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

Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol

1. Teil: Das Inntal zwischen Mötz und Wattens

Von Gernot Patzelt, Innsbruck

Inhalt

Zusammenfassung, Summary ..... S. 93
1. Anliegen und Ziel ..... S. 94
2. Arbeitsweise und Methodik ..... S. 95
3. Geländebefunde und Belege ..... S. 96
3.1. Die Schwemmkegel des Klammbaches bei Mötz ..... S. 96
3.1.1. Der Schwemmkegel vom Oberfeld ..... S. 97
3.1.2. Der Schwemmkegel von Mötz ..... S. 102
3.2. Melachmündung ..... S. 102
3.3. Raum Innsbruck ..... S. 104
3.3.1. Die Bohrprofile am Hohen Weg — Hungerburgbahn ..... S. 104
3.3.2. Mühlau ..... S. 107
3.3.3. Wilten ..... S. 108
3.4. Der Schwemmkegel von Hall-Mils ..... S. 109
3.4.1. Profil Remmelrain ..... S. 111
3.4.2. Profil Reimmichlstraße ..... S. 112
3.4.3. Der Aufstau der Inntalsohle ..... S. 113
3.5. Der Schwemmkegel von Wattens ..... S. 114
4. Synthese und Diskussion ..... S. 117
4.1. Zur Chronologie der Schwemmkegel- und Talentwicklung ..... S. 117
4.2. Quartärgeologische Aspekte ..... S. 119
4.3. Klimageschichtliche Aspekte ..... S. 120
4.4. Zur Vor- und Frühgeschichte ..... S. 121
5. Literatur ..... S. 122

Zusammenfassung:

Auf der Basis von Radiokarbondatierungen wird erstmals versucht die nacheiszeitliche Entwicklung der Schwemmkegel und des Talsohlenbereiches chronologisch zu erfassen. Ein mehrfacher Wechsel von Perioden verstärkter Sedimentakkumulation mit Erosions-, bzw. Stagnationsphasen wird festgestellt, wobei insgesamt die Aufschüttung überwiegt. Akkumulationsperioden sind nachgewiesen für eine Zeit um 9400 v. h. (mittleres Präboreal), zwischen 7500 und 6000 v. h. (Älteres Atlantikum), um 3500 v. h. (Früh- bis Hochbronzezeit) und in geringerem Ausmaß ab dem Spätmittelalter. Eine bedeutende Erosionsphase zeichnet sich für den Zeitraum zwischen 6000 und 4500 v. h. (Jüngeres Atlantikum) ab.

Die bisher festgestellten Akkumulationsperioden stimmen zeitlich gut überein mit Perioden der Klimaverschlechterung, wie sie sich in der postglazialen Vegetations- und Gletscherentwicklung abzeichnen. Die Verbreitung von zahlreichen Brandhorizonten ergibt ein zusätzliches Argument für die Anwesenheit von Menschen im Talraum während dem Mesolithikum und Frühneolithikum. Am Beispiel der klimatisch bedingten bronzezeitlichen Periode verstärkter Schuttablagerung wird wahrscheinlich gemacht, daß die Rodungstätigkeit des Menschen eher geringen Einfluß auf diesen Ablauf hatte. Die Auswirkungen der seit dem Spätmittelalter historisch faßbaren Hochflut- und Vermurungsereignisse sind gering im Vergleich zu denen, die sich in den vorangegangenen Perioden des Postglazials ereignet haben. Der chronologische Ablauf der Entwicklung ist für den Talraum noch lückenhaft erfaßt. Die Untersuchung wird fortgesetzt.

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

Investigations of postglacial development of alluvial fans and valley bottoms in Tirol.
Part 1: The Inn Valley between Mötz und Wattens

Summary:

Based on radio carbon dates an attempt is made for the first time to reconstruct the chronology of the postglacial development of alluvial fans and valley bottoms.
Accumulation prevails in a sequence of sediment accumulation, erosion and stagnation. Periods of accumulation occurred at 9400 BP (middle Preboreal), between 7500 and 6000 BP (Older Atlanticum), around 3500 BP (early to high Bronze Age) and to a lesser extent from the late Middle Ages on. A significant erosion period was found between 6000 and 4500 BP (Younger Atlanticum).
The periods of accumulation ascertained so far correlate well with periods of climatic deterioration inferred from the postglacial development of vegetation and glaciers. Human presence in the valleys during the mesolithic and early neolithic ages is indicated by the distribution of numerous charcoal horizons. Since the enhanced alluvial activity during the Bronze Age was abviously caused by climatic conditions it is argued that human clearing of woodland had only minor influence on morphology. Even when man intensified his technological interference with nature, as it is well documented since the Middle Ages, this had little influence in terms of floods and mudflows compared to the natural events of the earlier postglacial period.
The investigation of postglacial development of valley morphology is still fragmentary and will be continued.

1. Anliegen und Ziel

Wie das in inneralpinen Tallandschaften sehr häufig der Fall ist, bestimmen auch im Inntal die Schwemmkegel der Seitenbäche maßgeblich den Verlauf des Hauptflusses und die Gestaltung der Talsohle. Schwemmkegel und Talsohle sind Formen fluvialer Aufschüttung, die erst entstehen konnten, nachdem das Eis der letzten Vergletscherung abgeschmolzen war. Sie haben somit durchwegs nacheiszeitliches Alter. Diese grundsätzlichen Feststellungen gelten, seit sie für den Raum Innsbruck erstmals Blaas (1896: 181 f.) anschaulich formuliert hat und zuletzt von Paschinger (1975: 249—252) mit zusätzlichen Argumenten aus dem mittleren Inntal bestätigt wurden. Darüber hinausgehende Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Talgeschichte sind, mit einer Ausnahme (Fliri, 1977), bisher kaum durchgeführt worden. Weitgehend unbekannt war daher auch der zeitliche Ablauf des Schwemmkegelaufbaues und der Talentwicklung während dieser Zeit.
Mit der vorliegenden Arbeit wird begonnen, diese Kenntnislücken zu schließen. Auf der Basis von ^{14}C-Altersbestimmungen von Sedimenten soll eine Chronologie der Prozesse und Ereignisse erstellt werden, die die inneralpinen Tallandschaften nach dem Eisfreiwerden geprägt haben. Vorerst beschränkt sich die Untersuchung auf das Tiroler Inntal, sie soll später darüber hinausgreifen.
Aus der verbesserten Kenntnis dieser Vorgänge in räumlicher Verbreitung und im zeitlichen Ablauf ergeben sich neben Einsichten zu prinzipiellen Fragen der alpinen Quartärgeologie auch Beiträge zur Vegetations- und Klimageschichte sowie zur Vor- und Frühgeschichte der Menschen im Talraum. Der Boden, der heute die Grundlage für Leben, Wirtschaft und Verkehr bildet, ist im geologisch jüngsten Zeitabschnitt — der Nacheiszeit — entstanden. Seine Entwicklung nachzuvollziehen ist das zentrale Anliegen dieser Untersuchung. Es soll damit ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte und letztlich auch zur Heimatkunde gegeben werden.

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

Die Untersuchung ist längerfristig angelegt. Sie wird dem Auswertestand entsprechend in Teilen zur Diskussion vorgelegt.

2. Arbeitsweise und Methodik

Etwa 10% der im Laufe der Jahre aufgesuchten Aufschlüsse ergaben für die Arbeit verwertbare Informationen, nur 3% enthielten datierbares Material. Trotz reger Bautätigkeit im Land und regelmäßiger Baugrubenbesuchstouren sind brauchbare Profile immer Zufallsfunde. Untersuchungen dieser Art können daher nicht gezielt in zeitlich begrenztem Rahmen durchgeführt werden. Der Verfasser sammelt seit 16 Jahren Material zum gestellten Thema. Das Gebiet umfaßt Tirol und den Pinzgau in Salzburg.

Da es wenig sinnvoll erschien, jeweils die weit gestreuten Einzelfunde zu publizieren, wurde zugewartet bis aus einem Teilbereich ein einigermaßen geschlossenes Bild vorlag, mit sich gegenseitig stützenden und ergänzenden Ergebnissen. Das dürfte jetzt für den Inntalabschnitt zwischen Mötz und Wattens der Fall sein.

Die Arbeitsweise im Gelände beschränkte sich meist notgedrungen auf eine grobe Profilaufnahme im Aufschluß im Wettlauf mit Baumaschinen. Die Sedimentansprache erfolgte nach den üblichen Kriterien, eine Beurteilung war bei grobklastischen Ablagerungen in der Regel immer eindeutig möglich. Sedimentologische Feinanalysen wurden keine vorgenommen. In zwei Fällen hat Herr Dipl.-Geol. G. Poscher am Institut für Geologie der Universität Innsbruck zur Argumentationssicherung jeweils Feinsediment- und Schwermineralanalysen durchgeführt.

Die Altersbestimmungen erfolgten an organischem Material, meist Holzkohle, mit Hilfe der Radiokohlenstoffmethode. Sofern die Holzkohle nicht von mehrere Meter mächtigen Sedimenten überlagert ist, wird sie von Wurzeln der rezenten Vegetation erreicht. Wenn es unumgänglich war eine solche Probe für eine Datierung heranzuziehen, wurden mit größter Sorgfalt unter dem Mikroskop die Haarwurzeln ausgelesen, was in feuchtem Zustand gut möglich, aber sehr langwierig ist. Es wurde keine Probe zur Datierung eingesandt, von der eine Verunreinigung durch Wurzeln nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Bei Proben von fossilen Böden ist das nahezu unmöglich, Bodenproben wurden daher prinzipiell nicht für eine Datierung verwendet.

Folgende Labors haben entgegenkommend und hilfsbereit Proben zur Datierung übernommen: das Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien (VRI-) unter Dr. H. Felber, das ^{14}C-Labor des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover (Hv-) unter Prof. Dr. M. A. Geyh und das Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg (HD-) unter Prof. Dr. K. Münnich.

Der nachstehenden Chronologie liegen durchwegs die konventionellen ^{14}C-Probenalter zugrunde, wie sie die Labors angeben. Nur in den Fällen, in denen ein Bezug zur Geschichte oder Urgeschichte herzustellen war, sind die Daten nach den Korrekturtabellen von Klein et al. (1982) auch in Kalenderjahren angegeben.

Zwei besonders wichtig erscheinende Datierungsergebnisse wurden durch Pollenanalysen aus dem die Proben umschließenden Sediment überprüft, die Prof. Dr. S. Bortenschlager am Insti-

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

tut für Botanik der Universität Innsbruck durchführte. Am gleichen Institut bestimmte Frau Dr. H. Hilscher die Holzarten aller Proben.
Es wurde Wert gelegt auf eine möglichst exakte Höhenbestimmung der Fundorte und Straten. Im Bereich von Mötz sind die Höhen mit einem Thommen-Bodenhöhenmesser auf 1 m genau bestimmt worden, ansonsten erfolgte die Höhenmessung geodätisch durch Herrn Dipl.-Ing. G. Augustin vom Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck, mit der üblichen Genauigkeit im Zentimeterbereich. Die Höhenangaben wurden dann dem Zweck entsprechend sinnvoll gerundet.
Für Untersuchungen dieser Art ist eine weitgestreute, fachübergreifende Zusammenarbeit notwendig. Sie wurde durchwegs im Kollegenkreis freundschaftlich, oft über die berufliche Verpflichtung hinausgehend geleistet. Die meisten Aufschlüsse waren nur kurzfristig zugänglich. Sie hätten ohne die aufmerksame und zeitgerechte Benachrichtigung von den Baustellen nicht untersucht werden können. Somit sind viele Ergebnisse dieser Arbeit letztlich der verständnisvollen Mithilfe von Bauherrn und Bauarbeitern zu danken.

3. Geländebefunde und Belege

3.1. Die Schwemmkegel des Klammbaches bei Mötz

Den Bereich der Mieminger Hochfläche haben O. Ampferer (1905, 1915) und F. Machatscheck (1934) eingehender quartärgeologisch bearbeitet. Das Klammbachtal ist bei Machatscheck (1934: 223—225) mit Hinweisen auf ältere Literatur ausführlich besprochen. In diesen Arbeiten ergeben sich jedoch kaum Berührungspunkte zur hier verfolgten Fragestellung. Herr Mag. H. Hörmann, Ortschronist von Mötz, hat äußerst hilfsbereit Informationen und Unterlagen zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle gebührend gedankt sei.

Die Einzugsgebiete von Sturlbach und Trendlbach, den Quellgewässern und Hauptzubringern des Klammbaches, liegen im Bereich des Mieminger- und Simmeringgebirgszuges, der hier überwiegend aus Hauptdolomit aufgebaut ist und nur nördlich der Linie Hölltörl — Stöttltörl geringen Flächenanteil am Wettersteinkalk hat. Im Mittellauf fließt der Bach ostwärts, zunehmend tief eingeschnitten in die hier großflächig verbreitete, würmzeitliche Grundmoräne des Inngletschers und die darunterliegenden Inntalterrassensedimente, in deren Zusammensetzung der zentralalpine, kristalline Geschiebeanteil überwiegt. Bei Schloß Klamm überwindet der Bach eine ca. 70 m hohe Felsstufe aus Hauptdolomit in der namengebenden, tief eingeschnittenen Klamm. Von hier ab wendet sich die Talung trichterförmig erweitert und in Terrassensedimente eingesenkt nach Süden dem Inn zu, in den der Klammbach bei Mötz gleichsohlig einmündet.
Dem Schuttliefergebiet entsprechend überwiegt der kalkalpine Anteil an der Geschiebefracht des Klammbaches weitaus. Nur vereinzelte kristalline Komponenten zeigen, daß der Hauptbach aus Grundmoräne und Terrassenschottern sehr wenig Material aufgenommen hat. Die kleinen seitlichen Zubringer im Unterlauf, wie z. B. Fieberbach und Tampigbach, die hauptsächlich das Moränengebiet entwässern, bringen dagegen mehr kristallines Sediment.
Der geringe Anteil an umgelagertem Innschotter und Moränenmaterial im postglazialen Schwemmkegelschutt des Klammbaches kann als Hinweis genommen werden, daß die Ausräumung und Eintiefung des Tales schon vorher erfolgt ist. Tatsächlich findet man an den Flanken

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

des Klammbachtales mehrfach tief herunterreichende Grundmoräne. Nördlich der Einmündung des Fieberbaches ist Moräne bis auf 700 m Höhe aufgeschlossen; sie liegt hier somit tiefer als die postglaziale Schuttfüllung in diesem Bereich. Zwar ist nicht immer eindeutig klar, ob das Moränenmaterial *in situ* liegt, oder nicht etwa als Scholle vom Hang abgeglitten ist, doch überwiegen die Hinweise, daß die Talung des Klammbaches zumindest im Unterlauf schon vor dem Abschmelzen des würmzeitlichen Inngletschers in die Terrassensedimente eingetieft war.

