

# Zur Frage der Entstehung der jungdiluvialen Murterrassen

Von SIEGHARD MORAWETZ, Graz

Ob auf einer Talsohle Erosion, speziell Tiefenerosion oder Akkumulation herrscht, gehört mit zu den wichtigsten Fragen der Geomorphologie, da von dem Wechsel dieser Vorgänge weitestgehend die Bildung der Terrassen, die oft die eindrucksvollsten Formen vieler Täler sind, abhängt. Wie im zeitlichen Ablauf Akkumulation und Tiefenerosion sich ablösen, so können aber auch im Tallängsprofil Strecken mit Auf- und Abtrag wechseln und sich diese Abschnitte auch verschieben. Es handelt sich bei der Frage der Erosion und Akkumulation also um ein zeitliches wie auch räumliches Problem, und gerade diese Verknüpfung schafft einen recht vielseitigen Fragenkomplex. Weit weichen da noch die Meinungen voneinander ab, wenn auch die moderne Terrassenforschung in zahlreichen Gebirgstälern oder in den Gebirgsvorländern sich müht, den Zeitpunkt der Schotterlieferung und den der Eintiefung möglichst genau festzulegen [I. SCHÄFER 1950]. Hauptunsicherheiten liegen in den Tatsachen, daß periodisch und noch öfter episodisch Tiefenerosion und Akkumulation auf den gleichen Stellen wechseln und deshalb eine Aussage über das Gesamtergebnis einer bestimmten Zeitspanne recht schwierig wird. Laboratoriumsversuche wie Schüttungs- und Spülversuche im Freigelände zeigen deutlich, wie auf einmal bei Schwemmkegeln von einer bestimmten Neigung und Größe die bis dahin waltende Aufschüttung von Zerschneidung abgelöst wird. Was in einem Falle erhöhte Neigung bewirkt, vermag z. B. aber auch vermehrte Wasserführung auszulösen und erhöhter Transport und Akkumulation können wieder Erosionsfurchen schließen.

Geht man von auffallenden Erscheinungen in den Tälern aus, so muß man zugeben, daß oftmals die kleinen Seitentäler, ja ab und zu nur seitliche Einrisse, Hauptschutt- und Schotterlieferanten sind. Innerhalb der Ostalpen lassen sich aus dem Vintschgau und Gailtal dafür zahlreiche Beispiele anführen. Im Gailtal zwischen Kötschach-Mauthen und Hermagor schleppen die Nebenbäche mehr Material heran, als die Gail bewältigen kann, und so schottern die seitlichen Zubringer die Haupttalsohle auf. Wurde eine zeitlang viel Material angeliefert und das Bett besonders erhöht, sieht man, wie selbst bei mäßiger Wasserführung der Hauptfluß sich dort wieder stärker eingräbt und sich müht, das Hindernis zu bewältigen. Solche seitlich herangebrachte Hindernisse auszumachen und die Veränderungen dort festzustellen ist noch verhältnismäßig einfach im Vergleich zu Änderungen, die viel allmählicher im Längsprofil auf breiten Talböden, in Becken oder in Vorländern vor sich gehen, wo, wie auf ganz flachen Schwemmkegeln, Erhöhungen mit Verlagerungen der steilsten Teile sich abspielen bzw. Erosion und Akkumulationsgebiete wechseln. Diese Änderungen können ganz unabhängig von länger dauernden Klimaschwankungen sein und bereits durch den jahreszeitlichen Wechsel der Wasserführung oder einige Hochwässer oder Wassertiefstände zur Auslösung kommen.

Daß mangelnder Bewuchs, ein tief verwitterter Boden und Beistellung viel feinen Hangschuttes die Anlieferung von Lockerprodukten auf die Talsohlen fördert und eine Materialüberlastung der Gewässer bewirkt, gehört schon zu den frühesten Erkenntnissen der Geomorphologie und Terrassenforschung. So gesehen, hat die Auffassung, wie sie in der frühen Eiszeit-Terrassenforschung und vor allem bei A. PENCK und E. BRÜCKNER vertreten wird: Kaltzeit Akkumulation, Warmzeit Erosion auf den Talsohlen der Alpentäler, seine unbedingte Berechtigung, allerdings mit der Einengung, daß in Tälern, die während der Kaltzeit Eisströme erfüllten, gestörte Verhältnisse herrschten und dort und in den unmittelbar angrenzenden Gebieten, besonders vor dem Kommen und nach dem Gehen der Vereisung, für die Lockermaterialanlieferung die besten Bedingungen bestanden. Hauptaktive Zeiten der Anlieferung waren, wie es die moderne Forschung immer wieder belegt, die frühe Kaltzeit vor der starken Eiserfüllung der Täler und noch mehr die späte Kaltzeit und frühe Warmzeit, als die Gletscher wieder zurückgingen und all der unbewachsene Moränenschutt auf den Hängen der Abspülung ausgesetzt war. Nicht vergessen darf man in diesen Zeitabschnitten die ganz bedeutenden Wassermassen, die im Sommer auch während der Kaltzeit im Gletschervorland und in noch erhöhtem Maße zur Zeit des Gletscherrückganges auftraten. Wie weit solche Hochwässer Akkumulation oder Zerschneidung im Gefolge hatten, war sicher nicht einheitlich, sondern, wie das heute bei vielen Hochwässern auch der Fall ist, von Talabschnitt zu Talabschnitt recht unterschiedlich. Im Vergleich zu der Beispielauffassung bei PENCK und BRÜCKNER mit klaren Akkumulations- und Erosionszeiten vertritt die heutige Lehre eine stärkere Zusammenpressung der geomorphologisch aktiven Zeiten, sowohl was die Akkumulation als auch die Tiefenerosion anbetrifft, in relativ kurze Spannen am Anfang und Ende der Kaltzeiten im und am Rande von Gletschergebieten in eine etwas längere Phase mit entsprechender Verlagerung der aktivsten Abschnitte im Vorland flußabwärts. Man denke z. B. an die Sander- und Trompetentalentwicklung im Sinne C. TROLLS [1926].

Entfernt man sich jedoch immer weiter von den Vereisungsgebieten, verändert sich die Hochwasserwirkung — je kleiner das Einzugsareal der vergletscherten Gebiete und je größer das der eisfreien Areale, desto geringer und weniger weitreichend die Wirkung der Abschmelzhochstände — und je länger und abwechslungsreicher die Täler, desto zahlreichere Möglichkeiten bieten sich für die Ablagerung der Gerölle und Sinkstoffe als auch neue Gegebenheiten für Erosionsangriffe. In solchen Fällen dürfte weniger die zeitliche Phasenverschiebung von Akkumulation und Zerschneidung als der räumliche Wechsel dieser Erscheinungen von Bedeutung sein. In die Landschaft übertragen heißt dies, daß sich eine Aufeinanderfolge von terrassenreicheren und terrassenärmeren Abschnitten einstellt. Vielfach gilt ja als Regel eine Abnahme der Terrassenhöhen flußabwärts, also ein Konvergieren der Terrassen als auch ein Abrücken der Terrassen vom Fluß in den unteren Laufabschnitten. Bei Flußläufen mit Engen und Weitungen hören die Terrassen in den ersteren oft auf und beginnen dann nach den Engen in den Weitungen von neuem, so daß Höhe und Zahl der Terrassen in den einzelnen Abschnitten gar nicht übereinstimmen müssen. All dies spricht für eine recht selbständige Entwicklung in den einzelnen Flußabschnitten. Es scheint, daß sich immer wieder neue Schwemmkegel vorbauen, die individuell zerschnitten und terrassiert werden. Wie man in der Lehre der Niveauparallelisierungen von Luftkonstruk-

tionen über breite Tallichten und Becken abkam, die in den Zwanziger- und Dreißigerjahren noch üblich waren, und man heute kaum mehr versucht, kleine Leisten und Ecken über weitere Strecken mit ähnlichen Leisten und Ecken zu verbinden und in zu enge stockwerkmäßige Beziehungen zu bringen; und wie man diese Parallelisierungen, die in den oberen Stockwerken außerdem ein schwer zu lösendes Massenproblem bargen, durch bessere Theorien ablöste, so sollte auch bei den Terrassenverfolgungen die Durchzählung und Parallelisierung über größere Entfernungen und Aufstellung von Terrassenstockwerken mit nach der Höhe und Ineinanderschachtelung fixierten Alterszuteilungen einer mehr individuellen Betrachtung weichen, die die Vorgänge stärker als eine Zählsystematik bewertet.

