

# Studienergebnisse zur jüngsten Quartär- geschichte im Bereich der unteren steirischen Mur

Von A. Winkler-Hermaden† und K. Schoklitsch

Mit 1 Tabelle sowie 4 Abbildungen und einer Karte auf Beilagentafel XII

## I. Das Alter von Holzfundten in verschiedenen holozänen Aulehmen

Von K. Schoklitsch

### a) Erlenholz aus dem Laßnitztal

Anlässlich der Laßnitzregulierung (Bauleitung Herr Dipl.-Ing. Karl LIPPNEGG vom Bez.-Bauamt Leibnitz) im Raume von Großflorian (Weststmk.) wurden in 2—3 m Tiefe Holzreste mit leichter Inkohlung gefunden. Ich konnte bei Besuchen am 29. September und 6. Oktober 1960 einige solche Reste bergen und ihre Lagerung profilmäßig feststellen. Sie fanden sich nicht nur in mehreren, ca. 3 m tief ausgebaggerten frischen Durchschnitten, sondern auch an Steilufern der alten Flußmäander, die durch die Regulierung totgelegt waren. Die Probenahme und Profildarstellung erfolgte etwa 500 m (flußaufwärts) westlich von der Hofmühle (südlich der Ortschaft Gussendorf) im Laßnitztal.

Der Flußboden wird hier von einem blaugrauen bis blaugrünen, glimmerigen, schwach tonigen Sand bis Feinsand gebildet (6)<sup>1)</sup>, der so dicht ist, daß der Bagger im Flußbett ohne Schwierigkeiten auf ihm fahren konnte. Die Obergrenze dieses Horizontes liegt hier in 3,00—3,30 m Tiefe (Wasserspiegel am 6. Oktober 1960 3,30 m unter dem Auboden), er ist im allgemeinen frei von eingeschwemmten Holzresten, enthielt aber in 3,50 m Tiefe, umgeben von einigen spärlichen Resten dünner (1,5 mm) Ästchen ein etwa 20 cm langes, bräunlich-graues Stammstückchen mit Rindenresten und 5—6 cm Durchmesser. Herr Doz. Dr. RÖSSLER (Botanisches Institut der Universität Graz) hatte die Freundlichkeit, es als Schwarzerle, *Alnus* conf. *glutinosa* zu bestimmen, ihm sei an dieser Stelle herzlich dafür gedankt. Das Alter des Holzrestes wurde durch Vermittlung von Herrn Prof. Dr. A. WINKLER-HERMADEN an der Universität Heidelberg mit  $935 \pm 75$  Jahre bestimmt.

In der Nähe dieser Fundstelle wurden noch andere Holzreste (z. B. Eichenholzreste mit Spuren menschlicher Bearbeitung), ebenfalls bräunlich gefärbt, in Tiefen um 3 m gefunden, die aber kaum synsedimentär eingelagert worden sein dürften, sondern eher Reste ehemaliger Brückenstege oder Wehranlagen darstellen.

Über diesen feinsandigen, glimmerigen, blaugrauen Aulehmen liegen etwa 80 cm Schotter und Kiese (wenig abgerollt, nuß- bis eigroß, Kristallin) mit eingestreuten Sandlinsen, eine aus lebhafter Strömung sedimentierte (5) Schotterbank, aus welcher keine Holzreste vorliegen.

Darüber folgt, durchschnittlich in 2,6—2,4 m Tiefe ein grauer bis grünlich-schwarzer Sand (4) mit vielen eingestreuten leicht inkohlten Holzresten (meist

1) Nummer der Schichte im Profil.

kleinere Stamm- und Aststückchen), wie sie sich etwa in einem Seitenarm mit wenig Strömung oder in einem lokalen Altwasser sammeln konnten. Da keine Verwurzelung festgestellt werden konnte, dürfte es sich nur um Einschwemmungsmaterial handeln.

Etwa 150 m von dieser Stelle entfernt, wurden wenige Tage zuvor in 2,4 m Tiefe aus demselben Sediment unter einem rezenten Altwasser der Laßnitz Reste eines Eichenstammes gefunden. Das Holz ist ausgezeichnet konserviert, hart und fest, von bräunlichgrauer Farbe. Eine Altersbestimmung liegt leider nicht vor, weil wegen der Kostspieligkeit der Untersuchung nur das Holz aus den tiefsten Schichten eingesandt worden war.

Über der Zone mit den Holzresten liegen braune bis braungraue lehmige Sande (3) mit helleren, rescheren Sandlinsen, offenbar in engem zeitlichen Zusammenhang mit der Unterlage, weil die Holzreste manchmal in sie hineinragen.

In etwa 2,1 m Tiefe fällt ein 10—20 cm mächtiger Horizont (2) mit roten bis rotbraunen glimmerigen Sanden auf, die an einigen Stellen graue Sandlagen zwischengeschaltet haben.

Von 2,0—0,5 m Tiefe herrscht eine ziemlich einheitliche Wechsellagerung von bräunlichem, lehmigen Sand und sandigem Lehm, also Aulehm (braungraue Marmorierungen nur schwach angedeutet) und darüber, bis zur Oberfläche ein normaler, brauner, sandiger Aulehm, ohne erkennbare Bodenhorizontierungen. Der rezente Boden trägt hier eine dichte Grasnarbe mit sehr guter Durchwurzelung bis etwa 70—90 cm Tiefe und schwächerer Durchwurzelung bis 1,6 m Tiefe. Holzreste wurden in den obersten 2—2,5 m des Profils nicht gefunden.

#### b) Eichenholz von Welten (Abb. 2)

Aus dem Raabtal bei Welten (östl. von Fehring), wo der von Süden kommende Schwabenbach in die Weite des Raabtals eintritt, stammen stark inkohlte Holzreste, welche dort im Sommer 1960 in den tieferen Lagen eines sandigen, blaugrauen Aulehms bei Regulierungsarbeiten gefunden wurden. Das Profil zeigt bei 3 m Tiefe einen Schotterhorizont, über welchem von 2,50 m bis 1,20 m ein blaugrauer lehmiger Feinsand bis sehr feinsandiger Lehm folgt. In etwa 2,00 bis 2,30 m Tiefe wurden die zahlreichen Holzreste gefunden. Es lagen vor allem Stücke größerer Stämme vor, an einem wurde, wieder durch Vermittlung von Herrn Prof. Dr. A. WINKLER-HERMADEN, an der Universität Heidelberg mittels der C<sub>14</sub>-Methode das Alter mit  $1180 \pm 70$  Jahren bestimmt. Das betreffende Stück stammt nach der frdl. Bestimmung durch Herrn Doz. Dr. RÖSSLER vermutlich von einer Stiel-Eiche, *Quercus*, conf. *robur*; eine nähere Bestimmung ist nach den Ausführungen von Herrn Doz. Dr. RÖSSLER (lit. 4) nicht möglich. Ob das Holz von Bäumen, die im Raabtal wurzelten, stammt, oder ob es aus dem südlichen Hügelland durch den Schwabenbach eingeschwemmt wurde, bleibt offen.

Über dem blaugrauen feinsandigen Lehm folgt dann, wie das Profil zeigt, der braune Aulehm des Oberbodens, der in seinen tieferen Lagen schwache Marmorierung in braun und graugrün aufweist.

#### c) Eichenholz von Gillersdorf

Im Oktober 1961 wurden die Lehrkanzel für Mineralogie und Technische Geologie an der TH Graz und unabhängig davon das Joanneum in Graz durch Herrn Ob.-Baurat Dipl.-Ing. DUB (Baubezirksamt Hartberg) von einem interes-

santen Holzfund verständigt. Bei Regulierungsarbeiten an der Ritschein (in unmittelbarer Nähe von Gillersdorf bei Fürstenfeld) stieß der Löffelbagger beim Ausheben des neuen Ritscheinbettes (Sohle der regulierten Ritschein liegt 4,20 m unter dem heutigen Talboden) in 3—4 m Tiefe auf einen in Richtung S—N (also quer zur neuen Trasse) liegenden mächtigen Baumstamm, nach erster Bestimmung, die sich später als richtig herausstellte, einen Eichenstamm. Sein wipfelnäheres Ende lag im Bereich der Aushebung, durch vorsichtiges Arbeiten konnte ein 9,50 m langes Stück bloßgelegt werden. Beim Versuch, den ganzen Stamm mit Hilfe des Baggers zu bergen, hob sich wohl das Erdreich gegen das wurzelnähe Ende hin (Süden!), das Stammende konnte aber nicht herausgezogen, sondern mußte abgesägt werden.

Am 16. Oktober und 19. Oktober 1961 konnte ich das abgesägte Stammstück (9,50 m Länge und 1,30 m Durchmesser) besichtigen, ebenso das damals noch wohlerhaltene Bett des Stammes mit Rindenabdrücken, und auch den Baumstumpf, dessen Schnittfläche mit 1,35 m  $\varnothing$  aus der Uferböschung ragte.

Die Abb. 3 zeigt das Gesamtprofil der Fundstelle, einschließlich des damals noch erhaltenen Baumbettes in ca. 3,40 m Tiefe, mit dem Lagerungsbild des Stammes, der von Süd nach Nord lag, und zwar im Süden tiefer. Die Abb. 4 zeigt eine Skizze des zum Abtransport gelagerten Stammes, der übrigens wegen der vorzüglichen Qualität seines Holzes (der Stamm roch stark nach Gerbsäure, war geradezu damit imprägniert) von den Tischlern der Umgebung sehr begehrt wurde.

Die Abb. 5 zeigt in größerem Maßstab das „Baumbett“, bestehend aus einer Wechsellagerung von feinem grauen Sand und blaugrauem, feinsandigen Ton (Schlick) in auskeilenden, dünnen Lagen. Beide sind reich an Holzresten, teils kleineren Bruchstücken von Ästen usw., meist in Lagen angereichert, teils auch einzelnen größeren Stammstücken, alle durch eine beginnende Inkohlung im feuchten Zustand braunschwarz, im trockenen dagegen hellbraun bis graubraun gefärbt. Die Schichten unter dem Baumbett fallen flach (ca. 10 Grad) gegen SE ein, es scheint eine Einschwemmung in einen flachen Tümpel vorzuliegen.

Abb. 6 stellt die ausgebagerte Böschung (Südufer) des Ritscheinbaches mit dem Stammstumpf dar. Der Stamm ist von der schlickig-sandigen Schichtfolge hier vollständig bedeckt und ragte offenbar gegen Norden aus ihr heraus. Über diesem Horizont folgt von etwa 3,20 m bis 2,00 m Tiefe ein braun und graugrün marmorierter, stark fleckiger Aulehm; von 2,00 m bis etwa 0,60 m ein brauner, nur schwach sandiger Aulehm und darüber, von 0,6 m bis zur Oberfläche ein brauner, ziemlich dichter Aulehmboden. Dieser ist 1 m tief stark durchwurzelt, darunter alte Wurzelröhren bis 3 m Tiefe. Dieser Aulehm liegt ohne Übergang auf den sandig-schlickigen Schichten, deren schwache Schrägschichtung eine Diskordanz ihm gegenüber vortäuscht.

Die Sand-Schlick-Schichten sind reich an Holzresten, die aber nicht systematisch untersucht wurden und teilweise, im Gegensatz zum Eichenstamm, stark zerstört sind.

Nach Angaben der Bauleitung dürften in 5 bis 5,5 m Tiefe noch größere Mengen harter Stämme liegen, da einzuschlagende Piloten an mehreren Stellen nicht eindringen konnten, bzw. schiefgetrieben wurden. Verschiedene Erfahrungen scheinen dafür zu sprechen, daß diese Stämme, ebenso wie der gefundene Eichenstamm, von S nach N liegen. Wie dieser an seinen jetzigen Platz kam, ob er als Aubaum an Ort und Stelle seines Sturzes konserviert wurde oder im Zuge eines Hochwassers eingeschwemmt worden ist, würde vielleicht eine Gra-

bung in Richtung seines Wurzelsystems klären können. Der feinsandig-schlackige Charakter der ihn umschließenden Sedimente läßt aber erstere Möglichkeit, nämlich daß er in ein ziemlich stagnierendes Gewässer gestürzt ist, wahrscheinlicher sein.

Eine Probe des Holzes wurde von uns bald nach seiner Bergung zur Altersbestimmung an das Radiuminstitut nach Wien eingesandt, das Ergebnis liegt aber leider noch nicht vor. Herr Doz. Dr. RÖSSLER, der unabhängig davon das Material paläobotanisch untersuchte und vom C<sub>14</sub>-Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern auch bereits die Altersbestimmung in Händen hat, wird die Ergebnisse im nächsten Band der Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark veröffentlichen. Er hat mir gestattet, seine Arbeit (W. RÖSSLER, C<sub>14</sub>-Datierung zweier Eichenhölzer (*Quercoxyla*) aus der Steiermark) hier zu zitieren und seine Ergebnisse zu verwerten. Ihm sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Demnach liegt mit großer Sicherheit der Stamm einer Stieleiche (*Quercus conf. robur*) vor. Wenn auch die holzanatomischen Befunde diese Bestimmung nicht ganz sicher zulassen, so spricht das Vorkommen in der Aulandschaft doch am ehesten für *Quercus robur*, die Stieleiche. Das Alter des *Quercoxylons* wurde mit  $1530 \pm 80$  Jahren bestimmt, ist also älter als die Holzreste vom Laßnitztal und von Welten.

#### d) Zusammenfassung

Es wurden holozäne Holzreste aus dem Laßnitztal, dem Raabtal und dem Ritscheintal geborgen, ihre Lagerung profilmäßig erfaßt, und ihr nach der C<sub>14</sub>-Methode an anderen Orten bestimmtes Alter bekanntgegeben.