3.1.1. Der Schwemmkegel vom Oberfeld

Unterhalb der Klamm hat der Bach in seine Talung einen mächtigen Schwemmkegel geschüttet und in das Inntal vorgebaut. Diese Talfüllung ist heute großteils wieder ausgeräumt, aber in zahlreichen Resten erhalten, sodaß sie sich gut rekonstruieren läßt. Der größte zusammenhängende Schuttkörper des alten Schwemmkegels liegt östlich des Klammbaches mit einer Oberfläche, die in 725 m Höhe ansetzt, gleichmäßig geneigt bis 675 m abfällt und bis zu 200 m breit und über 1 km lang ist. Die Fläche trägt im oberen Teil den Flurnamen »Kealig«, im unteren, größeren Abschnitt den Flurnamen »Oberfeld« (Abb. 1). Gegen den Klammbach fällt sie mit 20 m hoher Steilböschung ab, die durch Erosionsrinnen stark zerschnitten ist. Talaufwärts von Kealig sind die entsprechenden Schuttreste als Hangleisten und Winkelfüllungen in Seitengräben erhalten, ebenso wie die Schüttungen des von rechts zufließenden Amstel- und Fieberbaches, die alle auf das Niveau des Oberfeldes eingestellt sind. Westlich von Mötz ist der alte Schwemmkegel an einer schmalen, abfallenden Hangterrasse erkennbar, die auf die Innterrasse des »Bichlackers« flach ausläuft, deren Oberfläche 14 m höher liegt als das heutige Innauniveau.

Auf dem Bichlacker ist in den Böschungen der ehemaligen, jetzt rekultivierten Kiesgrube zwischen »Birgele« und Talflanke glimmerreicher Grobsand und Kies mit vereinzelten großen Kristallingeröllen zu erkennen und somit eine Ablagerung des Inns. Mangels Aufschlüssen nicht klar zu beurteilen ist, ob der alte Schwemmkegel des Klammbaches dieser Terrasse aufliegt oder mit ihr verzahnt ist. Würde letzteres der Fall sein, müßte die Terrasse im Stau durch den Schuttkegel entstanden sein und mehr Stillwassersedimente in Form von Aulehmlagen enthalten. Das grobklastische, sandige Sediment und die Terrassenhöhe sprechen eher dafür, daß im Bichlacker der Rest einer älteren, vielleicht spätglazialen Inntalfüllung vorliegt. Eine Verbindung zur Blocksandterrasse von Silz-Pirchet (Heuberger 1975: 227) wäre denkbar. Damit müßte die Bichlackerterrasse den Schwemmkegel des Klammbaches unterlagern und seine Basis bilden.

Nordöstlich der Klammbachmündung in den Inn bezeichnet der Flurname »Burg« einen kleinen, innwärts geneigten Terrassensporn, dessen Oberfläche genau in der Gefällsverlängerung des Oberfeldes liegt und damit als Fortsetzung des alten Schuttkegels angesehen werden konnte. Im Zuge des Autobahnbaues wurde 1985/86 die Ortsumfahrung von Mötz und die Auffahrtrampe zum Mieminger Plateau neu trassiert. Dabei wurde der Terrassensporn von »Burg« nahezu abgebaut und gut aufgeschlossen. Am 20. April 1986 konnte dort, knapp vor der Begrünung der Böschung das Profil P1 (Abb. 2) aufgenommen werden. Das nördliche Brückenwiderlager und das anschließende Straßenstück liegen im anstehenden Wettersteindolomit des Sassberges. Unmittelbar über dem Brückenlager war lehmige Grundmoräne mit gekritzten Geschieben auf-

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

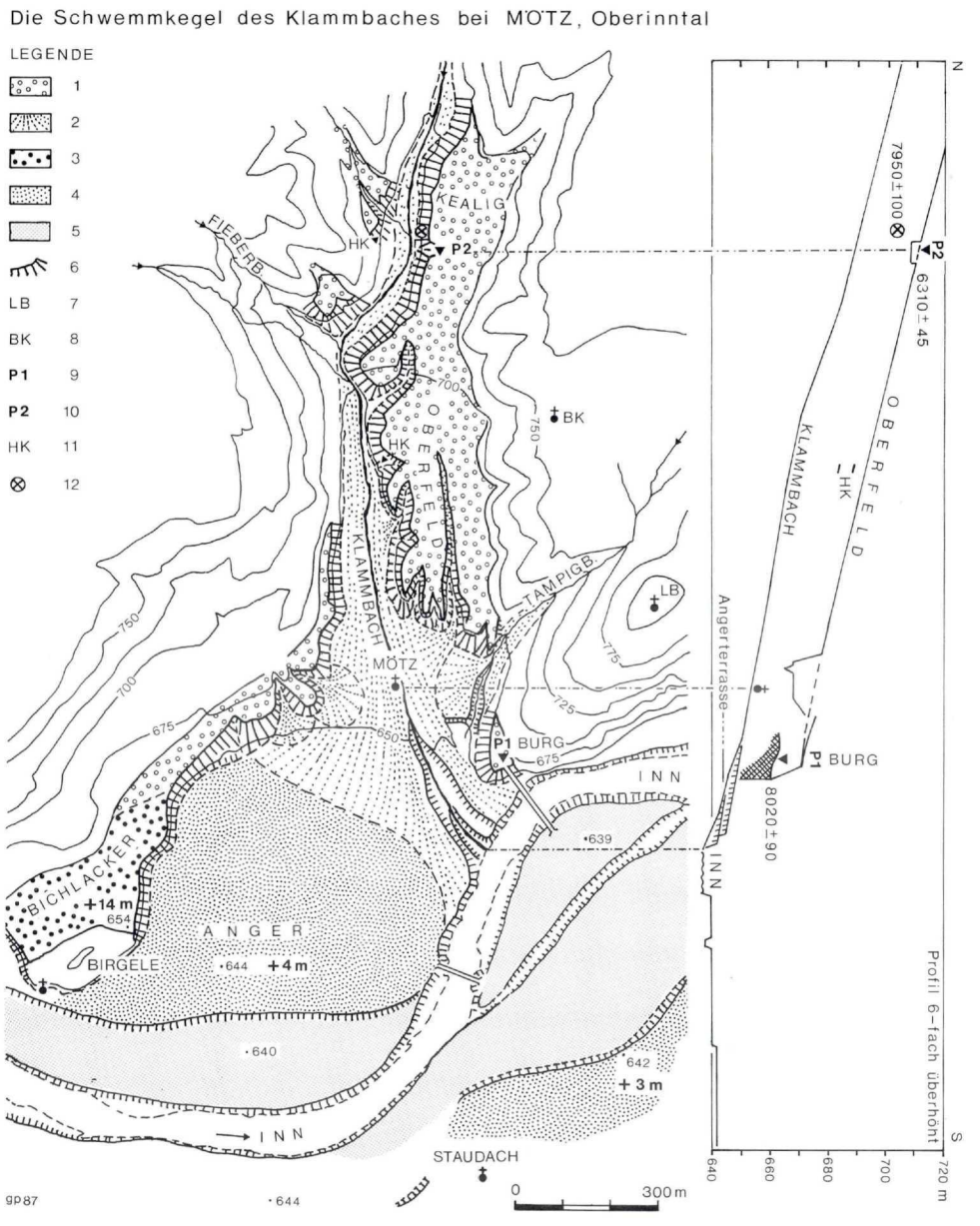


Abb. 1: Lageskizze und Längsprofil der Schwemmkegel des Klammbaches bei Mötz.
Legende: 1 Flächen des Schwemmkegels von Oberfeld, 2 Schwemmkegel von Mötz, 3 Innterrasse Bichlacker, 4 Innterrasse Anger-Staudach, 5 heutiges Auniveau, 6 Terrassenböschungen, 7 Kirche Locherboden, 8 Brunnigkapelle, 9 Profil 1 (Abb. 2), 10 Profil 2 (Abb. 3), 11 Holzkohlehorizonte, 12 ungefähre Lage von Probe VRI-240

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

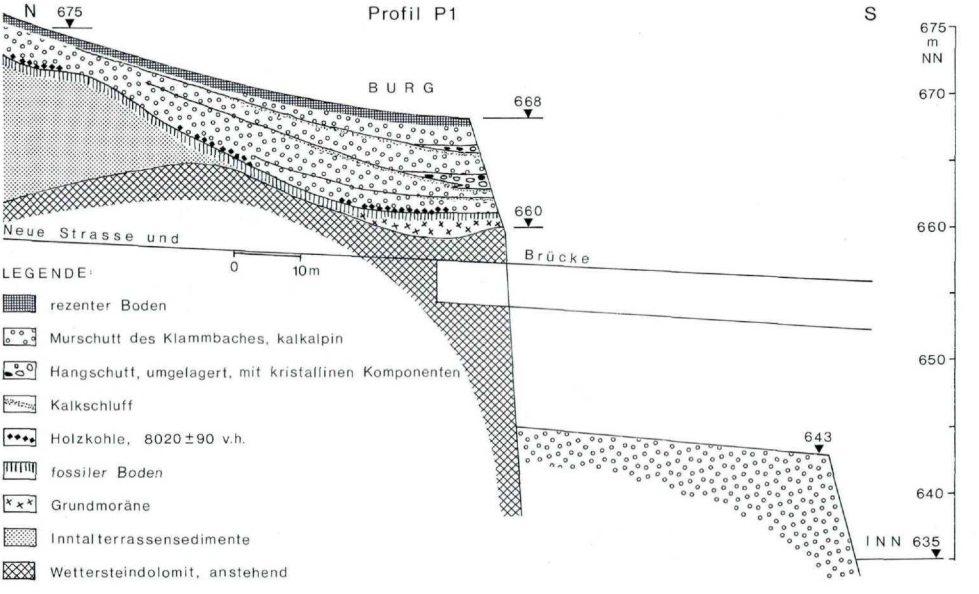


Abb. 2: Stratigraphie des Profiles P1 auf Burg

geschlossen, nordwärts davon mächtige Lagen von kristallinreichem Sand und Kies der Terrassensedimente. Darauf war ein 30 bis 40 cm starker, kräftig rostbraun gefärbter Verwitterungshorizont eines fossilen Bodens entwickelt, damit eine ehemalige Oberfläche mit langer Bodenbildung anzeigend. Dem Boden lag ein markanter Brandhorizont auf, der über eine Strecke von mehr als 70 m verfolgt werden konnte. Die z. T. fingerdicken Holzkohlestücke waren von hellem, schluffigem Karbonatschlamm eingeschlossen und daher gut erhalten und nicht durchwurzelt. Überlagert wurde der Brandhorizont von Schotter aus überwiegend kantengerundeten, kalkalpinen Geröllen mit vereinzelten kristallinen Komponenten, innseitig 7 bis 8 m mächtig, bergwärts auf 2 bis 3 m auskeilend. Mit dem dolomitreichen Schotter verzahnt sind lehmige, unsortierte Schuttpartien mit höherem Kristallinanteil. Diese wurden als vom nahen Talhang umgelagerter Hang- oder Moränenschutt angesehen, keinesfalls jedoch als Flußschotter des Inns.
Der Schuttkörper ist gegliedert durch dünne Lagen aus schluffigem Schlamm, wie er auf der Oberfläche bei dünnflüssigen Murablagerungen oft stehen bleibt. Daraus ließen sich im Aufschluß mindestens vier Murschübe ableiten. Die oberste, den rezenten Boden tragende Sedimentlage war durch die Baumaßnahme stark gestört.
Nach Art und Zusammensetzung der Schotterlagen auf »Burg« besteht kein Zweifel, daß es sich hier um die Fortsetzung des Schuttkegels vom Oberfeld handelt und damit um Murschuttablagerung des Klammbaches.
Die guterhaltene, wurzelfreie Holzkohle des Brandhorizontes ließ eine zuverlässige Datierung des Beginns der Murablagerungen auf »Burg« erwarten. Sie ergab ein ^{14}C-Alter von 8020 ± 90 v. h. (Probennummer HD-10857-10768).

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

Somit hat vor 8000 ^{14}C-Jahren die Aufschotterung des Klammbaches die Höhe des Felssporns auf »Burg« (660/661 m) erreicht. Danach wurde in mehreren Schüben in offenbar rascher Folge 6 bis 7 m Murschutt abgelagert.

Wenn man nach den Verhältnissen am »Bichlacker« annimmt, daß die Murkegelbasis auf Innschotter ehemals 14 m höher lag als das gegenwärtige Inniveau, dann hätten bei »Burg« 7 bis 8 m Murschutt abgelagert werden müssen, bevor das Niveau des datierten Horizontes erreicht war. In diesem Profil ist somit etwa die Hälfte der Schuttakkumulation vor 8000 v. h. erfolgt.

Die Datierung von Burg wird gestützt durch das Probenalter von VRI-240 mit 7950 ± 160 ^{14}C-Jahren v. h. Für diese Probe gibt es leider nur einen knappen Labor-Kommentar von F. Mayr (in Felber 1973: 7—8), aus dem sich der Fundort nur ungefähr in der ehemaligen, heute verwachsenen Schottergrube in der Steilböschung des Schuttkegels, unweit von Profil P2 ermitteln läßt (siehe Abb. 1). Als Fundorthöhe wird nach Taschenhöhenmesser 705 m angegeben, was eine Schuttüberlagerung von nur 5 m bedeuten würde. Nach dem Kommentartext liegt der Probenhorizont im »unteren Teil« der Terrasse, was einer Höhe von < 700 m und einer plausibleren Schuttüberdeckung von mehr als 10 m entsprechen würde. Auf jeden Fall wäre auch in diesem Profil ein bedeutender Teil der Schuttakkumulation vor 8000 v. h. erfolgt, in zeitlich und höhenmäßig guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Profil P1 auf »Burg«. Die Vorstellung von F. Mayr, wonach mit VRI-240 ein Vorstoß des Ötztalgletschers zu datieren wäre, ist damit nicht mehr weiter zu erwägen.

In der Flur »Kealig« liegt auf 710 m Höhe nahe am Böschungsrand eine kleine in die Schuttkegeloberfläche eingetiefte Schottergrube, die gegenwärtig mit Abräummaterial wieder aufgefüllt wird. Hier wurde am 9. Dezember 1986 das in Abb. 3 dargestellte Profil P2 aufgenommen, vor allem um die stratigraphische Position der dort vorgefundenen Holzkohlenlage festzulegen.

Der in 110 cm Tiefe gelegene Brandhorizont war durch alle Seitenwände der Schottergrube verfolgbar und ist daher flächig ausgebildet. Er ist überlagert durch eine Folge überwiegend sandiger Straten und einer bis 1 m mächtigen Lage von Kies bis Schotter aus rein kalkalpinem Material, in dem kein einziges kristallines Geröll gefunden werden konnte. Im Liegenden des Brandhorizontes befindet sich eine ähnliche Schichtfolge wie im Hangenden, nur daß das Material ab 140 cm Tiefe in Grobschotter übergeht.