Die nachfolgenden Ausführungen sind ein Versuch, Beobachtungsergebnisse zu deuten, die an der Drau in der Umgebung von Villach während vieler Jahre im Sommer an schönen Tagen auf Sand- und Schlammhängen gemacht wurden, wo zwischen den Bühnen der Regulierung, an einigen Stellen aus den Schotterterrassen Wasserfäden austreten, die eine Klein- und Kleinstzerschneidung der Bänke hervorriefen und eine Miniaturterrassenlandschaft von wenigen Metern Länge und einigen Zentimetern Höhe schufen, eine Terrassenlandschaft, deren einzelne Glieder weder langhin auf den Sandhängen durchzogen, noch an Zahl und Größe einheitlich waren, obwohl alle diese Terrassen in kürzester Zeit durch recht einheitliche Vorgänge zustande kamen. [S. MORAWETZ, 1958]. Die Zeitspanne für das Werden und Vergehen dieser Miniaturterrassen betrug jeweils wenige Stunden. Die Terrassenbildung wurde durch das Sinken des Drauwasserspiegels hervorgerufen, das an schönen Sommertagen regelmäßig im Ausmaß von 20—30 cm eintrat, wenn auf den Gletschern der Hohen Tauern nachts die Ablation nachließ und in den nächsten Vormittagsstunden die vom Flußwasser freiwerdenden Sandhängen durch kleine Wasseradern zerlegt wurden. Das Steigen der Drau bei Ankunft der Schmelzwasser zerstörte durch Sand-sedimentation wieder die Miniatur-Terrassenlandschaft. Bei der Beobachtung des Werdens ergab sich eindeutig ein Abwärtswandern der Terrassenbildung, indem der weiter oben weggenommene Sand tiefer zur Ablagerung kam, sich in Form eines Schwemmkegels absetzte, der dann wieder eine Zerschneidung erfuhr. So lagerten sich in wenigen Stunden Schwemmkegel vor Schwemmkegel und wurden unter Ausbildung von Terrassen wieder zerschnitten.

Gibt es nun im Stockwerksbau der mehrere Meter bis einige Zehnmeter hohen diluvialen Terrassenkörper der nach Osten abströmenden Alpenflüsse Erscheinungen, die mit diesen Miniatur- und Eintagterrassen Ähnlichkeiten aufweisen? Am Beispiel der Murterrassen zwischen Judenburg und dem Grazer Feld soll eine Beantwortung versucht werden.

Der eiszeitliche Murgletscher, der 2,5 km westlich von Judenburg endete, schüttete in das Judenburg-Knittelfelder Becken einen beachtlichen Sander hinein, der eine starke Terrassierung erfuhr. A. v. MORLOT [1848] weist bereits auf das tiefe Einschneiden der Mur in die Schottermassen hin. A. v. BÖHM [1900] befaßt sich gleichfalls mit diesen Terrassen und betont die bedeutende Zunahme ihrer Höhen von Knittelfeld gegen Westen. Er vertritt die Ansicht, daß die Schotter vor und während der Ablagerung der Moränen angehäuft wurden [S. 10]. BÖHM erwähnt ausdrücklich das einmal kürzere, dann wieder längere Hinziehen der Terrassen. Er schreibt weiter, [S. 11], daß sich die Schottermassen ursprünglich weiter talaufwärts ausdehnten, daß sie aber in der Folge von dort fast vollständig entfernt, also erodiert worden sind. BÖHM

äußert auch die Meinung, daß die Moräne auf der Terrasse liegt, eine Ansicht, die sich auch bei A. AIGNER [1905] und F. HERITSCH [1909] findet, die sich beide auf neue Moränenmaterialfunde stützen konnten. A. PENCK [1909] pflichtet dieser Ansicht ebenfalls bei, während J. SÖLCH [1917] sich recht vorsichtig und mehr ablehnend verhält. J. STINY [1923] weist auf den Durchzug der Schotter unter der Moräne hin und nimmt für die Lieferung der Schotter die Riß- und Würmzeit an. Den höchsten Teil bilden die Moränen. Gleichgültig ob die Schotter knapp Frühwürm oder schon etwas früher angeliefert wurden, es geht aus all den Bemerkungen in der Literatur und dem Augenschein hervor, welch einheitlichen Schotterkörper, was Masse und Aussehen anbetrifft, man hier vor sich hat, und daß der Menge nach das Moränenmaterial recht zurücksteht. J. SÖLCH [1917, 13, 317] betont ganz besonders den geschlossenen Eindruck den die Ablagerung macht, A. AIGNER [1905] hebt deren Schwemmkegelcharakter hervor. A. PENCK [1909, 1026/27] unterstreicht die Frische der Aufschüttung im Knittelfelder Becken sowie die fehlende Verwitterung und bezeichnet all diese Ablagerungen als Niederterrassenschotter. Weiters erwähnen alle Autoren eine Untergliederung der Terrassen in kurze Teilfluren, ihr starkes Gefälle und ein Verschneiden (Konvergenz) der Terrassen. Von dem Terrassensporn Judenburg (westlich Kirche 740 m) bis zur Einmündung der Ingering westlich von Knittelfeld (12,5 km Luftlinie, 17,5 km Flußlauf) beträgt das Flußgefälle (690—628 m)  $3,5^{0/100}$ , das der Hauptflur (740—650 m) um 90 m, ist also mit  $7,2^{0/100}$  erheblicher, und das der tieferen Teilfluren erhöht sich auf  $10—15^{0/100}$  (Murdorf 720 m — Murboden — Murwald — Farracherwald 660 m — Schloß Authal). Dies sind eben Gefälle von Schwemmkegeln und ihrer Teilfluren, bei welchen sich weiter talaus wieder Gefällermäßigungen einstellen.

Stärkere Störungen der Fluren und Terrassen verursachen die Nebengewässer. Der Weyer-Oberwegbach zeichnet mitverantwortlich für die Spornbildung der Stadterrasse von Judenburg. Seine Einmündung schuf den Sporn, unterband den Zusammenhang mit den östlicheren Terrassenfluren und erzeugte einen plötzlichen Abfall des Schotterkörpers. Nördlich, im Aichfeld, wo sich im Vergleich zur Mur die Pöls nur mäßig, 10—15 m, eingrub und bescheiden mäandriert, ergibt sich von der Linie Ritzendorf—Kumpitz (750 m) bis nördlich Zeltweg (670 m) ein Gefälle von rund 80 m auf 9 km, also von  $9^{0/100}$ , ein Wert, der unter dem der steilen Teilfelder liegt, aber den des Murbodens etwas übersteigt; es ist jedoch sicher ein Betrag, der bedeutend den übertrifft, den man von langhinziehenden, den Fluß begleitenden Terrassen erwartet. Weitere Störungen des Schotterkörpers schuf der Granitzenbach im Bereich der Linie Weißkirchen—Zeltweg. Aber all die durch Granitzen und Pöls entstandenen Terrassen und Teilfluren bleiben an Ausdehnung weit hinter denen zurück, die von der Mur stammen.