- a) Erlenholz aus dem Laßnitztal bei Gussendorf, ca. 3,50 m Überlagerung, Alter  $935 \pm 75$  Jahre.
- b) Eichenholz von Welten im Raabtal, ca. 2,20 m Überlagerung, Alter  $1180 \pm 70$  Jahre.
- c) Eichenholz von Gillersdorf im Ritscheintal, ca. 3,50 m Überlagerung, Alter  $1530 \pm 80$  Jahre.

Es hat sich also im Laßnitztal in rund 1000 Jahren eine Sedimentmächtigkeit von rund 3,5 m gebildet, wogegen im Ritscheintal dazu etwa 1500 Jahre notwendig waren. ROLLE erwähnt schon 1856, daß im Laßnitztal eine langsame und stete Bodenerhöhung im Zuge der Überschwemmungen stattfindet. Wie sich bei Ausgrabungen an römischen „Hausgrundlagen“ unweit St. Florian ergeben habe, müsse man dort mit 2—3 Fuß (0,7—0,95 m) in den letzten 1500 Jahren rechnen. Herr Ob.-Baurat Dipl.-Ing. DUB teilte mir dazu mündlich mit, daß am „Römerbrunnen“ bei Löffelbach bei Hartberg eine römische Siedlung 3—4 m unter dem heutigen Niveau freigelegt worden sei, wobei eine so mächtige Verschüttung natürlich auch auf lokal stärker wirkende Vorgänge zurückgeführt werden kann.

## II. Allgemeiner Teil

Von A. Winkler-Hermaden

### Vorbemerkung

Die vorliegende Studie ist unmittelbar veranlaßt durch Holzfunde in holozänen Ablagerungen des Laßnitztales und des Raabtales, deren Untersuchung nach der C<sub>14</sub>-Methode im 2. physikalischen Institut (C<sub>14</sub>-Laboratorium) der Universität Heidelberg freundlicher Weise durchgeführt wurde. Im mittleren

Laßnitztal wurde bei Untersuchungen der neuen Aufschlüsse, die durch die Regulierungsarbeiten im Jahre 1961 entstanden waren, von mir das Auftreten von Baumstämmen und Holzresten in den jungen Sedimenten holozänen Alters der Talfüllung festgestellt. Herr Prof. Dr. K. SCHOKLITSCH hat die Proben dort, unter aller gebotener Vorsicht, entnommen. Die Probe aus dem Raabtal bei Welten wurde bei einer gemeinsamen Quartär-Exkursion von letzterem geborgen, während das Holz von Gillersdorf und seine Lagerungsverhältnisse von Herrn Prof. Dr. SCHOKLITSCH bei zweimaligem Besuch erfaßt wurden. Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Carl Otto MÜNICH, Leiter des C<sub>14</sub>-Laboratoriums der Universität Heidelberg, für die Mühe, die er sich mit der Untersuchung der von uns übersendeten 2 Proben gemacht hat, welche, wie schon im ersten Teil angeführt, zu eindeutigen Altersbestimmungen geführt haben.

Herrn Direktor Dr. Robert JANOSCHEK, Vorstandsmitglied der RAG, danke ich für die Möglichkeit, in die Bohrungen im steirischen Quartär Einsicht nehmen zu dürfen.

### *1. Einige Bemerkungen zu den bisherigen Holozänforschungen in den steirischen Hügeln und Tallandschaften*

Nachdem schon einer der ersten Erforscher der weststeirischen Tertiärlandschaften, Friedrich ROLLE (1857) auf die Bedeutung der Auenböden und der auf ihnen fortdauernden Anschwemmungen an der Mur und einigen ihrer Seitentäler verwiesen hatte, war es V. HILBER (1893 und 1912), welcher sich auch mit den jüngsten quartären Ablagerungen speziell an der Mur beschäftigte und das „alluviale Alter“ der untersten Stadtbodenstufe festgelegt hat. Es war dann E. CLAR (1931), welcher sich auch mit den jüngsten Alluvionen im Boden von Graz befaßte.

In meiner monographischen Darstellung: „Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete“ (A. WINKLER-HERMADEN 1955) habe ich im II. Hauptabschnitt (S. 3-21) das Holozän besprochen. An der untersteirischen Mur wurde im Leibnitzer Feld und an der Mündung des Laßnitzflusses in dieses auf Grund von Bohrungen die Sohle der jüngsten Aufschwemmungen bis über 10 m unter dem mittleren Flußspiegel gelegen festgestellt. Auf der talabwärts anschließenden längeren Talstrecke zwischen dem Leibnitzer, dem Murecker und dem Radkersburger Feld konnten ähnliche Werte der Mächtigkeit der holozänen Aufschüttungen im heutigen und ehemaligen Auenbereich an der Mur ermittelt werden. Als eine höhere Teilflur des Holozäns wurde eine im südöstlichen Leibnitzer-, im Mureck-Abstaller und Radkersburger Bereich des steirischen unteren Murtales um ca. 2 m über dem Auenboden gelegene Schotterflur aufgefaßt. Letztere ist bereits um einige m eindeutig in ein Terrassenniveau eingesenkt, welches mit der Spätwürmzeit parallelisiert wurde. Die heutige Auenflur an der Mur in der Mächtigkeit oben gekennzeichnet, wurde einer *jüngeren Teilphase des Holozäns* (S. 6) zugeordnet. Es ist hiezu zu bemerken, daß damals — die Arbeit wurde übrigens in endgültiger Fassung schon 1951/52 fertiggestellt — über die Abgrenzung des Pleistozän vom Holozän noch keine allgemein anerkannte Auffassung bestanden hat, wovon natürlich auch die Zuweisung der oberen Teilstufe noch zum „Alluvium“ maßgeblich beeinflußt war. (Siehe auch meine Bemerkung 1955, S. 165, Anm. 95).

Eingehend wurde ferner das Holozän an der Laßnitz besprochen. Insbesondere konnten, auf Grund der von mir angeregten systematischen Abbohrungen des Talbodens an der Laßnitz und ihrer Darstellung durch K. BISTRITSCHAN (1940) und unter Auswertung artesischer Bohrungen, Mächtigkeiten der holo-

zänen Talfüllungen von 8 bis über 10 m festgestellt werden. Es ergaben sich als bedeutungsvolles Resultat für die jüngste Talgeschichte im Mur- wie im Raabgebiet die Existenz einer einheitlichen und namhaften Schurfphase an der Basis des Holozäns (jüngere Teilstufe im Sinne damaliger Gliederung), ferner der ganz einheitliche Schichtaufbau unter den Auenböden und Anzeichen für eine Weiterbildung einer tektonisch veranlaßten Talungleichseitigkeit an der Mur und deren Nebentälern (S. 29) noch während des Holozäns. Aus Beobachtungen im Laßnitztal wurde geschlossen, daß die Ausfurchung der holozänen Talrinne (Auenflur), nach den erbohrten, von BISTRITSCHAN mitgeteilten Talquerprofilen, jeweils in Form einer nur schmalen Rinne eingesetzt hatte. Erst durch Seitennagung des im Beginne und im Laufe seiner Aufschüttung begriffenen Flusses wurden die, stellenweise auch an den Seitentälern der Mur, bis 1 km breiten Talauen des Holozäns gebildet. Im Talboden der Mur selbst erfolgte im Holozän ganz vorwiegend eine andauernde Schotteraufschüttung, aus der Obersteiermark über Graz bis über die Grenzen Österreichs in das Übermurgebiet hinein, nur stellenweise mit Lehmbedeckungen versehen. An den Nebenflüssen der unteren Mur fand jedoch im Hauptteil ihrer Laufstrecken über basalen Schottern und Kiesen eine Sedimentation von Aulehmen und Feinsanden statt. Dies gilt besonders auch für das Laßnitztal, an welchem letzterem auch noch gegenwärtig durch die mäandrierenden Gewässer bei den Hochwässern die Aulehme sedimentiert werden. Ein Transport der Schotter findet heute und fand auch während des jüngeren Holozäns überhaupt nur in den schmalen Flußbetten selbst statt. Der Entwicklungsgang im „jüngeren Alluvium“ erscheint in eindeutiger Weise, ebenso wie der unmittelbar vorangegangene Tiefenschurf, als ein einheitlich verbreiteter Vorgang (1955, S. 25).

Eingehende Belege wurden für im Holozän eingetretene Hangbewegungen im unteren Murbereich und seinen Seitentälern, darunter Großbrutschungen, beigebracht. Sie mögen aber in ihrer Anlage, wie ich 1955 betonte, teilweise schon ins Jungdiluvium zurückreichen. An dem Südrängen der Mur auf der Strecke Leibnitz—Mureck—Radkersburg—Luttenberg (Ljutomer) in den „älteren“ und weitgehend auch noch in der jüngeren Teilphase des „Alluviums“ werden Anzeichen für fortwirkende tektonische Vorstellungen gesehen. Ich bemerkte ferner: Als Ursache für die z. T. schon in der Spätwürmzeit einsetzende und bis ins „Altalluvium“ andauernde zeitweilig unterbrochene Tiefenerosion im Mur-, Raab-, Drau- und Save-system und für die nachfolgende mittel- bis jungalluviale Aufschwemmung kommen entweder nur ganz regional wirkende tektonische Hebungen, bzw. Senkungen, oder ebenso großräumig wirksame klimatische Ursachen, oder schließlich die Auswirkungen eustatischer Verschiebungen, oder — indirekt — des Meeresspiegels (im Schwarzen Meer) in Betracht. Die erste Annahme erscheint als Hauptursache, wenn auch möglich, so doch unwahrscheinlich (1955, S. 26). Bezüglich der Mitbeteiligung eustatischer Schwankungen an der Terrassierung betonte ich ferner ebendort (S. 27): „Diese letzte Deutung, auf die ich als Möglichkeit 1953 verwiesen habe, möge, solange nicht durchlaufende Untersuchungen an den Alluvialböden bis zur Mündung der Donau vorliegen, nur als Anregung gelten.“<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Ich zitiere meine Ausführungen hier wörtlich, da J. FINK, offenbar infolge einer mißverständlichen Auffassung meiner Darlegungen, 1960, S. 264, angegeben hat, ich hätte in meiner Studie von 1955 für die Erklärung der quartären Entwicklung am Ostalpensaum ein von den bisherigen Deutungen ganz abweichendes Entwicklungsbild zugrundegelegt, was nach voranstehenden Zitaten nur in sehr eingeschränktem Sinne Geltung hat, zumal nur die Möglichkeit der Mitwirkung eustatischer Vorgänge zu den tektonischen und klimatischen vorausgesetzt wurde.

Im Jahre 1956 hat V. MAURIN Ergebnisse über neue Bohrungen im Stadtgebiet von Graz nahe der Mur mitgeteilt. Daraus geht hervor, daß die in der „alluvialen“ Flur niedergebrachten Bohrungen eine Schotter-Kiesmächtigkeit von 28 m besitzen. Im Jahre 1959 wurden von J. FINK in seiner Studie „Leitlinien der quartären geologischen und pedologischen Entwicklung am Südostalpenrand“ Auffassungen geäußert, welche von denen des Verfassers dieser Zeilen wesentlich abweichen. Insbesondere stellt J. FINK die „holozänen“ Talerosionen und den schotterigen Anteil ihrer Füllung noch ins Pleistozän. Ein näheres Eingehen auf die hauptsächlich das Pleistozän und nur randlich auch die Entstehung der jungen Talbodensedimente betreffenden Auffassungen soll hier umsoweniger erfolgen, als eine kurze Entgegnung von K. SCHOKLITSCH und mir in dem Anzeiger der österreichischen Akademie der Wissenschaften Wien 1960, Nr. 9, zu einem der strittigen Hauptpunkte bereits veröffentlicht wurde und sich in Bälde Gelegenheit ergeben wird, diesen Fragenkomplex, auch auf Grund neuer Studien, in größerem Zusammenhang zu erörtern. Nur die Bildung der in dieser Arbeit näher behandelten jüngsten Talfüllungen im Mureinzugsbereich des steirischen Beckens soll hier speziell in einer von J. FINK abweichenden Weise zur Darstellung kommen.

Im Jahre 1960 hat H. FLÜGEL in einer Studie „Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes“ sich auch zur Frage der Entstehung der jüngsten Talauftschwemmungen geäußert und deren Beziehungen zur jungquartären, würmglazialen Hauptterrasse bei und unterhalb von Graz (Steinfelder Terrasse, V. HILBERS Flur IX) erörtert. Wie schon mehr oder minder von mir allgemein festgestellt wurde (1955), erscheint die an der Mur näher untersuchte „Unterste Stadtbodenterrasse“ (WINKLER-HERMADEN 1955, S. 59) auch nach FLÜGEL in den Sockel der Würmaufschüttung („Steinfelder Terrasse“) in einem, von Graz nach Süden zu abnehmenden Ausmaß eingetieft. FLÜGEL unterzieht den Schotterkörper der Grazer Steinfeld-Terrasse bezüglich seiner Geröllgrößen und Geröllzusammensetzung einer genauen Prüfung, die tabellenmäßig angegeben wird. Mit dem Schreiber dieser Zeilen sieht er die Entstehung dieses Schotterkörpers und seiner Flur als *würmeiszeitlich* an. Bezüglich des Alters der in dieses Schotterfeld eingesenkten jüngeren Rinnenfüllung besteht insofern eine wesentliche Meinungsverschiedenheit darin, als FLÜGEL die von mir schon als holozän angesehene und vorangegangene Erosionsphase und den tieferen Teil der nachfolgenden Aufschüttung, im Sinne von J. FINK, noch in das (jüngste) Pleistozän stellt. Letztere sei durch einen späten Vorstoß der Würmzeit bedingt.