Die Holzkohle des Brandhorizontes liegt als 2 bis 5 mm scharf begrenzte Linie auf Feinsand und wird von gleyfleckigem, lehmigem Schluff abgedeckt. Dieser Feinsand enthält nach Salzsäureaufschluß 90 Gewichtsprozente Karbonate, was bei einer Kornauszählung einem Karbonatanteil von über 95% entspricht. Der Rest enthält Biotit, Quarzfragmente und vereinzelt metamorphe Gesteinsbruchstücke. Der Anteil an Schwermineralen (125—250 μ) ist mit 0,3% verschwindend gering. Rezentes Ausediment des Inns bei Mötz enthält 1,5% Schwerminerale (Analyse G. Poscher). Der Befund zeigt, daß der Klammbach auch in den Sedimenten der Feinfraktion kaum Material aus der kristallinreichen Grundmoräne und den Innterrassensedimenten des Mieminger Plateaus aufgenommen hat. Das Materialliefergebiet des Schwemmkegels war daher fast ausschließlich auf den kalkalpinen Anteil des Einzugsgebietes beschränkt.

Die Holzkohlesplitter des Brandhorizontes sind mit 1 bis 2 mm Durchmesser nur sehr fein, es dürften kaum größere Baumbestände abgebrannt sein. Sie sind im abdeckenden Karbonat-

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

schluff vereinzelt hochgezogen, so wie sie der Schlamm während des Fließens aufgenommen hat. Die Datierung der Holzkohle ergab ein ^{14}C-Alter von 6310 ± 45 v. h. (HD-10858-10773).
Nach diesem Zeitpunkt ist auf dem Schwemmkegel noch eine flächenhafte, aber nur mehr geringmächtige Schuttakkumulation eingetreten. Damit war der Schwemmkegelaufbau vor etwa 6000 Jahren abgeschlossen. Es folgt eine Erosionsphase, während der sich der Klammbach in seinen alten Schwemmkegel tief eingeschnitten hat. Dieser zeitliche Ablauf stimmt gut überein mit den Ergebnissen, die im Profil Heiligkreuz—Reimmichlweg am Schwemmkegel von Hall-Mils erhalten wurden (siehe S. 112).
Offen ist die Frage, ob die Schuttakkumulation am Oberfeldkegel zwischen 8000 und 6000 v. h. kontinuierlich erfolgt ist, oder ob dazwischen auch eine Ruhephase eingeschaltet gewesen sein könnte. Um das zu klären, müßten die übrigen, bisher nicht datierten Brandhorizonte in verschiedenen Verschüttungstiefen des Kegels (siehe Abb. 1) entsprechend bearbeitet werden, was vorgesehen ist.
Der alte Schwemmkegel des Klammbaches war, nach dem Gefälle zu schließen, ehemals weit ins Inntal hinaus vorgebaut und hat den Inn sicher nahe gegen die südliche Talflanke gedrängt. Nachdem die Schuttlieferung des Klammbaches nachgelassen hatte (etwa ab 6000 v. h.), hat der Inn den Schwemmkegel abgebaut und zuletzt mit einer engen Schleife die Bucht zwischen »Birgele« und »Burg« ausgeräumt, wobei er mit typischer Prallhangerosion die steile Böschung unter-

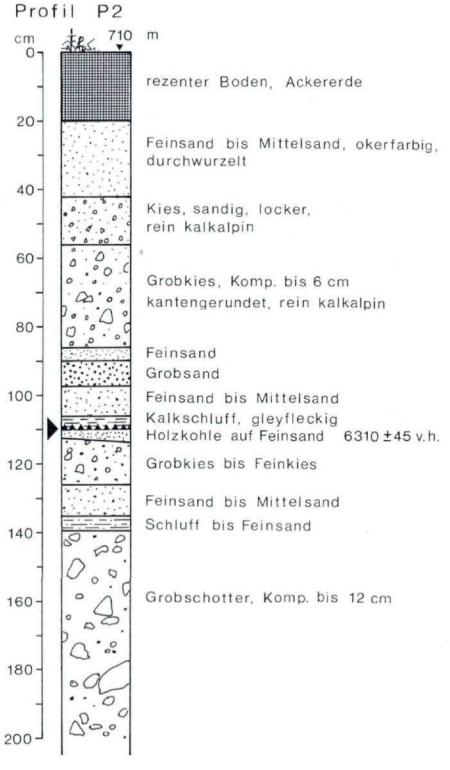


Abb. 3: Stratigraphie des Profiles P2 in Kealig

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

schnitt, die vom Ostsporn des »Birgele« im Bogen gegen Mötz zieht. Damals ist der Inn im Niveau der »Anger«-Flur geflossen, die 4 m höher als das gegenwärtige Auniveau liegt. Im Luftbild sind hier noch die Spuren des mäandrierenden Flußlaufes zu erkennen. Ein entsprechendes Terrassenniveau ist auch südlich des Inns ausgebildet, auf ihm liegt der Ort Staudach. Ab wann sich der Inn in dieser Fläche zum heutigen Auniveau einzutiefen begann, ist noch nicht erfaßt.

3.1.2. Der Schwemmkegel von Mötz

Das Zurückschneiden des Oberfeldschwemmkegels durch den Inn hat das Einschneiden des Klammbaches durch rückwärtsschreitende Erosion sicher sehr beschleunigt. Doch solange der Inn in der Mötzer Bucht floß, dürfte das dabei anfallende Ausräummaterial immer weitertransportiert worden sein. Erst seit der Inn die Angerterrasse verlassen hat, konnte der Klammbach den flachen Schwemmkegel aufschütten, auf dem heute das Dorf Mötz liegt. Dieser Kegel liegt der Angerterrasse auf und füllt oberhalb der Kirche die schmale, sich verengende Talfurche. Von seitlichen Rinnen und Gräben (Tampigbach) sind ihm kleine sekundäre Schuttkegel aufgesetzt. Die Schüttung des Schwemmkegels von Mötz dürfte eine relativ junge Entwicklung sein und bis in historische Zeit angedauert haben. Die jüngste Phase ist wieder durch Erosion gekennzeichnet, in der sich der Klammbach im Mündungsbereich, dem eintiefenden Inn folgend, rückwärts einzuschneiden begonnen hat. Dieser Prozeß dürfte sich durch die Regulierungsmaßnahmen der letzten Jahre am Inn weiter verstärken.

3.2. Melachmündung

Im Zuge des Autobahnbaues wurden im Jahre 1974/75 für den Knoten Zirl die beiden Innbrücken errichtet. Bei den Ausschachtungsarbeiten für das südliche Stützenfundament der westlichen Brücke wurde ein im

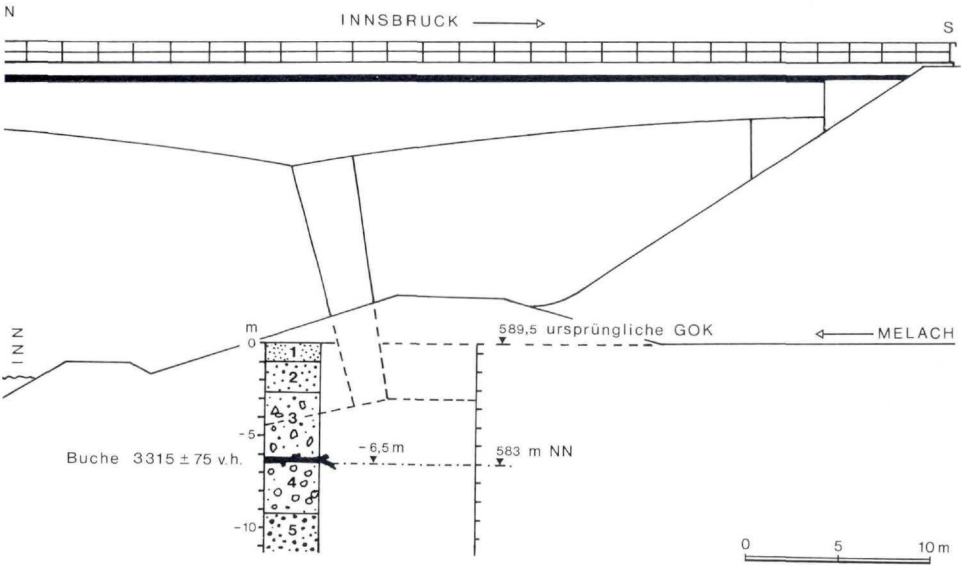


Abb. 4: Das Baugrubenprofil beim südwestlichen Stützpfeiler der Autobahninnbrücke bei Zirl. Stratigraphieerklärung in Tabelle 1

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

Schotter eingebetteter Baumstamm angefahren. Für den isolierten Einzelfund ergaben sich vorerst keine Anknüpfungspunkte. Seine Bedeutung wird erst jetzt mit der in dieser Arbeit verfolgten Fragestellung erkennbar, weshalb die Fundumstände und Ergebnisse hier dokumentiert werden sollen.
Die Baugrube für das Fundament wurde Ende Juni 1974 ausgehoben. Herr Erich Königsrainer, Polier der Fa. Porr, und Dipl.-Ing. H. Pircher, Landesbaudirektion Innsbruck, haben den Baumstamm und weitere Holzproben auf der Baustelle sichergestellt. Ing. Pircher übergab das Probenmaterial mit Fundprotokoll und Planunterlagen an Prof. Dr. Fliri, Geographisches Institut der Universität Innsbruck, der es dem Verfasser zur Auswertung überließ.

Die Baugrube lag im unmittelbaren südlichen Uferbereich des Inns und ca. 80 m westlich, flußaufwärts der jetzigen Einmündung der Melach. Das Gelände ist hier durch Regulierungsmaßnahmen, insbesondere durch die Melachregulierung nach dem Hochwasser- und Vermurungsereignis des Jahres 1965 stark verändert worden. Die Rekonstruktion für die ursprüngliche Höhe der Geländeoberfläche auf 589,5 m ist daher im geschätzten Ausmaß von ± 0,5 m unsicher. Im Aufschluß wurden folgende Sedimente angetroffen (Abb. 4, Tabelle 1).

Tabelle 1: Schichtenfolge im Stützenfundamentaufschluß der Zirler Autobahn-Innbrücke

Schicht	Tiefe m	Material
1	0—1,0	Grobsand
2	1,0—2,6	Feinkies, hart
3	2,6—6,5	sandiger Grob- bis Feinkies mit einzelnen Blöcken, sehr dicht und hart, schwer zu lösen (»Betonkies im besonders guten Bereich«), an der Unterkante
	6,0—6,5	Baumstamm, 50 cm Durchmesser
4	6,5—9,2	sandiger Grob- bis Feinkies, vereinzelt Blöcke, ebenfalls fest, jedoch besser gerundet und ausgewaschen als Schicht 3
5	9,2—15,0	Grob- bis Feinkies mit Sand, ohne Blöcke

Die Sedimentkennzeichen sprechen dafür, daß die Schichten 1, 2, 4, und 5 Ablagerungen des Inns sind und Schichte 3 eher ein murartiger Schutteintrag der Melach. Eine eindeutige Zuordnung ist nach den vorhandenen Unterlagen allerdings nicht möglich.
Der Baumstamm wäre demnach in 6,5 m Tiefe (583 m NN) Innschottern aufgelegen und durch Melachmaterial verschüttet worden. Er lag in einem Winkel von 28° zur Fließrichtung des Inns ausgerichtet und damit eher vom Inn als von der Melach eingeregelt. Der Stamm wurde beim Schlagen des Spundbohlen an beiden Enden abgestanzt, sodaß nur ein 6,5 m langes Bruchstück sichtbar war. Das Holz, das ständig im Grundwasserstrom gelegen ist, war gut erhalten jedoch weich. Die Holzartbestimmung ergab *fagus silvestris* — Buche, die Datierung ein Alter von 3315 ± 75 ^{14}C-Jahren v. h. (HV-8028).
Das Datum zeigt, daß noch im letzten Drittel des Postglazials eine beachtliche Aufhöhung der Inntalsohle erfolgt ist. Der relativ hohe Auflandungsbetrag von 6,5 m dürfte hier allerdings hauptsächlich auf den Schutteintrag im Mündungsbereich der Melach zurückzuführen sein, doch hat der daraus ableitbare Beginn einer verstärkten Muren- und Hochflutperiode auch regionale Bedeutung. Wegen des prähistorischen Bezuges ist es sinnvoll, das ^{14}C-Alter der Proben auf Kalenderjahre umzurechnen. Nach den Korrekturtabellen von J. Klein et al. (1982) ist der

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

Baumstamm mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% zwischen 1880 und 1410 v. Chr. abgestorben, somit in der frühen Bronzezeit. Eine zeitgleiche Aufschotterung ist an der Sill bei Wilten nachgewiesen (siehe S. 108).

3.3. Raum Innsbruck

3.3.1. Die Bohrprofile am Hohen Weg — Hungerburgbahn

Für die Kanalbauarbeiten des Sammelstranges am linken Innufer wurden in dem Bereich, wo die Hungerburgbahn den Hohen Weg überbrückt, im Winter 1973/74 Probebohrungen durchgeführt (siehe Lageskizze Abb. 5). Der beauftragte Geologe, Dr. K. Mignon, Innsbruck, übergab im April 1974 die dabei gewonnenen Bohrkerne dem Verfasser zur weiteren Bearbeitung. Herr Ing. J. Fussi vom Kanalbauamt des Stadtmagistrates Innsbruck stellte die Bohrprotokolle und alle nötigen Unterlagen freundlichst zur Verfügung.

Vier von den fünf Bohrkernen zeigten eine für die Talgeschichte interessante Schichtfolge. Der 12,4 m lange Kern 5 wurde zur Datierung ausgewählt, die anderen der absoluten Höhe entsprechend zugeordnet. Die Stratigraphie der Kerne ist für die hier behandelten Fragen ausreichend genau den Profilen der Abb. 5 zu entnehmen.

Die Bohrung 5 wurde neben der alten Zufahrt zum Haus Hoher Weg Nr. 2 in die Bodenplatte eines ehemaligen Betriebsgebäudes der Transportanlage zum östlichen Höttinger Breccienbruch angesetzt. Die Geländeoberfläche (Bohrpunkthöhe 578,38 m) und die obersten Sedimentschichten sind daher, wie bei den übrigen Profilen, durch Baumaßnahmen gestört.

Im Kern 5 wurden im tiefsten Abschnitt 1,75 m Innschotter erbohrt, der zahlreiche Stücke von Schwemmholz enthielt. Zwei Proben in 12 m Tiefe wurden als *pinus silvestris* — Rotföhre, eine Probe in ca. 11 m Tiefe als *picea excelsa* — Fichte bestimmt. Es ist dies der bisher älteste direkte Holznachweis für die Fichte in Nordtirol und bestätigt den pollenanalytischen Befund, nach dem im Inntal ab dem mittleren Präboreal (ca. 9500 v. h.) die ersten Spuren von Fichte auftreten (S. Bortenschlager 1984: 49).