Wie soll man sich die Entstehung des Schotterkörpers und der dazugehörigen Terrassen und Terrassenteilfluren vorstellen? Im Sinne eines einheitlich entstandenen Schotterkörpers und nach der Lage der Moräne, wird man wohl die Ansicht vertreten müssen, daß die Schotter vor dem herankommenden Würmeis immer höher aufgeschüttet wurden, so daß die höchsten westlichsten Teile des Schotterkörpers die jüngsten Partien darstellen und darauf die Moräne gelagert wurde. Aber, zeitlich kaum davon getrennt, begann bereits das Einschneiden, vielleicht unterhalb der flachsten obersten Sanderpartien mit kräftigem Einsatz. Das Einschneiden verlegte sich immer weiter zurück und durch Prall- und Gleithangausbildungen wurde die Entwicklung der Teilfluren, von

denen manche tieferen, talaus gelegenen ziemlich gleich alt mit den obersten, talein gelegenen Terrassenfluren sein können, eingeleitet.

Ein Kennzeichen für Teilfluren ist nicht nur ihr kurzer, unregelmäßiger, oft durch das Abströmen des Wassers vom Prallhang bedingter und sich diesem Abströmen anpassender Verlauf, sondern auch ein allmähliches Aufhören, soweit nicht eine neue Änderung der Strömungsrichtung zu Unterschneidungen führt. Auf solchen Teilfluren oder Zwischenterrassen kann es leichter als sonst zu Überflutungen mit Ablagerung von Feinmaterial kommen. Auf Schotterkörpern, die in solcher Weise Zerschneidungen erfahren, ist eine genaue Altersgliederung der Terrassenfluren und Teilterrassen wegen der Heftigkeit und Schnelligkeit der Vorgänge und dem Fehlen klarer Schichten sehr schwer möglich und fehlt im Murtal ganz. Im Sinne der jungen und jüngsten Aufschüttungen und gleichsam im Gegensatz zu jenen Deckenschottern, wo die obersten die ältesten sind, treten hier recht junge höchste Schotterpartien auf und ist ein Teil des inneren Schotterkörpers am ältesten. Aber auch die tiefen Terrassen und Teilfluren brauchen nicht, wie es der Ineinanderschachtelung der klassischen Hoch- und Niederterrassen entspricht, deutlich verschiedenes Alter aufzuweisen, bei dem die tiefsten die jüngsten sind, und durch Klimaperioden von den höheren „getrennt“ sind, sondern können allein durch Lokalerosion im Schotterkörper entstanden sein, wobei eine zeitliche Differenzierung nur untergeordnete Bedeutung hat.

Wichtig ist die Frage nach den Kräften, die für den Gerölltransport zur Verfügung standen. Während m. E. die diluvialen Niederschlagsmengen in den Kaltzeiten von den heutigen nur unbedeutend abwichen, verlief aber die Wasserspeisung der Flüsse doch wesentlich anders. Es steigt z. B. heute die Wasserführung der hier in Frage kommenden Gewässer im Frühjahr während der Schneeschmelze stark an, hält sich in den Sommermonaten, der Zeit der stärksten Niederschläge, weiter hoch und sinkt nach dem Winter hin ab, allerdings von gelegentlichen heftigeren Niederschlägen und Anstiegen unterbrochen, um im Jänner-Februar die tiefsten Stände zu verzeichnen. So beträgt in St. Georgen ob Judenburg die Wasserführung der Mur (1949—1958) im Jahresdurchschnitt 45,4 m<sup>3</sup>/sec. Auf die Wintermonate Dezember-Februar entfallen jedoch nur 18,7 m<sup>3</sup>/sec, das sind 10,3% der Jahresmenge, während im Mai, dem Monat der stärksten Wasserführung, 94,7 m<sup>3</sup>/sec, also die fünffache Menge oder 17% der Jahresmenge vorbei strömen. Auf die drei Sommermonate Juni—August entfallen 68,7 m<sup>3</sup>/sec oder 38%. Der Abfluß vollzieht sich an der oberen Mur heute in Form eines breiten „Frühjahr- und Sommerberges“ und eines viel kürzeren „Wintertales“.

In den Kaltzeiten, bei mittleren Jahrestemperaturen, die um 8—10° unter den gegenwärtigen lagen, also im Sommer in 800—1000 m Höhe um 5—8° pendelten — Werte, wie sie sich heute in 2200—2500 m im Juli einstellen — und im Frühjahr und Herbst fast dauernd unter Null blieben, mußte sich der Abfluß auf ganz wenige Sommerwochen zusammendrängen, dann aber sehr stürmisch verlaufen. Einen gewissen Hinweis, wie die Abflußverteilung über das Jahr sich damals abgespielt hat, geben heute stark vergletscherte Einzugsgebiete, deren Temperaturen in den Sommermonaten ziemlich niedrig sind. Als Beispiel sei der Pegel Vent in den Öztaler Alpen (1877 m) und Innergschlöß in der Venedigergruppe (1687 m) gewählt. Das Einzugsgebiet bei Vent umfaßt 164,7 km<sup>2</sup> bei einer Vergletscherung von rund 7000 ha (= 43%), das des Gschlößbaches allerdings nur 39,4 km<sup>2</sup>, von denen rund 2000 ha Firne sind,

so daß der Vereisungsstand somit um 50% beträgt. Die Wasserführung der Ache bei Vent machte in den Jahren 1940—50 6,14 m<sup>3</sup>/sec., aus. Im Winter trägt sie jedoch nur 0,6 m<sup>3</sup>/sec, im Frühjahr erst 1,7 m<sup>3</sup>/sec, in den Sommermonaten dagegen 17,2 m<sup>3</sup>/sec und im Herbst 4,6 m<sup>3</sup>/sec. Es ergeben sich für den Winter 2,4%, das Frühjahr 7%, den Sommer 71,6% und den Herbst 19% des Gesamtabflusses. Im Mai strömen hier erst knapp 5% ab, gegen 17% im oberen Murtal. Im Innerschlöß (Wasserführung: Winter 0,13 m<sup>3</sup>/sec = 1%; Frühjahr 1,17 m<sup>3</sup>/sec = 10%; Sommer 8,8 m<sup>3</sup>/sec = 73%; Herbst 2,0 m<sup>3</sup>/sec = 16%) unterscheiden sich der Monat der tiefsten und höchsten Wasserführung noch extremer. Zwischen dem Februar und Juli steigt die Differenz auf über 1 : 100 (0,08 : 10 m<sup>3</sup>/sec).

