ans environ".

2. DIE STRATIGRAPHISCHE STELLUNG DES BÄNDERTONS VON BAUMKIRCHEN

Wenn schon 70.000 Jahre für die Chronologie der Terrassensedimente oberhalb der Inntalsohle nicht ausreichen könnten (F. Mayr), so ist es freilich gänzlich aussichtslos, sein Modell ohne grundlegende Änderung mit den neuen Radiokarbondaten vom Baumkirchen in Einklang bringen zu wollen. Denn gerade dieser Bänderton wurde von F. Mayr in die *älteste* seiner Phasen, in die *Völser Phase* gestellt, während er sich nun als wesentlich jünger (obere Teile jünger als 27.000 Jahre v. d. Gegenw.) erweist. Die benachbarten und in ähnlicher Höhe liegenden Bändertonvorkommen wurden dagegen von F. Mayr jeweils in andere Phasen verwiesen, so etwa jenes von Arzl bei Innsbruck und jenes südlich von Solbad Hall in die Haller Phase, jenes von Inzing und Polling in die Milser Phase.

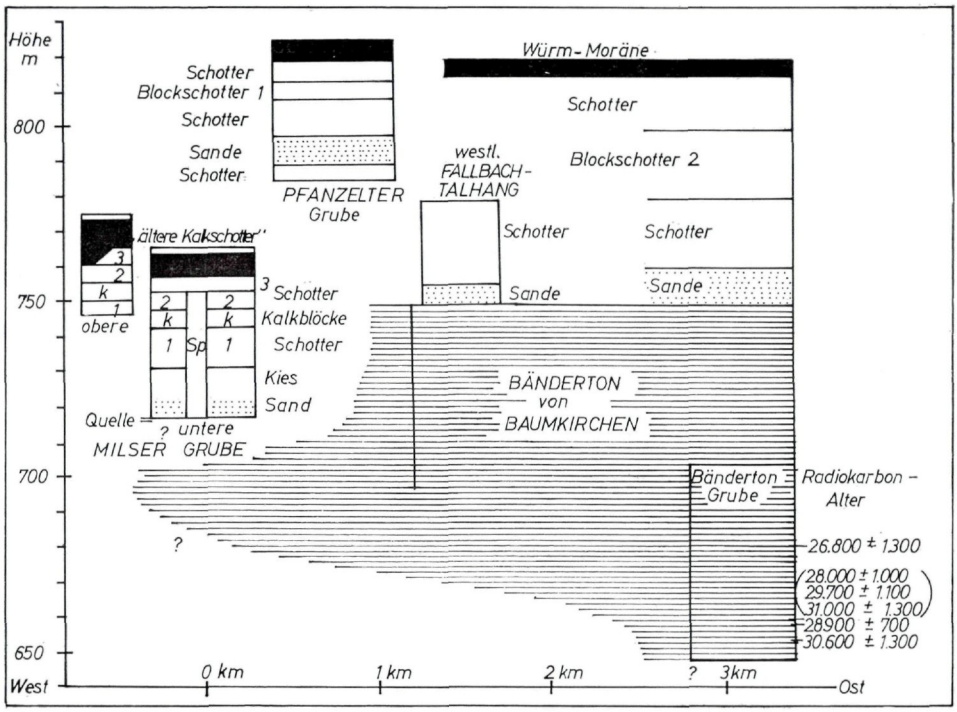

Abb. 1 Der Aufbau des Westteiles der Gnadenwaldterrasse in schematischer Darstellung; Erklärung im Text

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Warum kam F. Mayr für den Bänderton von Baumkirchen zur angegebenen Einordnung? Die Frage ist notwendig, weil von der Beweisführung umgekehrt die Stellung des *Schlüsselprofils* der Schottergrube nördlich von *Mils* berührt wird. Letzteren Aufschluß hat F. Mayr als den typischen Ort für die Abfolge von Haller, Milser und Würm-Phase bezeichnet. Es trägt zu dieser Klärung freilich nicht bei, wenn F. Mayr (schriftl. Mitt. 1970) nach Kenntnisnahme der ersten beiden Radiokarbondaten des Bändertons von Baumkirchen diese kurzweg als unrichtig erklärt. Es sei hier darauf verwiesen, daß in der internationalen Quartärforschung wohl nur äußerst selten derart ideale Bedingungen zu ungestörter Konservierung von Fossilien vorhanden sind, wie sie in den mächtigen Bändertonen bestehen. Trotzdem wurden (F. Felber) alle Vorkehrungen getroffen, um systematische Fehler auszuschalten, wie sie bei den wesentlich ungünstigeren Verhältnissen im Flachlandquartär auftreten können.

F. Mayr glaubte zunächst im *Hangenden* der Bändertone die jüngeren Sedimente seiner *Haller* und *Milser Phase* zu finden (= Schotter und Blockschotter in Abb. 1). Außerdem legte er am *Südrand* der Tongrube den Kontakt von Bänderton und südlich anschließenden Schottern frei. Die besondere Problematik dieser senkrecht verlaufenden Kontaktzone war schon R. v. Klebelsberg (mündl. Mitt. 1952) bekannt gewesen und ich selbst hatte F. Mayr auf sie aufmerksam gemacht. Obwohl er den natürlichen Aufschluß in mühevoller Arbeit erweiterte, teilte er hierüber leider keine großmaßstäbige Kartierung mit. Seine Skizze (1968, S. 272, Abb. 4, links unten) ist leider seitenverkehrt und zu schematisch. Was er zusätzlich hierüber schreibt, bleibt selbst dem guten Kenner der Örtlichkeit unklar, es sei denn, er legt den inzwischen wieder verschütteten Aufschluß neuerdings frei. Kern der Beweisführung ist die Annahme eines „*Rieseneiskeiles*" der Milser Phase, der sich gerade am Kontakt von Bändertonen der Völser Phase und jüngeren Eisrandschottern entwickelt haben soll. Solche Keile fand F. Mayr mehrfach, betrachtete sie als zuverlässige Klimazeugen ein und derselben extrem kalten Zeit, nämlich knapp vor dem Milser Vorstoß entstanden. Es mag wohl als Schwäche der Beweisführung vermerkt werden, daß *andere* Möglichkeiten der Entstehung von Spalten (z. B. Hangtektonik im Hangenden von und neben plastischem Bänderton, Zusammenwirken von Hangtektonik und Frost, subglaziale Tektonik) nicht erörtert werden, dafür aber eine Ursache der großen Kälte im *Luftstau* durch den ins Inntal vorstoßenden Zillertalgletscher gesehen wird (1968, S. 290). Letzterer wird allerdings auch für Seeaufstau verantwortlich gemacht, was ebenfalls noch bewiesen werden sollte. Abgesehen von diesen Mängeln entziehen die neuen Radiokarbondaten der Bändertone dieser Hypothese jede Wahrscheinlichkeit. Auf die Sedimentation der Tone bis 681 m (= jüngster Fund, 26.800 ± 1300 Jahre v. d. Gegenw.) folgte nämlich die Ablagerung von weiteren 70 m Ton, hierauf jene der erwähnten Sande, Kiese und Schotter bis vielleicht 900 m hinauf. Wenngleich auch bei einem solchen Verschüttungsvorgang kürzere *Erosionsphasen* nie auszuschließen sind, dürfte doch erst im Spätglazial wieder eine Möglichkeit stratigraphischer Veränderung unter-