Auf dem basalen Innschotter ist 1,65 m mächtig blaugrauer Schluff mit organischen Einschlüssen abgelagert, der als Aulehmdecke angesehen werden kann. Darüber folgt das untere Torflager, das viele Holzreste enthält und durch Schluff und dünne Sandlinsen stark verunreinigt ist (Bruchwaldtorf). Die Torfbildung wurde unterbrochen durch die Einschwemmung einer 55 cm starken nach oben schluffiger werdenden Feinsandschichte. Bis zu diesem Niveau wurde der Innuferbereich offensichtlich häufig überschwemmt. Das 2. Torflager ist dagegen frei von Einschwemmungen. Es wird abgedeckt von einer 3,75 m mächtigen Folge von Feinsand mit dazwischen geschalteten dünnen Grobsandlagen. In den obersten 25 cm (in 2,55 bis 2,80 m Tiefe) geht der Feinsand in Schluff über. Damit endet die Sedimentfolge des Inns in diesem Profil, denn die darüberliegenden Grobsandlagen mit zahlreichen eingeschlossenen größeren Geröllen sind nach Struktur und Zusammensetzung keine fluviale Ablagerung, sondern eher umgelagertes Hangmaterial, im obersten Meter vermutlich durch Baumaßnahmen gestört.

In den Kernen 3 und 4 sind Torflagen in vergleichbarer Höhenlage enthalten. Im Kern 2, der dem Innufer am nächsten liegt, ist es wegen der Flußnähe zu keiner Torfbildung mehr gekommen.

Mit den 4 ^{14}C-Daten des Profils ist die Sedimentationsfolge zeitlich faßbar. Die Schwemmholzprobe mit 9310 ± 55 v. h. (Hv-7626) und die Basisprobe der unteren Torflage mit 9400 ± 90 v. h.

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

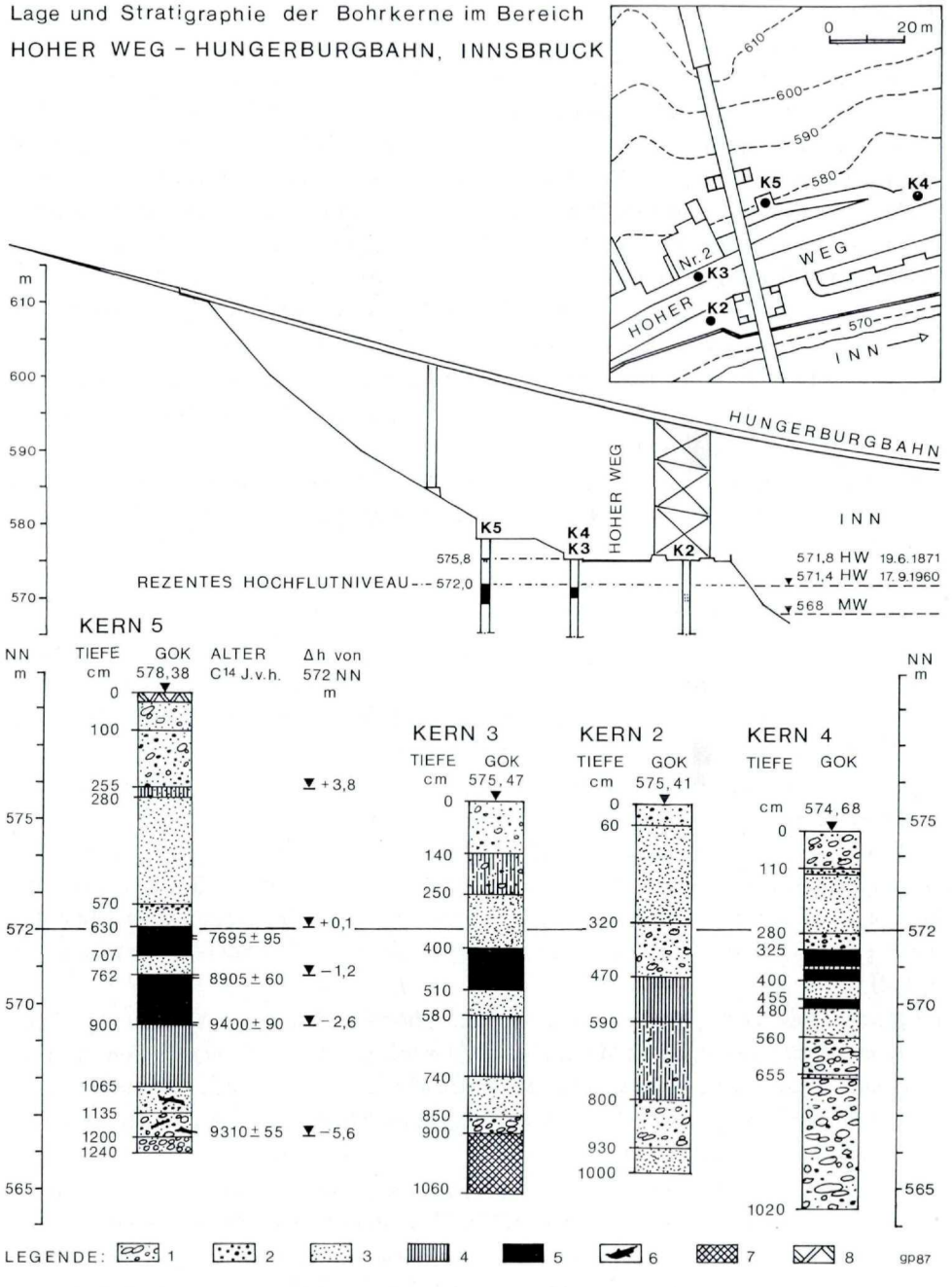


Abb. 5: Lage und Stratigraphie der Bohrprofile im Bereich Hoher Weg — Hungerburgbahn in Innsbruck. Legende: 1 Schotter, 2 Kies, 3 Sand, 4 Schluff, Aulehm, 5 Torf, 6 Holzreste, 7 Fels, 8 Beton

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

(Hv-7625) sind innerhalb der Fehlergrenzen gleich alt. Das heißt, daß hier eine Sedimentakkumulation von 3 m im Zuge großer Hochflutereignisse in einem kurzen Zeitraum um 9400 v. h. erfolgt sein muß. Zwischen 9400 und 8905 ± 60 v. h. (Hv-7624) konnte sich im Uferbereich Torf bilden, das aber immer in Überflutungshöhe gelegen ist. Es folgt die hochwasserarme Zeit, in der das obere Torflager während seiner Bildungszeit offensichtlich nicht überschwemmt worden ist. Leider konnte das Ende der Torfbildung wegen eines Kernstoßes mit 5 cm Kernverlust nicht direkt datiert werden. Die oberste Probe wurde aus 654—659 cm Kerntiefe entnommen, sie ergab ein ^{14}C-Alter von 7695 ± 95 v. h. (Hv-7623). Wenn man mit Hilfe des unteren Datums die Zuwachsraten des Torflagers ermittelt und damit zur Torfoberkante in 630 cm Tiefe hinaufextrapoliert, ergibt sich ein Abschlußalter von ca. 7100 v. h. mit einer geschätzten Unsicherheit von ± 150 Jahren. Der Bildungszeitraum des oberen Torflagers umfaßt rund 1800 Jahre.

Für diese Zeit um 7100 v. h. ist auch der Sedimentationsbeginn der hangenden Sandlagen festgelegt. Er entspricht damit dem Beginn der Murschuttablagerung im Profil vom Remmelrain bei Mils sehr gut (siehe S. 110—111).

Das Innsediment im Kern 5 endet in einer Meereshöhe von 575,8 m, ist aber wahrscheinlich nicht in ursprünglicher Mächtigkeit erhalten. Die Obergrenze der Aulehmlage im Profil Reimmichlstraße bei Heiligkreuz liegt in 576,4 m (siehe S. 110). Die Übereinstimmung in Höhenlage und Sedimentationsbeginn läßt die Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges berechtigt erscheinen: die Ablagerung der Innsande im Kern 5 erfolgte im Rückstau des Haller Schwemmkegels.

Aufregend neu ist diese Feststellung nicht, denn schon vor über 90 Jahren hat Blaas (1896: 183—188) erstmals detailliert auf die 1 bis 2 m mächtige Lage feinsandigen Schlammes im Boden von Innsbruck hingewiesen, die er in vielen Baugruben des tiefergelegenen Stadtgebietes angetroffen und klar als Ablagerung im Stau des Haller Schwemmkegels erklärt hat (S. 186). Den höchsten Punkt der Schlammlage gibt Blaas (S. 184) aufgrund präziser Nivellements mit 580 m an. Das legt die Vermutung nahe, daß im Profil des Bohrkernes 5 ein Teil dieses Sediments fehlt. Der Höhenunterschied zum 3,6 m tiefer gelegenen Aulehmniveau bei Heiligkreuz ist kein Problem, da der Inn durch den Schwemmkegel nicht zu einem See aufgestaut wurde, sondern eher in einer weiten Schwemmebene mit verringertem Gefälle im Abfluß nur behindert war (siehe S. 112).

Ob die bei Heißel (1954: 306) erwähnten Torflager, die nach 1930 beim Neubau der Mühlauer Innbrücke an der Auffahrt nach Mühlau freigelegt wurden, den Torflagen in den Bohrkernprofilen entsprechen, kann mangels Höhenangaben nicht festgestellt werden. Das mehrfach erwähnte Torfvorkommen beim »Neckelbrunnen« liegt nach Blaas (1890: 42) 20 m über dem Inn, und hat damit zu den hier besprochenen Profilen keine Beziehung.

Als Bezugsniveau für die Entwicklung der Talsohlenhöhe wurde aus den höchsten Innhochwassermarken ein rezentes Hochflutniveau von 572 m abgeleitet. Dazu wurden die beim Einräumerhaus gemessenen Pegelstände mit dem entsprechenden Hochwassergefälle von 1,5‰ in das Profil unter der Hungerburgbahn übertragen, wonach dort der höchste in Innsbruck gemessene Wasserstand am 19. Juni 1871 571,8 m, der zweithöchste am 17. August 1960 571,4 m erreicht haben müßte.

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

Vor 9400 Jahren, somit im mittleren Präboreal, lag das Talsohlenniveau im Profil nahezu 6 m tiefer als heute und erreichte vor ca. 8900 v. h. die Höhe der heutigen Hochflutmarken. In dieser Höhe dürfte es sich bis ca. 7100 v. h. gehalten haben. Danach folgte im Zuge des Schwemmkegelstaus im Bohrprofil 5 eine Aufhöhung um mindestens 4 m, wahrscheinlich aber um etwa 8 m bis auf eine Höhe von 580 m. Über den Beginn der Erosion auf heutiges Niveau und über die Entwicklung in der 2. Hälfte des Postglazials sagen die Profile am Hohen Weg nichts aus.

3.3.2. Mühlau

In der Baugrube für die Wohnhäuser Oberkoflerweg 10 und 10a in Mühlau wurden zwei auffallende Torfschichten freigelegt. Am 7. Jänner 1971 hat der Verf. gemeinsam mit S. Bortenschlager das nachstehende Profil aufgenommen und beprobt, vorerst nur um es sicherzustellen. Auch noch nach der 1977 erfolgten Datierung schienen die hier erfaßten Ereignisse nur von lokaler Bedeutung zu sein. Inzwischen wurde jedoch klar, daß das Profil einen Beitrag zur verfolgten Fragestellung leistet, weshalb es kurz dokumentiert werden soll (Abb. 6).

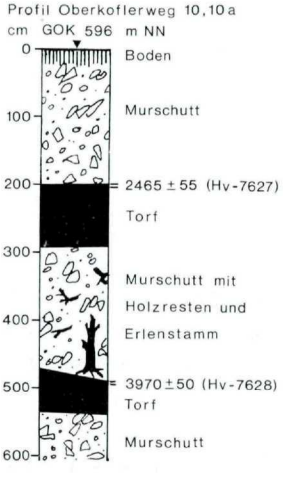


Abb. 6: Das Profil im Baugrubenaufschluß der Häuser Oberkoflerweg 10 und 10a in Mühlau.

Die in den flachen Hang gegrabene Baugrube war bergseitig 6 m tief aufgeschlossen, mit der Geländeoberkante (GOK) in ca. 596 m Höhe. Die durchziehenden beiden Torflagen trennten drei Schuttkörper, die in Zusammensetzung und Struktur eindeutig als Murablagerungen anzusprechen waren. Die glimmerreiche schluffige Matrix enthielt unsortiert kantengerundete bis gutgerundete Komponenten von überwiegend kalkalpiner Herkunft, daneben aber auch die bunte Mischung umgelagerter Terrassensedimente und Moränen des Inntales, nebst Bruchstücken der Höttinger Breccie. Im Schuttkörper zwischen den Torflagen waren sehr viele Holzreste sowie ein verwurzelter und stehend vermurter Erlenstamm enthalten. Der hangende und liegende Schutt war holzfrei. Mit Proben von den Oberkanten der Torflagen wurden die jeweils hangenden Murenereignisse auf 3970 ± 50 (Hv-7628) und 2465 ± 55 (Hv-7626) ^{14}C-Jahre v. h. datiert. Korrigiert auf Kalenderjahre (Klein et al. 1982) ist die mittlere Vermurung mit 95% Wahrscheinlichkeit zwischen 2770 und 2315 v. Chr. und die letzte Vermurung zwischen 790 und 410 v. Chr., somit wohl in der jüngeren Hallstattzeit erfolgt.

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

Bemerkenswert sind die Murgänge vor allem deshalb, weil in ihrem Einzugsgebiet kein Gewässer fließt, dem man nennenswerten Schuttransport zutrauen würde und nach heutigen Verhältnissen, auch ohne Verbauung, eine großflächige Vermurung in diesem Gebiet schwer vorstellbar ist. Man wird verleitet zur Erklärung derselben außergewöhnliche Witterungsfälle heranzuziehen, vielleicht auch im Zusammenwirken mit menschlichen Eingriffen in Form von Brandrodung im Einzugsgebiet.
Ein ähnliches Profil war beim Anbau zur Hauptschule Mühlau im Dezember 1977 aufgeschlossen. In der nördlichen Baugrubenwand (GOK ca. 600 m Meereshöhe) lag in 5 m Tiefe ein 35 bis 40 cm messendes Torflager, das von einer Abfolge von sandigen bis schottrigen Murablagerungen überdeckt war. In 300 cm Tiefe fiel ein Feinsandband mit zahlreichen Holzkohlestücken besonders auf. Das Profil wurde leider nicht beprobt. Es ist anzunehmen, daß in diese Schichtfolge das Urnengräberfeld eingetieft war, das im Jahre 1901 beim Neubau des angrenzenden Schulhauses angeschnitten wurde und der Urnenfelderkultur angehört (Ubl 1981). Auch wenn der exakte stratigraphische Bezug des Gräberfeldes zum angeführten Schichtprofil nicht herstellbar war, scheint sich auch hier eine bronzezeitliche Vermurungsperiode abzuzeichnen.