Zum Abschluß sei die inhaltsreiche Studie von S. MORAWETZ (1960) „Zur Frage der Entstehung der jungdiluvialen Murterrasse“, welche auch in diesem Aufsatz behandelte Probleme teilweise berührt, kurz referiert, so weit sie im nachstehenden Zusammenhang von speziellem Interesse ist. In ihr werden eine ganze Anzahl von Anregungen gegeben, welche auch beim Studium der spätglazialen-postglazialen Terrassen des steirischen Beckensbereichs zu berücksichtigen wären: So die schon von verschiedenen Seiten und übrigens auch von mir vertretene große Bedeutung der glazialen Erosion einerseits und der dazugehörigen Aufschüttungskörper andererseits, die sich, nach S. MORAWETZ besonders am Beginn der Eiszeiten, vor Bedeckung großer Gebirgsanteile durch Eisströme, und dann jeweils beim Schwinden der Vereisungen abgespielt haben. Aber auch während der Hochstände der Eiszeiten hätten sich in den kurzen sommerlichen Schmelzzeiten bedeutende Abschwemmungen und Aufschüttungen vollzogen. Für die Quartärzeit werden ähnliche Niederschlagsmengen wie in der Gegenwart angenommen, wobei jedoch kurzfristige Steigerungen der Wassermengen,

der Transportkraft und damit auch der Aufschüttungen durch die aus den vereisten Gebieten herabsteigenden Gewässer erfolgt wären. Die Ablationsleistungen seien im Gebirge in der Zeit der Abschmelzungsphasen des Spätwürms sehr bedeutend gewesen. Auf Grund vorliegender Darstellungen wird von S. MORAWETZ auch zur quartären Terrassengliederung im unteren steirischen Murbereich Stellung und speziell auf die bezüglichen Verhältnisse an der jüngsten Flur im Stadtbereich von Graz Rücksicht genommen.

## 2) Die holozänen Ablagerungen im Laßnitztal und im anschließenden Murbereich Leibnitz — Radkersburg; ihre Beziehungen zu den jungen Pleistozänbildungen

### a) Allgemeines

Die Entstehung der „holozänen“ Talrinnen und ihrer Füllung und ihr Alter ist eine Frage, welche neuestens von verschiedenen Seiten (J. FINK, H. FLÜGEL und dem Verfasser dieser Zeilen) verschieden beantwortet wurden. Zur Klärung dieses Problems sollen die an mehreren Flußläufen unmittelbar von uns gewonnenen Anhaltspunkte beschrieben werden, welche eine Prüfung der in meinen Ausführungen vom Jahre 1955 gegebenen Erklärungen, auch durch neue Feststellungen und an der Hand des in dieser Arbeit festgelegten Alters von Holzresten in zugehörigen Schottern, ermöglichen. Es sei im folgenden betont, daß die in diesem Teilabschnitt beschriebenen Rinnenfüllungen schon im Jahre 1955 von mir in zwei, zeitlich aufeinanderfolgende Ablagerungen — ineinandergeschaltet — aufgegliedert wurden: in die damals als *Jungholozän* betrachteten *unteren Talrinnenbildungen* und in die als *Altholozän* aufgefaßten, nur einige Meter höher gelegenen Schotterfelder, welche sich speziell im Talbereich unterhalb von Leibnitz, über jenen von Mureck und Radkersburg hinaus, sich noch ein Stück weit über die Grenzen Österreichs erstrecken. Die Einreihung der letzteren in das Altholozän (und *nicht* in das Pleistozän) erfolgte nicht nur wegen ihrer engen räumlichen Beziehungen zu dem eindeutig holozänen Talböden, sondern besonders deshalb, weil im Zeitpunkt der Abfassung meiner Studie die Grenzziehung zwischen Pleistozän und Holozän noch nicht, wie gegenwärtig, eindeutig vorgenommen, sondern noch als kontrovers betrachtet wurde. Insbesondere weil die Frage der Zugehörigkeit der späteren würmzeitlichen Rückzugsphasen (Bühl-Schlermstadien, bzw. der Allerödschwankung), noch zum Pleistozän oder schon zum Holozän, verschieden gedeutet wurde. Da nunmehr erstere Auffassung allgemeine Anerkennung findet, so muß bei Zugrundelegung der in P. WOLDSTEDT (1960) festgelegten Nomenklatur, die seinerzeit als altholozän gedeutete, höhere Flur noch ins allerjüngste Pleistozän gestellt werden.

### b) Feststellungen im Laßnitztal und an dessen Mündungsbereich ins Murtal

Die Bestimmung der fossilen Holzfunde unterhalb von St. Florian im Laßnitztal, über welche in dieser gemeinsamen Mitteilung K. SCHOKLITSCH berichtet hat, zeitigte das eindeutige Ergebnis, daß die junge Talfüllung, welche nach den von mir seinerzeit angeregten Abbohrungen von Talquerprofilen, unter der Überwachung durch K. BISTRITSCHAN (1940), und einigen neuen Bohrungen der Rohölgewinnungsgesellschaft in einem eng begrenzten Teil des Laßnitzgebietes, unterhalb von St. Florian, Mächtigkeiten bis zu über 10 m, bzw. 12 m, aufweist. Es zeigt sich hier, wie an allen übrigen Seitentälern der Mur im steirischen Beckenbereich, eine prinzipiell gleichartige Folge der Sedimente: An der Basis grobes Material, meist Kiese und Schotter, darüber in Wechsellagerung

sandige Tone (Lehme) und schließlich als Hangendes feinsandige Aulehme. Diese letzteren werden an der Laßnitz und an anderen west-oststeirischen Nebenflüssen der Mur meist alljährlich, speziell an der Laßnitz sehr häufig auch mehrmals im Jahre durch Hochwasser als ein den Talboden jeweils erhöhender Schlick abgesetzt. Bei den so häufigen Inundationen des Laßnitztales und den von diesem Flusse besonders reichlich mitgeführten Sinkstoffen war anzunehmen, daß im Talboden mit einem raschen Wachstum der Ablagerungen zu rechnen ist. Das bestätigen, außer den schon von Dr. K. SCHOKLITSCH herangezogenen Angaben von F. ROLLE (1857) über die Tiefenlage der Fundamente römischer Baureste bei St. Florian, die mit der C<sub>14</sub>-Methode erzielten Untersuchungsergebnisse des Alters des in einer Tiefe von 3½ m eingebetteten Holzrestes, welche ein solches von knapp unter 1000 Jahre ergeben haben.

Aus den von BISTRITSCHAN beschriebenen Holozänprofilen, auf Grund von ca. 50 systematischen Bohrungen im Laßnitztal, geht hervor, daß die Erosionsphase, welche der jüngsten Talauftschwemmung vorangegangen war, nach der Einheitlichkeit des Größenausmaßes im Tiefenschurf eine einheitliche und sehr gleichmäßige gewesen war. Aus der Gleichartigkeit der Profile und insbesondere der überall erfolgenden Zunahme der Grobkörnigkeit von unten nach oben auf der gesamten, untersuchten Flußstrecke wird deutlich, daß in der Tieferlegung der Talsohle und in der nachfolgenden Akkumulation ein einheitlicher letzter Erosions- bzw. Sedimentationszyklus des Quartärs zum Ausdruck kommt. Es sei darauf verwiesen, daß auch die Mitte der 50er-Jahre ausgeführten Bohrungen der Rag in dem Abschnitt des Laßnitztales zwischen Zehndorf und Leitersdorf (5 Bohrungen im Talboden in Seehöhen zwischen 290 und 288 m) und im einmündenden Staintal (5 Bohrungen zwischen 290 und 287 m Seehöhe), sämtliche durch das Holozän, dieselben einheitlichen Profile ergeben haben. Die Mächtigkeit der erbohrten Sedimente betrug im Laßnitzboden bis 12 m, im Staintal bis 7 m. Die Aufeinanderfolge ist so gleichmäßig und einheitlich und die allmähliche Zunahme der Schotter-Sandkomponenten, nach Korngröße und Mächtigkeit, in den talaufwärts gelegenen Talquerprofilen (K. BISTRITSCHAN 1940) so eindeutig, daß an der engen zeitlichen Zusammengehörigkeit der einzelnen Horizonte in den Schichtprofilen nicht zu zweifeln ist. Ein jüngstpleistozäner Schotter wurde erst bei einer 4—6 m über dem Talboden angesetzten Bohrung, bei Leitersdorf, angetroffen, welche offensichtlich die Basis eines nächstälteren, bereits pleistozänen Auftrags anzeigt.

Ein deutliches Bild der Lagebeziehungen der pleistozänen Würm- und Spätwürmschotter zur holozänen Talfüllung ergibt sich im Ausmündungsbe- reich der Laßnitz in das nordwestliche Leibnitzer Feld. Wie aus Abb. 4 hervor- geht, liegt die Sohle der großen Würmaufschüttung, welche als Fortsetzung des Steinfelder Niveaus (Niv. IX v. V. HILBER) im Grazer Feld anzusehen ist, zwi- schen Obertillmitsch und Leibnitz knapp über dem Normalwasserspiegel der Laßnitz, wobei die miozänen Tone im Flußbett etwa 6—7 m unter der Ober- fläche der Hauptwürmschotterplatte aufgeschlossen sind. Darunter in der Talaue der Laßnitz niedergebrachte Bohrungen, deren Ansatzpunkt demnach knapp unterhalb des Normalwasserspiegels erfolgt ist, ergaben im Raum von Ober- tillmitsch bei Bohrung Nr. 1 eine Mächtigkeit des Holozäns bis 11 m, bei Boh- rung 2 eine solche von mindest 9 m. Es liegt demnach an diesem Westsaum des Leibnitzer Feldes die Sohle der Holozänrinne, trotz großer Nähe des auf- tauchenden Randes der paläozoischen Sausalschiefer, mindestens 11—12 m, wahrscheinlich noch etwas mehr, unterhalb der Basis der Hauptwürmvorschüt- tung. Nach eigenen Begehungen an der Laßnitz im Raum des nordwestlichen

Leibnitzer Feldes (bei Jöb bis Ostrand von Lang), woselbst (1940) auch etwa 10 m mächtige holozäne Sedimente unter dem Auenboden festgestellt wurden, befindet sich die Basis der jüngerpleistozänen Terrassenaufschüttung, die ich in dem genannten engen Raum nunmehr als Rißschotter auffasse, noch um einige Meter höher über dem Fluß als bei Obertillmitsch.

Nun schaltet sich im südlichen Leibnitzer Feld an die Hauptwürmterrasse als obere von 2 Teilfluren ein tieferes Niveau an, welches in seiner Bildung einer späten Phase des Würms zuzuordnen sein wird. Es ist dies die Flur von Wagna, welcher. muraufwärts — durch unmittelbare Verbindung damit verknüpft, — jene von Bachsdorf—Untergralla (obere Häuser) — Leitring, die ca. 4 m unter der Hauptflur gelegen ist, am Westufer der Mur entspricht. Ich hatte diese letztere Flur (und ihr angenommenes Äquivalent im Grazer Feld), schon 1955 (S. 37/38) einer Spätwürmphase zugeordnet, welche noch älter wäre als das „Schlernstadium“. Nach der Sachlage im Leibnitzer Feld muß angenommen werden, daß auch die Basis dieser Zwischenterrasse noch wesentlich höher gelegen ist als jene der jüngsten Aufschwemmung, da sie sich eng noch an die Hauptwürmterrasse anschließt und dieser sich bei Leibnitz annähert. Ihre Oberfläche, durch einen Gehängeknick von der Hauptterrasse abtrennbar, ersetzt diese im südlichsten Teil des Leibnitzer Feldes, im Raum von Wagna.

*Die Mächtigkeit des Holozäns* ist durch neue Bohrungen an der Mur, im Raum südöstlich von Leibnitz, aber vorwiegend nur in den unmittelbaren Randpartien zum miozänen bzw. pleistozänen Randsaum des Auenbereiches, ermittelt worden. Bei Gabersdorf am linken Murufer, schon sehr nahe dem aufsteigenden Tortonsockel, ergab sich eine Mächtigkeit der Holozänfüllung von 5,6 m, bei der Landschabrücke in Wagna, am linken Murufer, im Auenboden angesetzt, nur durch den Fluß von der Spätwürmterrasse (Terrasse von Wagna), die dort aufsteigt, getrennt, eine solche von 4,4 m. Weitere Bohrungen zwischen Ehrenhausen und Spielfeld, unmittelbar gegenüber den noch am Ufer anstehenden Miozänablagerungen, ergaben solche bis 4,5 m. In diesem randlichsten Abschnitt des Holozänbodens zwischen Landschabrücke und Spielfeld erreicht demnach das Holozän Mächtigkeiten bis ca. 5 m Tiefe.<sup>1)</sup>

Daß die untere Rinnenflur im Raume zwischen Landschabrücke, Unter-Vogau, Ober-Vogau, Auerboden (südöstlich von Leibnitz) eine selbständige, jüngere Flur bildet, auch gegenüber der bei Wagendorf darüber aufsteigenden „Wagna-Terrasse“ (Spätwürm-Schotterterrasse), ergibt sich daraus, daß ihre Oberfläche um ca. 7 m tiefer gelegen ist als diese. Denn vergleicht man die Höhenlage der letztgenannten mit der „Wagna-Terrasse“, auf gleicher Höhe westlich der Mur, so ergibt sich eine völlige Übereinstimmung.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, erscheint im Nordteil der breiten Murtalung südöstlich von Leibnitz, über Straß, Mureck-Nord, Halbenrain Radkersburg-Nord, eingesenkt in die vorerwähnte Spätwürmterrasse noch eine tiefste Terrassenflur (Abb. 6), welche nur ca. 2—4 m über den Auenböden gelegen ist. Die Ausdehnung dieser ist — gemessen in der Richtung senkrecht zum Murtalboden — in einigen Talquerschnitten nicht unwesentlich größer (breiter), als jene der Holozänflur, wie es im ausgedehnten Raum zwischen Leibnitz und Mureck-Nord der Fall ist. Allerdings wird hier der die Auenlandschaft noch etwas überragende Talboden durch die breiten Alluvialflächen der vom nördlichen Hügelland absteigenden Bäche vielfach unterbrochen. Zwischen Mureck und Radkersburg und östlich davon dominiert hingegen die

<sup>1)</sup> Bei einer neuen Bohrung bei Altgralla, NNO v. Leibnitz, wurde der tertiäre Untergrund bei ca. 9 m erreicht. (Mitteilung von Herrn Doz. Dr. Zörl).

räumliche Ausdehnung der holozänen Talfüllung über jene der vorgenannten, niedrigsten Schotterflur. Es hat sich bei unseren Feststellungen im Murtalboden zwischen Spielfeld und Mureck eindeutig ergeben, daß dort — auch nach Angaben alter Einwohner — an den Steilgehängen zur Mur noch im letzten halben Jahrhundert, natürlich noch mehr im Holozän, mit einer bedeutenden Südverlegung der Hänge der Windischen Büheln und damit mit einem Südwandern der Mur zu rechnen ist.