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

halb von 700 m bestanden haben. Schon 1964 (S. 239) hatte ich die an den steilen Südrand der Tone angelagerten Schotter als Eisrandbildung des Spät-Würm gedeutet, wie sie in ähnlicher Form auch weiter östlich am Bärenbach („Eisschießplatz" von Fritzens) an Form und Querprofil sichtbar war und ist. Meine aus dem Jahre 1952 stammende Kartierung (Abb. 2) läßt nach der neuen Chronologie noch mehr annehmen, daß die Bändertone in der Zeit des Abschmelzens des Inntalgletschers im Süden kurzfristig durch einen Eiskörper begrenzt wurden, der dann durch Randschotter ersetzt wurde. In einen vorübergehend vorhandenen ablationsbedingten Schrund kann dabei auch die von F. Mayr gefundene Moräne gesackt sein. Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß die von F. Mayr am Südrand der Tongrube von Baumkirchen verfolgte Beweisführung keinen Beitrag zur Klärung der stratigraphisch-chronologischen Beziehung von Baumkirchner Bänderton einerseits und Serie der Milser Schottergrube anderseits zu leisten vermag.

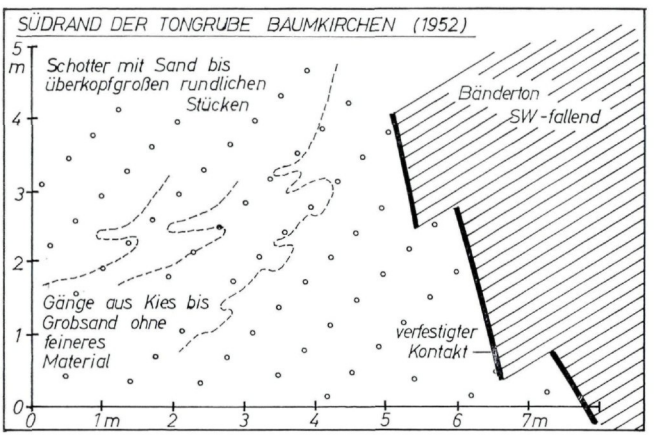

Abb. 2
Kontakt von Bänderton und Schottern am Südrand der Tongrube Baumkirchen (Jahr 1952)

3. DIE STELLUNG DER MILSER SERIE IM VERBANDE DER TERRASSENSEDIMENTE

Das *obere* Stockwerk der Terrassensedimente ist im Westteil der Gnadenwaldterrasse vor allem in zwei großen Schottergruben aufgeschlossen, jener von Mils (47° 18′ 15″ N / 11° 31′ 45″ E) sowie jener im oberen Baumkirchner Tal (Pfanzeltergrube, 47° 18′ 45″ N / 11° 32′ 15″ E). Chronologisch sofort *sicher* einzuordnen ist in beiden Gruben nur die *Grundmoränendecke* des letzten Großvorstoßes des Inntalgletschers (Haupt-Würm). Dieser kann auf Grund der neuen Radiokarbondaten aus der Tongrube wohl erst *nach* 25.000 Jahren v. d. Gegenw., vielleicht sogar erst vor 20.000 Jahren erfolgt sein. Übrigens wurden in den Schottern beider Gruben bereits je einmal Holz gefunden, in der Milser Grube in etwa 370 m Höhe, in der Pfanzeltergrube in 815 m Höhe. Bedauerlicherweise konnte kein Fossil sichergestellt werden. Ein neuer Fund an der Basis der Würm-Moräne der Grube von Mils erwies sich als hochmittelalterlich.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Die erwähnte Grundmoränendecke des Haupt-Würm besteht überwiegend aus kristallinem Material und liegt im ersten Aufschluß auf etwa 758 m bis 765 m, im zweiten auf 820 m bis 826 m, und zwar überall auf einer vom dazugehörenden Gletscher selbst erosiv geschaffenen, großzügig welligen Oberfläche der Terrassensedimente. Deren Serie wurde von F. Mayr (1968, S. 260) in Mils zwischen 722 m und 765 m kartiert, in der Pfanzeltergrube zwischen 782 m und 826 m beschrieben. Es besteht somit eine Profillücke zwischen 765 m und 782 m. Den Gesamtaufbau zeigt schematisch Abb. 1, das Aussehen des Aufschlusses im Herbst 1970 ist in Abb. 3 und 4 festgehalten.