3.3.3. Wilten

Dem flachen Schwemmkegel der Sill ist im Bereich von Wilten ein jüngerer Kegel mit etwas stärkerem Gefälle aufgesetzt. Er ist an dem Gefällsknick zu erkennen, an dem die Steigung der Brennerbahn im südlichen Bahnhofsgelände beginnt und der sich von hier halbkreisförmig ost- und westwärts verfolgen läßt. In diesen Kegel hat sich die Sill wieder eingeschnitten. Dabei ist die Schotterterrasse entstanden, auf der die Kirche St. Bartholomä (GOK 588 m) steht, und deren Oberfläche 3 m tiefer liegt als die unmittelbar westlich im Klostergarten von Wilten erhaltene Kegeloberfläche (GOK 591 m). Die ehemalige Erosionskante ist durch die Brennerbahntrasse größtenteils verdeckt.
Es wurde erwartet aus den reichen prähistorischen Bodenfunden im Raum Wilten Aufschluß über die Vermurungs- und Überflutungschronologie in diesem Bereich zu erhalten. Leider gelang das bisher nur unvollständig, weil in den einschlägigen Publikationen die Fundtiefen nur selten und die Art und Zusammensetzung der überlagernden Sedimente meist gar nicht und wenn, dann unzulänglich angegeben sind.
Als gesichert kann gelten, daß die Bronzefunde einer Schleifennadel aus 4 bis 5 m (FÖ 3: 133) und eines Randleistenbeiles (FÖ 1: 136) aus 3,5 m Tiefe in der Nähe der St.-Bartholomä-Kirche auf der erwähnten Terrasse in Sillschottern eingelagert waren (siehe auch Franz 1947: 26, Fußnote 1). Der gute Erhaltungszustand der Gegenstände schließt einen weiten Transport mit Sillgeröll aus. Beide Gegenstände gehören der frühen Bronzezeit an, sie sind somit zwischen 1800 und 1550 v. Chr. hergestellt und wohl auch in diesem Zeitraum eingeschottert worden. Die unterschiedliche Fundtiefe ist ein Zeichen dafür, daß die Ablagerung der Artefakte nicht gleichzeitig erfolgt sein dürfte, ist aber andererseits auch ein Hinweis auf eine Schuttakkumulation von mehreren Metern in relativ kurzer Zeit. Die etwa zeitgleiche Aufschotterung an der Melachmündung wurde bereits erwähnt (siehe S. 103/104).

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

Wie lange diese Aufschüttungsperiode in Wilten gedauert hat, konnte leider nicht geklärt werden. Es war nicht in Erfahrung zu bringen, mit welchem Material und wie tief das Urnengräberfeld im Bereich des neuen Wiltener Friedhofes verschüttet worden ist. Allzu mächtig ist die Überlagerung jedenfalls nicht, sonst wären die Urnengräber nicht bei modernen Grabanlagen angefahren worden. Sicher nicht mehr von Sillmaterial erreicht wurde eine latènezeitliche Kulturschichte und die römerzeitlichen Gräber im Lorenziacker (Zemmer-Plank 1985). Die dort vorgefundenen, überlagernden Sedimente (S. 36, Abb. 2) bauten den kleinen Schwemmkegel auf, der aus dem Hohlweg der alten Brennerstraße herausgeschüttet worden ist. Auch die sehr oberflächennahen Mauerreste des Kastells und Dorfes von Veldidena scheinen keine flächendeckende Verschüttung durch Sillmaterial erfahren zu haben (Menghin 1985, alle Abb., insbesonders Abb. 5). Die bronzezeitliche Schotterakkumulation im oberen Bereich des Sillschwemmkegels hat somit wahrscheinlich nicht bis in die Latènezeit angedauert.

Verschiedentlich werden in Grabungsberichten aus Wilten mittelalterliche Überschwemmungsschichten erwähnt. Dolak (1979) findet bei der Grabung an der Ostseite des Nordtraktes vom »Leuthaus« (Klostergasse 1) 3,74 m unter dem Fußbodenniveau eine 1,20 m messende »Schwemmschichte« über römerzeitlichen Estrich- und Mauerresten und unter einem Scherbenhorizont des 11. Jh.s n. Chr. Daraus wird eine Ablagerung der Schwemmschichte für eine Zeit vor dem 8. Jh. abgeleitet (S. 28), allerdings mit nicht ganz zwingender Beweisführung. In Anmerkung 19 dieser Arbeit wird erwähnt, daß im südlichen Wilten im 15. bis 16. Jahrhundert durch eine große Überschwemmung eine Niveauerhöhung um 1 bis 1,5 m erfolgt sei. Diese Feststellung geht vermutlich auf einen Grabungsbericht von Osm. Menghin zurück, der bei der Ausgrabung der Halle südlich des Kastells von Veldidena Überschwemmungsschichten für diese Zeit festlegt (FÖ 6: 120, Menghin 1985: 33, letzte Zeile).

Bei den Grabungen an der St.-Bartholomä-Kirche findet Menghin 2 m mächtige mittelalterliche Schichten und datiert die Erbauung der Kirche auf eine Zeit zwischen 10. und 1. Hälfte des 13. Jh.s (FÖ 6: 138, 160), wobei ausdrücklich darauf hingewiesen wird, daß hier kein älterer Vorgängerbau bestand. Die Anlage der Terrasse, auf der die Kirche steht, muß daher vor dem 10. Jh. erfolgt sein. Sie wurde offensichtlich im Mittelalter mehrfach überschwemmt.

Da die Terrasse in den Schwemmkegel eingesenkt ist und die mittelalterlichen Schichten hier 3 bis 4 m tiefer liegen als der Überschwemmungshorizont im Klosterbereich auf der Kegeloberfläche, kann dieser nicht jünger und nicht erst im 15./16. Jh. abgelagert worden sein.

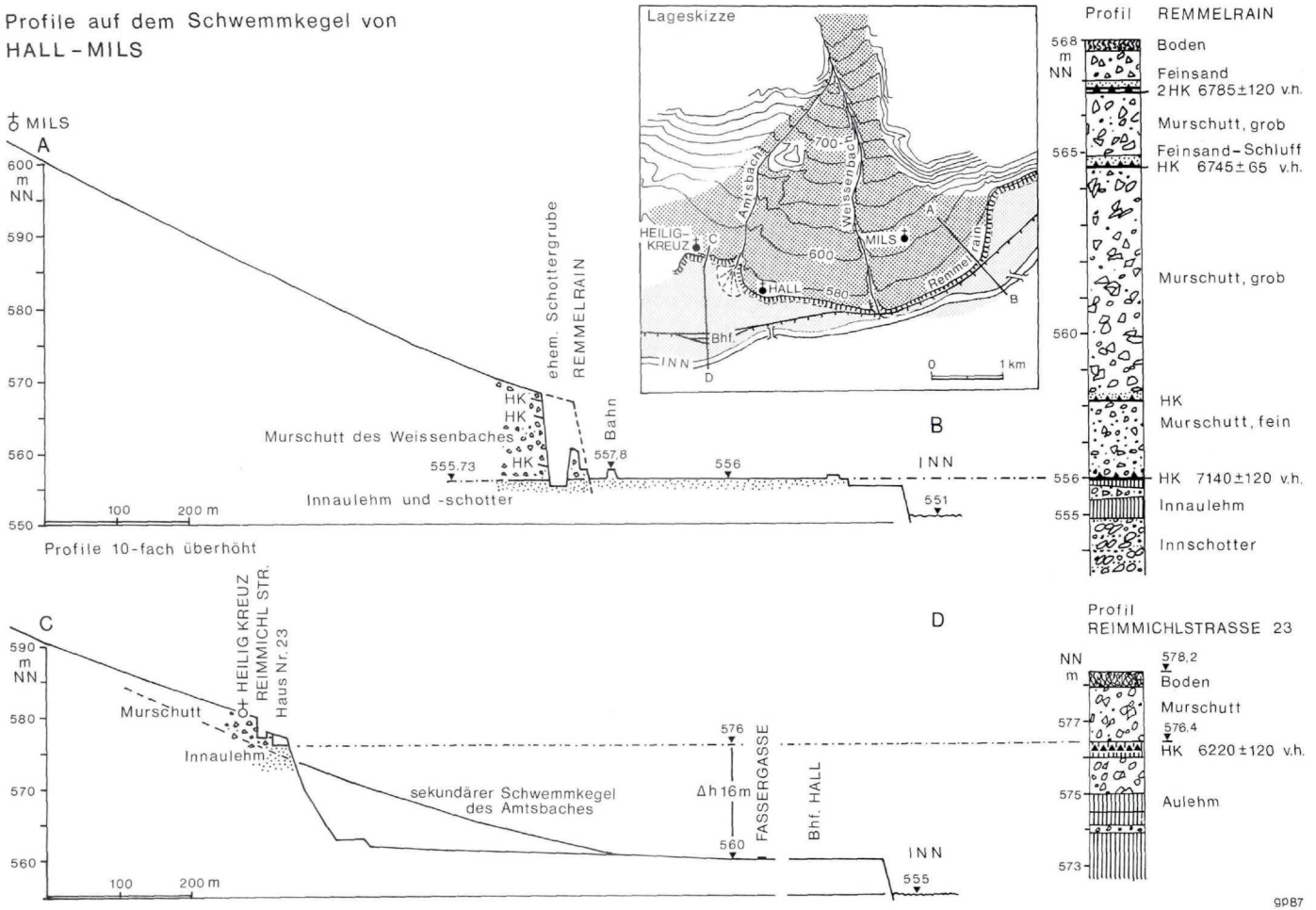
Als noch zu überprüfende Arbeitshypothese für die jüngste Schwemmkegelentwicklung im Raum Wilten ist folgender Ablauf denkbar: Der römerzeitliche Boden der Kegeloberfläche wird im Frühmittelalter (zwischen 5. und 8. Jh.) nur mehr teilweise überschwemmt, wobei geringmächtige, nur wenig über 1 m messende Sandschichten abgelagert werden. Zwischen 8. und 10. Jh. tieft sich die Sill in einer Erosionsphase in die Kegeloberfläche um 3 bis 4 m ein. Dabei entsteht die Terrasse von St. Bartholomä, die nach dem 10. Jh. noch mehrfach überflutet wird.

3.4. Der Schwemmkegel von Hall-Mils

Der Schwemmkegel, den der Weißenbach aus dem Halltal geschüttet hat und auf dem die Stadt Hall zum Teil und das Dorf Mils zur Gänze liegen, ist mit 8,6 km^2 der flächengrößte im Tiroler

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

Profile auf dem Schwemmkegel von HALL - MILS



gp87

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

Inntal. Er wurde von R. v. Klebelsberg (1947, 1953) zweimal eingehend beschrieben. Zuletzt hat Fliri (1977) alle wichtigen, den Schwemmkegel betreffenden Untersuchungsergebnisse zusammengefaßt und dabei auch die Altersbestimmungen aus dem Profil vom Remmelrain mitgeteilt. Dieses Profil ist für die Talgeschichte so wichtig, daß es hier nochmals und etwas eingehender dargestellt werden soll. Damit wird auch der Zusammenhang mit den inzwischen neu dazu gekommenen Ergebnissen leichter faßbar.

3.4.1. Profil Remmelrain

In der inzwischen rekultivierten Schottergrube am Remmelrain waren 1975 an der Basis über 2,5 m tief Innschotter mit aufliegender Aulehmdecke aufgeschlossen, an deren Oberfläche Holzkohle und unvollständig verbrannte Pflanzenreste erhalten waren (Abb. 7). Mittels Nivellement wurde die Meereshöhe der Aulehmoberkante auf 555,73 m bestimmt. Darüber lag 12 m mächtiger Schotter, der in den tieferen Lagen feine, im mittleren Bereich grobe, in den obersten Lagen wieder feinere Korngrößen aufwies. Das Material war unsortiert, die Gerölle kantengerundet bis schlecht gerundet und kalkalpinen Ursprunges, somit klar als Murschutt des Weißenbaches anzusprechen. Im Schutt eingelagert fanden sich vier weitere Brandhorizonte. Der unterste, erst nach Fliris Aufnahme aufgefundene, lag in der Grubenwand auf 558,2 m Höhe, der mittlere auf 564,6 m, die beiden obersten, nur durch eine 10 cm messende Feinsandschichte getrennt, auf 566,7 bzw. 566,8 m Höhe. Die Brandhorizonte überlagerte jeweils 10 bis 30 cm dicker, teilweise lehmig-schluffiger Feinsand, der durch Wasserstau gleyfleckig, ocker bis rostbraun verfärbt war und im Anschnitt deutlich Schichtung und Fließstrukturen zeigte. Es wird angenommen, daß das Feinmaterial aus der vom Brand gestörten Bodenoberfläche ausgespült wurde und damit eher einen Umlagerungsprozeß im Nahbereich als eine großflächige Überflutung anzeigt. Diese Vorgänge und die jeweils folgende Überlagerung durch Murschutt sind, wie die Datenserie zeigt, in kurzer Zeit abgelaufen.

Der Beginn der Murschuttakkumulation ist im Profil auf 7140 ± 120 ^{14}C-Jahren v. h. (Hv-6970) festgelegt und entspricht damit gut dem im Kernprofil 5 am Hohen Weg ermittelten Zeitraum für den Beginn der Sandsedimentation (siehe S. 106).

Die Pollenanalyse (S. Bortenschlager) einer Aulehmprobe im Horizont von Hv-6970 ergab folgendes Artenspektrum: Linde 35%, Ulme 2%, Fichte 4%, Birke 10%, Erle 16%, Hasel 20%, somit einen Baumpollenanteil von insgesamt 87% gegenüber einem Anteil der Nichtbaumpollen von 12% (Kräuter 3%, Gräser 9%; unbestimmbar 1%). Diese Artenzusammensetzung läßt den Schluß auf einen dichten Auwald mit hohem Anteil von Eichenmischwald (37%) zu. Tanne und Buche, die im Inntal erst um 6500—6000 v. h. einwandern, sind hier noch nicht enthalten. Damit entspricht die aus der datierten Probe ableitbare Zusammensetzung der Vegetation gut der bekannten Vegetationsentwicklung des Raumes dieser Zeit (S. Bortenschlager 1984: 48 ff. und dort angeführte neuere Arbeiten).

Die Datierung der oberen Brandhorizonte ergaben ^{14}C-Alter von 6745 ± 120 v. h. (Hv-5812) bzw. 6785 ± 120 v. h. (Hv-6853) und sind damit schon innerhalb der einfachen Standardabwei-

◁ *Abb. 7:* Der Schwemmkegel von Hall-Mils. Lage und Stratigraphie der Profile Remmelrain und Reimmichlstraße.

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

chung gleich alt. Die Differenz zwischen der Basisprobe Hv-6970 und Hv-5812 beträgt 395 ± 136 Jahre, d. h. mit 68% Wahrscheinlichkeit liegt der Ablagerungszeitraum innerhalb der Zeitspanne von 530 bis 260 Jahren. Die Murschüttung hat in diesem Teil des Schwemmkegels somit nur wenige Jahrhunderte gedauert und endete vor rund 6700 Jahren.
Der Schwemmkegel war damals sicher weit, im Profil Remmelrain vielleicht bis in den Bereich der Bundesstraße oder des heutigen Innufers vorgebaut. Später hat der Inn den Schuttkegel wieder zurückgeschnitten und die Böschung des Remmelrains erodiert. Dabei hat er seine Sohlenhöhe wieder auf das Niveau eingestellt (556 m), in dem er vor der Ablagerung des Schwemmkegels floß. Das Milser Unterfeld ist in historischer Zeit nicht mehr im Überschwemmungsbereich des Inns gelegen, weil der Fluß sich schon vorher in diese Fläche entsprechend eingetieft hat.