Während der Kaltzeiten herrschten im oberen Murtal, was den Abflußgang betrifft, sicher ähnliche Verhältnisse wie heute im Gschlößgebiet. Wahrscheinlich waren sie sogar noch extremer; dazu erreichte die Wassermenge viel höhere Werte. Die Mur weist nämlich bis St. Georgen (706,95 m) ein Einzugsgebiet von 2341,7 km<sup>2</sup>, bis Zeltweg (646,25 m) ein solches von 2968,4 km<sup>2</sup> auf. Bis knapp vor Judenburg kann man ein Einzugsgebiet von 2500 km<sup>2</sup> veranschlagen, das in der Kaltzeit fast ganz vergletschert und verfirnt gewesen sein muß. Die Gletscheroberfläche stieg von 800 m bei Judenburg bis gegen 3000 m in den höchsten Kar- und Firngebieten des Lungau an. Es ergibt sich eine mittlere Höhe der Eisoberfläche von 2000—2300 m; diese entspricht roh der heutigen Höhe der Sattellinie (2200 m) auf der Pasterze, wo V. PASCHINGER [1948] im Sommer eine Tagesablation von 61 mm (1938—1944) im Mittel maß und Höchstbeträge von 10 cm verzeichnete. Setzt man für die tieferen Temperaturen der Kaltzeit nur die Hälfte der von V. PASCHINGER gefundenen Ablationsleistungen (um 30 mm) für einen Sommertag an, so ist das ein Wert, der eher zu niedrig als zu hoch erscheint und mindestens während der Zeit des Spätwürms in der Phase der Abschmelzung bedeutend überboten worden ist. Im Bereiche des östlichsten Teiles des Murgletschers war der Abstand Gletscheroberfläche — eiszeitliche Schneegrenze [nach A. v. BÖHM in 15—1600 m] ähnlich dem, der sich heute zwischen Seelandlinie und Pasterzenfirnlinie in kühlen Sommern einstellt. Allerdings wird in den Kaltzeiten die Ablation während der einzelnen Sommertage noch unterschiedlicher als jetzt gewesen sein, da in den Perioden sommerlicher Neuschneefälle und den Tagen darauf viel häufiger als heute sehr hohe Albedowerte kaum eine Abschmelzung zuließen und erst nach Absinken des Albedo Ablation stärker einsetzen konnte. Nimmt man auf 2500 km<sup>2</sup> Firn nur eine Abschmelzung von 10 mm im Tag an, so ergibt das rund 25 Mill. m<sup>3</sup> oder 300 m<sup>3</sup>/sec pro Tag, also dreimal so viel wie die gegenwärtige Frühjahrsmelzwasserführung der Mur. Nun traten aber in den Abschmelzzeiten sicher Tage auf, an denen 50 mm Ablation vorkam, was 125 Mill. m<sup>3</sup> ergibt oder 1500 m<sup>3</sup>/sec im Tag, ohne daß dabei eine besondere Hochwelle während bestimmter Stunden Berücksichtigung findet. Eine Wasserlieferung von 1500 m<sup>3</sup>/sec bedeutet bereits das 10—15fache der durchschnittlichen Schmelzwässer im Frühjahr. Aber Hochwässer von 2000—3000 m<sup>3</sup>/sec, das ist mehr als die Wasserführung der Donau bei Wien und mehr als die größten katastrophalen Murhochwässer, die man in Graz kennt, waren damals an warmen Sommertagen wohl die Regel. Bei Annahme von 80% Abfluß der oberen Mur im Sommer erhöht sich die durchschnittliche sommerliche Abflußmenge auf das 3—4-fache der heutigen, das heißt aber, im Verhältnis zu dem gegenwärtigen sommerlichen Abfluß herrschte damals zur gleichen Jahreszeit dauernd Hochwasser

(69 : 260 m<sup>3</sup>/sec). Vor allem dürften die wenigen warmen Sommertage mit ihren katastrophalen Hochfluten die Schotterterrassengestaltung entscheidend beeinflusst haben.

Östlich von Zeltweg—Knittelfeld folgt eine relativ terrassenarme Strecke und das Murgefälle macht zwischen Zeltweg (647,24 m) und Leoben (533,10 m) auf 46,21 km nur 114,13 m = 2,46 ‰ aus. A. AIGNER [1905] erwähnte bereits das Fehlen der Terrassen im Durchbruch vor Kraubath zwischen Gulsen und Pöllerberg, aber auch bis zur Walpurgiskapelle (Brunn 589 m) vor St. Michael bleiben sie im 1—1,5 km breiten Talboden ganz an den Rand gedrängt. Vor der Liesingeinmündung ändert sich dann plötzlich das Bild. Eine 20—25 m hohe Terrassenplatte, von Westen her wie ein steiler Damm anzusehen, sperrt das Murtal. Man geht hier wohl nicht fehl, der Liesing einen beachtlichen Einfluß auf die erneut stark einsetzenden Terrassenakkumulationen zuzuschreiben. Stau durch die Liesingschotterlieferung verbunden mit Murmäanderbildung oberhalb ließen jedoch eine Terrassenbildung flußaufwärts nicht recht aufkommen. Unterhalb der Liesingeinmündung, obwohl sich dort das Tal auf weniger als 0,5 km verengt und die Mur dort ebenfalls Schleifen entwickelt, sind bis Leoben und Bruck Terrassen gut herausgearbeitet worden. Es treten bei Vorder Lain-sach, Hinterberg/Winkl, Proleb und Oberaich auch Zwischenfluren auf, an deren Bildung einerseits die Seitenbäche, andererseits die Verlegung von Murschleifen wirkten. Die Terrassen sind das Ergebnis einer erheblichen Murschotterablagerung und deren Zerschneidung; am ersten Vorgang habe die seitlichen Zubringer aus dem Norden wichtigen Anteil, und zwar in zweierlei Form: einmal durch Beistellung von Schotterfracht, dann aber, was wesentlicher sein dürfte, durch Behinderung der Mur, wodurch Sedimentation in ihrem Bett begann. Auf den Hängen der Murtalnordseite, also in Südexposition, gingen in der Kaltzeit die schutt- und bodenbildenden Vorgänge wahrscheinlich in stärkerem Ausmaß vor sich als auf den Hängen in Nordexposition, somit trugen erstere kräftiger zur Überlastung der Mur und zur Schotterauffüllung des Tales bei.

Eine besondere Situation entstand bei Bruck, wo die Mürz einmündet, die knapp vorher Thörlbach und Lamming aufnimmt. Aus den schottererfüllten Nebentälern ergoß sich ein Geröllstrom nach der Mürz- und Murtalsole; es entstanden östlich von Mürz und Mur eine Anzahl von Terrassen. AIGNER ordnet sie, von den höchsten abgesehen, dem Komplex der Hochterrassen zu, während seiner Meinung nach die Niederterrassen fehlen. Immerhin liegen nördlich und östlich Bruck hohe Terrassen (Pögstall 545 m, Pischke 534 m), wogegen sie westlich im Murtal nur bis 490 m Höhe auftreten. Daß die Terrassen im Durchbruchstal der Mur in den Engen unterhalb Bruck, zwischen Pfaffenberg und Übelstein, und weiter flußabwärts fehlen, bedarf keiner Worte. Einige sehr interessante Stellen finden sich jedoch in Weitungen, wo die Terrassen wieder einsetzen. Man muß an solchen Stellen aber klar zwischen Murarbeit und dem Einfluß, der von den Nebentälern ausgeht, unterscheiden und weiters den Zwang berücksichtigen, der mit den Haupttalbiegungen verbunden ist. V. HILBER [1912]<sup>1</sup>, der sich mit den Terrassen des Grazer Feldes und seiner Umgebung befaßt, gebraucht eine sehr instruktive Terminologie. Er spricht von Bau- und

<sup>1</sup> V. HILBER versteht unter Überbaustufen solche, wo der untere Teil aus vordiluvialen Bildungen, der obere aus diluvialen Anschwemmungen [1912, S. 4] besteht. In diesem Aufsatz wird der Begriff Überbaustufe viel allgemeiner, viel stärker dem Wortsinn nach gefaßt und für Akkumulationsformen, die deutliche Überbauungen zeigen und aus solchen herausgearbeitet wurden (Terrassen), angewendet.

Überbaustufen; im Gegensatz dazu kann man auch den Begriff Unterbau- und Unterbauformen einführen, Formen, die im Durchbruchstal und Grazer Feld Bedeutung erlangen.

Nach der Enge von Übelstein—Wehr Pernegg beginnen Terrassen vor Kirchdorf bei Zlatten, wo aber der Zlattenbach mit einem Einzugsgebiet von 12 km<sup>2</sup> die Akkumulationen schon wieder zerlegt und deren Unterbau fortzuräumen beginnt. 3,5 km südlich von Zlatten bei Traföb schüttet der Traföbbach (Einzugsgebiet 3 km<sup>2</sup>) dagegen auf, sein Schwemmkegel überbaut die Murschotter und drängt den Fluß auf die östliche Talseite. Es wird dies mit Absicht erwähnt, da man daraus ersieht, wie in einem größeren Tal mit Talsohle, die nicht aus Anstehendem besteht, sondern wo Schotter von mindestens einigen Metern Mächtigkeit lagern, auf kurze Distanzen an der Mündung von kleinen Seitentälchen von nur wenigen Quadratkilometern Einzugsgebiet ein Wechsel von Erosion und Akkumulation möglich ist. Eine andere wichtige Stelle sind die Terrassen bei Frohnleiten, die immer wieder in der Literatur aufscheinen (J. SÖLCH [1917, 374—375], A. WINKLER-HERMADEN [1955, 51]). Diese Terrassen fallen durch ihre fünffache Treppung, unterschiedliche Schotterzusammensetzung und Überlagerung mit feinerem Material auf.