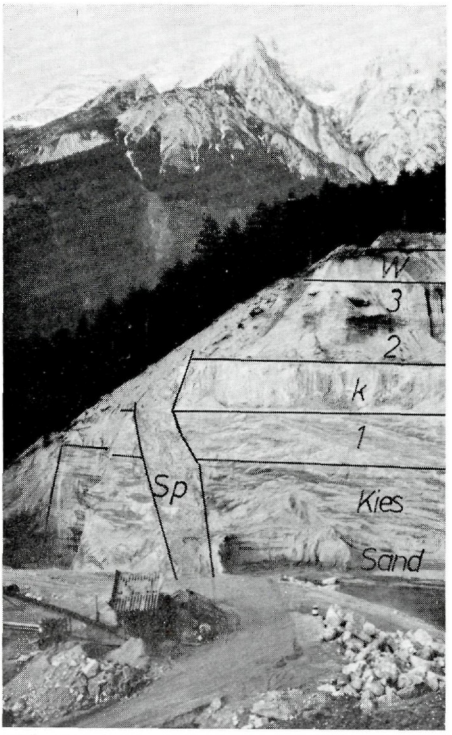

Abb. 3
Schottergrube Mils, Nordteil
(Spätherbst 1970); Erklärung im Text

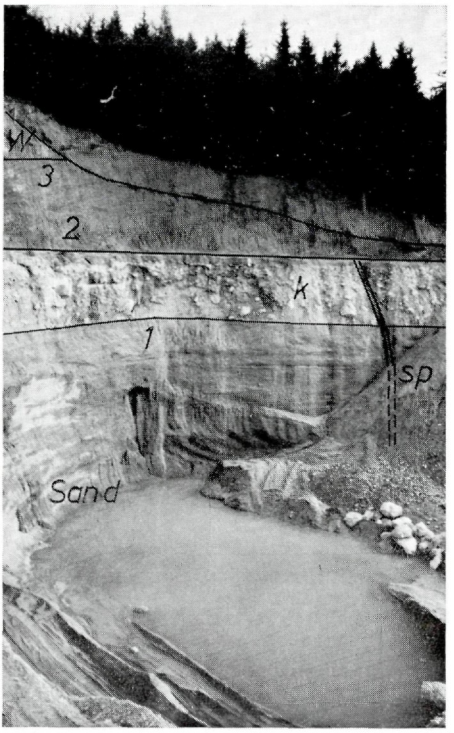

Abb. 4
Schottergrube Mils, Südteil
(Spätherbst 1970); Erklärung im Text

Nach F. Mayr wurde dieser Raum *mehrfach* zerschnitten und wieder aufgefüllt. Auf die Sedimentation der Völser Phase folgte Erosion, wobei nur die Bändertone von Baumkirchen (mit hangenden Sanden) erhalten blieben. Diese wurden wiederum unter den Ablagerungen der Haller Phase bis rund 780 m hinauf begraben (hauptsächlich Schotterhorizont über den hangenden Sanden der Bändertone, im Westteil auch Kalkblockhorizont k). Nach neuerlicher Zerschneidung habe in der folgenden Milser Phase die Verschüttung noch höher gegriffen (bis nahe 800 m).

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Auf der Oberfläche hätten sich dann in der erwähnten extrem kalten Zeit „Rieseneiskeile" von 30 bis 40 m Tiefe bei Polygonlängen von über 100 m gebildet. Dabei erscheint unklar, wie hoch die Milser Verschüttung tatsächlich gereicht haben soll (nördlich Mils bis etwa 755 m, in der Pfanzeltergrube jedoch fast bis 800 m). Weiter östlich erwähnt F. Mayr phyllitblockreichen Schutt als Zeugnis für eine bis fast an den Hang der Bettelwurfgruppe reichende Aktivität zentralalpiner Gletscher, vor allem des *Wattentalgletschers*. Nun ist zwar eine derartige selbständige Tätigkeit solch kleiner Gletscher einige hundert Meter hoch quer über das Inntal bei der geringen Größe der Einzugsgebiete und der geringen absoluten Höhe im Vergleich zum nahen Stubaital wenig wahrscheinlich. Es fehlen aber auch zuverlässige petrographische Beweise für die behauptete fossile Wattentalmoräne im Gnadenwald, wie sie etwa wegen der Sonderstellung des Tarntaler Mesozoikums zu erwarten wären. Die in den Sanden der Pfanzeltergrube um 795 m auftretenden, sicher gefroren transportierten Sandgerölle sind *kein* Beweis für die Existenz einer Milser Phase, da die zugehörige Moräne fehlt. Diese Gerölle lassen sich viel leichter in Zusammenhang mit der hier sichtbaren Haupt-Würm-Moräne selbst deuten, gehören also zum Vorstoß des Haupt-Würm und liegen in dessen Sander.

Der typische Ort für die Existenz einer selbständigen *Milser Phase* ist jedoch nach F. Mayr die Füllung eines „Rieseneiskeiles" (=Sp, in Abb. 1 u. 3) in der Grube von Mils (vgl. Kartierung bei F. Mayr 1968, S. 260). Diese *Spalte* durchzieht unterhalb etwa 753 m in Richtung 165° / 345° nicht nur den Kalkblockhorizont k, sondern auch die liegenden Schotter, Kiese und Sande. Nach F. Mayr sei hier beim Ausschmelzen eines Eiskeiles der Milser Phase (im Mils-Würm-Interstadial) Milser Moräne in die Spalte geraten und damit dort erhalten geblieben, während die Grundmoränendecke der Milser Phase selbst abgetragen worden sei. Die nachfolgende Verschüttung durch Würm-Vorstoßschotter müßte, wie in der Pfanzeltergrube sichtbar, auch hier bis ca. 820 m hinaufgereicht haben, worauf der Gletscher selbst das Tal erfüllte. Die folgende Glazialerosion beseitigte im Profil von Mils fast die ganzen Würm-Vorstoßschotter neuerdings, wobei nur eine etwa 2 m mächtige Schicht, genau über der Spaltenfüllung, übrigblieb. Wäre auch diese Schicht erodiert worden, müßte man die Spaltenfüllung in unmittelbarem Zusammenhang mit der Hauptwürm-Grundmoräne sehen.

Das Problem der Milser Serie und der Existenz einer selbständigen, Jahrtausende währenden Milser Phase ist weniger ein Problem der „Rieseneiskeile" als ein Problem jener zwei Meter Schotter, die die Spaltenfüllung und die Würmmoräne trennen. Trotzdem sei hier zunächst die Natur der *Spalten* kritisch beleuchtet. In der Grube von Mils ist derzeit neben der oben genannten großen Spalte noch eine kleinere, etwa parallel zum Haupttal verlaufende (90°/270°) sichtbar. An letzterer Spalte (Sp in Abb. 4) fällt auf, daß sie annähernd parallele Wände hat (Abb. 5), daß nirgends druckbedingte Störungen im Primärsediment sichtbar sind und daß auch die Füllung großenteils wandparallel erfolgt ist. In dieser Spalte wurde sogar ein Kalkblock (Abb. 6) in situ gespalten, vom tonigen Spaltensediment

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

in vertikal verlaufenden Bändern umhüllt, vertikal jedoch überhaupt nicht verschoben. Dies spricht alles eher *gegen* eine primär frostbedingte Entstehung der Spalten und läßt eher an eine lokale Hangtektonik denken. Letztere ist umso leichter vorstellbar, als im Liegenden wahrscheinlich Bändertone vorhanden sind. Auch ein Zusammenwirken von Hangtektonik und Gefrieren eingedrungenen Wassers ist möglich, wenn nicht sogar wahrscheinlich (Verzweigungen in Feinspalten). Als *Klimazeugen* und fossile *Leitform* einer eigenen Vorstoßphase scheinen sich solche Spalten aber nicht zu eignen.