3.4.2. Profil Reimmichlstraße

Im August 1983 wurde bei Heiligkreuz die Baugrube für das Haus Reimmichlstraße Nr. 23 ausgehoben und vom Verf. während einer routinemäßigen Aufschlußsuchfahrt zum richtigen Zeitpunkt gesehen. Bauherr Dr. J. Frankenstein und die Baumannschaft ermöglichten eine ungestörte Profilauf- und Probenentnahme.

In der Baugrube war unten 2,5 m tief blaugrauer, schluffiger Ton mit einem eingelagerten Kiesband aufgeschlossen (Abb. 7 unten). Darüber lag 90 bis 100 cm rein kalkalpiner Schotter mit überwiegend schlecht gerundeten, vielen nur kantengerundeten Komponenten, überlagert von einer 40 cm messenden blaugrauen Lage von Schluff, in dem ein dünnes, jedoch durchgehendes Band mit Holzkohle eingeschlossen war. Darüber folgte 140 cm Schotter gleicher Art wie die untere Lage und der rezente Boden. Die vollkommen horizontal gelagerten Ton- und Schluffschichten wurden als Ausediment des Inns angesprochen, der Schotter als Murschutt des Weißenbaches.
Um in der Beurteilung des Innausedimentes sicher zu gehen, wurden Proben davon einer petrographischen Feinanalyse unterzogen (Analyse G. Poscher). Im Dünnschliff wurden von 760 Körnern > 0,5 mm folgende Kornanteile gezählt: 15% Quarz, 25% metamorphe Gesteinsbruchstücke von Glimmerschiefer und Quarzphyllit, je 2% Feldspat und Glimmer und 56% Karbonate. Ein Salzsäureaufschluß ergab 35% Gewichtsprozente lösliche Karbonate und 65% unlöslichen Rückstand. Als Schwermineralanteil (125—250 μ) enthielt der untere Aulehm 1,3%, der obere Aulehm 4,2% und rezentes Ausediment des Inns 1,5%. Damit sind die in Frage stehenden Schlufflagen im Profil klar als Sediment des Inns ausgewiesen. Der relativ hohe kalkalpine Eintrag war in der linksufrigen Lage zu erwarten.
Die obere Aulehmlage im Profil ist auf 6220 ± 120 ^{14}C-Jahre v. h. (VRI-837) datiert. Die Murschuttakkumulation auf diesen Horizont hat noch etwa 4 m betragen, wie die Kegelkante nördlich des Reimmichlweges anzeigt, doch dürfte sie nicht mehr lange angedauert haben. Man wird für deren Ende hier den Zeitraum um 6000 v. h. annehmen können, etwa zeitgleich wie am Schuttkegel vom Oberfeld bei Mötz (siehe S. 101). Damit ist der westliche Teil des Haller Kegels ca. 700 Jahre jünger als der östliche von Mils. Insgesamt umfaßt nach derzeitiger Kenntnis der Aufbau des Schwemmkegels im heutigen Stirnbereich einen Zeitraum von rund 1100 ± 170 Jahren. Es ist denkbar, aber bisher nicht nachgewiesen, daß die Schuttakkumulation in dieser Zeit nicht kontinuierlich sondern in verstärkten und abgeschwächten Phasen erfolgte.

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

3.4.3. Der Aufstau der Inntalsohle

Das Profil Reimmichlweg zeigt einen ehemaligen Verzahnungsbereich von Inn- und Schuttkegelablagerungen an. Das höchste Niveau des Inns lag hier mit der Oberfläche des oberen Aulehms auf 576,4 m Höhe und damit 16 m höher als das rezente Auniveau. Es ist hier erstmals der stratigraphische Nachweis erbracht, daß der Inn tatsächlich durch den Schwemmkegel gestaut worden ist, wie das seit Blaas (1896: 186) immer wieder angenommen wurde. Dabei ist es jedoch nicht zur Bildung eines Stausees gekommen. Die Aulehmlagen im Profil sind keine See- sondern Hochflutsedimente, die bei Niedrigwasser trocken gefallen sind; sonst hätte es dort nicht brennen können. Es lag die Inntalsohle in dieser Höhenlage, für einen See gab es keinen Stauraum. Die Murablagerungen sind nicht in stehendes Wasser erfolgt, sonst müßten Sortierungserscheinungen oder Deltaschichtung entstanden sein. Vollends gegen einen See aber spricht die Höhenlage der Aulehmoberkante von 576 m. Verfolgt man diese Isohypse ostwärts, verläuft sie östlich vom Amtsbach durchwegs etwas oberhalb der Erosionskante auf der Kegeloberfläche, sodaß ein Seestau für diese Höhe auszuschließen ist.

Der Inn hat sein Bett jeweils in dem Ausmaß erhöht, wie die Stauschwelle durch den Schuttkegel angewachsen ist. Dabei wurde sein Gefälle verringert und sein Abfluß behindert. Es entstand im Stauraum eine episodisch überflutete Flußaue, in der der Inn weit verzweigt, nach allen Seiten auspendelnd träge dahinfloß. In seitlichen Buchten und Altarmen mögen dabei auch Flachwasseransammlungen längere Zeit bestanden haben, in denen dann Schwebstoff zu mehrere Meter mächtigen Lehmlagern sedimentierte.

Das große Lehmvorkommen westlich von Heiligkreuz, das Blaas (1885: 57) erstmals beschrieben hat, dürfte damals entstanden sein. Die ehemaligen Tongruben dort sind heute rekultiviert und zugeschüttet und an keiner Stelle mehr zugänglich, sodaß eine dringend gebotene Neuuntersuchung dieses Sedimentes bis jetzt nicht möglich war. Nach der Beschreibung von Blaas und der Höhenlage paßt dieses Lehmvorkommen gut zur Aulehmlage im Profil am Reimmichlweg, das nur 500 m östlich davon liegt. Es wird vorläufig angenommen, daß es sich um etwa zeitgleiche Bildungen handelt.

Am Ende der Aufschüttungsperiode hat, sofern das »Schlammlager« in Innsbruck (580 m) und der Aulehm bei Heiligkreuz (576 m) gleichaltrig sind, das Gefälle des Inns auf dieser Strecke auf 0,5‰ abgenommen, gegenüber 1,4‰ von heute. Als dann vor rund 6000 Jahren die Schuttlieferung des Weißenbaches nachließ, konnte sich der Inn in die Schwemmkegelbarriere allmählich wieder einschneiden, zuerst vermutlich rascher, zuletzt immer langsamer, wahrscheinlich nicht stetig, sondern auch phasenweise unterbrochen. Dabei wurde die Schwemmebene zwischen Hall und Innsbruck teilweise wieder ausgeräumt, und es entstand die steile Erosionsböschung, die von Heiligkreuz über die Altstadt von Hall bis zum Remmelrain den Schwemmkegel abschneidet. Der Weißenbach und der von ihm abgeleitete Mühl- bzw. Amtsbach haben sich in der Folge in die Kegeloberfläche tief eingeschnitten. Der Amtsbach hat sein Ausräummaterial in einem kleinen sekundären Schwemmkegel auf das gegenwärtige Inniveau wieder aufgeschüttet (Abb. 7 unten), womit sich dieser Vorgang als sehr junge Entwicklung erweist.

Auch der Inn hat in den letzten Jahrhunderten vor der modernen Regulierung sein Bett wieder etwas erhöht. Diese Akkumulationsphase dürfte schon in prähistorischer Zeit begonnen haben,

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

ab dem Spätmittelalter ist sie belegbar. Umfangreiches Urkundenmaterial zeugt von dem steten Kampf gegen Überflutung und Versandung der Talauen zwischen Hall und Innsbruck seit dem 15. Jahrhundert (Kissel 1978). Durch eine ^{14}C-Datierung aus dem Bereich des ehemaligen Amraser Sees ist der Auflandungsbetrag an einer talrandnahen Stelle auch quantitativ anzugeben. Beim Bau des Autobahnanschlusses Innsbruck-Ost wurde in der »Bleiche«, ca. 700 m östlich von Amras unter 1,5 m mächtigem Aulehm ein Erlenbruch angefahren, der ein ^{14}C-Alter von 570 ± 80 v. h. ergab (VRI-52, Felber 1969: 119, Probe von F. Mayr). Auf Kalenderjahre korrigiert entspricht das Datum einem Zeitraum von 1330—1410 n. Chr.

3.5. Der Schwemmkegel von Wattens

Im Herbst 1983 wurde im Swarovski-Werk I in Wattens südlich des alten, inzwischen verlegten Werk-Parkplatzes, unmittelbar östlich an ein bestehendes Betriebsgebäude anschließend, die Baugrube für einen Erweiterungsbau ausgehoben und dabei ein Lehmhorizont mit zahlreichen Baumresten angefahren. Herr Dr. A. Weiss, Fa. Swarovski, hat den Verf. am 28. Oktober 1983 davon verständigt, Material und Unterlagen zur Verfügung gestellt sowie die Baugrubenaufnahme und Probenbergung ermöglicht. Für das aufmerksame Interesse und die Mithilfe sei nochmals bestens gedankt.

Die etwa 60 x 30 m große Baugrube war im Verzahnunsbereich von Innschotter und Schwemmkegelmaterial des Wattenbaches über 6 m tief ausgehoben. In Abb. 8 ist die wechselhafte Schichtfolge der südlichen Baugrubenwand etwas schematisiert dargestellt. Der basale Wattenbachschotter wird von nach Westen auskeilendem Aulehm überlagert. Darüber folgt bis zu 4 m mächtiger ausgewaschener und geschichteter Innschotter mit gut gerundeten Geröllen bis Faustgröße. Im westlichen Abschnitt der Grube ist er verzahnt mit dem lokalen Quarzphyllitschotter des Wattenbaches, der in mehreren Einschüben die gleichzeitige Sedimentation mit dem Innmaterial anzeigt. Abgedeckt ist die Schotterfolge von einer Aulehmlage, die in einer Rinnenfüllung über 2,5 m mächtig ist, eine dünne Zwischenschichte aus kiesigem Lokalschutt enthält und von einem flachen, auskeilenden Schwemmfächer des Wattenbaches überlagert wird.

In der NE-Ecke der Baugrube zeigt die Aulehmlage folgenden Aufbau: 60 bis 80 cm graublauer plastischer Schluff bis Ton, 3 bis 5 cm durchgehendes Torfband, darüber 15 bis 20 cm brauner sandiger Schluff, der zahlreiche Baumstämme, Äste und Holzreste umschließt. Auf den Aulehm folgt ein dünner Einschub von Lokalschutt und wieder über 4 m mächtiger Innschotter. Der abdeckende Boden, bzw. Aulehm war hier baubedingt abgetragen.

Die Baumstämme im Aulehm waren, z. T. samt Rinde, sehr gut erhalten. Die Holzartbestimmung durch Frau Dr. Hilscher ergab für alle 5 entnommenen Proben *pinus silvestris* — Rotföhre.

Drei Sedimentproben wurden pollenanalytisch untersucht (Analyse S. Bortenschlager). Die Probe aus dem unteren tonigen Abschnitt des Aulehms war nahezu pollenfrei, die 2. Probe aus dem Torfband, und die 3. Probe aus dem holzumschließenden Schluff enthielten bei je ca. 1000 ausgezählten Pollenkörnern die in Tabelle 2 zusammengestellten Artenanteile.

Tabelle 2: Pollenspektren von 2 Proben aus der liegenden Aulehmschichte. Anteile in % der Gesamtsumme.

	NBP	BP	Linde	Föhre	Fichte	Lärche	Birke	Erle	Hasel
P3	5,8	94,2	—	85,5	0,1	0,2	3,3	5,2	—
P2	1,8	98,2	0,2	90,5	—	0,3	3,3	3,7	0,2

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

Die Pollenspektren beider Proben lassen auf einen dichten Föhrenwald schließen, mit Birke und Erle im Uferbereich. Da wärmeliebende Baumarten und Hasel bis auf Einzelkornfunde noch fehlen, die Erle mit 5% aber schon deutlich vorhanden ist, entspricht das Spektrum einer Vegetationsentwicklung der ersten Jahrhunderte des Postglazials, zwischen 10.000 und 9600 v. h. (vergl. S. Bortenschlager 1984 und dort angeführte Arbeiten zur Vegetationsgeschichte Tirols). Die Datierung einer Föhrenprobe des Holzhorizontes ergab das ^{14}C-Alter von 9730 ± 120 v. h. (VRI-882). Das gut erhaltene, nicht durchwurzelte Holz, die reichliche Probenmenge und die günstigen Fundumstände berechtigen zur Annahme, daß die Probe nicht verunreinigt war und das Datierungsergebnis zuverlässig ist. Das Probenalter entspricht dem pollenanalytischen Befund sehr gut. Die Datierung der unteren Aulehmlage auf einen Zeitraum im frühesten Postglazial erscheint damit abgesichert.

Diese Altersbestimmung ist die derzeit älteste aus dem Talsohlenbereich des Inns und für die Talgeschichte von besonderer Bedeutung. Der Quarzphyllitschotter des Wattenbaches im Liegenden der Aulehmlage dürfte dem Datum nach im ausgehenden Spätglazial, am Ende der Jüngeren Dryaszeit abgelagert worden sein. An der Wende Spät/Postglazial lag das Hochflutniveau des Inns nur 3 bis 4 m tiefer als das heutige Auniveau, die postglaziale Auffüllung ist hier überraschend gering.

In den ersten postglazialen Jahrhunderten blieb das Hochflutniveau einige Zeit stabil, wie auch das Torfband in der Aulehmlage andeutet. Erst um die Mitte des Präboreals, etwa ab 9500 dürfte es zu einer gleichzeitigen Aufschotterung durch Inn und Wattenbachschwemmkegel von etwa 4 m gekommen sein. Sie entspricht damit dem zeitgleichen Ereignis, das im Kern 5 am Hohen Weg in Innsbruck erfaßt ist (siehe S. 104—105) und im mittleren Inntal offensichtlich nicht nur lokale Bedeutung hat.

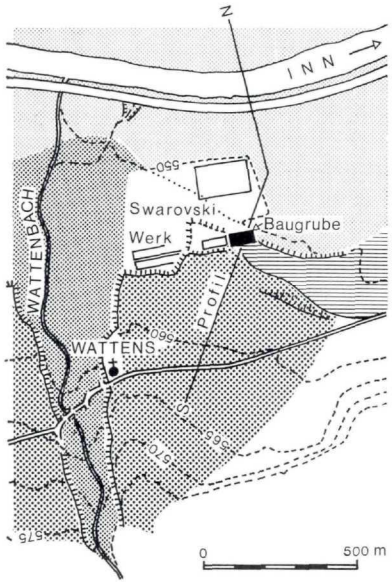
Die Sedimentation der mächtigen oberen Aulehmdecke dürfte längere Zeit in Anspruch genommen haben. Ein dünner Holzkohlehorizont in dieser Lehmlage ermöglichte eine ^{14}C-Datierung auf 7470 ± 120 v. h. (VRI-978). Danach setzte nochmals eine Sedimentationsphase ein, in der Schuttmaterial des Wattenbaches dem Aulehm ein- und aufgelagert und das Hochflutniveau des Inns noch geringfügig, bis auf 552 m angehoben wurde. Dieses Niveau, das 3,3 m höher als die heutige Innaue liegt, ist östlich des Aufschlusses, wo es vom Schwemmkegel des Wattenbaches nicht mehr erreicht wurde, als schmale, verwaschene Terrasse erhalten geblieben (Abb. 8).