Die Mächtigkeit dieser, abgesehen von der holozänen Talfüllung, jüngsten Terrassenaufschüttung dürfte bei Straß, nach eingezogenen Erhebungen, bis 6 m betragen. Dieses niedrige Schotterfeld überschreitet ostwärts die österreichisch-jugoslawische Grenze und tritt, allmählich an Höhe abklingend, in das Übermurgebiet (Prekmurje) ein. Diese Terrassenflur kann, als jüngstpleistozänes Glied, vielleicht als Ausstrahlung des Gletschervorstoßes im Schlernstadium („Schlußzeit“ O. AMPFERERS) angesehen werden.

Die in die Spätwürmzeit eingeordnete Terrasse des südlichen Leibnitzer Feldes (Wagna-Terrasse), als deren Äquivalente die Flur bei Gabersdorf — bis Wagendorf (Schotterflur) am linken Murufer angesehen wird, sinkt weiter östlich, bei St. Veit—Hainsdorf (nördlich von Mureck), mit ihrer Oberfläche schon unter die jüngste, pleistozäne Aufschüttung ab. Es ist zu vermuten, daß erstere in diesem Bereich in der Mächtigkeit schon stark reduziert ist.

3) Die holozänen Ablagerungen im Murbereich zwischen Graz und dem Nordrand des Leibnitzer Feldes (*bei Lebring—St. Georgen an der Stiefing*).

a) Die holozänen Ablagerungen und ihre Beziehungen zu den Würmaufschüttungen im südlichen Stadtgebiet von Graz bis Kalsdorf.

Im Stadtgebiet von Graz sind zahlreiche Bohrungen, besonders im Interesse der Wasserversorgung, durchgeführt und hiebei zahlreiche exakte Feststellungen über die Terrassierung und den Aufbau der Fluren gemacht worden. Auf die Resultate hat schon H. FLÜGEL (1960) im allgemeinen hingewiesen und einige Einzelheiten darüber mitgeteilt. Eine eingehendere Befassung mit Problemen der Wasserversorgung von Graz hatte eine genaue Durchsicht der vorhandenen Bohrresultate zur Folge. Die Ergebnisse sind, unter Verwertung von 8 Bohrprofilen im Schutzbereich des Wasserwerksgebiets, welche sich auf das am Südrande der Stadt befindliche Wasserwerk Lebern beziehen, auf Abb. 1 dargestellt.

Die Bohrungen zeigten eindeutig, daß in die tieferen Teile der das Grazer Feld erfüllenden Würm-Hauptaufschüttung („Steinfeld-Terrasse“, Niv. IX V. HILBERS) und darunter im ganzen Stadtgebiet und, auf Grund systematischer Bohrungen der Rohölgewinnungs-A.-G., auch im südlichen Grazer Feld, über Kalsdorf und über Wildon zum Leibnitzer Feld eine einheitliche und tiefere Rinne eingekerbt ist. Diese besitzt an ihrer Oberfläche, welche dem bis vor die erfolgte Murregulierung allenthalben überschwemmten Talboden entspricht, im Stadtgebiet von Graz selbst eine Breite bis zu 1 km, erweitert sich gegen Kalsdorf zu auf eine solche von über 1 km. Die Rinnenfüllung, deren Oberfläche vielfach noch eine Auenlandschaft trägt, besteht aus Grobschottern und nur untergeordnet aus Sanden.

Die Mächtigkeit der Füllung beträgt bei den Bohrungen des Wasserwerks Lebern, von welchen mir in 4 Fällen genaue Profile vorlagen:

Bohrung VII: 19,36 m Holozänfüllung

Bohrung V: 20,60 m Holozänfüllung

Bohrung III: 18,10 m Holozänfüllung

Bohrbrunnen 8: 18,43 m (unter 1,20 m Schotter mit Erde).

Die Durchschnittstiefe der Rinne beträgt daher mindestens 20 m. Nach V. MAURIN (1956) wurde im mittleren Stadtgebiet von Graz eine Rinnentiefe von 25 m ermittelt.

Beim Wasserwerk Lebern (Südrand von Graz) befindet sich die Basis der Schotterrinne um 10,80 m tiefer als jene der sie unmittelbar begrenzenden Würm-Hauptaufschüttung. Ihre Oberfläche ist ca. 6 m oberhalb letzterer gelegen. Der Höhenunterschied zwischen der Oberfläche der Würm-Aufschüttung (Steinfelder Niveau) und jener des Auenboden (holozäne Aufschüttung) beträgt 10 m. Die Mächtigkeit der *Würmaufschüttung*, welche sonach einer wesentlich höher gelegenen Terrassen-Flur entspricht, kann, auf Grund von 3 Bohrungen, welche nahe dem Wasserwerk Lebern niedergebracht wurden, im Durchschnitt mit 19 m angegeben werden. Die *Unterfläche der Würmterrasse* des Grazer Feldes ist im allgemeinen auf weite Ausdehnung hin — unbeschadet auch des Auftretens von flachen Wellen, eine erstaunlich gleichmäßige, sich flach nach Süden absenkende (siehe Abb. 1).

Eine an der Westflanke des holozänen Murbodens die Würmhauptterrasse begleitende Vorterrasse ist um ca. 3—4 m in erstere mit ihrer Flur eingesenkt. Sie kann als talaufwärtige Fortsetzung der Vorterrasse am Südsaum des Grazer Feldes und weiters jener am Ost- und Südsaum des Leibnitzer Feldes (Terrasse von Wagner) aufgefaßt werden. Die Breite des jungquartären Würm-Schotterfeldes, einschließlich seiner erodierten Teile im Bereiche der holozänen Rinne, beträgt am Südende von Graz bis etwa 6 km, nördlich von Kalsdorf 8 km, verschmälert sich aber rasch gegen den Durchbruch durch die miozänen Lithothamnienkalke bei Wildon auf eine Breite von nur 1 km. Am rechten Gehänge des Würmschotterbodens wird dieser durch drei mittelquartäre Flurensysteme überhöht, von denen das obere, die „Kaiserwaldterrasse“, den mächtigsten Aufbau und auch noch eine relativ ausgedehnte Erhaltung der Fluren aufweist. Die linken, ostseitigen Murbodengehänge werden in dem Raum von Graz-Süd bis Wildon fast ausschließlich von jüngstquartären Schottern und dann von sarmatischen und tortonischen Ablagerungen des Miozäns gebildet. Eine Trennung innerhalb des Schotter-Sandkörpers der Haupt-Würmaufschüttung des Grazer Feldes läßt eine Teilgliederung in dieser nicht zu. Wohl läßt sich aber am Südende des Grazer Feldes eine Vorstufe (beim Bahnhof Werndorf beginnend) und darunter noch ein tiefstes Niveau, wie im Leibnitzer Feld, abgliedern.

b) *Querschnitt durch den jungen Ablagerungsraum an der Mur bei Kalsdorf—Fernetz* (Abb. 2).

Nach den das Murtal unmittelbar nördlich v. Kalsdorf querenden RAG-Bohrungen wurde das Profil Abb. 2 gezeichnet, auf das auch H. FLÜGEL (1959) Bezug genommen hatte. Die größte Tiefe der holozänen Schotterrinne beträgt, im Bereich der tiefsten Einkerbung, 16 m unter der Auenoberfläche. Die Mächtigkeit der Rinnenfüllung hat somit von Graz-Süd bis unmittelbar nördlich Kalsdorf um ca. 4 m abgenommen. Sie liegt in dem Talquerschnitt nördlich von Kalsdorf bei 317 m Seehöhe. Die Mächtigkeit der *Würmschotterdecke* bleibt, nach den Bohrungen beurteilt, von Graz-Süd bis Kalsdorf im allgemeinen kaum verändert (Stärke etwas über 20 m), im westlichen Teil des Grazer Feldes um 19 m; wohl aber ist, wie bereits H. FLÜGEL (1960, S. 54) angegeben hat, eine seichtere Rinne an der Basis des Hauptterrassenschotters bis zu einer Tiefe von 6 m eingesenkt. Im Bereich dieser erreicht dann die Schotterdecke eine Mächtigkeit bis 26 m. Die Entstehung dieser Rinne ist leicht deutbar, die Unterlage des Grazer

Schotterfeldes (Steinfelder Niveau) zeigt — von vorerwähnter Rinne abgesehen — eine geradezu erstaunliche Gleichförmigkeit der Auflagerungsfläche auch in dem herangezogenen, quer zum Talboden verlaufenden Schnitt. Dies ist nur dadurch erklärbar, daß, vor Beginn der Akkumulation, eine, weitgehend durch Lateralerosion geschaffene, sanft geneigte, in den tertiären Untergrund eingearbeitete Talebene vorhanden war. Das Flußbett selbst aus dieser Zeit dürfte aber einige Meter in die große Schotterflur in schmaler Rinne eingesenkt gewesen sein.

Der Auffassung von H. FLÜGEL, daß diese Rinne unter der Würmaufschüttung noch einen Einfluß auf die der Aufschwemmung später nachfolgende Talerosion im Murbereich bei Fernitz—Kalsdorf ausgeübt und die Einseitigkeit des Talquerprofils bedingt hätte, indem sie dieser, nunmehr schon verschütteten Rinne zugestrebte wäre, kann ich mich nicht anschließen. Bei dem treffend von H. FLÜGEL hervorgehobenen Gegensatz zwischen dem westlichen Steilgehänge und dem terrassierten und stufenförmig gestalteten Ostgehänge der Mur im Profilschnitt von Kalsdorf—Fernitz handelt es sich, meiner Auffassung nach, um eine Erscheinung, die mit der nach der Hauptaufschüttung der Würmzeit eingetretenen Seitenverlegung nach Westen des sich tieferlegenden Talbodens zusammenhängt. Hierbei können zwei Terrassenstafel, auch schon von H. FLÜGEL angedeutet, am Gehänge östlich der Mur als spätglaziale Erosionsleisten, von Schottern bedeckt, angenommen werden. Für die Deutung dieser Terrassenreste ist die auf Grund der Bohrungen von H. FLÜGEL hervorgehobene Tatsache von Bedeutung, daß diese Stufung der Gehänge bzw. die bezüglichen Hangknicke auch, und zwar noch ausgeprägter, in dem Tertiärsokkel der jungen Quartärablagerungen sich zum Ausdruck bringen. Dadurch erscheint eine Identifizierung dieser beiden Niveaus als Teil der großen Hauptwürmaufschüttung kaum möglich, wohl aber ihre Zugehörigkeit zu in erstere eingebauten, jüngeren, spät-würmglazialen Aufschüttungen. Das Niveau um 320 m Seehöhe könnte mit H. SPREITZERS späterem Würmvorstoß zusammenhängenden Aufschüttungen parallelisiert werden, während das tiefere (um 423 m) als jüngstpleistozäne Flur dem Schlernstadium gleichgesetzt werden könnte. Dem Abschluß der Hauptwürmaufschüttung (Steinfelder Niveau) zuzurechnende Schotterreste wären dann erst bei Hausmannstätten in Seehöhen um 320 m zu suchen. Die Ursache für die Asymmetrie des Murtalbodens zwischen Hausmannstätten—Fernitz—Kalsdorf kann vermutlich in den nach Westen gerichteten, abdrängenden Einflüssen der bei den Hochwässern stark anschwellenden Bäche, die aus dem östlichen Tertiärgelände herabsteigen, des Raababaches und besonders des Ferbesbaches, gesehen werden. Der letztere ist gegenwärtig — gegensätzlich zu seiner Laufrichtung bei und oberhalb von Hausmannstätten, — nach dem Austritt auf den terrassierten Murboden ganz auf das östliche Tertiärgehänge herangedrängt und deutet damit, offenbar noch gegenwärtig, die seitliche Erweiterung dieses Talbodens an.