Abb. 5
Spaltenfüllung im Südteil der Schottergrube Mils (Frühjahr 1970); Erklärung im Text

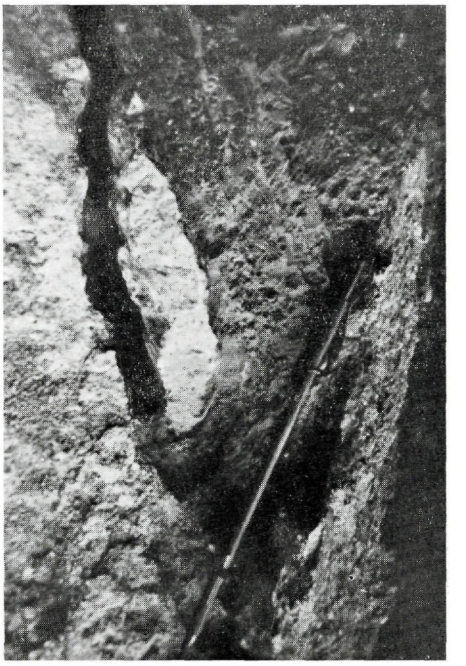

Abb. 6
Gespaltener Kalkblock in der auf Abb. 5 dargestellten Spaltenfüllung (Sommer 1969); Erklärung im Text

Wie oben erwähnt, ist jedoch weniger wichtig, *wie* die Spalten entstanden sind, sondern ob sie *Moräne* enthalten, die von der Hauptwürmmoräne einwandfrei *unterschieden* werden kann. In der großen Spalte (Sp. in Abb. 3) werden tatsächlich, wenngleich selten, gekritzte und unpolierte Geschiebe gefunden. Eine petrographisch vergleichende Untersuchung von Spaltenfüllung und Würmmoräne fehlt derzeit noch. So bleibt die Frage, ob die 2 bis 3 m Schotter (3), die die Spalte decken und ihre Füllung von der Hangendmoräne trennen, ein stratigraphisch so *bedeutsames* Schichtglied darstellen, daß *daraus* die Existenz einer 7000 Jahre umfassenden Milser Phase abgeleitet werden konnte. Es ist die Frage, ob nicht viel *wahrschein-*

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

licher der Würm-Vorstoß selbst für beide Sedimente (Spaltenfüllung und Hangendmoräne) verantwortlich ist, der dünne Schotterhorizont dagegen nur eine örtliche und ganz belanglose *Einschaltung* darstellt? Diese Möglichkeit ergibt sich aus der von F. Mayr nicht bearbeiteten, derzeit verschütteten *„oberen"* Milser Schottergrube, die ca. 400 m weiter nördlich des derzeitigen Großaufschlusses beim „Schöber Bründl" liegt. Sie wurde 1958 von mir aufgenommen (Abb. 7, schematisch in Abb. 1 enthalten). Auch hier lag in die Terrassensedimente eingeschaltet der Kalkblockhorizont (k, Moräne der Haller Phase bei F. Mayr). Horizontal darüber liegende Schotter (2) wurden dabei oben durch eine einige Zentimeter dicke betonartig verfestigte Schwarte abgeschlossen. Darüber folgten die auch im Großaufschluß sichtbaren deckenden Schotter (3), hier jedoch diskordant in schräger Schüttung von Süden her. Die Würm-Moräne liegt hier im Südteil des Aufschlusses so wie im Großaufschluß auf diesen spaltendeckenden Schottern, im Nordteil jedoch auf dem darunter liegenden Schotterhorizont. Die Zusammenschau beider Aufschlüsse führt zur Vermutung, daß der obere Schotterhorizont eine lokale, von der Talmitte seitlich erfolgte, subglaziale, jedenfalls höchst geringfügige Einschaltung darstellt.

Die *Kalkblockzone* (k in Abb. 1, 3, 4 u. 7), die F. Mayr als *Moräne* eines Halltalgletschers der *Haller-Phase* gedeutet hat, konnte 1958 auch noch 750 m weiter im NNW, näher dem Halltalausgang, in auffallend gleicher Mächtigkeit beobachtet werden. Sie war hier jedoch im Liegenden und Hangenden von fast rein kalkalpinen

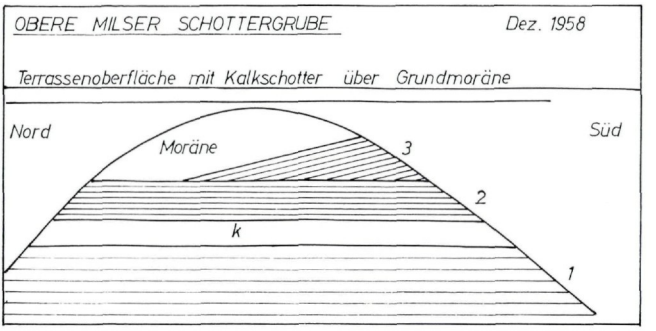

Abb. 7
Obere Milser Schottergrube (Schöber Bründl) (Dezember 1958); Erklärung im Text

Schottern begleitet. Ob es sich bei diesem Horizont wirklich um eine Moräne handelt (der wiederum eine lange Vorstoßphase zuzuschreiben sei), bleibe dahingestellt. Übliches Moränengeschiebe ist nicht zu beobachten. Eine gewisse Grobschichtung durch ein eingeschaltetes seekreideartiges Band macht die Entscheidung zwischen Moräne und Mure nicht leichter. Die Blockzone scheint über 1,5 km hin in Dicke und Inhalt auffallend gleichmäßig entwickelt zu sein. Gegen Moräne könnte sprechen, daß dann auch eine Stirnmoräne mit mächtigerem Wall weiter im Südosten irgendwo am Hang in Form einer Blockanreicherung sichtbar sein müßte. Blöcke werden jedoch in dieser Richtung seltener.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenfassend sei vermerkt, daß *kein* zwingender Grund besteht, für das Liegende der Haupt-Würm-Moräne in den Schottergruben der westlichen Gnadenwaldterrasse eine Bildungsdauer von 20.000 oder 30.000 Jahren anzunehmen, wie dies F. Mayr getan hat. Möglicherweise liegt der wahrscheinlichere Zeitmaßstab bei einem Zehntel oder Hundertstel dieser Zeit. Mächtige Sedimente können in einem schmalen Tal mit großem Einzugsgebiet auch in sehr kurzer Zeit abgelagert werden, wenn das Material bereitsteht, eine Vegetationsdecke fehlt und genügend Wasser zum Transport vorhanden ist.

Zu ähnlichen Vorstellungen über Bildungszeit und Sedimentationsdauer kommt man auch, wenn man von den *Bändertonen* selbst ausgeht. Das Bändertonlager ist im Umkreis von Baumkirchen bis rund 750 m hinauf ziemlich einheitlich aufgeschlossen. Quellaustritte und Kleinaufschlüsse bei Wegbauten lassen daran keinen Zweifel. So wurden z. B. 1969 sehr sandige Tone im Rindertal, nur 1500 m östlich der Milser Schottergrube, angefahren. Hier und weiter im NW zahlreich austretende Quellen, die z. T. für die Wasserversorgung der Gemeinde Mils dienen, lassen auf eine größere Verbreitung der Tone auch gegen Westen hin schließen. Es besteht überhaupt kein Zweifel, daß die Serie der Pfanzeltergrube, nur 500 m NW der obersten Quellen im Baumkirchner Tal, *über* den Bändertonen liegt und damit jünger ist als diese.

