

# Prinzipielle Fragen zur pleistozänen Terrassenentstehung und Einordnung am Beispiel des Grazer Feldes

SIEGHARD MORAWETZ, Graz

R. GERMAN schrieb im ersten Heft 1965 der Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft einen lesenswerten Artikel über die zeitliche Einstufung der Terrassen der Südostabdachung der Alpen, in dem er darüber hinaus eine Anzahl Gedanken über die Möglichkeiten der Entstehung der Terrassenkörper äußerte und sich bemühte, möglichst viele Faktoren, die am Aufbau und der Gestaltung der Terrassenkörper wirkten, aufzuzeigen. Er wirft eine Anzahl Fragen auf, wie die nach dem Ende der hochglazialen Schüttung, nach dem Talaufreichen der spätglazialen, beziehungsweise interglazialen Überdeckungen, nach dem Beginn der holozänen Überdeckung, nach der Mächtigkeit der glazifluviatilen Schüttungen und Überdeckungen. Zu einigen Fragen soll Stellung genommen werden und ein und das andere Moment, das sowohl für die Terrassenentstehung als auch die Einordnung bedeutungsvoll ist, aber meist vernachlässigt bleibt — es handelt sich da um die lokalen orographischen Bedingungen und die Einwirkungen von der Seite her — zur Erwähnung kommen.

Was die hochglazialen, spätglazialen und holozänen Schüttungen, dann die interglazialen oder auch anderszeitlichen Erosionsvorgänge betrifft, so darf man niemals vergessen, daß sowohl die Ereignisse der Schüttungen als auch die des Einschneidens primär weder an Kalt- noch an Warmzeiten gebunden sind, sondern ganz allgemein Sedimentations- und Erosionsphasen darstellen, von denen erstere durch Materialüberlastung des Transporteurs „Fluß“, die letzteren durch Zunahme der Erosionskraft des Flusses sich auszeichnen. Klimatische und Geländefaktoren vermögen wohl diese Vorgänge wesentlich zu bestimmen, schließen jedoch die Eigengesetzlichkeit, die dabei waltet, niemals aus. So führen die durch die Transportkräfte der Flüsse bedingten Schüttungen, auch wenn sie nicht eine allgemeine gleichmäßige Betterhöhung bewirken, sondern Vorgänge überwiegen, wie sie bei Schwemm- und Murkegelbildungen zu beobachten sind, oft zu einer Verschiebung der Gefällsverhältnisse. Flußaufwärts von der Schüttung stellt sich Gefällsminderung, abwärts dagegen eine Gefällsversteilung ein. Das bedeutet eine Transportminderung im flacher werdenden Abschnitt und eine Zunahme der Erosionskraft im steiler werdenden Teil mit Rückwärtsverschiebung jener Stelle, wo die Wende von Akkumulation zur Erosion sich vollzieht.

Nun zählen vor allem pleistozäne Terrassenlandschaften innerhalb der Alpen und in einem Alpenvorland, das Hügel- und Riedelland ist, wohin das Murgebiet gehört, wo Becken, Talweitungen und Talengen sich ablösen, der Gletscher 131 km vor dem Gebirgsrand endete, zu jenen Terrassengebieten, in denen die vom Gletscherende in das nächste Becken und dann weiter aus den Talengen der Durchbrüche in die folgenden Weitungen geschüt-

teten Schotter und Sande weitgehendst terrassierte Schwemmkegelbildungen sind.