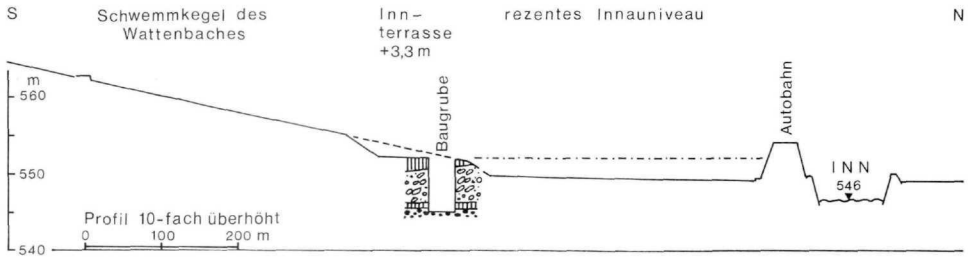
Diese letzte Akkumulationsphase im Profil setzt dem Datum nach etwa gleichzeitig ein wie die Murschuttablagerung am Remmelrain unterhalb Mils (siehe S. 111). Der guten zeitlichen Übereinstimmung steht jedoch der große Unterschied in der Menge des abgelagerten Materials gegenüber. Der Inn wurde vom Schwemmkegel des Wattenbaches nicht gestaut und hat in dieser Periode sein Niveau nur etwa 1 m erhöht.

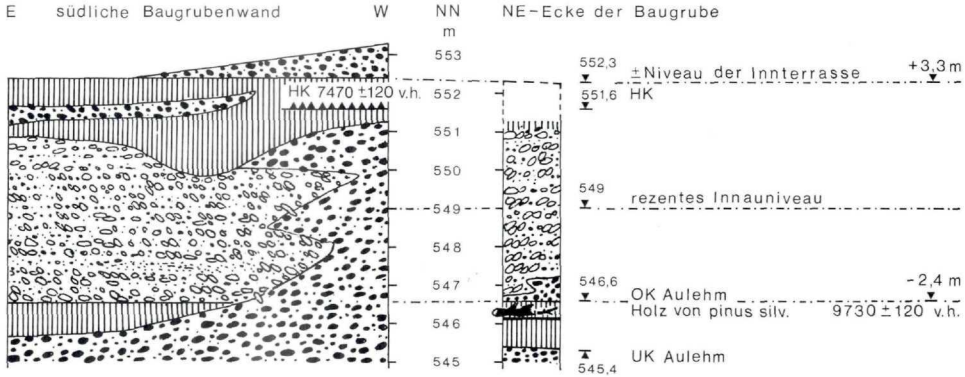
In einer nachfolgenden zeitlich nicht genauer faßbaren Erosionsphase haben sich Inn und Wattenbach in ihre Ablagerung eingeschnitten, wie tief ist unbekannt. Dabei ist eine Erosionsrinne auf dem Kegelscheitel entstanden. In diese Rinne hat der Bach einen jüngeren Schuttfächer eingelagert, der auf das heutige Auniveau des Inns ausläuft. Seine Aufschüttung hat bis in jüngste historische Zeit angedauert.

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

Schwemmkegel von WATTENS - Baugrubenaufschluss im Werksgelände der Firma Swarovski -
Lage und Stratigraphie







Legende: 1 2 3 4 5 6 7 8 HK 9

gp87

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

4. Synthese und Diskussion

Mit den vorgelegten Befunden wird im folgenden eine Synthese versucht, wobei bewußt ist, daß sowohl der behandelte Inntalraum als auch der postglaziale Zeitabschnitt nur lückenhaft und in vielfacher Weise ergänzungsbedürftig erfaßt sind. Es zeichnet sich jedoch ein Ablauf ab, der nicht nur von lokaler sondern auch von überregionaler Bedeutung sein dürfte.

4.1. Zur Chronologie der Schwemmkegel- und Talentwicklung

Am Beginn des alpinen Postglazials, der auf 10.000 Jahre v. h. festgelegt ist, lag die Inntalsohle bei Wattens 3 bis 4 m, bei Innsbruck etwas mehr als 6 m tiefer als das gegenwärtige Auniveau. Im Bereich von Silz und Mötz dagegen dürfte der Inn um diese Zeit noch auf den spätglazialen Schotterflächen des Ötztalgletschers in höherem Niveau als heute geflossen sein, in die er sich im Laufe der ersten Hälfte des Postglazials eintiefte. Die Spät-/Postglazialgrenze ist im Inntal weder als einheitliche Niveaufläche noch als lithofazielle Grenzfläche ausgebildet, sie hat für die Talentwicklung offensichtlich keine Bedeutung.

In den ersten Jahrhunderten des Postglazials blieb das Talsohlenniveau nach dem Befund bei Wattens in etwa unverändert. Im mittleren Präboreal, nach den ^{14}C-Daten um 9400 v. h., erfolgte dann in einem kurzen Zeitraum eine Aufhöhung der Inntalsohle in Wattens um 4 m, in Innsbruck um 3 m, jeweils durch Schotter des Inns. Aus der topographischen Situation der Profilstellen und ihrer Entfernung von 15 km kann geschlossen werden, daß diese Aufschüttung kein lokales Ereignis war, sondern das mittlere Inntal insgesamt betroffen hat.

Im engeren Untersuchungsgebiet liegt für diese Zeit bisher keine Datierung von Schwemmkegelmaterial vor, vermutlich wegen der späteren starken Überlagerung. Beim Bau des Arlbergstraßentunnels wurden jedoch 36 bzw. 90 m innerhalb des östlichen Vortunnelportals bei St. Jakob Lärchenstämme angefahren, von denen zwei Proben ^{14}C-Alter von 9331 ± 60 v. h. und 9458 ± 63 v. h. ergeben haben. Drei Stämme waren nahe am Schutt/Felskontakt stehend verschüttet worden. Insgesamt liegt mehrere Dekameter mächtiger Murschutt über der Fundstelle, von einem Schuttkegel, auf dem heute kein nennenswertes Gewässer fließt (Mignon 1981). Die beiden Proben datieren ein außergewöhnliches Murenereignis, das zeitlich exakt der Aufhöhung im Inntal entspricht. Eine ausgeprägte Periode starker Schuttakkumulation erscheint damit für das mittlere Präboreal dreifach belegt. Am Ende dieser Periode lag das Sohlenniveau des Inns in Innsbruck ca. 3 m tiefer, in Wattens 2 m höher als das rezente Auniveau.

In der Folge war die Auflandung bis etwa 9000 v. h. gering und stagnierte im Anschluß etwa 1500 bis 1800 Jahre lang. Die Schüttung des Schwemmkegels von Mötz-Oberfeld, von der etwa die Hälfte nach 8000 v. h. erfolgt sein muß, zeichnet sich im Talsohlenniveau vorerst nicht ab. Erst zwischen 7500 und 7000 v. h. begann eine 2. Periode starker Schuttablagerungen, die bis 6000

◁ *Abb. 8:* Der Schwemmkegel von Wattens. Lage und Stratigraphie des Baugrubenaufschlusses im Swarovskiwerk. Legende: 1 älterer Schwemmkegel des Wattenbaches, 2 jüngerer Schwemmfächer des Wattenbaches, 3 Innterrasse + 3,3 m, 4 rezentes Innauniveau, 5 Schutt des Wattenbaches, 6 Innaulehm, 7 Innschotter, 8 Baumstämme, 9 Holzkohlehorizont

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

v. h. andauerte. In dieser Zeit wurde der große Schwemmkegel von Hall-Mils geschüttet, der die Inntalsohle bei Heiligkreuz 16 m, in Innsbruck ca. 8 m über das rezente Auniveau aufstaute. Diese großen Aufhöhungsbeträge sind jedoch nur im Stau des Haller Kegels erfolgt. In Wattens beginnt die Akkumulationsperiode etwa zu gleicher Zeit wie bei Mils, doch hat der Inn dort nur etwa 1 m Aulehm und der Wattenbach wenige Meter Murschutt sedimentiert.

Einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung vorweggenommen sei das erste Datierungsergebnis eines Föhrenstammes an der Basis des großen Gadria-Schwemmkegels, 1,5 km östlich von Laas im Vinschgau (Fund und Probenbergung von Mag. R. Rechenmacher, Kortsch). Der verwurzelte Baumstamm war von ca. 20 m Schotter und Murschutt des Gadriabaches überlagert. Er ergab ein ^{14}C-Alter von 6840 $\pm$ 40 v. h. (HD-10859-10795). Ein bedeutender Teil des Gadriakegels ist somit im gleichen Zeitraum abgelagert worden wie die Kegel von Mötz-Oberfeld und von Hall-Mils.

Das Ende dieser Periode starker Schuttakkumulation ist nach den Daten von Mötz-Kealig und Heiligkreuz-Reimmichlstraße auf etwa 6000 Jahre v. h. festzulegen. Sie umfaßt somit das ganze Ältere Atlantikum und hat durch den Nachweis im Inntal und Vinschgau sicher überregionale Bedeutung.

Nach 6000 v. h. folgte eine Erosionsphase. Der Inn tiefte sich in die Schwemmkegelbarriere bei Hall ein, unterschnitt den Kegel mit einer steilen Erosionsböschung (Remmelrain) und räumte die Talbodenfüllung zwischen Hall und Mils teilweise wieder aus. Bei Mötz erodierte der Inn den ganzen ins Tal vorgebauten Kegel des Klammbaches. Die Eintiefung betrug in Mötz etwa 10 m, bei Innsbruck sind es mehr als 8 m, bei Hall ca. 16 m, bei Wattens mehr als 3 m. Nicht ausgeräumte Sedimentfüllungen blieben als Terrassenreste stehen, deren Böschungshöhen etwa den unterschiedlichen Eintiefungsbeträgen entsprechen. Wie lange diese Erosionsphase angedauert hat, ist bisher nicht geklärt. Im Gebiet zwischen Mötz und Wattens besteht noch eine Informationslücke für den Zeitraum zwischen 6000 und 3500 v. h., die vielleicht auch auf die Erosion zurückgeführt werden kann. Noch wenig konkrete Hinweise aus anderen Gebieten lassen jedoch die Annahme zu, daß die Erosionsphase spätestens um 4500 v. h. beendet war und somit das Jüngere Atlantikum zum Großteil oder vielleicht auch ganz umfaßte.

Der Beginn einer neuerlichen Periode verstärkter Schuttakkumulation und einer Aufhöhung des Inniveaus zeichnet sich erst wieder ab 3300 ^{14}C-Jahren v. h. an der Melachmündung ab. Korrigiert auf Kalenderjahre entspricht dieses Datum etwa der frühen Bronzezeit und stimmt gut überein mit der durch Bronzefunde erfaßten Aufschüttung des Sillschwemmkegels in Wilten. Intensität und Andauer dieser Periode ist noch unklar. Die letzte Vermurung in Mühlau erfolgte in der jüngeren Hallstattzeit. Vielleicht gilt das auch für Wilten. Im urnenfelderzeitlichen Gräberfeld am Schwemmkegel von Volders ist ein plötzlicher Abbruch der Belegung für die Zeit um 900—875 v. Chr. festgestellt (frdl. pers. Mitteilung von Herrn Dr. Sperber, Mainz, vom 18. 11. 1986). Es ist denkbar, daß die Ursache dafür in der Vermurung des Gräberfeldes durch den Volderer Bach gegeben ist, die damit in die Endbronzezeit fällt. In der Latène- und Römerzeit hat die Sill den Bereich von Wilten nicht mehr vermurt.

Für Früh- und Hochmittelalter gibt es vorläufig keine konkreten Angaben. Gesichert hingegen ist eine Aulehmsedimentation im Talsohlenbereich bei Amras seit dem Spätmittelalter von etwa

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

1,5 m. Dieser auch schon historisch faßbare Abschnitt der Flußgeschichte aber zeigt, daß alle neuzeitlichen Hochflutereignisse zusammen nicht einen Bruchteil der Folgen und Wirkungen hatten, wie die vorangegangenen Perioden im Postglazial.

4.2. Quartärgeologische Aspekte

Die heutige Talsohle im mittleren Inntal ist das Ergebnis von mehreren Perioden verstärkter Sedimentakkumulation und zwischengeschalteten Erosionsphasen. Sie wurde dadurch in postglazialer Zeit insgesamt um einige Meter höher gelegt. Die Feststellung von Heißel (1954: 304/305), daß »die heutige Inntalsohle im wesentlichen keine Aufschüttung, sondern ein erosiv gebildeter Talboden ist« konnte schon zum Zeitpunkt ihrer Niederschrift nicht belegt werden, worauf Paschinger (1957) mehrfach hinweist. Nach der vorliegenden Untersuchung ist genau das Gegenteil der Fall.

Es kann als gesichert gelten, daß die Sohle des würmzeitlichen Inntalgletschers tiefer lag, als die heutige Talsohle. Dafür war der Gletscherschliff bei Zirl im Steinbruch der Firma Plattner, nördlich gegenüber der Melachmündung ein wichtiger Beleg (Patzelt, 1976). Dieser Gletscherschliff, heute abgesprengt bzw. zugeschüttet, war dort bis auf das Niveau der heutigen Austufe von 590 m aufgeschlossen und tauchte auf senkrechter Felswand in die Sedimentfüllung des Tales ein. Im 400 m südwestlich davon gelegenen Profil an der Melachmündung (Abb. 4) ist seit 3300 ^{14}C-Jahren, somit im letzten Drittel des Postglazials, eine Aufschotterung von 6,5 m erfolgt. Nimmt man für das ganze Postglazial einen 3fachen Sedimentationsbetrag an, ist damit vermutlich nur ein grober Mindestwert geschätzt. Gänzlich unbekannt ist die Sedimentmächtigkeit, die in spätglazialer Zeit im Talsohlenbereich abgelagert wurde.

Es ist aber die Annahme berechtigt, daß zwischen dem Eisfreiwerden des Talraumes und seiner Wiederbewaldung die Schuttum- und -ablagerung bedeutender gewesen sein muß, als in postglazialer Zeit. Alle nach derzeitiger Kenntnis sinnvoll erscheinenden Abschätzungen weisen in die gleiche Richtung: nach dem Abschmelzen des Eises dürften im Talsohlenbereich des mittleren Inntales in die vom würmzeitlichen Gletscher erodierte Furche Sedimente von mehreren Dekametern Mächtigkeit abgelagert worden sein.