Im Profilschnitt bei Kalsdorf ist die annähernde Übereinstimmung in der Tiefenlage der Sohle der Holozän aufschüttung mit jener der Basis der wesentlich älteren Hauptwürmakkumulation gewissermaßen zufällig, dadurch bedingt, daß zwischen Graz und Kalsdorf die Basis der postglazialen Aufschwemmung ein Gefälle von nur 3,3 ‰, jene der Würm-Hauptaufschüttung ein solches von 4,7 ‰ aufweist, also gegen Fernitz zu eine Konvergenz beider Sohlen stattfindet. Weiter talabwärts ändern sich im übrigen wieder die Verhältnisse und der Würmtalboden rückt wieder über das Niveau der holozänen Aufschwemmung in die Höhe, (s. Tab. auf S. 150 und Abb. 3).

c) *Die jüngstquartären Ablagerungen im Raum von Wildon-Lebring und im untersten Kainachgebiet.*

Auf die Verhältnisse im Talquerprofil der Mur unterhalb von Wildon (durch Bohrungen belegter Querschnitt von unterhalb der Holzstoff-Fabrik Wildon-Südost, nahe der Mur, bis zum Stiefingtalaustritt aus dem Tertiärhügelland) soll wegen seiner prinzipiellen Bedeutung für die Festlegung des Alters der jüngsten Talfüllung kurz eingegangen werden. H. FLÜGEL hat aus demselben Querschnitt geschlossen, daß die Basis der heutigen Talfüllung zeitlich mit dem Sockel der Würmterrasse identisch sei. Auf Abb. 3 sind auf Grund der Bohrungen die Be-

ziehungen der Würmaufschüttung, welche die Fortsetzung der Würmhauptterrasse des Grazer Feldes darstellt und sich bei Lebring in das Leibnitzer Feld fortsetzt, samt einem darüber aufsteigenden, älteren pleistozänen Niveau, bis zum holozänen Talboden der Stiefing zur Darstellung gebracht. Kurz zusammengefaßt ergibt sich daraus, daß die Basis der postglazialen Aufschüttung im Murtalboden in dem herangezogenen Talquerprofil, ca. 2 km unterhalb von Wildon zum Stiefingtal, 6 m unter die Basis der Würmterrasse eingesenkt ist und auch hier eine Rinne ausfüllt, welche mit ihrer Sohle 11 m unter jener der Hauptwürmaufschüttung und um 16,5 m bis 17 m unter der letzterer zugehörigen *Akkumulationsoberfläche* gelegen ist. Das Profil quert sodann — bei praktisch gleichbleibender Mächtigkeit der Hauptwürmaufschüttung von ca. 11,50 m und einem Sohlengefälle auf einer Erstreckung von 2,5 km bis zum Rand des Talsporns zwischen Murtalboden und Stiefingtal von 1,3 ‰, — bei gleichbleibendem Charakter der Aufschwemmung (Murschotter!) die würmzeitliche Hauptflur. Am nordöstlichen (nordnordöstlichen) Abfall des Vorsprungs zum Stiefingtal wird der Boden des letzteren von der Linie der Bohrungen erreicht, wobei die von Lehmen bedeckte, die Hauptwürmterrasse überhöhende pleistozäne Flur ca. 7 m aufsteigt, während sie über dem Sockel derselben 13 m höher gelegen ist.<sup>1)</sup>

Die Bohrung, welche unmittelbar anschließend an vorgenanntem Hangabfall im Boden des Stiefingtales niedergebracht wurde, ist in dem heute noch weiter wachsenden Holozänboden angesetzt worden und hat unter diesem unmittelbar das Tertiär durchörtert. Es fällt somit hier der Talhang unmittelbar von der Vorwürmterrasse zum holozänen Talboden der Stiefing ab. Diese junge Verschüttung reicht dort von der 294,91 m betragenden Seehöhe des Talbodens beim Bohrpunkt bis zu 12 m hinab (Bohrung F 291 RAG). Die Sohle dieser Akkumulation liegt demnach in 282,91 m Seehöhe, somit rund bei 283 m. Bei der nächst gelegenen Bohrung im Würmschotterfeld, welche von dort ca. 750 m in südsüdwestlicher Richtung abliegt, wurde die Würmsohle in nahezu gleicher Seehöhe (283,22 m) erreicht.<sup>2)</sup>

Schon aus dieser Feststellung geht hervor, daß die Sohle im Schotterbett der Stiefing entstehungsgeschichtlich nichts mit der Basis der Würmterrasse zu tun hat.

In Folge des Umstandes, daß die Stiefing während des Holozäns bei ihrem Austritt in den Murboden einen flachen Schwemmkegel in letzteren aufzubauen genötigt war, um mit der stärkeren, subzentren Akkumulation der Mur gleichen Schritt zu halten, mußte auch eine Verschüttung der vorher entstandenen holozänen Rinne schrittweise talaufwärts erfolgen. Dem stärkeren Gefälle der Stiefing entsprechend, wuchs diese nahezu bis zur Oberfläche der Würmaufschotterung empor.

Man kann den Tatbestand aber auch noch genauer zu fixieren trachten.

Im unteren Stiefingtal zwischen dem Raum östlich von Neudorf (Austritt aus dem Hugel-

1) Sie entspricht nach ihrer Höhenlage, nicht wie H. FLÜCEL annimmt, der Kaiserwaldterrasse, deren Oberfläche am südlichen Grazer Feld um ca. 32 m (!) über jener der dortigen Würmterrasse gelegen ist. Die Sohle der ersteren befindet sich dort um 31—34 m höher, als jener der Steinfelder Flur. Das in Rede stehende Niveau an der Ausmündung des Stiefingtales entspricht vielmehr, nach der Höhenlage seiner Oberfläche und seiner Basis, sowie nach dem Schichtaufbau und der Mächtigkeit der schon am Saume des Grazer und dann an jenem des Leibnitzer Feldes im gesamten unteren Murbereich verbreiteten „Helfbrunnerterrasse“. (WINKLER-HERMADEN 1955, S. 41-51). Ihr Alter ist noch nicht eindeutig gesichert; wahrscheinlich ist sie aber ins letzte Interglazial zu stellen.

2) Bei Berechnung der Tiefenlage der Hauptwürmsohle bei den Bohrungen am Rande des Schotterfeldes (unterhalb des Gehöftes Feldhans) wurde aus den dort vorhandenen jene mit größter Mächtigkeit der Würmverschüttung und demnach größter Tiefenanlage der Würmbasis zum Vergleich mit der Holozänsohle herangezogen.

land) und dem Eintritt in das breite holozäne Auenfeld des Murbodens bei Alla ist übrigens der holozäne Talboden etwa 2 m unter der Oberfläche der Würmaufschüttung, in die er eingeschnitten ist, gelegen. Deutlich tritt die holozäne Talsohle an dem sie begleitenden Auengürtel hervor. Beim Ort Stiefing selbst kommt dieser Höhenunterschied im übrigen auch in der Höhenlage des Terrains, mit 296 m unmittelbar östlich des Flusses und 294 m westlich desselben, zum Ausdruck, wobei der Flußspiegel selbst normal noch um 1 m tiefer gelegen ist. Auch bei der Straßenüberquerung über den Fluß östlich von Neudorf ist dieser Niveauunterschied noch angedeutet. Offensichtlich setzt sich die Würmschotterflur nicht mehr weiter in das Stiefingtal aufwärts fort, wobei es unentschieden bleibt, inwieweit dort eine Ausräumung derselben bei Entstehung der holozänen Furche erfolgt ist oder ein primäres Aussetzen talaufwärts zu verzeichnen ist.

Das ausgedehnte Feld zwischen Wildon—St. Georgen a. d. Stiefing—Gabersdorf—Landschabbrücke entspricht nach seiner, durch einen markanten Abfall gekennzeichneten Abgrenzung gegen die Würm- und Spätwürmfluren des Leibnitzer Feldes und gegen jene bei Alla—Steinfeld—Haslach—Gundersdorf—Ragnitz im Osten einer ausgedehnten holozänen Flur von mehreren km Breite, überall nach vorliegenden Brunnengrabungen, mit einer mindestens bis 10 m mächtigen Verschüttung versehen, was mit den im Mündungsgebiet der Stiefing festgestellten Verhältnissen im Einklang steht.

Für die Beurteilung der Tiefenlage der holozänen Rinne in der Nähe der herangezogenen Bohrung im Würmschotterfeld ist das Gefälle von der Bohrung im Holozän des Stiefingtales (F 290) bis zu ersterer Örtlichkeit in Rechnung zu stellen. Das Gefälle zwischen diesen beiden Punkten läßt sich annähernd aus dem Niveauunterschied der holozänen Rinnenbasis in der Bohrung F 290 im Stiefingtale und in der 2,5 km entfernten im Murfaldoden, südlich von Hart, wo diese in einer Seehöhe von 277,47 m erbohrt wurde, ermitteln. Unter Berücksichtigung der Entfernung der beiden Bohrungen läßt sich das Sohlengefälle der holozänen Stiefingrinne berechnen. In der Nähe der Bohrung am Saum des Würmschotterfeldes wäre darnach die Sohle der Holozänrinne an der Stiefing ca. 280,5 m Seehöhe, somit um 2 m tiefer anzunehmen, als die Rinnentiefe der Würmbasis.

Am Ausgange des Kainachtales in den Murboden bei Weitendorf liegt die Oberfläche der Würmterrasse, welche der Hauptterrasse des Grazer Feldes zuzuzählen ist, knapp unterhalb der darüber aufsteigenden, lehmbedeckten Helfbrunner Flur, in 310 m Seehöhe. Ihre Mächtigkeit beträgt, nach dem Ergebnis der nächstgelegenen Bohrungen bei Wundschuh ca. 17 m, und bei Wildon-SE 10,50 m, sodaß ihre Basis bei Weitendorf mit 290—296 m Seehöhe anzunehmen ist.<sup>1)</sup> Der holozäne Talboden kann im Mündungsgebiet der Kainach, auch auf Grund einer Bohrung, mit seiner Basis in ca. 290 m vermutet werden. Sie liegt also ca. 5 m tiefer, als die Basis der Würmschotter. Somit ist auch hier keine Beziehung zwischen der Sohle der Würmterrasse und jener der „holozänen“ Talfüllung festzustellen.

In einem Profil der RAG-Bohrungen, welches quer über das Kainachtal oberhalb von Weitendorf bei Zwaring verläuft, schaltet sich, hauptsächlich an der nordöstlichen Talflanke, zwischen die Kaiserwaldterrasse (349 m) und den holozänen Talboden (Oberfläche etwa 300 m) über letzterem eine Zwischenterrasse ein, auf welcher die Ortschaften Zwaring und Dietersdorf liegen. Ein etwas höheres Niveau läßt sich aus der kartographischen Darstellung und den Bohrungen noch darüber annehmen. Die Schottermächtigkeit des tieferen Niveaus ist nach dem Bohrprofil 7 m mächtig. Diese Zwischenfluren entsprechen wahrscheinlich in dem höheren Niveau dem Zwischenniveau im Grazer Feld (angeschalteter Terrassenraum am Westgehänge des Murbodens unter Graz und Ni-

<sup>1)</sup> Unter der Annahme einer Würmmächtigkeit von 15 m bei Weitendorf.

veau von Neudorf am Südsaum), während die tiefere Flur mit der südlichsten Terrasse im Grazer Feld, im Winkel zwischen Mur und Kainach, und ihrer ausgeprägten Fortsetzung im Leibnitzer Feld und östlich davon zeitlich gleichgesetzt werden kann. Im holozänen Talboden des Kainachtales (oberhalb von Weizendorf) sind mir keine Bohrungen bekannt geworden.

Die im unteren Kainachtal feststellbaren Erscheinungen sprechen somit ebenfalls eindeutig für ein holozänes Alter der jüngsten Erosionsrinne und ihrer Füllung.

### 3. Zur holozänen Talentwicklung im Murbereich oberhalb von Graz

Neuere, im Interesse der Erforschung der Grundwasserverhältnisse an der Mur oberhalb von Graz durchgeführte Bohrungen haben ergeben, daß sich eine Tiefenrinne aus dem Stadtbereich von Graz bis nach Bruck an der Mur und wahrscheinlich einheitlich bis in das obersteirische Murgebiet weiter hinauf erstreckt. Hinweise dafür ergeben Bohrungen, welche von der hydrographischen Landesabteilung in Graz nördlich von Gratwein durchgeführt wurden und die Felssohle bei 20 m Tiefe noch nicht erreicht hatten, ferner solche nördlich von Stübing, die bisher eine Maximaltiefe von ca. 24 m der Schotterfüllung erkennen ließen, wahrscheinlich aber, nach V. MAURIN, noch tiefer hinabreichen, da nach Bohrungen bei Frohnleiten (H. SEELMEIER, 1944) dort angesetzte Bohrungen Schotter bis ca. 40 m erkennen ließen. Neue Bohrungen beim Kraftwerk Pernegg ergaben ebenfalls die Existenz einer tief unter den Talboden hinabreichenden schottererfüllten Rinne. Schließlich verweise ich auf die von mir beschriebene Talrinnenfüllung im Tal des Donawitzerbaches bei Leoben (1958), welche eine ausgedehnte Schottermasse bis zu 40 m Mächtigkeit ergeben hat. H. FLÜGEL wollte zwar auch letztere in das Pleistozän einordnen. Das ist aber nicht möglich, da die in Rede stehende Rinne tiefer in die viel höher aufsteigende Würmaufschüttung eingesenkt ist und da auch bis in die Gegenwart hinein eine weitere Auffüllung der Rinne durch den Donawitzerbach und seine Zubringer erfolgt. Es ist aber möglich, daß eine im unteren Talbereich bei Donawitz auf der Südflanke des Tales auftretende verschüttete Felsterrasse der Basis der Würmakkumulation entspricht, welche im Spätglazial aufgedeckt und dann im Holozän mit Sedimenten wieder überschottert wurde, entspricht.