Schwemmkegel zeigen nun folgende Erscheinungen: entweder einen verhältnismäßig sehr gleichsinnigen Verlauf, oder eine geringe Abnahme des Gefälles flußabwärts, oder eine Zunahme des Gefälles abwärts. Weiters gibt es Schwemmkegel, die zunächst ein geringes Gefälle aufweisen und erst nach einer flachen oberen Strecke steiler absinken. Diese Formen findet man vor allem bei einem starken Vorbau oben. Diese Gefällstypen sind jedoch nur eine sehr grobe Verallgemeinerung. Genauere Untersuchungen ergeben auf vielen Kegeln ein mehrmaliges Wechseln von steileren zu sanfteren Gefällsstellen, wie dies aus Angaben bei L. HORWITZ (1911) und S. MORAWETZ (1942) zu entnehmen ist. Eine ganz genaue Vermessung eines Schwemmkegels liegt von Kl. HÖRMANN (1964) aus dem Umkreis der Ostalpen über die Torrenten in Friaul (besonders den Cellinakegel) vor, wo 62 Meßpunkte mit einer Fehlerquelle von nur 5—10 cm eingemessen wurden. Das Profil zeigt auf dem 22 km langen Kegel Neigungen, die von rund 4% vor dem Gebirgsaustritt auf dem Kegel zunächst auf 11—12% ansteigen, dann gegen das Kegelende sogar bis über 15% zunehmen, um in der Fontanilizone innerhalb 4 km auf 3% abzusinken. Innerhalb dieses allgemeinen Profilverlaufes gibt es jedoch ein mehrmaliges Auf und Ab von größeren und geringeren Neigungen, das im oberen Kegelbereich betonter ist als auf dem unteren Abschnitt. Heute durchzieht eine 0,7—1 km breite, gerade, rezente Furche den Kegel, die im oberen Teil zwischen der 200 und 300 m Isohypse 20—30 m tief eingerissen ist. Im Bereich der Hundertmeterlinie verschwindet der Einschnitt völlig. So ein Profil belegt deutlich, daß ein dauerndes Wegnehmen und Liegenlassen von Material erfolgen muß, damit solche „kleingestufte Neigungen“ entstehen.

Zahlreiche Beobachtungen auf den allerdings viel steileren Schwemmkegeln des Drau-, Möll- und Gailtales und im Vintschgau zeigen immer wieder, wie Bänder oder Wülste im Sinne der Isohypsen über den Kegelmantel ziehen, wo ober ihnen das Gefälle etwas geringer, unterhalb etwas größer wird und mehrere solcher Streifen auftreten. Auffallend bleibt die Zunahme des Gefälles in dem rezenten kastenförmigen Einriß talab. Zur Erklärung dieser Tatsache lassen sich zwei Umstände heranziehen. Einmal weisen manche Muren, wie auch Lawinenablagerungen, ganz unten eine stärkere Neigung auf, was darauf zurückzuführen ist, daß das Ablagerungsmaterial auf einer flachen Fußebene sich staut und einen Stauwulst bildet. Ein solcher Stau, der von der Basisfläche ausgeht, kann auch da mitwirken. Das andere Faktum liegt im Einschnitt selbst, der bei vielen Kilometern und einem Durchschnittsgefälle von 11—12% in den unteren Teilen mit Material, das aus dem oberen Abschnitt stammt, überlastet wird und wo sich dachziegelartig geschichtete Schotterzungen- und Sandbänke vorbauen. Dieses Wegnehmen von Material oben und Absetzen weiter unten läßt auch den Einschnitt ausklingen.

Der heutige 0,7—1 km breite, kastenförmige und 20—30 m tiefe Durchriß im Cellinakegel verhindert, daß der Kegelmantel selbst nicht mehr vom Schotter und Sand überstreut wird, also weitgehend inaktiv wurde. Ein Einriß von den genannten Ausmaßen und diesem beachtlichem Gefälle vermag die allergrößten Wassermassen zu fassen und abzuleiten. Auch die gewaltigsten Starkregen und extremsten Schneeschmelzen vermögen niemals die Mengen zu liefern, die den Kastenriß auch nur annähernd ausfüllen. Es können dort nicht nur zehntausende, sondern weit über hunderttausend m<sup>3</sup>/sec abströmen. Wie ist eine Änderung