Die postglaziale Talentwicklung erlaubt auch eine für die gesamte Quartärgeologie des Talraumes grundsätzlich wichtige Feststellung: es gibt keine durchgehenden, höhenkonstanten Horizonte und Niveauflächen. Gleich alte Sedimente liegen im Talverlauf in unterschiedlichen relativen Höhen, gleich hoch liegende Sedimentkörper können sehr unterschiedlich alt sein.

Die etwa zeitgleiche Schuttakkumulation auf den Schwemmkegeln von Hall-Mils und Wattens war sehr verschieden mächtig. Sie hat in einem Fall den Aufstau der Inntalsohle von über 16 m verursacht, im anderen Fall keinen Stau bewirkt und nur zu einer Aulehmsedimentation von ca. 1 m geführt. Bei Mötz liegt der spätglaziale Talboden 14 m über, im mittleren Inntal 5 bis 6 m unter dem heutigen Talsohlenniveau. Andererseits reichen bei Heiligkreuz die Aulehmlager, die im mittleren Postglazial sedimentiert wurden, bis zu 16 m über das rezente Auniveau. Die Tonlager in gleicher Höhenlage, die südlich des Inns zwischen Sonnenbichl und Haller Innbrücke beim Autobahnbau aufgeschlossen waren, können gleich alt sein, aber auch spätglaziales, würminterstadiales oder noch höheres Alter haben. Für eine zeitliche Zuordnung dieser Tone

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

ist eine entsprechende lokale Untersuchung nötig; die Höhenlage alleine ist dafür kein ausreichendes Kriterium, auch nicht bei Stillwasser- oder Seesedimenten.
Die vorliegende Untersuchung zeigt, obwohl sie nur einen kleinen Abschnitt des Inntales umfaßt, wie wechselhaft die Entwicklung während des gegenwärtigen Postglazials in Zeit, Raum und Sedimentart war. Sie muß im vorgegebenen engen Talsystem bei vergleichbaren klimatischen Bedingungen in früheren Abschnitten des Quartärs prinzipiell ähnlich abgelaufen sein. Für die Entschlüsselung älterer quartärer Vorgänge im Inntal ist es daher hilfreich, die postglaziale Entwicklung zum Vergleich heranzuziehen. Das erleichtert etwa die Vorstellung, daß auch die Inntalterrassensedimente nicht im Zuge einer einheitlichen sukzessiven Talauffüllung abgelagert worden sind, sondern in mehreren, durch Erosionsphasen unterbrochenen Akkumulationsperioden, wofür es erste konkrete Hinweise gibt (Patzelt und Resch 1986: 60—63).

4.3. Klimageschichtliche Aspekte

Es ist naheliegend aus großen Vermurungen und Überschwemmungen auf außergewöhnliche Niederschlagsereignisse zu schließen. Solche hat es sicher zu allen Zeiten des Postglazials immer gegeben. Eine längerfristige Änderung der Niederschlagsverhältnisse ist nur dann erfaßbar, wenn die Hochflutereignisse in einem bestimmten Zeitraum signifikant häufiger und nicht lokal begrenzt sondern in einem größeren Raum gleichzeitig eingetreten sind. Diese Forderung ist mit dem hier vorgelegten Material nur unzulänglich erfüllt, weshalb mit einer umfassenden klimageschichtlichen Interpretation zugewartet wird, bis die Informationsdichte größer ist. Auf einige Teilaspekte sei dennoch schon jetzt hingewiesen.
Derzeit am besten belegt ist die Periode der Schuttakkumulation des 7. Jahrtausends v. h. auf den Schwemmkegeln von Wattens, Hall-Mils und Mötz sowie am Kegel des Gadriabaches. Sie erscheint als die markanteste Murschüttungszeit des ganzen Postglazials. Man wird daraus auf eine insgesamt niederschlagsreiche Zeit mit außergewöhnlichen Starkniederschlägen schließen dürfen. Da sich diese Ereignisse sowohl im Inntal als auch im trockenen Vinschgau abzeichnen, ist die Annahme berechtigt, daß dabei Süd- bis Südwestwetterlagen gehäuft aufgetreten sind, ähnlich wie im Sommer 1987, nur intensiver.
Aus der Vegetationsgeschichte ist das Ältere Atlantikum als feuchte Periode schon lange bekannt. Die feucht-atlantisches Klima bevorzugenden Baumarten Buche und Tanne wandern im Inntal zwischen 6500 und 6000 v. h. ein und breiten sich rasch aus (Bortenschlager 1984: 49), sicher auch gefördert durch den Niederschlagsreichtum dieser Zeit. Gleichzeitig zeichnet sich in manchen Hochlagenpollenprofilen eine kräftige Waldgrenzdepression ab, die von einer Gletscherhochstandsperiode begleitet ist und mit »Frosnitzschwankung« bezeichnet wurde (6600—6000 v. h., Patzelt und Bortenschlager 1973).
In gleich guter zeitlicher Übereinstimmung, aber weniger gut belegt, sind die Hochflut- und Murenereignisse, Waldgrenzdepressionen sowie Gletscherhochstände im mittleren Präboreal um 9400 v. h. (Schlatenschwankung), in der Bronzezeit um 3500 v. h. (Löbbenschwankung) und ab dem Spätmittelalter. Die übrigen in den Hochlagen der Ostalpen erfaßten Klimaschwankungen (Patzelt und Bortenschlager 1973) sind in den Talsedimenten bisher noch nicht oder nicht eindeutig erkennbar gewesen. In diesen Abschnitten bestehen noch zu große Unschärfen und In-

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

formationslücken aus dem Bereich der Schwemmkegel- und Talgeschichte, die mit Fortführung der Arbeit vermutlich geschlossen werden können. Fest steht jedoch bereits, daß aus einer Chronologie der Mur- und Hochflutereignisse ein wichtiger, ergänzender Beitrag zur Klimageschichte abgeleitet werden kann.

4.4. Zur Vor- und Frühgeschichte

Bei der Untersuchung der Schwemmkegel- und Talentwicklung ergaben sich auch vielfache Berührungspunkte zur Vor- und Frühgeschichte des Menschen im Talraum. Einige dazu angestellte Überlegungen sollen kurz angeführt werden.

Im Profil Remmelrain (Abb. 7) waren fünf Brandhorizonte erhalten, die zwischen 7100 und 6700 ^{14}C-Jahren v. h. entstanden sind, wobei die oberen drei keine signifikanten Altersunterschiede aufwiesen. Der Brandhorizont bei Heiligkreuz ist 6200 Jahre alt. In den hangenden Sedimentlagen des Schwemmkegels bei Mötz-Oberfeld (Abb. 1) sind mindestens fünf Brandhorizonte zwischen 8000 und 6300 v. h. überschüttet worden.

Bei vereinzelt auftretenden Holzkohlehorizonten wird man eher an natürliche Brandursachen denken. Sobald aber Brandhorizonte an einem Ort in kurzer Zeit gehäuft auftreten, ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß das Feuer jeweils von Menschen gelegt wurde. Wenn man das für die genannten Profile annimmt, müßte dort mesolithische bis frühneolithische Brandrodung stattgefunden haben.

Nach den von Wahlmüller (1985) für das Mesolithikum pollenanalytisch festgestellten Kulturphasen erscheint das möglich. Im Pollenprofil Kirchbichl, das allerdings im Unterinntal liegt, ist menschliche Anwesenheit schon für die Zeit zwischen 9000 und 8000 v. h. nachgewiesen; im Profil Katzenloch, das auf der Seefelder Hochfläche dem hier behandelten Raum näher liegt, gilt gleiches für die Zeit zwischen 7500 und 7000 v. h. (Wahlmüller 1985: 139—140). Für beide Zeitabschnitte wird auch eine primitive Art von Getreidebau wahrscheinlich gemacht. Brandrodung wird dafür die Voraussetzung gewesen sein.

Bisher gibt es aus den Talbereichen Nordtirols keine archäologischen Bodenfunde dieser Zeit, was nicht verwundert. Auf den untersuchten Schwemmkegeln sind mesolithische Straten im 7. Jahrtausend v. h. tief verschüttet worden, auf der Talsohle wurden diese Ablagerungen im mittleren Neolithikum wieder ausgeräumt. Die Wahrscheinlichkeit in den schuttmobilen Bereichen meso- und neolithische Artefakte oder Niederlassungen zu finden erscheint daher sehr gering. Bezeichnenderweise wurden die beiden ersten und bisher einzigen Mesolithikumfunde in Nordtirol in morphologisch stabilen Sattellagen, nämlich am Tuxer Joch und am Loas Sattel gemacht (Lunz 1986).

Auf den Schwemmkegeln sind, wie es die Beispiele an der Melachmündung und in Wilten zeigen, auch noch bronzezeitliche Horizonte mehrere Meter tief verschüttet. Laténe- und römerzeitliche Kulturschichten liegen dagegen schon sehr oberflächennahe, sie wurden in Wilten nicht mehr von Sillmaterial überlagert.

Vielfach wird die Frage erwogen, ob die Rodungstätigkeit der Menschen verstärkte Muraktivität und Schuttführung in den Fließgewässern bewirkt habe. Gerade für die Bronzezeit mit der zunehmenden Besiedlungsdichte und der Bewirtschaftung der Bergregionen bis in den Almbereich

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

erscheint dies naheliegend. Nun ist aber gerade für die Zeit um 3500 v. h., somit in der Früh- und Hochbronzezeit, durch eine ausgeprägte, in den ganzen Alpen feststellbare Gletschervorstoßperiode eine markante Klimaverschlechterung nachgewiesen. Die bronzezeitliche Periode verstärkter Schuttakkumulation im Talbereich dürfte überwiegend klimatisch bedingt sein. Ähnliches gilt für das Spätmittelalter. Der menschliche Einfluß wird hier offensichtlich überschätzt. Das Aktualitätsprinzip ist nicht immer anwendbar. Gott sei Dank!

Dank

Die Quartärkommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. J. Fink (†) und Univ.-Prof. Dr. H. Zapfe hat die Kosten für die Radiokarbondatierungen übernommen. Der Verfasser dankt für diese immer sehr entgegenkommend gewährte Unterstützung.

5. Literatur

Ampferer, O., 1905: Studien über die Inntalterrasse. Jb. Geol. RAnst. 54 (1904), Wien: 91—160

Ampferer, O., 1915: Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntales. Jb. Geol. RAnst. 65, Wien: 289—316

Blaas, J, 1885: Über die Glacialformationen im Innthale. Z. Mus. Ferd. Innsbruck, 4. Folge, H. 29: 1—120

Blaas, J., 1890: Erläuterungen zur geologischen Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck. Jb. Geol. RAnst. 40, Wien: 21—49

Blaas, J., 1896: Der Boden der Stadt Innsbruck. Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, 22 (1894—95): 167—192

Bortenschlager, S., 1984: Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I. Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, 71: 19—56

Dolak, E., 1979: Ein römischer Straßenturm in Veldidena. In: Römisches Österreich, Jahresschr. d. Österr. Ges. f. Archäologie, Jg. 7: 13—33

Felber, H., 1969: Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode am Institut für Radiumforschung und Kernphysik IV. Sitz. Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math. nat. wiss. Kl., Abt. II, 177, 1—3 (1968): 113—121

Felber H., 1973: Altersbestimmungen nach der Radiokohlenstoffmethode am Institut für Radiumforschung und Kernphysik. Anzeiger d. math.-naturw. Kl. d. Österr. Akad. d. Wiss., Jg. 1973, Nr. 8: 1—9

Fliri, F., 1977: Neue Beiträge zur Geschichte des Haller Schwemmkegels. Tiroler Heimatblätter 1977/3: 90—93

FÖ 1: Fundberichte aus Österreich Bd. 1 (1920—33): 136

FÖ 3: Fundberichte aus Österreich Bd. 3 (1938—39): 133

FÖ 6: Fundberichte aus Österreich Bd. 6 (1951—55): 120, 138, 160

Heißel, W., 1954: Beiträge zur Quartärgeologie des Inntales. Jb. d. Geol. BuAnst., Wien, 97,2: 251—322

Heuberger, H., 1975: Das Ötztal. In: Tirol, ein geographischer Exkursionsführer, Innsbr. Geogr. Stud., 2: 213—249

Kissel, M.-L., 1978: Das mittlere Inntal. Ein Beitrag zur Kulturgeographie einer inneralpinen Stromlandschaft. Diss. nat. wiss, Fak., Univ. Innsbruck, 231 S.

Klebelsberg, R. v., 1947: Meran - Mais und Hall — Von der Geschichte zweier Schuttkegel. Tiroler Heimat 11: 13—16

Klebelsberg, R. v., 1953: Die Landschaft von Hall — geologisch gesehen. Schlernschriften 106 (Haller Buch): 7—15

Klein, J., Lerman, J. C., Damon, P. E. and Ralph, E. K., 1982: Calibration of Radiocarbon Dates. Tables based on the concensus data of the Workshop on Calibration the Radiocarbon Time Scale. Radiocarbon, Vol. 24, 2: 103—150

Lunz, R., 1986: Vor- und Frühgeschichte Südtirols mit Ausblicken auf die alpinen Nachbargebiete. Bd. 1 Steinzeit. Calliano/Trento: Manfrini

Machatschek, F., 1934: Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntales. Mit. geogr. Ges. Wien, 77: 217—244

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

Menghin, Osm., 1985: Das Kastell von Veldidena. In: Veldidena, Katalog zur Jubiläumsausst. Tiroler Landesmus. Ferd., Innsbruck: 23—34

Mignon, K., 1981: Die Lärchenfunde beim Vortrieb des Vortunnels. In: J. Vilanek, Der Arlberg Straßentunnel und die Zufahrtsrampen. Baudokumentation. Hsg. Arlberg Straßentunnel AG, Innsbruck 1981, S. 278

Paschinger, H., 1957: Klimamorphologische Studien im Quartär des alpinen Inntales. Z. f. Geomorph., N. F. 1: 237—270

Patzelt, G., 1977: Der Gletscherschliff bei Zirl und die würmzeitliche Glazialerosion im mittleren Inntal. Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol. 12 (1976): 85—90

Patzelt, G. und S. Bortenschlager, 1973: Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). Z. f. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. 16: 25—72

Patzelt, G. und W. Resch, 1986: Quartärgeologie des mittleren Inntales zwischen Innsbruck und Baumkirchen (Exkursion C am 3. April 1986). Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 68: 43—66

Ubl, H., 1981: Die Ur- und Frühgeschichte Innsbrucks. In: Österr. Kunsttopographie 45: 683—738

Wahlmüller, N., 1985: Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. Ber. nat.-med. Verein Innsbruck, 72: 101—144

Zemmer-Plank, L., 1985: 1980, Bau von Werkshallen der Innsbrucker Verkehrsbetriebe auf dem Lorenzi Acker. In: Veldidena, Katalog zur Jubiläumsausst. Tiroler Landesmus. Ferd., Innsbruck: 35—44

Adresse des Autors:
Univ.-Doz. Dr. Gernot Patzelt
Institut für Hochgebirgsforschung der Universität Innsbruck
Innrain 52
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: 1987

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Patzelt Gernot

Artikel/Article: Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol. 1. Teil: Das Inntal zwischen Mötz und Wattens. 93-123