Trotzdem muß eine völlig sichere stratigraphisch-chronologische Einordnung der Milser Grube vom *Liegenden* her derzeit noch mißlingen. Immerhin sprechen drei Tatsachen für ein *tieferes* Vorkommen der Tone auch unterhalb der aufgeschlossenen Milser Serie. Einerseits tritt am Fuße des Aufschlusses eine recht ergiebige perennierende *Quelle* aus (ca. 2,2 l/sec, vgl. den Teich in Abb. 4), die auf einen ausgedehnten, hier leicht gesenkten Quellhorizont schließen läßt. Bei Annahme eines derzeitigen Jahresniederschlages von 110 cm und einer Verdunstung von 50 cm müßte das Einzugsgebiet rund 11 ha umfassen. Die Hauptentwässerung der Terrassenoberfläche erfolgt jedoch sicher gegen Osten hin. Zum zweiten zeigt die *Bodenkarte* von Mils, daß im Verbande des Schwemmkegels von Hall — Mils auch größere Flächen mit schwereren, tonigeren Böden vorkommen. Deren Material kann nur aus der Inntalterrasse selbst stammen. Daß deren seitliche Erosion durch den aus dem Halltal kommenden Weißenbach tiefer als bis zur heutigen Oberfläche des Schwemmkegels reicht, ist im Nordteil der großen Grube von Mils gut sichtbar.

Drittens hat eine während der Drucklegung dieser Arbeit mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich an der Basis der Grube von Mils bis 706 m Seehöhe niedergebrachte Schlagbohrung zunehmend feineres und schließlich schluffiges Sediment durchfahren. Im Bohrloch, das sich außerhalb des von F. Mayr behaupteten Eiskeilnetzes befand, stellte sich schließlich rasch ein Grundwasserstand bei 716 m Höhe ein. Etwa 1 km südöstlich davon wurde bei einem Waldwegbau im Sommer 1971 knapp über dieser Höhe ebenfalls feinsandiges Sediment angefahren. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Es sei schließlich festgehalten, daß die *Milser Serie* mit größter Wahrscheinlichkeit *jünger* ist als der Bänderton von Baumkirchen. Es handelt sich wohl nur um eine zwar interessante, aber doch höchst *lokale* Bildung, der für die Chronologie der Würm-Vereisung im Inntal keine allgemeingültige Bedeutung zukommen dürfte.

4. STRATIGRAPHISCHE BEMERKUNGEN ZUM SPÄT-WÜRM

In meiner Untersuchung der Oberflächenformen der westlichen Gnadenwaldterrasse (1964) war ich zum Schluß gekommen, daß die Formbildung im Inntal abwärts der großen Terrasse weder rein glazialerosiv noch rein fluviatil zu erklären sei, daß sie sich damit weder im Würmhochstand selbst noch ausschließlich im Postglazial oder Spätglazial vollzogen haben könne, sondern daß sie aus dem *Zusammenwirken* von Eis (insbesondere Toteis) und viel Schmelzwasser zu erklären sei. Zwei weitere Radiokarbondaten aus den an der Oberfläche der Tongrube Baumkirchen abgeflossenen Tonen beweisen nun, daß um etwa 11.000 v. d. Gegenwart nicht nur Waldwuchs wieder im Inntal möglich war, sondern daß die Wiedereintiefung des Tales 700 m Höhe bereits unterschritten hatte. Auch diese letzte Erosion mag beim Fehlen einer dichteren Pflanzendecke und beim Überfluß an sommerlichem Schmelzwasser sehr rasch abgelaufen sein.

Unter den spätglazialen Ablagerungen im Bereich der Gnadenwaldterrasse hatte ich 1964 auch „*ältere Kalkschotter*" angegeben, die z. B. in den beiden Gruben von Mils (nicht aber in der Pfanzeltergrube) in geringer Dicke die Würm-Moräne überdecken. Daraus ist zu schließen, daß diese Ablagerung noch *vor* der breiten Erosion der Inntalterrasse durch den Weißenbach erfolgte. Möglicherweise handelt es sich bei diesem Schuttfächer um einen Sander. Anderseits zeigte sich, wie bereits erwähnt, daß diese Erosion am Westrand der Terrasse in fast lotrechter Wand erfolgte, an die zuerst Hangschutt schräg angelagert wurde. Der Haller Schwemmkegel griff dann auch über diesen wieder hinweg. Eine zeitliche Zuordnung dieser Vorgänge ist derzeit noch nicht möglich.

Östlich der Tongrube von Baumkirchen wird eine Beurteilung stratigraphischer Bezüge besonders schwierig. Die Bändertone können hier gegen Norden bis zum Bärenbach, nw des Farmtalerhofes auch darüber hinaus verfolgt werden. Auch im SE der Tongrube weisen Quellaustritte noch auf das Tonvorkommen hin. Weiter gegen Fritzens hin beherrschen jedoch Sande und Schotter die Aufschlüsse. F. Mayr hat zwar einen Teil dieser Sedimente als *jünger* als die Bändertone, jedoch als *älter* als Haupt-Würm angesehen. Auf Grund der Radiokarbondaten der Bändertone (siehe oben) dürfte es sich jedoch eher um spätglaziale Eisrandbildungen handeln. Letzteres trifft wahrscheinlich auch für die Schotter zu, die die Terrasse des Farmtalerhofes aufbauen. Es ist zwar nicht unmöglich, aber unwahrscheinlich, daß noch *vor* dem großen Würmvorstoß eine *Zerschneidung* bis 600 m oder tiefer herab stattfinden konnte. Sogar die von mir 1964 (S. 238, Abb. 3) als „Hauptterrassenschotter" bezeichneten Teile *können* zum Spät-Würm gehören und müssen nicht, wie damals vermutet, zum Liegenden der Tone zählen. Über dieses *Liegende* wissen

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

wir überhaupt nichts, denn die von A. Penck angegebene „schlammige Grundmoräne" ist nirgends sichtbar.
Anderseits dürfen auch die *westlich* des Tonwerks Fritzens beim Abbau von Schottern angefahrenen Bändertone (von der Talsohle bis ca. 20 m darüber sichtbar) *nicht* als Basis des Lagers von Baumkirchen aufgefaßt werden. Sie sind in sich derart gestört (wie auch der Südrand des großen Lagers), daß man sie recht gut als von oben (ca. 700 m) abgerutscht oder abgestürzt ansehen kann. Daß die Schichten dabei im großen ganzen im Verband bleiben und sogar enthaltene Tierfährten konserviert bleiben, war bei einem Absturz in der Tongrube selbst im Winter 1969/70 gut zu beobachten.