denkbar? Einmal dadurch, daß die enge Schlucht ober der Kegelspitze sich verstopft und damit sich die Austrittsstelle verschiebt. Ein solcher Fall ist verhältnismäßig leicht möglich, sei hier aber, da er doch so etwas wie eine Fernwirkung darstellt, ausgeschaltet. Die Frage lautet vielmehr, ob aus Veränderungen im Kegel selbst die Rinne zu überlagern ist. Hier dient wieder das Aufhören, beziehungsweise Herausdrängen der Rinne im unteren Teil als Hinweis. Schiebt sich innerhalb des Einschnittes ein neuer Kegel immer weiter herauf und schrägen sich die seitlichen Hänge der Kerbe ab, füllt sich die Furche von selbst aus, wobei der Vorbau unten, der im Profil die Verteilung anzeigt, als Widerlager dient. Die Bedingungen für solche Differenzierungen und Selbständerungen vermag man aber noch nicht quantitativ genau zu erfassen. Eines zeigt jedoch die Beobachtung an einem so prägnanten Schwemmkegel und seinem scheinbar so einförmigen geraden Einriß: Zwischen dem oberen und unteren Teil bestehen Unterschiede.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei einem viel differenzierteren Schwemmkegel, der Terrassierungen aufweist und dessen Gefälle bloß ein Viertel bis ein Fünftel, wie das im Grazer Feld der Fall ist, beträgt? Auf den ersten Blick scheint ein solcher Vergleich wenig zweckmäßig, aber gerade die Geomorphologie gewann aus den verschiedensten Vergleichen viele wertvollste Erkenntnisse und wird damit auch noch weitere gewinnen.

Vorausgeschickt sei folgendes: das Gefälle der Mur nimmt von der Staatsgrenze bei Radkersburg nach Mureck und dann von Spielfeld bis zur Landschabrücke von 0,6‰ auf 1,6‰ zu, erhöht sich im Leibnitzer Feld auf fast 2‰, steigt im Grazer Feld auf 2,3‰ an und liegt im Durchschnitt zwischen Graz und Bruck a. M., im Durchbruchstal, mit 2,2‰ sogar etwas darunter, macht zwischen Bruck und Leoben 3,05‰, zwischen Leoben und Zeltweg 2,47‰, also wieder etwas weniger aus, und beträgt dann durch den zerschnittenen Sander und weiter bis St. Georgen, schon im Zungenbecken des Murgletschers, nur 2,16‰. Die Gefällsberechnungen basieren auf den Pegelhöhen und Kilometrierungen des Hydrographischen Dienstes in Österreich. Daraus ergibt sich das Fehlen einer ausgeglichenen Gefällskurve sowohl im Vorland als auch im Gebirgsbereich. Vom Sanderanfang bis zum Gebirgsrand legt die Mur 131 km, im Alpenvorland bis zum Ausklingen der jungen Terrassen 90 km zurück. Im Gebirgsbereich wechselt das Gefälle von Durchbruchstrecke zu Durchbruchstrecke und von Becken zu Becken: aber die Durchbrüche weisen nicht immer das größte Gefälle auf. Das heutige Murbett zwischen Judenburg und Radkersburg ist fast durchgehend Schotterbett. Selbst im Gebirgsbereich wird einerseits nur an wenigen Stellen der Fels angefahren, andererseits auch im Vorland ein Einschneiden in Felsbarren; aber man darf nicht einfach sagen, daß die Gefällskurve zwischen diesen Stellen maßgeblich aufgehängt ist.

Im Vorlandsbereich, im Grazer und Leibnitzer Feld, gräbt die Mur sich heute nirgends in die jungtertiären Ablagerungen ein, durchteuft also die pleistozänen Schotter und Sande noch nicht.

Was für Terrassen gibt es im Grazer Feld, das von Weinzödl im Norden bis Werndorf im Süden eine Länge von knapp 23 km hat und eine maximale Breite zwischen Oberprematätten und Hausmannstätten von 8,7 km verzeichnet? Durch die Untersuchungen von F. ROLLE (1856), V. HILBER (1894, 1912, 1918, 1923), A. PENCK (1909), J. SÖLCH (1917), C. TROLL (1926), H. MOHR (1927), E. CLAR (1927), 1931, 1938), A. WINKLER-HERMADEN (1955, 1957, 1960), V. MAURIN (1956), H. FLÜGEL (1960) und S. MORAWETZ (1961) weiß man über