H. FLÜGEL versuchte in interessanter Weise die Ablagerungen in der Zigeunerhöhle bei Gratkorn, welche 6 m über dem Normalspiegel der Mur gelegen ist und prähistorische Reste geliefert hat (M. MÖTTL, 1953, R. PITTIONI, 1955) zur Altersstellung einer im Höhlenbereich auftretenden, 4 m über dem Meeresspiegel gelegenen Schotterterrasse („Alluvialterrasse“) zu verwerten. Auf Grund der prähistorischen Reste und einer Mitteilung an ihn hierüber durch Prof. R. PITTIONI wurde dieses Niveau der Ancyluszeit, also einer Phase vor ca. 6000 Jahren, zugeordnet. FLÜGEL hat weiters angenommen, daß diese, bei Hochwässern nicht mehr überflutete junge Flur mit dem Auenboden der Stadt Graz zu parallelisieren sei. Die erste Annahme ist, nach einer Mitteilung von H. SPREITZER (1960, S. 48), entkräftet, da der genannte Forscher mitteilt, Herr Prof. PITTIONI habe ihm angegeben, daß die fraglichen Reste vermutlich älter sind und der „Schlernzeit“, also dem jüngsten Pleistozän, zugehören würden. Die weitere Annahme eines gleichen Alters vorgenannter „Alluvialterrasse“<sup>1)</sup> mit dem Grazer Auenboden trifft meiner Auffassung nach auch nicht zu, da dem letzteren nur der ständig, vor der Zeit der Murregulierung, überschwemmte

<sup>1)</sup> Eine unzerschnittene „Alluvialflur“ ist noch keine Terrasse. Es sollte daher hiefür der Name „Terrasse“ nicht gebraucht werden.

Talboden zuzuzählen ist. Darnach bilden die bei der Höhle von Gratkorn feststellbaren Umstände *keinen* Gegenbeweis gegen das holozäne Alter der jüngsten Eintiefungs- und Akkumulationsphase an der Mur.

4) *Altershinweise für die jungen Talanschwemmungen im Stainztale.*  
(Scavnicatal, südlich von Radkersburg)

Schon in meiner Studie von 1955 habe ich darauf verwiesen, daß, nach einem Bericht von F. REIBENSCHUH (1885, S. 183), im Auenboden des Stainzbachtales (Scavnicatal bei Sulzdorf, Očeslavci), bei dem dort bestehenden Mineralwasserbrunnen, der im Jahre 1859 eine neue Fassung erhielt, interessante Funde gemacht wurden. Das hierbei festgestellte Profil war folgendes:

Bis 4 m Tiefe: angeschwemmter Sand und vorherrschend Lehm (Funde eines Messers und eines eisernen Dolches);

0,30 m bis 0,40 m: Konglomerat mit Pflanzenwurzeln und Holzstücken von *Acorus*;

Bei 5 m Tiefe: Glimmerreicher Quarzsand, mit Rippen- und Beckenknochen;

Bei 8,5 m Tiefe: Brunnenkranz des prähistorischen Brunnens (Schildkrötenrest, Geweihreste von *Megaloceros giganteus*, *Cervus elapus*, ein Beinmeißel, ein Serpentinhammer, bronzene Lanzenspitze).

Darunter: 0,5 m Lignit.

Liegendes: Tertiärer Mergel.

Sowohl die Reste von *Cervus elapus* als auch die Bronzefunde deuten auf die Entstehung dieses Profils im späteren Holozän hin, was mir auch von Frau Dr. M. MOTTL von GYÖRFFY bestätigt wurde. Die Mächtigkeit der Ablagerung in dem stark von Überschwemmungen heimgesuchten Stainztal bei Radkersburg ist ein weiterer Hinweis für die Bedeutung der jüngsten Erosions- und Aufschüttungsphase im Holozän auch an diesem südöstlichen Seitental der unteren Mur.

5) *Die jüngsten Terrassen- und Aufschüttungsfolgen an der steirischen Mur unterhalb von Graz und ihre Gefällskurven*  
(Siehe Tabelle S. 150)

Für die Beurteilung der Genese der einzelnen Aufschotterungen, bzw. ihrer Sohlen ist folgendes von Interesse:

- a) Die Hauptwürmaufschüttung (Steinfelderstufe) zeigt, ähnlich wie jene des Holozäns, eine bedeutende Mächtigkeit im Raum von Graz. Ihr Volumen ist allerdings, soweit das Grazer Feld in Rücksicht gezogen wird, ein vielmals größeres, als jenes der holozänen Aufschotterung.
- b) Die Mächtigkeit der Hauptwürmaufschüttung nimmt vom Grazer Feld zum Nordteil des Leibnitzer Feldes um fast 50 % ab und zeigt auch dann im Raume unterhalb von Leibnitz weiterhin eine rasche Abnahme, sodaß die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist, daß eine weitestgehende Reduktion oder gar ein Aussetzen derselben weiter talabwärts (im Bereich des Murecker, des Radkersburger Feldes und darüber hinaus) erfolgt. Auch der Übergang aus einem Aufschüttungs- in ein Erosionsrelief wäre nicht ausgeschlossen, ist aber nicht erwiesen.
- c) Die holozänen Aufschwemmungen reichen vom unteren Murtal in alle Seitentäler des Hügellandes weit hinauf und, soweit die weststeirischen in Betracht kommen, bis an den Gebirgsrand.

d) Die Mächtigkeit der holozänen Aufschwemmungen ist in den Rinnenfüllungen des Murtales im Gebirgsabschnitt eine sehr bedeutende (bis etwa 40 m); im Grazer Feld reduziert sie sich von ca. 25 m südwärts auf 20 m (Südrand von Graz), bis auf 16 m (bei Kalsdorf) und weiterhin, am Nordrand des Leibnitzer Feldes (unterhalb von Wildon) auf 11 m. Dann bleibt sie bis in den Raum von Radkersburg ziemlich konstant. Das ist ein deutlicher Gegensatz zur Würmverschüttung.

e) Die Gefällsverhältnisse der Terrassen und ihrer Sohlen.

Die *Würmterrasse* (Hauptflur) zeigt im Nordteil des Grazer Feldes (zwischen Graz S. und Kalsdorf) nach dem Austritt aus dem Gebirge das starke Oberflächengefälle von 3,2 ‰ auf einer Strecke von 3,7 km. Auf der anschließenden Strecke von Kalsdorf bis Hart bei Wildon (12,5 km Länge) ist ein Gefälle von 2,8 ‰ festzustellen, um von dort bis in den Raum von Wagendorf auf ein Gefälle von 1,9 ‰ (Entfernung 15 km) abzusinken. Vergleicht man damit die Gefällsverhältnisse an der heutigen Talaue (Holozänoberfläche), so ergibt sich für den Bereich von Graz (Süd) — Kalsdorf ein Gefälle von 3,1 ‰, für die Strecke Kalsdorf bis zum Murboden bei Hart, unterhalb von Wildon, ein solches von 2,5 ‰, von dort bis zur Landschabrücke (nahe Wagendorf) ein solches von 2,6 ‰, schließlich von dort über Mureck bis Radkersburg ein Gefälle von 1,6 ‰. Der Vergleich des Gefälles auf der Oberfläche der Hauptwürmterrasse mit jenem des Auenbodens zeigt, daß ersteres auf der Strecke Graz-Süd—Kalsdorf ein etwas größeres ist, als jenes des holozänen Talbodens, was auch auf der Strecke Kalsdorf bis Hart (unterhalb von Wildon) anhält. Dadurch ergibt sich ein Konvergieren der Oberfläche der Hauptwürmterrasse zum heutigen Talboden, was bis über das Leibnitzer Feld anhält. Doch fehlen im Raum östlich von St. Veit a. Vogau noch sichere Hinweise für die Existenz der Würmhauptterrasse, welche dort unter die dem spätesten Würm zugerechnete Aufschüttung und vielleicht auch unter die holozäne Oberfläche abzutauchen scheint. *Die Ursache für das verschiedene Verhalten der Hauptwürmaufschüttung und jener des Holozäns liegt offensichtlich darin, daß die glaziale Mur der Würmzeit, besonders jene der Hauptphase, einen mächtigen Schuttkegel mit entsprechend stärker geneigter Oberfläche aus der Murenge oberhalb von Graz bis in das Leibnitzer Feld hinaus vorgebaut hatte, während die holozänen Aufschwemmungen unter nichtglazialen Klimaverhältnissen entstanden sind.*

Die *Basisfläche der Würmaufschüttung* zeigt auf der Strecke von Graz Süd — Kalsdorf ein starkes Gefälle von 4,7 ‰, somit ein *größeres* als die Oberfläche ihres Schuttkegels. Auf der Strecke von Kalsdorf bis über die Murenge bei Wildon hinaus (Hart), ermäßigt sich das Gefälle bedeutend auf nur 1,6 ‰ und schließlich bis Wagendorf (bei Leibnitz) auf ein solches von 0,8 ‰. Daraus und aus der nur wenig gestalteten Unterfläche der Würmaufschüttung folgt, daß unmittelbar vor Entstehung letzterer eine sehr gefällsreiche Mur aus dem Gebirge bei Graz ausgetreten ist, welche in stande war, vermutlich mit eingesenkten, ausgreifenden Mäanderbögen, eine kräftige Erosion im leicht erodierenden jungtertiären Untergrund des steirischen Beckens in die Wege zu leiten, unter starker Mitwirkung auch seitlicher Erosion. Nur im Bereiche des südlichen Grazer und dann besonders im Leibnitzer Feld vermochte die Frühwürm-Mur ihr Gefälle einigermaßen auszugleichen. Somit liegt unter den Würmablagerungen des Grazer und des Leibnitzer Feldes eine durch fluviatile Erosion entstandene, breite und zum Teil sehr ausgedehnte Talebene. Im Gegensatz zur Basis der Würmzeit läßt die Gefällskurve der *Basis der holozänen*

*Erosionsrinne* zwar auf der Strecke Graz Süd—Kalsdorf auch ein stärkeres Gefälle erkennen, aber doch kein so bedeutendes, wie jenes der Würmschottersohle. Sie läßt einen allmählichen Gefällsausgleich im Abschnitt zwischen Kalsdorf—Wildon und im Leibnitzer Feld erkennen.

Die beiden unterschiedenen spätwürmglazialen Zwischenterrassen scheinen, so weit feststellbar, bezüglich der Mächtigkeit geringere Ausmaße und des Gefälles ausgeglichene Verhältnisse aufzuzeigen.

#### 6) Allgemeine Ergebnisse aus den örtlichen Studien

Die Untersuchungen im untersteirischen Murabschnitt und an einigen Nebenflüssen, speziell der Laßnitz, haben ergeben, daß:

1. als Ausgangsfläche der jungquartären Würmentwicklung eine im ganzen untersteirischen Murbereich verbreitete, mit mächtigeren, fluviatilen Lehmen<sup>1)</sup> über den Schotterkörper versehene Terrasse anzusehen ist, die schon am Saum des Grazer Beckens als schmale Leisten entwickelt, vom östlichen Leibnitzer Becken angefangen bis über die österreichische Grenze hinaus auf der Nordost- bzw. Nordseite des Murtalbodens in breiter Ausdehnung sich erstreckt. Sie überhöht das Hauptniveau der Würmvorschüttung (= Helfbrunner Flur).
2. Eine sehr *bedeutende Tiefenerosion* und Seitenerosion kennzeichnet den Zeitraum *vor* Entstehung der Hauptaufschüttung der Würmzeit (Grazer und Leibnitzer Feld). Sie bedeutet einen sehr namhaften Ausraum besonders in den Beckenbereichen zwischen Graz und Leibnitz, indem Tiefenerosionen bis zu mindestens 25 m und flächenhafte Denudationen stellenweise auf Talbreiten bis zu 8 km im nördlichen und mittleren Grazer Feld und bis zu 10—12 km im Leibnitzer Feld sich erkennen lassen, wobei zum größten Teil tertiäre und quartäre Lockermassen abtransportiert wurden. Die basale Gefällskurve ist, besonders im nördlichen Grazer Feld, eine sehr bedeutende gewesen, wodurch sich auch die starken Ausräumungen erklären.
3. Diese Zeit längerdauernder, kräftiger Erosion wird zeitweilig durch fluviatile Vorschüttungen unterbrochen, welche in die Zeiten des Vorrückens und wohl auch noch des Höchststandes der Würmvereisung in ihrer Hauptphase einzuordnen sein werden. Hiedurch wurde im Grazer Feld eine bis über 20 m mächtige, im Leibnitzer Feld etwa eine halb so starke Aufschüttung groben Materials geschaffen, welche im wesentlichen als *glazial-klimatisch* bedingt anzusehen sind, aber als ein vom Gebirge aus ausstrahlender Vorgang anabwärts relativ rasch abklingen und schon im Raume von Mureck oberflächlich nicht mehr sicher feststellbar sind.
4. In der Zeit des beginnenden Rückzuges der Würmvereisung setzte die Tiefenerosion wieder ein, ohne vorerst unter die Sohle der großen Würmverschüttung hinabzugreifen. Im Grazer und Leibnitzer Feld setzte nach dieser Phase der Tieferlegung der Sohle eine sekundäre Akkumulation ein, welche im Grazer Feld eine obere Zwischenterrasse

<sup>1)</sup> Eine Entstehung dieser Lehmbedeckungen aus vergleyten Lössen im Sinne von J. FINK ist ausgeschlossen, da deren Verbreitung, nach eigenen, jahrzehntelangen Studien und Kartierungen an die Terrassenflächen und an die, deren Basis bildenden Flußschotter geknüpft ist. Außerhalb von deren Bereichen sind sie, abgesehen natürlich von den meist periglazialen Umlagerungen an den Hängen zwischen und unterhalb der Nebenfluren, nirgends anzutreffen (siehe WINKLER-HERMADEN 1960).

mit einem Terrassenvorbau und im Leibnitzer Feld speziell einen Fortbau der Schotter an der Stirn des Hauptwürmschotterkegels bedingte. Der von H. SPREITZER schon vor einem Jahrzehnt festgestellte und später (1959, 1960) in seiner regionalen Bedeutung gewürdigte Vorstoß der jüngeren Würmzeit, den er in Obersteiermark und im angrenzenden Kärnten feststellen konnte, dürfte als Ausstrahlung in der letztgenannten Terrasse sich widerspiegeln.