5. ERGEBNISSE MORPHOMETRISCHER ZURUNDUNGSANALYSEN

Im Herbst 1958 und Winter 1958/59 analysierte ich 18 Proben von Schottern und Moränen anhand des Zurundungsindex nach A. Cailleux (1952). Die Ergebnisse von 6 Proben wurden bereits in Diagrammen mitgeteilt. Eine gekürzte Zusammenstellung der Ergebnisse aller Analysen ist in Tab. 1 enthalten. Es wäre sicher *nicht* notwendig gewesen, je Probe 1000 Stück zu messen. Da es überflüssigerweise geschehen ist, mag dies die Güte des Ergebnisses verbessern, sofern diese Art von Morphometrie überhaupt als beweiskräftig gelten darf.
Zunächst wurde die Veränderung der Zurundung an *kalkalpinen* Geröllen im Fallbach vom Beginn seines Laufes auf der Inntalterrasse („Am Fall") bis zur Mündung in den Inn bei Baumkirchen verfolgt (Probe 16 und 17). Es ergab sich eine hoch signifikante Abnahme von schlecht- und eine entsprechende Zunahme von gutgerundeten Geröllen. Merkwürdigerweise erscheinen jedoch die kalkalpinen Gerölle aus dem Liegenden des Kalkblockhorizontes der Milser Grube ebenso wie die dort über der Würmmoräne liegenden „älteren Kalkschotter" (Proben 6 und 15) noch besser gerundet. Ohne Kenntnis von Herkunft, Fazies und Vorgeschichte der wohl aus dem Halltal stammenden Schotter ist ein Vergleich kaum möglich.
Weiter zeigte es sich, daß die *Schotter* der Terrassensedimente im *Hangenden* der Bändertone und auch die aus ihnen im Spätglazial umgelagerten Schotter völlig verschieden von den heutigen Innschottern sind. Letztere (Probe 18) weisen eine wesentlich bessere Zurundung auf. Innerhalb der Terrassenschotter (Proben 4, 5, 7) sind die Unterschiede gering. Auch Geschiebe aus der Würmmoräne der Grube von Mils (Probe 2) unterscheiden sich praktisch nicht von ihnen, was die höher gelegenen Terrassenschotter einmal mehr als *Vorstoßschotter* des Haupt-Würm ausweist. Lokal ist die Zurundung freilich etwas schlechter (Probe 1). Weitaus die geringste Zurundung wurde jedoch an Stücken aus der Spalte der Grube von Mils (Probe 3) festgestellt. Dies könnte durch Spaltung von Geröllen und Geschieben bedingt sein und wäre nicht ungeeignet als Argument für die Eiskeilhypothese von F. Mayr.
Bei *spätglazialen* Schottern wird einerseits ein höherer Anteil schlecht gerundeter Stücke beobachtet (Proben 9, 12, 13), anderseits sind sehr gut gerundete Gerölle

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

ebenfalls vertreten (Proben 8 bis 14). Letzteres kann vielleicht auf eine gewisse *Auslese* zurückzuführen sein, wenn am Eisrand oder am Hang besser gerundete, insbesondere kugelförmige Gerölle besonders zum Abkollern neigen. Es ist nicht auszuschließen, daß auch bei den Proben 4 und 5 dergleichen eine Rolle gespielt hat. Solche Sortiervorgänge lassen sich bei Steinschlag in den Schottergruben auch derzeit beobachten.

Tab. 1 Zurundungs-Index, Anteil der Gruppen in Prozent (1000 St./Probe)

Probe	Entnahmestelle	bis 100	100-200	200-300	über 300
1	Grundmoräne, 400 m SE Schottergrube Mils (südlich Mooskreuz)	23	40	25	12
2	Grundmoräne, Schottergrube Mils	14	43	29	14
3	Spaltenfüllung, Schottergrube Mils	41	25	24	10
4	Pfanzeltergrube, knapp über Sanden	10	44	29	17
5	Schottergrube Mils, Liegendes der Moräne	11	39	28	22
6	Schottergrube, Liegendes der Kalkblöcke	10	44	33	13
7	Schottergrube Schotter über Basis	14	43	30	13
8	Eisschießplatz Fritzens, Nordteil	13	33	27	27
9	Eisschießplatz Fritzens, Südteil	17	33	28	22
10	Schotter südlich der Tongrube Baumkirchen	14	36	33	17
11	Kalkalp. Schotter südlich Baumkirchen	12	27	39	22
12	Kalkalp. Schotter südwestlich Baumkirchen	25	37	21	16
13	Kalkalp. Schotter nordwestlich Baumkirchen	21	32	29	18
14	Schotter westlich Tonwerk Fritzens (Schwemmkegel von Fritzens)	1	25	35	39
15	Kalkschotter im Hangenden der Würmmoräne der Schottergrube Mils	14	51	27	8
16	Kalkalpin: oberer Fallbach „am Fall"	39	46	11	4
17	Kalkalpin: unterer Fallbach (Mündung)	19	48	26	7
18	Rezente Schotter aus dem Inn	3	18	31	48

Anmerkung: Probe 2 = Diagramm 5 (1968) Probe 8 = Diagramm 2
Probe 4 = Diagramm 4 Probe 9 = Diagramm 6
Probe 5 = Diagramm 3 Probe 18 = Diagramm 1

Ergebnis und Deutung dieser morphometrischen Analysen haben inzwischen durch die ausführliche sedimentologische Arbeit von J. Mangelsdorf (1970) eine volle Bestätigung erfahren.

6. ERGEBNISSE HYDROCHEMISCHER UNTERSUCHUNGEN AN QUELLEN

Im Herbst 1970 entnahm ich von einer Anzahl Quellen im Umkreis von Baumkirchen Wasserproben zwecks *Härteuntersuchung*. Die Analysen wurden von cand.

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

phil. H. G. Fliri ausgeführt, wofür hier gedankt sei. Zur Bestimmung wurde eine 0,1 n-Lösung von Titriplex III (Merck), als Indikator die Indikator-Puffer-Tabletten (Merck) verwendet, schließlich zur Titration 100 ml der Probe unter Zusatz von 5 Tropfen NH_3 konz. Das Verhältnis von CaO zu MgO blieb unbekannt. Die nachstehenden Härteangaben beziehen sich auf mg CaO. Die Proben wurden jeweils doppelt ausgeführt, die angegebenen Werte sind Durchschnitte und dürfen mit der angegebenen Dezimale als genau gelten.