die Terrassen wohl gut Bescheid, ohne daß über die Alterseinstufungen, die Entstehungszeiten und Genesis restlose Übereinstimmung bestünde. So ordnet A. PENCK (1909, S. 1130) die Hauptterrasse im Grazer Feld teils der Würm-, teils der Rißkaltzeit zu, J. SÖLCH (1917, 381) vertritt die gleiche Auffassung, V. HILBER (1912, 45, 1923, 59) verlegt dagegen die Akkumulation der Schotter überhaupt in der Interglazialzeit, A. WINKLER-HERMADEN (1955, 33) faßt die Aufschotterung der Steinfelder (= Haupt) Terrasse als früh- und hochwürmzeitlich, die der Teilfluren darunter als spätwürmzeitlich auf. Die unterste Stadtbodenstufe stellt er in das Holozän. H. FLÜGEL (1960) geht da schon viel differenzierter vor. Er unterscheidet auf verhältnismäßig kurzen Strecken Akkumulationsvorgänge und Erosionsprozesse bei kleinen zeitlichen Phasenverschiebungen. So meint er (1960, 63), eine Schotterakkumulation im Becken von Gratkorn ende ancycluszeitlich im frühen Holozän und wurde dann von einer Erosion abgelöst, während weiter südlich auf der untersten Stadtbodenstufe die Aufschüttung noch bis in die römische Zeit andauerte. Es gibt somit eine Altersverschiedenheit der einzelnen Talbodenabschnitte. Eine Phasenverschiebung macht sich nach FLÜGEL (S. 63) auch in die Nebentäler hinein bemerkbar. Man hat den Eindruck, meint er, daß zu einer Zeit, als im Grazer Feld im Jungwürm bereits Akkumulation herrschte, in den hochgelegenen Seitenrinnen noch erodiert wurde und es erst in relativ später Zeit zufolge des Rückstaus auch hier zu einer Aufschotterung kam.

Die höheren Terrassen und die Kaiserwaldterrasse (342—370 m) stellt WINKLER-HERMADEN in das Mittelquartär und ordnet sie in das Mindel-Rißinterglazial ein, V. HILBER hält sie für Altquartär. Die kleine Windorferflur (346 m), die sich im Westen zwischen der Hauptterrasse und der Kaiserwaldterrasse einschiebt, gehört nach WINKLER-HERMADEN in das Riß-Würminterglazial. In bezug auf die höheren Terrassen verlegt er die Anlieferung des Terrassenmaterials in das Interglazial. WINKLER-HERMADEN, dem man die genauesten Terrassenaufnahmen bis in kleine Nebentäler und Übersichten über die flächenhafte Verbreitung der Terrassen verdankt, läßt im Jungtertiär und Pleistozän zahlreiche Akkumulations- und Erosionsphasen walten, ohne aber auf die Vorgänge näher einzugehen, oder den Einfluß des Klimageschehens genauer zu verfolgen. WINKLER-HERMADEN, der die Terrassen von der rezenten Talau nach oben zählt, — HILBER dagegen geht von oben nach unten — parallelisiert oft über weite Entfernungen, auch dann, wenn in den Zwischengebieten Terrassen fehlen. Er zählt die Terrassen durch, wie dies ja bei Aufstellungen von Schemata allgemein üblich ist. Die Größe der Terrassen tritt dabei in den Hintergrund. Fast jedes Schema, das man nicht erst ganz am Ende der Forschung erstellt — wo aber ist eine Forschung am Ende — verlangt dann wieder Einschaltungen, und dabei läßt es sich kaum vermeiden, daß eine gewisse Fehde zwischen Schemaordnung und Wertung des Tatsachenbefundes aufkommt. Eine Zuordnung der Terrassen aus der Zählung allein zu einem bestimmten Alter und gleicher Entstehungsphase kann über größere Entfernungen bei orographisch unterschiedlichen Gegebenheiten nicht mehr recht befriedigen. Das, was in einem Talabschnitt geschah, braucht nicht auch in einem anderen so vor sich gegangen zu sein.