Warum gibt es gerade an dieser Stelle des Murtales so schöne Formen? Das hängt mit dem Murlauf bzw. mit den Richtungsänderungen des Flusses bei Rothleiten/Peugen und Frohnleiten zusammen. Hier sind zwischen Lerchkogel im Westen und Gschwendtberg im Osten zwei Murbiegungen, Prallhänge, durch lange Zeit fixiert, was besonders die Gleithang-Felsterrasse Wannersdorf/Schlögl belegt. Im Schutz der Bürgerwaldhöhe liegen 5 Staffeln (555 m, 529 m, 490 m, 465 m, 435 m), die mit scharfer Kante und Steilhang nach N und NO abbrechen. Hier ist eine typische Terrassenschuttlage vorhanden, vor allem ein toter Winkel nach SW zu. Daß es länger keine Angriffe vom Hauptfluß her gab (den rechtsseitigen Gamsnebenfluß schirmt der Bürgerwaldrücken ab), zeigen die Ausbildung von Dellen und Tobeln auf den Terrassenfluren, die als Fortsetzung von kleinsten Hangrinnen des Bürgerwaldhanges entstanden, ferner Grundwasseraustritte im untersten Terrassenabfall mit rückschreitenden Erosionsanbrüchen. Lehmdecken von mehreren Metern Mächtigkeit mit nur ganz wenigen Schottereinlagerungen, ja Lehmmächtigkeiten von 11—15 m in der Ziegelei Lenhardt u. Fischer, die unter das Flurniveau der Würmterrasse hinabreichen, die dort auffallend arm an größeren Schottern ist, dagegen viel sandig-tonige Partien enthält, deuten ebenfalls darauf hin, daß eine aktive Flußarbeit mit Schottertransport auch in höheren Lagen nicht stattfand; es ist bezeichnend für solche Flußleelagen, daß sich die Fazies der Sande und Lehme im reichen Ausmaß einstellt. Wie weit daher die in solchen Lagen auf tieferen Schottern vorhandenen Sande und Lehme für eine genauere Altersbestimmung verwendet werden dürfen, ist eine Frage für sich. Nur eine eingehende bodenkundliche Untersuchung und Glücksumstände könnten überzeugende Belege liefern.

Zwischen Deutschfeistritz und Kleinstübing überbauen die Ablagerungen des Königsgraben, der kaum 3 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet besitzt, die Murschotter. Es kommt zu einem Wettstreit zwischen alten Murunterschnidungen, Murabdrängung und lokalen Einrissen des Seitengewässers. Wichtig erscheint, daß ein so kleines Tälchen einen beachtlichen Überbau schaffen konnte und die Schwemmkegelform in seiner Mündung erhalten blieb, was trotz steilerer Talhänge von 200—300 m relativer Höhe und der Annahme einer dürftigen Vegetation in der

Kaltzeit mit gleichzeitig stärkerem periglazialen Bodenfließen noch immer eine beachtliche Leistung des Seitenbächleins darstellt. Solche Erscheinungen sind in einem größeren Flußtal wohl nur dann möglich, wenn der Hauptfluß wenig Tendenz und Kraft zur Eintiefung hat, so daß ihn kleine Nebengewässer bereits bedrängen.

Im Gratwein-Gratkorner Becken setzen die jungen Schotterterrassen zwischen Au und der Kirche von Gratwein mit N—S Verlauf ein, ziehen dann mit scharfer Kante im Bogen nach SO bis Judendorf und machen damit die Richtungsänderung der Mur mit. Der Abfall zur Auflur beträgt um 12 m. Die Flur steigt nach dem Luttengraben und Kugelberg an, geht im Straßengelfeld in eine sanfte schräge Fläche über, auf der die Einflüsse der Umrahmung auf die Terrassenflur durch kleine Wasseradern, die in den Schottern zum Teil versiegen und Aufschwemmungen hinterlassen, zu sehen sind. Im Gebiet bei Rötz gibt es Meter mächtige Lehmdecken, die noch weit entfernt von den Terrassenrändern lagern, und zum Teil sicher jünger als die Schotterablagerungen sind, zum Teil aber auch in Buchten, Taschen und Säcken, die durch Murschottervorbau entstanden sein dürften, und zwar zeitlich äquivalent mit den Schotterablagerungen und deren Höherbau entstanden sind. In der letzten Enge zwischen Steinkogel/Göstinger Ruine und Kanzel fehlen wieder Terrassenbildungen. Im Schutz des Jungfernsprung-Cholerakapellenrückens rechts und unter der Kanzel links setzen dann die Terrassen des Grazer Feldes an und entwickeln sich flußabwärts bald ziemlich breit. Es ist typisch für diese, daß bei den Ansätzen die Ränder besonders scharf sind, die Abstände vom gestaltenden Fluß gering und die Zeit, in der das letztmal aktiv gearbeitet wurde, noch nicht lange zurück liegt. Hier finden sich auch über den jüngeren Hauptschotterfluren noch höhere, aber sehr kleine, stärker verfestigte Akkumulationen (Konglomerate), die am Rande des Talgrundes lagern und zum älteren Hangschutt bzw. den Hangbreccien in Beziehung stehen. Bei der Siedlung Eichberg stellt sich sogar ein kleines Lößvorkommen ein. All diese Ablagerungen stehen unter dem Schutz der steilen Hänge und Prallhangkanten. Diese kleinsten höheren Schotterpartien und Lößfetzen, die sich nicht mehr als Fläche, kaum noch als geschlossene Linie, sondern nur punktiert oder als Punkt maßstabsgetreu auf Kartenskizzen eintragen lassen, sind doch auffallend mit dem Wiederauftreten junger Terrassenfolgen verknüpft. Arealmäßig kommt diesen höheren Terrassenelementen keine Bedeutung zu, wohl aber, wenn es darum geht, Altersbestimmungen durchzuführen; wie weit sich aus solchen Resten für größere und auseinanderliegende Terrassenflächen bindende Parallelen herstellen lassen, bleibt offen. Ihr Auftreten mit dem Aufhören der Engen und zu Beginn der niederen Terrassenfluren in den Weitungen zeigt jedoch, wie sehr auch im höheren Niveau die Ansatzstellen die gleichen sind.

Mit dem Austritt der Mur aus dem Gebirge schwingen deren sehr einheitliche Schotterfluren ein wenig vom heutigen Flußlauf weg; die Hauptterrassenränder rücken 1—1,5 km vom Fluß ab. Die Schotterkörper bestehen aus kopfbis nußgroßen Geröllen. Eine klare Schichtung fehlt, ebenso wie weit hinziehende rein sandige Partien. Einzig im oberen Teil des Grazer Feldes, in der Nähe der Steilhänge der Umrahmung, treten große kantige Schuttrümmer auf, die meist aus der Dolomitsandsteinstufe des Devons stammen. Sie sind entweder Hangschutt oder wurden vom Göstinger Bach während großer Hochwässer — es gibt hier Wolkenbrüche, die 400—500 mm Niederschlag in wenigen Stunden liefern und Kleinstbäche zu wilden Strömen anschwellen lassen — heran-

geschleppt. A. PENCK glaubte allerdings eine gewisse Schichtung in den Schottern zu erkennen und scheidet eine ältere tiefere Akkumulation, die er der Reißzeit zuordnet, und eine jüngere höhere Würmschicht aus. Das Charakteristische der Schotterfluren bleibt aber ihr im ganzen sehr einheitlicher Körper, den nur eine wenige Dezimeter mächtige Bodenkrume, der man deutlich die Einwirkung des Menschen anmerkt, deckt.