Tab. 2 Härte (ausgedrückt in mg CaO/Liter Wasser) einiger Quellen im Bereich der westlichen Gnadenwaldterrasse

Probe	Entnahmestelle	mg CaO	
1	Tuffbachl, 1 km nordwestl. Ortsmitte Baumkirchen, Zubringer zum Fallbach von links	9,0	mittelhart
2	Quelle N Zopplaste, 750 m nordwestl. Ortsmitte Baumkirchen (Zubringer von rechts)	12,5	ziemlich hart
3	Quellen N Zachenaste (Wasserversorgung der Gemeinde Baumkirchen)	9,6	mittelhart
4	Quelle E Rindertal, 1200 m nordwestl. Baumkirchen	10,2	mittelhart
5	Quelle im inneren Baumkirchner Tal, Ostseite, 550 m SE Pfanzeltergrube	8,7	mittelhart
6	Quelle im inneren Baumkirchner Tal, Westseite (= Wasserversorgung der Gemeinde Mils)	9,5	mittelhart
7	Milser Bründl, 500 m E Mils-Grüneck	11,0	mittelhart
8	Quelle an Basis der Schottergrube Mils	12,0	ziemlich hart
9	Quelle 120 m nordwestl. Tongrube Baumkirchen	12,5	ziemlich hart

Die Interpretation der auftretenden Härteunterschiede ist derzeit noch nicht möglich. Es fällt jedoch auf, daß die sehr *ergiebigen* Quellen (Proben 1, 3, 5 und 6) durchwegs *niedrigere* Werte haben. Eine Ausnahme macht die basale Quelle der Schottergrube Mils. Wenn man bedenkt, daß alle Quellen aus den Terrassensedimenten entspringen, diese aber aus überwiegend zentralalpinem, d. h. weitestgehend kristallinem Material aufgebaut sind, überrascht die beträchtliche Härte. Es wird vermutet, daß der Bänderton-Quellhorizont so weit nach *Norden reicht*, daß entweder Hangwasser aus dem Bettelwurf-Walderkamm-Gebiet oder Niederschlagswasser aus der Zone des kalkalpinen Hangfußschuttes einbezogen werden kann.

7. MESSUNGEN DER EINREGELUNG VON GESCHIEBEN DER WÜRMVEREISUNG IM INNTAL BEI INNSBRUCK (ECKERT W. GRÜNING)

In seiner Arbeit über den Ablauf der frühen Würmvereisung im Inntal bei Innsbruck hatte F. Mayr (1968) erstmals Messungen der *Einregelung* von Moränengeschieben geboten, die ihm zur Bestimmung der *Fließrichtung* des quartären Eises im Inntal und damit zur *Trennung* von Moränen dienten. Wegen einer gewissen

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Unklarheit (Größe der Stichprobe und Glättungsausgleich an den beobachteten Richtungshäufigkeiten) wurden die von F. Mayr durchgeführten Messungen zum Teil wiederholt. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Meßmethode gelegt, wie sie von F. Mayr (1968, S. 277 unten) gehandhabt worden ist.

Zunächst sollte festgestellt werden, ob überhaupt Einregelungsmessungen von Moränengeschieben beweiskräftig für die Strömungsrichtung des Eises sind, da z. B. E. Köster und H. Leser (1967, S. 85) ein nur schwaches Maximum von 30 Prozent in einem 60°-Sektor in der Fließrichtung angeben. Diese Prüfung wurde in der Schottergrube nördlich *Mils* vorgenommen, die eine sicher dem Inntalgletscher zuzuschreibende Würm-Grundmoräne unbeeinflußt von der weit über 1 km entfernten Talflanke aufweist. Die Probeentnahmestelle liegt in den obersten 2 m der Moräne, die F. Mayr (1968, S. 262) als geschiebereich erwähnt und in seiner Abbildung (S. 260) in 765 m Höhe darstellt. Es wurden 100 Geschiebe gemessen, nachträglich davon jedoch 15 wegen Steilachsigkeit (ab 35°) ausgeschieden. Die Richtungsverteilung für diese und für die übrigen Proben ist Tab. 3 zu entnehmen.

Es ergab sich für Probe 1 (Würm-Moräne von Mils) ein Maximum in der Klasse (72°—90°) mit einem häufigsten Wert bei 82°, was mit der Richtung des Inntales hier sehr gut übereinstimmt. Weiter war die Signifikanz des Unterschiedes gegenüber einer Zufallsverteilung mit gleicher Häufigkeit in allen Richtungsklassen zu prüfen. Der χ^2-Test ergab einen Wert von 36,76, womit der Unterschied mit weniger als 1 Prozent Risiko gesichert erscheint. Es ist also zweifellos richtig, die untersuchte Moräne dem Inntalgletscher zuzuschreiben.

Die Probe 2 wurde in der Schottergrube von *Hötting* der von F. Mayr dort so bezeichneten Milser Moräne (S. 281 ff., Abb. 5 c) entnommen.

Tab. 3
Beobachtete Häufigkeiten der Einregelung von Moränengeschieben

Richtungsklasse Grad (O° = Nord)	Probe 1 Mils	2 Hötting	3 Hötting	2 + 3 Hötting	4 Velleberg
0 bis 18	9	13	9	22	7
18 bis 36	7	3	8	11	10
36 bis 54	9	12	21	33	10
54 bis 72	18	14	14	28	11
72 bis 90	19	7	11	18	11
90 bis 108	7	8	11	19	13
108 bis 126	5	10	9	19	8
126 bis 144	4	9	11	20	6
144 bis 162	0	6	12	18	5
162 bis 180	7	5	12	17	2
Summe	85	87	118	205	83

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

Nach Messung von 100 Geschieben wurden hier 13 steilachsige ausgeschieden. Die Verteilung der übrigen 87 ist in Tab. 3 enthalten, entspricht aber keineswegs der von F. Mayr mitgeteilten, die einen von *Süden* kommenden und das Inntal bei Innsbruck querenden Gletscher beweisen sollte. Die Masse der Werte liegt zwischen 36° und 72° mit einem häufigsten Wert um 54°. Der Test ergibt für den Vergleich mit einer Zufallsverteilung einen Wert von 13,34, also zu wenig für das üblicherweise maximal zulässige Risiko von 10 Prozent. Wegen dieses unbefriedigenden Ergebnisses wurde daher eine weitere Stichprobe (3) in der ganzen Länge der aufgeschlossenen Moräne entnommen. Auch die Verteilung in dieser Probe lieferte gegenüber einer solchen mit Zufallsverteilung nur eine Testgröße von 10,27, also einen zu kleinen Wert. Schließlich wurden die Proben 2 und 3 zusammengefaßt, da sie sich in der Verteilung wenig zu unterscheiden scheinen und derselben Gesamtheit angehören. In diesem Falle ergab der Vergleich mit einer Verteilung gleicher Häufigkeit in allen zehn Richtungsklassen den Wert von 16,30, womit das Aussagerisiko auf fast 5 Prozent verringert werden konnte: es ist eine Einregelung mit Maximum um 52° anzunehmen.