Im Grazer Feld dominiert die Haupt-, auch Steinfelder- oder Bahnhofterrasse genannt. Am rechten Murufer beansprucht sie bei einer Länge von 23 km und einer Breite von meist 2—4 km über 70 km<sup>2</sup>. Die tieferen Fluren und die rezente Talau der rechten Murseite bedecken dagegen nur um 20 km<sup>2</sup>. Die Windorfer Zwischenterrasse mit 3.2 km Länge und 0.4—0.6 km Breite mißt um 1.5 km<sup>2</sup>.

Die Kaiserwald-Terrasse im Westen nimmt zwischen der Straße Tobelbad-Seiersdorf und Wundschuh-Steindorf um 25 km<sup>2</sup> ein. Aus diesen Arealverhältnissen zeigt sich bereits, daß die Windorfer Terrasse eine wenig bedeutende Einlagerung darstellt und man bei der Heranziehung einer solchen Form zur Ausscheidung von Akkumulations- und Erosionsphasen vorsichtig sein muß. Hier spielt der Lokaleinfluß, der von der überhöhenden Kaiserwaldterrasse ausgeht, und die Entwicklung eines kleinen Terrassenrandflusses, des Laabaches, der zwischen der Hauptterrasse und dem Abfall der Kaiserterrasse entspringt, eine Rolle.

Die unteren Stadtbodenstufen, teils frühholozän, teils postwürm, sind ebenfalls kleinräumig und von lokaler Bedeutung, so wichtig sie für bestimmte Straßenzüge auch sein mögen. Bei ihnen dominieren die lokalen Gegebenheiten. Heute fließt die Mur zwischen dem Kalvarienberg (381 m) und dem Schloßberg (473 m) hindurch. Vor nicht zu langer Zeit dürfte sie noch rechts vom Kalvarienberg ihr Bett gehabt haben. Die Leewirkung des Schloßberges erstreckt sich weit in das Leonhardviertel und bis in die Gegend der Münzgrabenstraße. Der rechtsseitige Abfall der Hauptterrasse wird weitgehendst von den Prallhängen unter dem Jungfernsprung und älteren zwischen Eichberg und Admonterkogel, am Austritt aus dem Grazer Bergland bestimmt, weiters durch den Kalvarien- und Schloßberg. Teilfluren und Rinnen in diesem Abschnitt mit allgemeinen Akkumulations- und Erosionsphasen in Verbindung zu bringen, unterläßt man lieber.

Das Terrassengefälle auf der Hauptterrasse ist zwischen Gösting im Norden und dem Feldhofgelände 7.3 km südlicher mit 3.56‰ etwas größer als weiter im Süden, wo es zwischen Lebern und Thalerhof, 3.6 km südlich vom Feldhof, auf 2.7‰ absinkt. Das ergibt murabwärts ein leichtes Konvergieren zum Murlauf. Nimmt man eine Zunahme der Erosion im heutigen Murlauf im Sinne einer rückschreitenden Arbeit an, wodurch sich die Gefällskurve im südlichen Grazer Feld abflachen muß, und läßt im Gedanken das Murgefälle von über 2‰ auf etwa 1‰ herabgehen, so vergrößert sich der Terrassenabfall zwischen Mur und Hauptterrassenkante zunächst und erhöht die Konvergenz. Weiter aufwärts muß sich dann das Gefälle vergrößern und in diesem Abschnitt statt Konvergenz Divergenz zwischen dem Murlauf und der Hauptterrassenkante herrschen.

Heute beträgt der Höhenunterschied zwischen dem Murlauf bei der Hauptbrücke (345 m) und der Hauptterrasse bei dem Bahnhof (364 m) 19 m, zwischen dem Murlauf bei Kalsdorf (316 m) und der Terrassenflur (326 m) nur mehr 10 m.