5. Eine sehr kräftige Erosionsphase kennzeichnet eine abermalige Tieferlegung der Erosionssohle der Mur und eine darauffolgende Aufschüttung die Entstehung einer vermutlich jüngstquartären Terrasse, welche im südlichen Grazer Feld (Terrasse von Neudorf), und im Leibnitzer Feld, bis Radkersburg hinaus, besonders nördlich des holozänen Murtalbodens sich flächenhaft ausdehnt, durch jüngere Erosionen an den zum Murboden ausmündenden Tälern, die vom nördlichen Hügelland herabsteigen, unterbrochen. Diesem Niveau gehören auch die ausgedehnten Flächen des Abstaler Beckens an, sämtliche nur 3—5 m über dem heutigen Auenboden gelegen.

Analoge Terrassen im höheren Murgebiet hat H. SPREITZER (1960) dem „Schlernstadium“ („Schlußvereisung“) zeitlich parallelisiert und ihm auch einen Talboden mit zugehörigen prähistorischen Funden in einer niveaugleichen Höhe bei Gratwein zugerechnet.

6. Zum Beginn des Holozäns (Postglazial) setzte die unterbrochene Tiefenerosion neuerdings ein, welche die holozänen Talrinnen im gesamten steirischen Murbereich (unterhalb des Hochgebirgsabschnittes) eingerissen hat. Es dürfte sich um einen zeitlich nicht sehr langen, aber vermutlich doch um 3.000 Jahre umfassenden Zeitraum gehandelt haben, in welchem unterhalb des Leibnitzer Feldes bis 3 km Breite und mindestens 10 m Tiefe flächenhafte Ausräumung stattgefunden hat, während im Grazer Feld ebenfalls bedeutende Erosionen nach der Tiefe aber nur bis über 1 km umfassende seitliche Erweiterungen der Talböden eingetreten sind.

Nach Abschluß dieser Erosionsphase setzte, als einheitlicher, tief in das Gebirge hinauf vorgegreifender Vorgang, eine jungholozäne Akkumulation ein, welche im unteren Murbereich Mächtigkeiten bis über 10 m flächenhaft erreicht hat und in wenig verminderter Stärke auch in die Seitentäler vorgedrungen ist, bei Graz und oberhalb 20—40 m Stärke aufzuweisen hat. Der weitere Aufbau dieser Akkumulation ist, nur durch menschliche Eingriffe vielfach beeinflusst, noch gegenwärtig im Fortschreiten begriffen.

*Tabelle der jüngstquartären-holozänen Gefällsverhältnisse  
an der steirischen Mur unterhalb von Graz (S. 150)*

7) *Bedeutung der erzielten Resultate für die Entstehung der jungtertiären  
Terrassierung*

Die hier beschriebenen regional ausgedehnten, holozänen Erosions- und Akkumulationsvorgänge finden auch im pannonischen Becken wie schon aus den älteren Arbeiten von L. von LOCZY (1916) und neueren ungarischen Forschern (L. MIHALTZ 1955, 1960, und M. PECSI) ihr Analogon. Im Theißgebiet ist, nach MIHALTZ, im Holozän zweimalig eine, im Ausmaß über 20 m erreichende Tiefenerosion eingetreten, welcher eine Aufschüttung ähnlichem Ausmaßes regional nachgefolgt ist.

Tabelle der jüngstquartären-holozänen Gefällsverhältnisse an der steirischen Mur unterhalb von Graz

Ortlichkeit	Holozän				Würmhauptterrasse				Höhenlage Würmbasis über Holozänbasis		Höhenlage Würmbasis über Holozänbasis in m
	Oberfläche		Basis		Oberfläche		Basis		Mächtigkeit in m	in m	
	Seehöhe der Oberfläche in m	Gefälle der Oberfläche in ‰	Seehöhe der Basis in m	Gefälle der Basis in ‰	Seehöhe der Oberfläche in m	Gefälle der Oberfläche in ‰	Seehöhe der Basis in m	Gefälle der Basis in ‰			
Graz-Süd (Wasserwerk)	330'00	3,1	310'21	19'80	339'50	311'00	1,4	28'80	ca. 1'00	9'80	
Kalsdorf (Nordrand)	318'60 (Bei Bohrungen 361)	3,3	302'60 (Bohrung 361)	16'00	327'83 (Bohrung 364)	305'80 (301,8)	1,8 (mit Rinne: 26 m (1,5)²)	22'00 <sup>1)</sup>	+3'00 (-1)²	10'00	
Nähe Mur in Gemeinde Hart bei Wildon SE	288'47 (Bohrung F 304)	2	277'42 (Bohrung 304)	11'00	294'11 (Bohrung 301)	282'50	2,8	11'5	ca. 3'29 ca. +3'20 (Bohrung 304/300)	5'64	
Wagendorf [Landscha-Brücke]	265'00	2,7	ca. 255'00	ca. 10'00	267'00	?	0,8	?	?	5'6	
Bei Mureck	234'00	1,8	ca. 235'00	9'00	—	—	—	?	?	—	

<sup>1)</sup> Mittel aus 10 Bohrungen

<sup>2)</sup> Unter Berücksichtigung Bohrung mit Rinne

M. PECSI (1958, 1960) hat dargelegt, daß sowohl im Westungarischen Teilbecken als insbesondere im ostungarischen Großen Alföld im Quartär noch ganz gewaltige Absenkungen eingetreten sind, und diese für einzelne Teilphasen graphisch zur Darstellung gebracht. Im großen ungarischen Alföld sind Senkungen bis zu 700 und 1000 m(!) erfolgt. In geringerem Ausmaß lassen sich die gegensätzlichen Erscheinungen junger Aufwölbungen in den Tertiärgebieten des steirischen Beckens und der östlichen Südalpen ebenfalls noch während des Quartärs feststellen, wobei das maximale Ausmaß absoluter Aufwölbung mit 4—500 m angegeben werden kann. Von sehr gewaltigen Dimensionen erscheint aber der Effekt der quartären Bewegungen am Südsaum der Alpen, in Teilen der Po-Ebene. Auf Grund der neuen Erdölbohrungen beträgt das Ausmaß der Absenkung während des Quartärs 2.000 m, nach neueren Angaben sogar bis 2.500 m! Es ist klar, daß — wenn auch nicht gleichartigen Ausmaßes, — so doch mindestens 1.000 m übersteigende pleistozäne Aufwölbungen sich auch innerhalb der zentralen Zonen der Alpen noch während des Quartärs vollzogen haben müssen. Es ist klar, daß bei solchen Werten der Bewegungsgröße und der dadurch eingeleiteten Denudation in den Alpen den tektonischen Vorgängen zumindest eine gleiche Bedeutung für die Entstehung der Talbildung wie den Glazialphänomenen einzuräumen sein wird, wobei freilich in den Bereichen der großen Vergletscherungen ihre Auswirkungen in manchen Fällen schwer trennbar sein werden. Am östlichen Alpensaum aber, wo die glazialen Phänomene auch in ihren Ausstrahlungen geringeres Ausmaß erkennen lassen, ergibt sich die Möglichkeit, den Einfluß der tektonischen Vorgänge eindeutiger zu erfassen.

Unter Anerkennung der großen Bedeutung tektonischer Vorgänge für die Talentwicklung am östlichen Zentralalpen- und Südalpensaum (und in Pannonien) auch noch im Jungquartär kann seit dem Ende des letzten Interglazials bis zur Gegenwart nachstehende hypothetische Abfolge der Vorgänge skizziert werden: In einem Zeitabschnitt, welcher mit Vorbehalt dem letzten Interglazial von Würm zugeordnet wurde, habe ich die Entstehung einer, von den Glazialterrassen abweichend aufgebauten, mit 6—8 m Lehmen überzogenen Schotterterrasse („Helfbrunner Flur“) gestellt. Ihre Entstehung deutet im allgemeinen und speziell in ihren weit verbreiteten, feinen Lehmbedeckungen auf mäßige Gefällsverhältnisse an den östlichen Alpenrandflüssen, speziell im steirischen Becken (Mur, Raab und Nebenflüsse), hin. Es wird jetzt vermutet, daß die Entstehung dieses Niveaus durch einen Stillstand des Hebungsvorganges oder zumindest durch eine Abschwächung desselben bedingt war, während im pannonischen Bereich gleichzeitig vielleicht stärkere Absenkungen zu vermuten sind. Diese wäre, bis etwa zur Grenze von Pleistozän und Holozän, also in einem Zeitraum von mindestens 50.000 bis 60.000 Jahren, in vermutlich nicht ganz gleichmäßigen Aufwölbungen am östlichen Alpensaum und seinen hügeligen Randgebieten zur Geltung gekommen. Wiederum in einer folgenden Phase wären die glazialklimatischen Auswirkungen mit den tektonischen interferierend bei der Talbildung zusammengetreten. Die Vorschüttung der glazialen Schuttfächer, insbesondere jene der ihrem Höhepunkt zustrebenden Würmeiszeit, hätten — dank der Intensität der sie einleitenden Abtragsvorgänge, rasch entstandene und mächtige Vorstöße von Schottermassen in die nicht vereisten Alpentäler und in die Randbereiche des Gebirges zur Folge gehabt. Dadurch würden, trotz vermutlich weiter andauernder Hebungen, besonders in den Alpenrandbereichen die Auswirkungen der Tektonik gewisser-

maßen zeitweilig übertönt und nach außen hin im Osten an Mächtigkeit rasch abnehmende und vielleicht talabwärts völlig reduzierte Schuttkegel vorgebaut. Die spätglazialen Vorstöße haben dann offenbar nur schwächere glazial-klimatische Aufschüttungen zur Folge gehabt, welche teilweise die älteren Schuttkegel der Hochwürmzeit weitergebaut haben. In der frühholozänen Tiefenerosionsphase, welche sich anschloß, kommt die Fortdauer tektonischer Aufwölbungen — ungestört durch glazialklimatische Einschüttungen — zur Geltung. Den Abschluß dieser Entwicklung bilden dann die noch weiterwachsenden, mächtigeren und weit ausgedehnten Talaufschüttungen, welche jedenfalls einen wesentlichen Teil der Holozänzeit (mittleres und jüngerer) umfassen. Diese scheint wiederum einer Zeit starker Abschwächung der Hebungsvorgänge am östlichen Alpensaum, eventuell einem Aussetzen derselben, zu entsprechen und hat speziell in den Seitentälern der Mur und an der Raab zu lehmbedeckten Aufschüttungen geführt, welche nach ihrem Aufbau jenen Terrassierungen weitgehend gleichen, für welche 1955 „ein interglaziales Alter“, zwar nicht eindeutig bewiesen, aber mit verschiedener Begründung wahrscheinlich gemacht werden konnte.

Die regionale Auswirkung der beschriebenen Vorgänge, weit über den Raum der Alpen bis in das tiefste Pannon hinein, spricht *nicht* für eine glazial-isostatische Verursachung der Bewegungsvorgänge, sondern vielmehr für ein Fortwirken jener maßgeblichen Aufwölbungs- und Senkungserscheinungen, die am Alpenrand und in Pannonien, bei meist wechselndem Bewegung sind, aber räumlich in ihren Grenzgebieten oft phasenhaft übergreifend, während des jüngeren und des jüngsten Tertiärs sich eingestellt hatten. Ob nicht auch die Auswirkungen der eustatischen Meeresspiegelschwankungen vom Schwarzen Meer her im Quartär, übertragen durch pleistozäne, im pannonischen Bereich von verschiedener Seite angenommene Seespiegel, auch noch in das Geschehen eingegriffen haben, kann und soll hier nicht weiter geprüft werden.

Diese, in dem letzten Abschnitt erörterten tektonischen Probleme und einen Teilversuch ihrer Deutung, betrachte ich — dies sei ausdrücklich betont — nur als eine *Anregung*, gegeben angesichts der, in ihrem Ausmaß, nach neuen Forschungen geradezu unerwarteten Bedeutung der tektonischen Vorgänge im Quartär in den Alpen, ihrer Umrahmung und auch in den pannonischen Bereichen. Es ist klar, daß unter Berücksichtigung dieser neuen, tektonischen Grundlagen weitere Einzeluntersuchungen zur quartären Entwicklungsgeschichte erforderlich erscheinen. Bezügliche Studien sind von seiten einer kleinen Arbeitsgemeinschaft in Graz für den steirischen östlichen Alpensaum im Zuge.

### Schriftenverzeichnis

- BISTRITSCHAN K. 1940. Untersuchungen in den Alluvialbereichen des Strem- und Zickenbaches (Land Steiermark) Mitt. d. Reichsamtes für Bodenforschung, Zweigstelle Wien, 1944.
- 1940. Wissenschaftliche Studienergebnisse der Arbeitsgemeinschaft für geologisch-bodenkundliche Untersuchungen im Einzugsbereiche des Laßnitzflusses in Südweststeiermark. Bericht über Arbeiten aus dem Grenzgebiet von Geologie, Wasserwirtschaft und Flußbau im Laßnitzgebiet. S.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I. 149.
- CLAR E. 1931. Das Relief des Tertiärs unter Graz. Mitt. naturw. Ver. Steiermark 68.