Diese Schotterfelderterrassen, denen vor allem V. HILBER, J. SÖLCH, A. PENCK und in jüngster Zeit A. WINKLER-HERMADEN [1955] und H. FLÜGEL [1960] eingehende Studien widmeten, zeichnen sich durch das arealmäßige Überwiegen einer Hauptflur aus, an die nach der Mur hin Leisten, Teilfluren und Zwischenterrassen, die viel kleiner sind, anschließen. Nach Süden, nach der Vereinigung von Kainach und Mur hin, vor dem Wildonerberg, nehmen die Unregelmäßigkeiten in Form von Unterstufen und Zwischenfluren zu. Zwischen der rechten und linken Murseite bestehen in den Flurhöhen Unterschiede, die im großen und ganzen 6—10 m ausmachen. Sie lassen sich am besten mit Hilfe der zahlreichen Höhenangaben bei HILBER und SÖLCH verfolgen. Die Unterschiede mindern sich allerdings, wenn man kein W—O sondern ein WSW—ONO Profil anlegt. In roher Überschau ergibt sich ein Absinken der Flur des Grazer Feldes von etwas mehr als  $3\%_{00}$  im obersten Teil nach dem Austritt der Mur aus dem Gebirge, im unteren Teil von etwas weniger als  $3\%_{00}$ , in der Mitte von fast genau  $3\%_{00}$ , während die heutige Mur ein Gefälle von  $2\%_{00}$  aufweist. Das auffallendste an dieser Flur ist das Fehlen von oberflächlichen Wasserläufen auf 22 km Länge zwischen Göstinger- und Laa-Poniglbach. Die kleinen Wasseradern, die von der westlichen Umrahmung des Plabutsch-Buchkogelzuges ab-rinnen, wie die aus der Karstquelle des Bründl gespeiste Ader und der Katzelbach, versiegen in dem 3—4 km breiten Schotterfeld. Erst weiter im Süden, ab Premstätten, wo ein mit Lehm verschmierter Streifen unter der um rund 20 bis 25 m höheren Kaiserwaldterrasse hinzieht, nimmt der Laa-Poniglbach seinen Weg nach Süden, kämpft allerdings näher der Mur ebenfalls mit der Austrocknung. Im Osten erreichen dagegen die aus dem Hügelland kommenden Bäche mit größerem Einzugsgebiet (Schöckl-, Krois—Graz-, Athal—Raaba-, Ferbesbach), die ersteren mit verhältnismäßig geringer, die letzten zwei schon mit erheblicher Mündungverschleppung die Mur. Die Lehmüberdeckung der Schotter steigt nach Südosten an, da die Zuflüsse aus dem Hügelland ja hauptsächlich Feinmaterial heranzuführen und die Bäche sich in die Terrasse nur mehr wenig einschneiden. Die Mächtigkeit der lehmigen Ablagerungen steigert sich nach Süden auf der linken Seite des Leibnitzer Feldes, wo die Hauptflur, ähnlich wie im Grazer Feld, nur eine karge Bodenkrume zeigt, aber östlich davon die 10—12 m über der Mur beginnende, von T. WIESBÖCK [1943] und A. WINKLER-HERMADEN Helfbrunnerterrasse genannt, mit einer mehrere Meter mächtigen Auelehmdecke versehen ist, die einen wenig fruchtbaren, schwer durchlässigen, marmorierten, mit Humussalzkonkretionen durchsetzten Boden abgibt. Die Lehme dieser Terrassen wurden wohl von den Flübchen des tertiären Hügellandes herangebracht, die heute die Terrassen wieder zerschneiden; hier leiten bereits kleine neue Wasseradern, vom Grundwasser gespeist, weitere Zerlegungen ein. Die Mur greift diese Terrassen nicht mehr an.

Über der Hauptflur des Grazer Feldes lagert im Westen 20—25 m höher die Kaiserwaldterrasse. WINKLER-HERMADEN zählt sie zum größten Teil zu seiner mittleren Terrassengruppe und gibt ihr ein altquartäres Alter [1955], eine Ansicht, die schon PENCK vertrat, wogegen SÖLCH sie in das Tertiär einordnet.

Je jünger man diese Terrasse datiert, die nicht nur eine beachtliche Lehmdecke trägt, sondern zum großen Teil aus Lehm überhaupt besteht — westlich Windorf wurden Lehmmächtigkeiten von 17 m erbohrt — desto größer werden die Schwierigkeiten in Hinsicht einer zweckmäßigen Einordnung, die nicht gegen die kausalen Bedingungen des Raum-Zeitproblems verstößt. Nimmt man an, die Kaiserwaldterrasse zwischen Kainach und Mur sei ein Restbestand zwischen zwei Flüssen und eben wegen dieser Zwischenlage erhalten geblieben, so muß man weiter folgern, daß weite Teile des Kainach—Grazer Feldgebiets einst eine solche stattliche Lehmdecke hatten, deren Abtragung aber unbedingte Voraussetzung war, damit die jungglazialen Schotter sich ablagern konnten. WINKLER-HERMADEN [1955, 44] meint allerdings, daß die Lehme von der Kainach stammen.

Die Frage nach der Mächtigkeit der Ablagerungen hat auf breiten Talböden gerade für das Raum-Zeitproblem eine größere Bedeutung als in engen Einschnitten und ist für die Konstruktion eines ehemaligen Gefällsprofils und damit wieder für ein besseres Verständnis der Transportmöglichkeiten unerläßlich. Über die Dicke der jungdiluvialen Schotterlagen erhielt man durch den Bau der Grazer Stadtbrücken, tiefe Fundamentierungen großer Gebäude, die Kanalisierung und durch Bohrungen viele Angaben. Neben den alten Daten, so bei F. v. HOCHENBURGER [1894], sind es vor allem die Feststellungen von E. CLAR [1931, 1947], V. MAURIN [1956] und in jüngster Zeit von H. FLÜGEL [1960], die sehr gute Über- und Ausblicke geben. Im Stadtbereich zwischen Geidorfplatz und Eggenberg schwankt die Schottermächtigkeit zwischen 2,5 m auf dem Jakominiplatz bei ehemaligen Kaufhaus Kraft (jetzt Dorotheum) und 26,5 m bei der Brauerei Reininghaus. Die Arbeit FLÜGELS bringt recht genaue Angaben für die Sockelhöhen der Terrassen. Er vermochte zu zeigen, wie der tertiäre Sockel, die Auflagerungsfläche der jungdiluvialen Ablagerungen, an vielen Stellen auch dort, wo die heutigen Terrassenränder ungestört hinziehen, Knicke aufweist, und wie im Nordosten, wo das Tertiär recht bald auftritt, dieses besonders reich gebuchtet, zerlappt und mit Erosionskerben versehen ist. Der gegenwärtige Terrassenrand fällt z. B. an der Straße Gössendorf—Fernitz wenig auf, ist dagegen im Sockel markanter ausgeprägt. Westlich Wundschuh steigt jedoch der Sockel nach FLÜGEL ebenso unvermittelt an, wie die Kaiserwaldterrasse über der Hauptflur, und die Höhe der Stufe im Sockel entspricht mit rund 25 m ungefähr der an der Oberfläche. Bei Ver- und Überbauungen spielt das gegenseitige Verhältnis von Stufenhöhe und Mächtigkeit der Deckschicht eine wichtige Rolle; bei niedriger Stufe im Sockel und etwas größerer Mächtigkeit der Deckschicht kann es an der Oberfläche leicht zur Abschwächung des Untergrundreliefs kommen. Sind dagegen die Ausmaße von Sockelstufenhöhe und Deckschichtdicke ähnlich, oder ist letztere gar geringer, so bilden sich die ersteren eher schärfer nach. Bei großer Mächtigkeit der Deckschicht und nur kleinen Unregelmäßigkeiten des Untergrundes ergibt sich an der neuen Oberfläche vielfach eine Vereinfachung des Reliefs.