Eine weitere Probe 4 wurde der von F. Mayr bei *Velleberg* angegebenen Moräne entnommen. Die Messung erfolgte oberhalb des in der Karte angegebenen Bildbaumes (Straße Innsbruck — Götzens, ca. 1 km NNE Ortsmitte Götzens) an einem vorhandenen künstlichen Aufschluß. Von den 100 gemessenen Geschieben wurden 17 wegen Steilachsigkeit ausgeschieden. Die Verteilung der übrigen 83 ergab mit der Testgröße 12,06 keine hinreichende Sicherung des Unterschiedes gegenüber der Zufallsverteilung, obwohl ein Maximum in der Richtungsklasse (90°—108°) zu beobachten war. Letzteres widerspräche allerdings ganz dem von F. Mayr um 351° angegebenen. Es sei dazu vermerkt, daß hier kein durchgehendes Profil wie in Hötting und Mils vorhanden war und eine oberflächliche Grabung sicher nicht erschöpfend Auskunft geben kann.

Zuletzt wurde geprüft, ob sich die in *Hötting* (Probe 2 und 3) sowie in *Velleberg* (Probe 4) beobachteten Verteilungen von der in *Mils* (Probe 1) für einen west-östlich strömenden Inntalgletscher festgestellten unterscheiden. Für die Probe von Hötting ist der Unterschied mit weniger als 1 Prozent Risiko signifikant, für jene von Velleberg liegt das Risiko über 5 Prozent. Es sei noch darauf verwiesen, daß ein Testvergleich obiger Messungen mit den von F. Mayr veröffentlichten *Diagrammen* nicht möglich ist, da dessen Häufigkeiten nach Glättung und Rundung gezeichnet worden sind. Als Ergebnis der Nachmessung ist festzuhalten, daß sich die in Hötting und Velleberg ermittelten Richtungsmaxima mit einer nicht näher anzugebenden Wahrscheinlichkeit von *jenen* Verteilungsspitzen unterscheiden, die F. Mayr als Beweis meridional strömender Gletscher verwendet hat. Die beobachteten Abweichungen zwischen den Proben 1 einerseits und den übrigen anderseits würden auch in Hinblick auf das *Relief* am Ufer eines *einheitlichen* Eisstromes nicht überraschen. Ein Nachweis für süd-nördlich ziehende Gletscher war somit *nicht* gegeben. Schließlich sei ausdrücklich betont, daß die vorliegende Untersuchung

© Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck download unter www.biologiezentrum.at

anhand größerer Stichproben wiederholt werden sollte. Deren Umfang soll dabei nicht einheitlich mit 100 angenommen, sondern der jeweiligen Fragestellung angepaßt werden. Bei großen Stichproben können bereits kleine Richtungsunterschiede signifikant, bei kleinen aber selbst große Differenzen zufälliger Natur sein. Messung und Auszählung der Richtungshäufigkeit sollen stets vom rechnerischen Prüftest begleitet werden.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund mehrerer übereinstimmender Radiokarbon-Datierungen des Liegenden der westlichen Gnadenwaldterrasse und einer kritischen Würdigung der in diesem Raum vorhandenen Aufschlüsse kann angenommen werden, daß für die Sedimentation der hangenden Teile der Inntalterrasse dieses Gebietes (Vorstoßschotter und Grundmoränendecke) einschließlich der spätglazialen neuerlichen Taleintiefung nur eine verhältnismäßig *kurze* Zeitspanne (ca. 10.000 Jahre) verfügbar war.
Es wird gezeigt, daß die Sedimente der Milser Schottergrube höchstwahrscheinlich *jünger* als die Bändertone sind. Der dort zu beobachtende Schichtwechsel kann daher keine nennenswerte Bedeutung für eine für das gesamte Inntal Tirols gültige Würm-Chronologie haben. Bei der Haller Phase von F. Mayr kann es sich um ein *lokales* Ereignis handeln, während die Milser Phase *kaum selbständig* existieren dürfte bzw. in einer in der Eiszeitchronologie üblichen Größenordnung *nicht* vom Haupt-Würm zu trennen sein dürfte.

Literaturverzeichnis

Fliri, F.: Beiträge zur Morphologie der Gnadenwaldterrasse, Z. f. Geomorph. N. F. 8, S. 232–240, Berlin 1964

Fliri, F.: Neue entscheidende Radiokarbondaten zur alpinen Würm-Vereisung aus den Sedimenten der Inntalterrasse (Nordtirol), Z. f. Geomorph. N. F. 14, S. 520–521, Berlin 1970

Fliri, F., Bortenschlager, S., Felber, H., Heissel, W., Hilscher, H. u. Resch, W.: Der Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Tirol) – eine neue Schlüsselstelle zur Kenntnis der Würm-Vereisung der Alpen, Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, 6. H. 1/2, S. 5–35, Innsbruck 1970

Fliri, F., Hilscher, H., u. Markgraf, V.: Weitere Untersuchungen zur Chronologie der alpinen Würm-Vereisung (Bänderton von Baumkirchen, Inntal, Nordtirol). Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, 7. H. (in Druck), Innsbruck 1971

Heißel, W.: Beiträge zur Quartärgeologie des Inntales, Jahrb. d. Geol. Bundesanst. S. 251–322, Wien 1954

Köster, E., und Leser, H.: Geomorphologie I (= Das Geographische Seminar – Prakt. Arbeitsweisen), Braunschweig 1967

Ladurner, J.: Korngröße und Mineralführung zweier Sande aus der Gnadenwaldterrasse (Mils), Mitt. Geol. Ges. (Klebelsberg-Festschr.), S. 129–138, Wien 1935

Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschafter, Mediziner und Ingenieure, 4. Auflg., Basel und Stuttgart 1964

Mangelsdorf, J.: Beiträge zur Sedimentologie des Inntalquartärs. In: Festschr. 300-Jahr-Feier d. Univ. Innsbruck, Innsbruck 1971

Mayr, F.: Über den Beginn der Würm-Eiszeit im Inntal bei Innsbruck, Z. f. Geomorph. N. F. 12, S. 256–295, Berlin 1968

Anschrift des Verfassers:
Univ.-Prof. Dr. Franz Fliri, Geographisches Institut der Universität, A-6020 Innsbruck

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: 51

Autor(en)/Author(s): Fliri Franz

Artikel/Article: Beiträge zur Stratigraphie und Chronologie der Inntalterrasse im Raum von Innsbruck. 5-21