Durch Brücken-, Kanalbauaufschlüsse, Brunnengrabungen, Baustellenuntersuchungen und Bohrungen erschloß man den Untergrund im Norden des Grazer Feldes und vermag über die Mächtigkeit der Schotterlagen, wie über die Höhe des tertiären Sockels, auf dem die Schotter aufliegen, Aussagen zu machen. Hier waren es vor allem die Untersuchungen und Auswertungen von H. MOHR (1927), E. CLAR (1927, 1931), V. MAURIN (1956) und H. FLÜGEL (1960), die wertvollste Angaben brachten. Auf der Talbodenstufe nördlich der Keplerbrücke in der Höhe der GAK-Tennisplätze fuhr man bei einer Bohrung, wie E. CLAR berichtet, nach einer Lage von 8.60 m Murschotter und Sand den tertiären Tegel an. Hundert Meter südöstlich der Tegethoffbrücke förderte eine Bohrung nach Lagen von Feinsand, grauen, sandigen Schottern, feinem Schwemmsand, gelbem Quarzkies und Quarzsand in 15.85 m roten tertiären Lehm (MAURIN 1956). Am Roseggerkai erbohrte man 1950 südöstlich der

Radetzkybrücke in 28—30 m Tiefe in einer Höhe von 319.9 m das Tertiär. Diese wenigen Beispiele zeigen, daß selbst im nördlichen Grazer Feld, wo das anstehende Grundgebirge noch sehr nahe ist, tertiärer Untergrund den jungpleistozänen Schotter unterlagert.

Aus der Untersuchung von H. FLÜGEL (1960), der die neueren Bohrergebnisse übersichtlich zusammenstellte, ersieht man, daß der tertiäre Sockel Abfälle hat, ähnlich den heutigen Terrassenrändern, und auch Rinnen aufweist. So sinkt der tertiäre Sockel bei Hausmannstätten links der Mur von 324.83 m bis westlich der Mur auf 298 m ab und steigt westlich von Wundschuh auf 322—325 m an. Ein Profil etwas weiter nördlich von Pirka am Westrand des Grazer Feldes über Lebern nach Thondorf östlich der Mur ergibt Werte von 334.93 m, 320.9 m, 310.5 m und 317.23—318.41 m für den tertiären Untergrund. Auf dem östlichen Teil des Grazer Feldes werden die Schotterauflagen über dem tertiären Sockel recht dünn und betragen nur wenige Meter. Der tertiäre Sockel zeigt dort außer den mehr oder weniger symmetrischen Abfällen zahlreiche Buchtungen, Zerlapungen, ja Furchungen. Seitliche Erosionsrinnen setzen die Buchtungen fort und Haupttrinnen begleiten rechts der Mur den Flußlauf. Die Knicke im Sockel wie der Verlauf der Seitenrinnen sind denen der heutigen Terrassenränder und den Einschnitten der heutigen Seitengewässer ähnlich.

Der höhere und ältere Kaiserwaldsockel senkt sich wie der tiefere Sockel der Hauptterrasse flußabwärts. Die Höhe des Kaiserwaldsockels zwischen Zwaring und Wundschuh ist 325 m, südlich von Wildon beim Gehöft Langfeld 293 m. Auf rund 10 km beträgt das Sockelgefälle 32 m, also etwas über 3%. Der Hauptterrassensockel liegt bei der Kalvarienbergbrücke 344 m, bei Wundschuh 300 m hoch. Auf 17.5 km macht das Gefälle 2.52% aus und ist damit ähnlich groß wie das des heutigen Murlaufes. Die alten Terrassensockel und die heutigen Terrassenkanten konvergieren leicht. Der Abfall des Hauptterrassensockels macht um 25 m aus. Während der Abfall dieses Terrassensockels zur alten Murrinne im nördlichen Leibnitzer Feld kaum bemerkbar beginnt, beträgt er bei Fernitz 5 m, bei Lebern um 10 m, bei Puntigam 13 m, südlich vom Schloßberg über 14 m und bei der Kalvarienbergbrücke über 15 m.