Wichtig ist ferner, daß die tertiären Terrassensockel, die einst ja Oberflächen und von der alten Mur geschaffen worden waren, gerade wie die Akkumulationsterrassen konvergieren, wie dies die Erosionstheorie fordert, und es scheint, daß der Konvergenzpunkt im Vergleich zu den Terrassenoberflächen etwas flußaufwärts verschoben ist. Besonders gut ersieht man diese Aufwärtsverschiebung aus der Rinne, die in den Steinfeld-Terrassensockel eingetieft ist. Ihre Tiefe mißt nach FLÜGEL bei Fernitz 5 m, bei Lebern 10 m, bei Puntigam

13 m und südlich vom Schloßberg 15 m, ermäßigt sich demnach flußabwärts auf rund 10 km um 10 m. Das Bezeichnende an diesen Sockel- und Rinnenwerten sind eben die Verschiebungen im Vergleich zur heutigen Oberfläche, was nur belegt, daß einst im tertiären Murtal Prall- und Gleithänge auftraten, es ein Schachtelrelief, Terrassenrandkonvergenz gab und durch die Seitenbäche wahrscheinlich eine stärkere Zerschneidung und Terrassierung als heute erfolgte. Während der einzelnen Ausräumungsphasen wurden Rinnen geschaffen, die in die Basis älterer Füllungen teilweise eingriffen und dann in späteren Akkumulationsphasen Zuschüttung erfuhren. Besonders festzustellen wäre das Vorhandensein von Terrassenkonvergenzen auf Entfernungen von 10—25 km Länge, also in einem Ausmaß wie man es auch heute im Grazer Feld zwischen Gösting und Werndorf sieht.

FLÜGEL bringt als Arbeitshypothese eine ziemlich detaillierte Altersgliederung des Terrassenkörpers: Kaiserwaldterrasse, die mittlere Terrassengruppe WINKLER-HERMADENS, wäre Präriß, und sich WINKLER-HERMADEN anschließend hält FLÜGEL die Decklehme dieser Terrasse für eine warmzeitliche Bildung. J. FINK [1959] stellt die Entstehung dieses Bodens allerdings in eine Kaltzeit. Dort, wo die Lehme stark marmoriert sind (Pseudogley) und durchwürgt aussehen, ist ein Schluß auf eine kaltzeitliche Bildung nicht unbegründet. Vergleicht man mit heutigen Auelehmbildungen, die ebenfalls blaugrüne und gelblich braune Tönungen (Grundwassergleye) zeigen, neigt man wieder stärker dazu, ihre Entstehung in eine Warmzeit zu verlegen. Die Steinfeldterrasse, die Hauptterrasse des Grazer Feldes, wird dem Würm, und zwar dem Altwürm. — FLÜGEL folgt da WINKLER-HERMADEN, der die Bezeichnung Frühwürm gebraucht — zugeordnet. Der Steinfeldterrassensockel wäre Riß-Würminterglazial, eine Auffassung, die mit den Ansichten H. KÜPPERS [1955, 151] aus dem Wiener Raum übereinstimmt. Der Stadtbodensockel ist dagegen recht jung, erfuhr eine jüngstpleistozäne Schotteraufflagerung, in die und weiter bis in den Sockel hinein noch einmal eine Rinnenbildung erfolgte, die bis ins Holozän anhielt, worauf wieder Akkumulation eintrat.

Nördlich von Gratkorn liegt 6 m über dem heutigen Murspiegel das Zigeunerloch (384 m), eine kleine Höhle, die nach Grabungen von W. SCHMID und W. TEPPNER [1930—34] eine mesolithische Fischer- und Jägerstation barg und wo nach R. PITTIONI [1945] in der Ancycluszeit die Besiedlung erfolgte. Damals bespülte die Mur noch den Höhleneingang, während heute auch die höchsten Hochwässer nicht mehr dorthin reichen. Als im Bereich von Gratkorn bereits Tiefenerosion einsetzte, schüttete die Mur die unterste Stadtbodenstufe noch oder schon wieder auf und diese Aufschüttung setzte sich dort bis in die römische Zeit fort. Testet man den Murlauf zwischen Bruck und Spielfeld ab, so lassen sich auch gegenwärtig Stellen zeigen, wo Tiefenerosions- und andere, wo Akkumulationstendenz herrscht, erstere bei der Badlwand, im Gebiet von Weinzödl und bei Lebring, letztere unter Peggau und unter Graz. Zwischen Badl und Peggau ergaben Bohrungen, über die H. SEELMEIER [1944] berichtete, z. B. bei der Haltestelle Badl, eine diluviale Akkumulationsschicht von 24 m, bei dem Gasthaus zur Lurgrotte von 17,7 m, beim Kalkwerk Kern etwas südlich von 7,5 m, auf der Ertlwiese von 18,5 m und südlich von Peggau von 43,5 m. Auf 3,4 km ergibt sich bei beachtlichen lokalen Unterschieden im Durchschnitt auf der linken Murseite knapp neben der steilen Talflanke ein prädiluviales Gefälle von rund 6‰, das ist bedeutend mehr als das der heutigen Mur mit 2—3‰ und über 1500 m Entfernung wechseln die Schichtmächtigkeiten von 7,5 auf 43,5 m.

Der erhebliche Unterschied der Terrassenhöhen zwischen Judenburg und Zeltweg, bei Bruck, die durch Bohrungen erwiesenen so stark schwankenden diluvialen Schottermächtigkeiten bei Peggau, ein zwar geringerer aber immerhin noch beachtlicher Unterschied in der Schotterdicke bei Graz legt es nahe, daß niemals eine einheitliche und, was die Mächtigkeit und die Neigung anbetrifft, auch niemals eine sich ziemlich gleichmäßig, murabwärts verringernde Schotterdecke bestanden hat, sondern es dürfte sich vielmehr in Analogie zu den Beobachtungen auf Sandbänken und bei Sandkastenversuchen ein Rhythmus von stärkerer und schwächerer Akkumulation bzw. Akkumulation und Tiefenerosion flußabwärts verlagert haben, in der Weise, daß auf Akkumulation Erosion folgen mußte. Diese Zerschneidung führte aber dazu, daß etwas weiter flußabwärts wieder Akkumulation eintrat, worauf im Bereich der stärksten Akkumulation erneut Erosion einsetzte usw. Welches Ausmaß die Akkumulation und die nachfolgende Erosion erlangen konnte und in welchem horizontalen Abständen sich diese Vorgänge abspielten, darüber Aussagen zu machen, reichen bis heute die Beobachtungen nicht aus und gibt es auch keine entsprechenden theoretischen Überlegungen. J. STINY machte allerdings auf solche Verlagerungen aufmerksam und bei den Muren des Unwetters vom 12. August 1958 im Breitenautal südlich vom Rennfeld folgten, wie E. CLAR und S. MORAWETZ berichteten, Schwemmkegel- und anschließend Terrassenbildung im zeitlichen Abstand von wenigen Stunden aufeinander, bei horizontalen Entfernungen von einigen Zehnbis wenigen Hundertmetern. Der Vorgang der Talvermurung vollzog sich innerhalb einiger Stunden in verschiedenen Phasen, wobei Akkumulation und Tiefenerosion abwechselten und sich talaus verschoben.