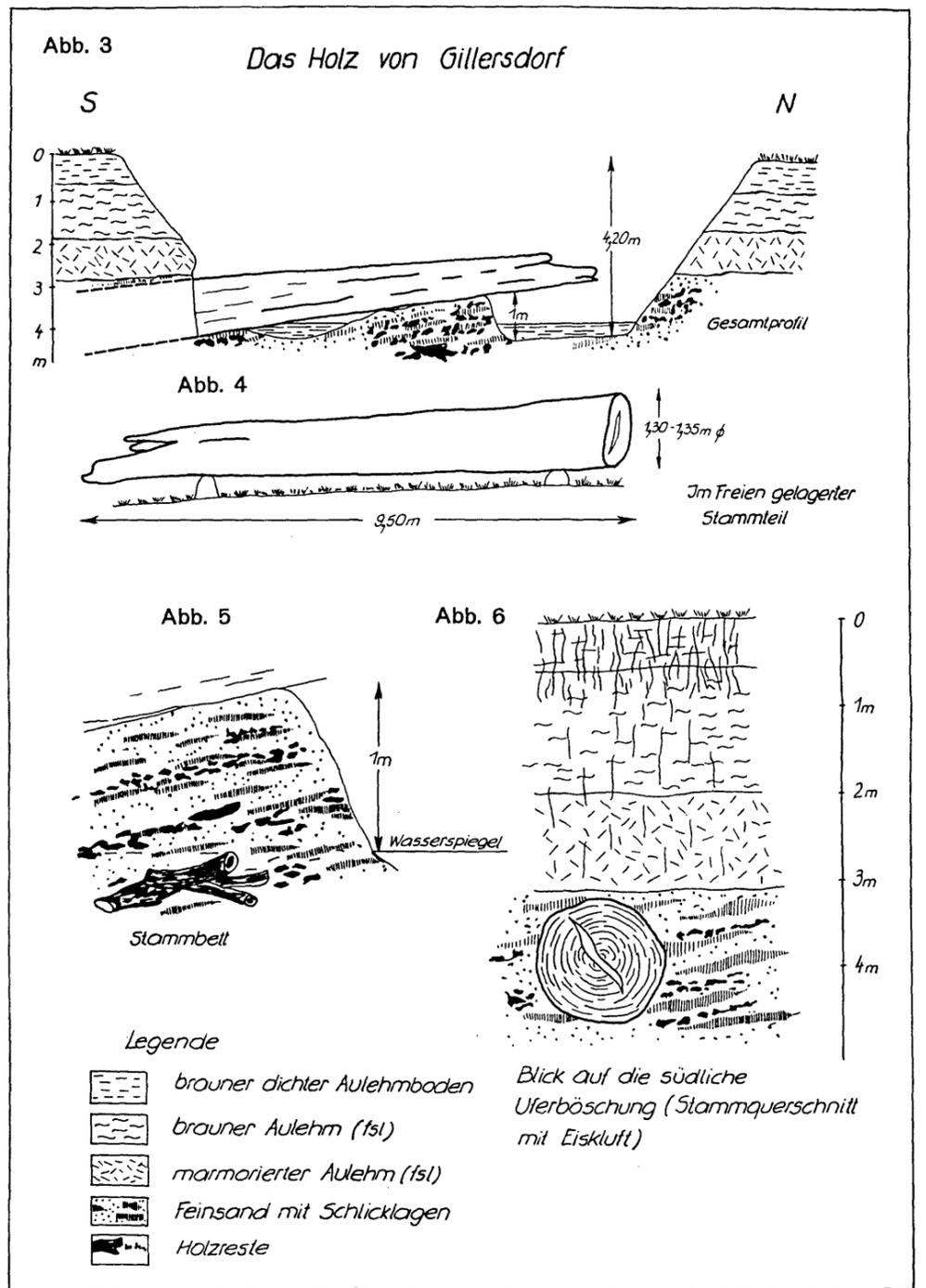
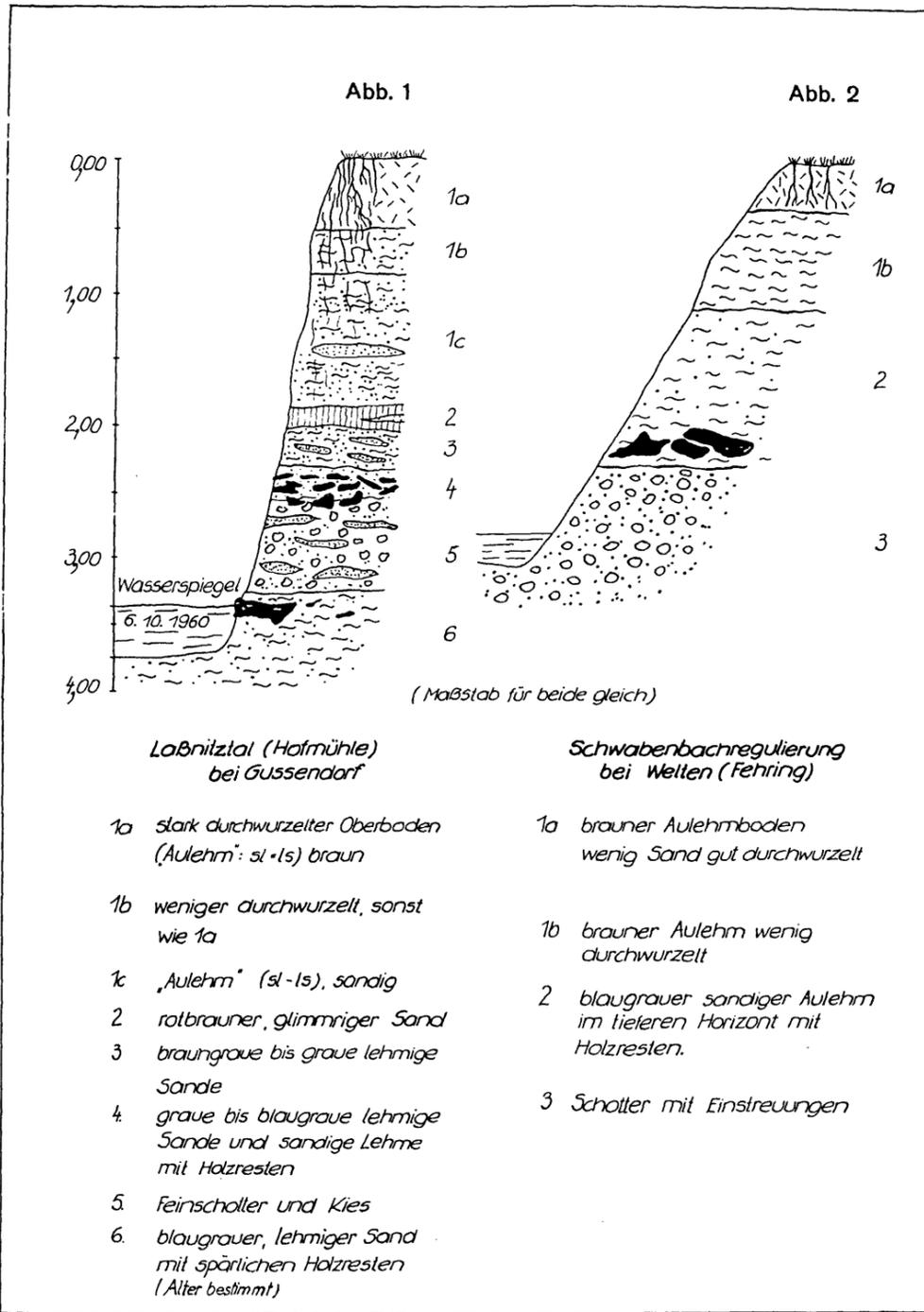
- FINK J. 1960. Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. Mitt. Geol. Ges. Wien 53.
- 1959. Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. Wien 1959.
- 1961. Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mitt. Geol. Ges. Wien 54.
- FLÜGEL H. 1960. Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes (Steiermark). Mitt. d. Österr. Geogr. Ges. 102.
- 1961. Die Geologie des Grazer Berglandes. Mitt. Museums f. Bergwesen und Technik am Joanneum Graz 1961.
- CORTANI M. 1958. Gli Ultimi abbassamenti del Delta Padano. Estratto da „Natura Montagna“. Anno V, Bologna 1958.
- GROSCHOFF P. 1961. Beiträge zur Holozänstratigraphie Südwestdeutschlands nach C<sub>14</sub>-Bestimmungen. Jahresheft d. Geol. Landesamtes Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 4.
- GROSS H. 1958. Die postglaziale Klimaverschlechterung. Abh. naturw. Ver. Bremen 35.
- 1960. Noch einmal Riß- oder Würm? Eiszeitalter und Gegenwart, Jb. d. Deutschen Quartärv. 10.
- HILBER V. 1912. Taltreppe. Eine geologisch-geographische Darstellung. Graz.
- LOCZY L. von. 1916. Die geol. Formationen der Balatongegend, „Balatonwerk“, Wien.
- MAURIN V. 1956. Der Untergrund der Murbrücken in der Grazer Innenstadt. Mitt. naturw. Ver. Steiermark 86.
- 1961. Hydrogeologie und Verkarstung des Grazer Berglandes. Mitt. Museums f. Bergbau, Geol. u. Technik „Joanneum“, Graz, 1961.
- MIHALTZ L. 1953. La division des sediments quaternaires de l'Alföld. Acta geolog. Budapest 2.
- MOHR H. 1927. Die Bauuntersuchung für die neue Kalvarienbrücke in Graz, ihre Ergebnisse und prognostische Auswertung (mit Tafel IV). Jb. d. Geol. Bundesanst. Wien, 27.
- MORAWETZ S. 1961. Zur Frage der Entstehung der jungdiluvialen Murterrassen. Mitt. Österr. Geogr. Ges. 103.
- MOTTL (— v. GYÖRFFI) M. 1953. Die Erforschung der Höhlen. Mitt. Landesmuseums „Joanneum“, Graz, 11.
- PECSI M. 1958. Das Ausmaß der quartären tektonischen Bewegungen im ungarischen Abschnitt des Donautales. Petermanns Geogr. Mitt.
- 1961. Die wichtigsten Ergebnisse geomorphologischer Forschungen des Quartärs in Ungarn. Institut Geologiczny Odbitka, Warschau 34.
- PENCK A. & BRÜCKNER E. 1909. Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. I, Leipzig.
- PITIONI R. 1955. Die Funde aus der Zigeunerhöhle im Hausberg bei Gratkorn, Steiermark. Schild v. Steier, Graz, 5.
- REIBENSCHUH A. F. 1884. Chemische Untersuchung neuer Mineralquellen. Mitt. d. naturw. Ver. Steiermark.
- ROLLE F. 1856. Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Graz . . . und Ehrenhausen in Steiermark. Jb. geol. Reichsanst. Wien 7.
- RÖSSLER W. 1960. Eichenholz (*Quercoxylon*) aus dem Alluvium von Graz. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 90.
- 1963. C<sub>14</sub>-Datierung zweier Eichenhölzer (*Quercoxyla*) aus der Steiermark. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 93.

- SCHOKLITSCH K. 1960. Untersuchungen an quartären Lehmen im Mur- und Raabbereich. Anz. österr. Akad. Wiss. Wien 97.
- SEELMEIER H. 1944. Beitrag zur Geologie des erzführenden Paläozoikums der Umgebung von Peggau-Deutsch Feistritz. Ber. Reichsanst. f. Bodenforsch. Wien 1944.
- SÖLCH J. 1917. Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des Steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Stuttgart 21.
- SPREITZER H. 1953. Eiszeitstände und glaziale Auftragsformen des eiszeitlichen Murgletschers. Geolog. Bavarica, München.
- 1961. Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. Geogr. Jb. aus Österr. 1959—60. Wien, 28.
- WINKLER-HERMADEN A. 1940. Die geologischen Verhältnisse im mittleren und unteren Laßnitztal Südweststeiermarks als Grundlage einer wasserwirtschaftlichen Planung. S.-B. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. Abt. I 149.
- 1960. Über Quartärforschungen im steirisch-südburgenländischen Becken. Anz. österr. Akad. Wiss. 97.
- 1955. Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. Denkschr. Österr. Akad. Wiss., 110.
- , A. BISTRITSCHAN, K. SCHOKLITSCH u. a., 1940. Wissenschaftliche Studienergebnisse d. Arbeitsgemeinschaft f. geol. bodenk. Untersuchungen im Einzugsgebiet des Laßnitzflusses. S.-B. Akad. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 149.
- WOLDSTEDT P. 1954—1958. Das Eiszeitalter, Stuttgart, 2 Bde.

### NACHWORT

Prof. Dr. Artur Winkler-Hermaden, der Anreger und Mitverfasser der vorstehenden Arbeit, wurde am 9. Mai 1963 mitten aus seinen Plänen und Arbeiten gerissen. Die Geologie der Steiermark und nicht nur diese, verliert mit ihm den erfolgreichsten Forscher auf dem Gebiete der jüngeren Ablagerungen, ihrer Gliederung und ihrer tektonischen Geschichte. Eine eingehendere Würdigung Prof. Winkler-Hermadens und seines Werkes ist für den nächsten Band vorgesehen.

Prof. Kühn (Wien) — Die Schriftleitung.



Die Terrassen und Fluren des unteren Murgebiets