Im Profil Kalvarienbergbrücke beträgt heute die Mächtigkeit des pleistozänen Schotterkörpers über 25 m. Rechnet man von den tiefsten Lagen des Tertiärs beim GAK-Platz in 322 m zur Höhe der Hauptterrasse beim Bahnhof, so ergeben sich um 50 m Höhenunterschied; beim Roseggerkai mit 319.9 m Tertiärgrundhöhe und 362 m Terrassenhöhe bei Puntigam 43 m. Dieser Höhenunterschied war aber wohl niemals ganz mit Schottern ausgefüllt, da die horizontalen Abstände 1200—2000 m betragen. Sichere 25 m pleistozäne Schottermächtigkeiten sind jedoch nicht besonders viel im Vergleich zu den Verschüttungen im Gebiet nahe den Moränen, wo bei Judenburg sich bis zum heutigen Murspiegel bereits ein Mehrfaches ergibt, oder im östlichen Klagenfurter Becken, wo bis zum Draupiegel über 100 m zu überwinden sind. Im Süden des Grazer Feldes, ab Kalsdorf, dürfte die pleistozäne Schotterdecke eher noch dünner sein. Trotzdem geht von dieser Decke eine beachtliche morphologische Wirkung aus. Die Schotterdecke ist stark wasserdurchlässig, wirkt wie ein petrographisches Trockengebiet und es fehlt über 21 km Nord-Süderstreckung jeder Wasserlauf. Ein Areal von über 70 km<sup>2</sup> ist abflußlos.

Der Göstinger-(Thal-)bach durchbricht die Hauptterrasse mit nur leichter Verschleppung nach Süden in einem 800 m langen Einschnitt und erreicht nach weiteren 200 m den rechtsseitigen Mühlgang. Die kleinen Wasseradern der Hang-

rinnen von maximal 1000 m Länge der glatten Plabutschflanke versitzen im Terrassenschotter. Das Gewässer des 1.5 km langen Einschnittes zwischen Kollerkogel (633 m) und Ölberg (555 m) erleidet das gleiche Schicksal. Der Bründlbach, der samt der Karstmulde des Feliferhofes 4.4 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet besitzt, versickert bei Hart und Teichhof im Terrassenschotter, der Katzelbach (3.7 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet) verläuft sich bei Straßgang, der Pirkabach (1.5 km<sup>2</sup>), der einen ganz bescheidenen Flußdamm auf die Hauptterrasse hinauszubauen versucht, endet einen Kilometer östlich von Pirka, aber noch 3 km vor dem Terrassenabfall bei Feldkirchen. Während alle vorhin genannten Rinnen und Bächlein in den devonischen Kalken entspringen, beginnt der Pirkabach in den Lehmen des nördlichen Teiles der Kaiserwaldterrasse. Vierhundert Meter südlich von Pirka hebt sich wenige Meter hoch die Windorf-Terrasse heraus, die bis Unterpremstätten hinzieht, wo der Laabach in einer fast unmerklichen Mulde beginnt und 9 km den Ostrand der Kaiserwaldterrasse begleitet. Der Laabach war bis jetzt nicht in der Lage, nach Osten hin, zur Hauptterrasse, einen merkbaren Absatz einzukerben.

Der Abfall der Hauptterrasse zu den tiefsten Fluren und der rezenten Talau ist wohl etwas gebuchtet, aber das Aus- oder Einbiegen von einem geraden mittleren Verlauf macht kaum wo mehr als 100—150 m aus. Auch sieht man nirgends durch Grundwasseraustritte an der unteren Terrassenkante bedingte, rückerodierende Einkerbungen, so daß die Hauptterrasseflur selbst nahe dem Rand recht einheitlich bleibt.