Wie ein roter Faden zieht sich durch die Literatur über die Terrassen an der Mur die Abneigung hindurch, von Hoch- und Niederterrassen im Sinne der klassischen Terminologie von PENCK und BRÜCKNER zu sprechen. Selbst PENCK gebraucht hier diesen Ausdruck, wie es scheint, ungern. HILBER gab den Terrassen lokale Namen, SÖLCH spricht von Haupt- und Zwischenterrasse und diese Bezeichnungen hielten die späteren Autoren durchaus bei, oder setzten die Benennung mit Lokalnamen fort. Auch die Einordnung und Altersdeutung wechselte. Über die Masse der Schotter des Grazer Feldes und der nach Norden und Süden anschließenden Ablagerungen bestand und besteht allerdings, was ihr jugendliches Alter angeht, Einigkeit. Es sei aber hier nochmals vermerkt, daß PENCK [1909, 1130] meint, in der Terrasse des Grazer Feldes stecken in der Tiefe ältere Schotter, denen Rißalter zukommt und die von jüngeren überlagert werden. WINKLER-HERMADEN und FLÜGEL stellen die Schotterlieferung ins Frühwürm. Von dieser allgemeinen Auffassung weicht nur HILBER ab, der den Schottertransport in die Riß-Würm-Interglazialzeit verlegt.

Bedenkt man, daß das Alter der von einer mächtigen Lehmdecke gekrönten Kaiserwaldterrasse zwischen Präwürm und Jungtertiär schwankt und WINKLER-HERMADEN für die Zeit der Lehmbodenbildung nun nicht glaziales, sondern interglaziales Alter annimmt, so erkennt man im Vergleich zu den tieferen Terrassen eine beachtlich größere Differenz und Unsicherheit in der Alterseinstufung von Schottern und Lehmauflage. Wenn man weiter überlegt, daß alle jene Forscher, die sich mit den Terrassen an der Mur befaßten, ausgezeichnete Kenner des Gebietes und gute Beobachter waren, so führen die Divergenzen in den Auffassungen zu dem Schluß, daß die Forschung alles eher als abgeschlossen ist. Schreitet man von der Hauptterrasse über die Zwischenterrassen auf die Teilfluren hinab, so wird es, was die Zeit-Raumfrage anbe-

langt, eher schwieriger als einfacher, Akkumulations- und Erosionsphasen in letzte kurze Warm- oder Kaltzeiten einzubauen, wobei letztlich von untergeordneter Bedeutung ist, ob der einen oder der anderen Akkumulation oder Erosion zuzuschreiben wäre. Geradezu in Bezug auf den Wechsel von Akkumulation und Tiefenerosion in zeitlich kurzen Spannen, der im Grazer Feld bei den untersten Terrassen zweifelsohne waltete, kann die Auffassung von der abschnittsweisen Verlagerung von Akkumulation und Erosion in mancher Hinsicht Schwierigkeiten beseitigen. Es liegt dem Autor ganz ferne, die klassische Terrassenlehre, die PENCK und BRÜCKNER begründeten, irgendwie abzuändern, oder den auf Grund von so vielen Erkenntnissen, Erfahrungen und Mühen ausgeschiedenen Terrassen von WINKLER-HERMADEN weitere hinzuzufügen oder abstreichen zu wollen. Es geht hier um den Versuch, die an aktuellen Vorgängen in der Gegenwart gesehene Kleinformenwerdung von Terrassen durch vergleichende Betrachtung auf größere, in nicht allzuferner geologischer Vergangenheit entstandene Formen anzuwenden. Wie bei sehr vielen Vergleichen ist die Gefahr der Verwendung von letzten Endes doch nicht stichhaltigen Prämissen allerdings vorhanden.

#### Schrifttum

- AIGNER, A.: Eiszeit-Studien im Murgebiet. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 42. Bd., 1905, 22—81.
- BÖHM v. BÖHMERSHEIM, A.: Die alten Gletscher der Mur und Mürz. Abh. d. Geogr. Ges. Wien 1900, Bd. 2, 1—29.
- CLAR, E.: Das Relief des Tertiärs unter Graz. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. 68, 1931, 16—27.
- Zur Kenntnis des Tertiärs im Untergrund von Graz. Verh. d. Geol. Bundesanstalt Wien 1947, 184—191.
- Geologische Beobachtungen von der steirischen Unwetterkatastrophe vom August 1958. Geologie und Bauwesen, Jg. 24, 1959, 131—140.
- FLÜGEL, H.: Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes. Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., Bd. 102, Wien 1960, 52—64.
- FINK, J.: Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. Mitt. Österr. bodenkundl. Ges. Wien 1959, 2—14.
- HERITSCH, FR.: Neue Aufschlüsse bei den Murgletschermoränen von Judenburg. Verh. d. Geolog. R. A. Wien 1909, 347—350.
- HILBER, V.: Taltreppe. Graz 1912, 1—50.
- HOCHENBURGER, F. von: Darstellung der in der Periode 1874—1891 durchgeführten Arbeiten der Murregulierung in Steiermark. Wien 1894, 1—119.
- KÜPPER, H.: Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien. Verh. d. Geol. Bundesanstalt, Wien 1955, 136—152.
- MAURIN, V.: Der Untergrund der Murbrücken in der Grazer Innenstadt. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, Bd. 86, 1956, 72—79.
- MORAWETZ, S.: Beobachtungen über Erosion und Akkumulation auf einer Sandbank. Zeitschr. f. Geomorphologie, Bd. 2, 1958, 117—122.
- Geomorphologische Bemerkungen zur Unwetterkatastrophe vom August 1958 im Rennfeldgebiet. Mitt. d. Österr. Geogr. Ges. Bd. 101, Wien 1959, 396—398.
- MORLOT, A. von: Erläuterungen zur geologisch bearbeiteten 8. Sektion der Generalquartiermeisterstabs-Specialkarte von Steiermar und Illyrien. Wien 1848.
- PASCHINGER, V.: Pasterzenstudien. Festschr. zum 100jähr. Bestand d. Naturw. Ver. f. Kärnten, Klagenfurt 1948, XI. Sonderheft Carinthia II, 5—119.
- PENCK, A.: Die Eiszeit in den Südalpen und im Bereich der Ostabdachung der Alpen. In A. Penck u. Ed. Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter Bd. 3, Leipzig 1909, 717—1197.
- PITTIONI, R.: Die Funde aus der Zigeunerhöhle im Hausberg bei Gratkorn. Steiermark, Schild von Steier, Graz 1955, 12—24.
- SCHAEFER, I.: Die diluviale Erosion und Akkumulation. Forsch. z. Deutschen Landes. Bd. 49, 1950, 1—154.
- SCHMID W. u. TEPFNER W.: Die Funde der Zigeunerhöhle im Hausberg bei Gratkorn. Fundberichte aus Österr. Bd. 1, 1930—34, Bundesdenkmalamt Wien, S. 24.
- SEELMEIER, H.: Beitrag zur Geologie des erzführenden Paläozoikums der Umgebung von Peggau-Deutschfeistritz bei Graz. Ber. d. Reichsanstalt f. Bodenf., Wien 1944, 1—25.
- SÖLCH, J.: Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des Steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. Forsch. z. Deutsch. Landes- u. Volksk., Bd. 21, Stuttgart 1917, 307—484.
- STINY, J.: Die ostalpinen Eiszeit-Schotterfluren. Ein Beitrag zur Aufklärung ihrer Entstehung. Centralblatt f. Min. Geol. Pal., Stuttgart 1923, 202—213, 234—245.
- TROLL, C.: Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der Alpen. Forsch. z. Deutschen Landes- u. Volksk., Bd. 24, 1926, 157 bis 256.
- WIESBÖCK, T.: Die Terrassen des unteren Murtales. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1943, Bd. 86, 225—227.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. Österr. Akad. d. Wiss. math.-nat. Kl. Denkschriften, Bd. 110, Wien 1955, 1—180.
- Geologisches Kräftespiel und Landformung. Wien 1957, 822 S.