Ganz anders sieht dagegen die höhere Kaiserwaldterrasse aus. Ihre mehrere Meter dicke Lehmauflage — maximale Mächtigkeiten von 15—17 m, die jedoch noch nicht das wirklich vorhandene größte Dickenmaß zu sein brauchen — wurden in Ziegeleien erschlossen. In diesen Lehmen entwickelte sich ein Flußnetz. Der Poniglbach beginnt 900 m südwestlich von Unterpremstätten und fließt 1200—1400 m westlich vom Laabach zunächst fast 20 m höher als dieser in SSO Richtung, dann schneidet er sich 10—20 m in die Terrassenflur ein. 1—1.5 km westlich vom obersten Poniglbach verläuft fast N—S der Gepringbach, der auf den Kainachtalboden austritt. Nördlich vom Poniglbach hält die Gepring einen Abstand von 1—1.2 km vom östlichen Kaiserwaldterrasseabfall. Der Gepringbach entspringt zwar noch im Paläozoikum, aber über 75% seiner Lauflänge liegen auf der Terrasse. Auch der Doblach, 1.2—1.4 km westlich vom Gepringbach, zerlegt noch die Kaiserwaldterrasse. Man sieht, daß in geringen Abständen von rund einem Kilometer 2—3 Flößchen in N—S-Richtung ihren Weg über die 2.5—3 km breite Terrassenflur nehmen. Zwischen dem Austritt des Gepringbaches auf den Kainachtalboden und dem Terrassenende bei Weitendorf (7 km) zerschlitzen 11 kleinste Wasseradern von 0.7—1.5 km Länge den 25—30 m hohen Westabfall der Terrasse. Auf der Ostseite gibt es dagegen nur zwei Wasseraustritte, den Poniglbach bei Ponigl und eine einen Kilometer lange Wasserader 4 km nördlich. Diese Unterschiedlichkeit hat vornehmlich zwei Gründe: einmal ist der Abstand vom Poniglbach zur Kainachtalsole 1.5—2 km, der des Poniglbaches zum Terrassenostabfall nur knapp einen Kilometer, das Einzugsgebiet ist somit im Westen bedeutend größer; weiters gibt es im Kainachtalboden viel günstigere Situationen für den Grundwasseraustritt als im Osten, wo die mächtige jüngere Schotterterrasse anlagert.

Im Bereich Windorf-Unterpremstätten liegt die ebenfalls mit einer Lehmmaße versehene schmale Zwischenterrasse. Am Ende dieser Terrasse im Süden beginnt der Laabach. Bei dem Bahnhof Premstätten fließt der Gepringbach

10 m tief eingeschnitten nur 800 m vom Ostabfall der Terrasse entfernt. Hier gingen einst kleinste Gewässer nach Osten zum Grazer Feld, die Lehm aus den höheren Teilen der Kaiserwaldterrasse in Richtung der Zwischenterrasse heranschafften. Diese Vorgänge trugen im Verein mit einem einst weiter nach Norden reichenden Laabach, beziehungsweise kleinsten Wasseradern, die dem Ostabfall entlang flossen, dazu bei, daß eine kleine Terrasse herausgearbeitet wurde. Hier spielt der Lokaleinfluß der überhöhenden Flur eine entscheidende Rolle.

Man trifft somit auf der Westseite des Grazer Feldes, geht man von Norden nach Süden, folgende Entwicklungen an: 1. den Durchstoß des Thal-Göstingbaches durch die Hauptterrasse. Daß dies ohne viel Verschleppung gelang, hat zwei Ursachen: einmal ein Einzugsgebiet von 22 km<sup>2</sup> und dann eine geringe Belastung des Baches mit Feinmaterial, da der Durchbruch zwischen Plabutsch und Steinkogel im Kahlgestein liegt, 2. die nächsten Wässer der Rinnen und Kleinsttälchen versiegen, 3. mit Erreichen der Kaiserwaldterrasse als Westumrahmung vermag der Pirkabach vor seinem Versiegen einen winzigen Damm aufzubauen, 4. mit Hilfe einer gewissen Verschmierung von der Kaiserwaldseite her gibt es im Laabach einen Wasserlauf, der parallel zum Abfall hinfließt.

Wie steht es nun im Osten des Grazer Feldes mit dem Einfluß von der Seite her? Statt zwei Bächen im Westen treten im Osten bei Vernachlässigung der kleinsten Gerinne 12 Bäche vom Andritzbach im Norden bis zum Jakobsbach im Süden, mit Einzugsgebieten von 3 bis 40 km<sup>2</sup>, auf das Feld aus. Da im Osten ein mächtiger Schotterkörper fehlt, erreichen die Bäche, von denen sich allerdings einige noch auf dem Feld vereinigen, so daß nur mehr sechs selbständig in die Mur einmünden, den Hauptfluß. Die Flußverschleppung ist, sieht man von den Mühlgängen ab, die nördlich vom Schloßberg und südlich der Stadt in einem Abstand von 200—800 m dem Flußlauf parallel ziehen und die Seitenwässer aufnehmen, gering. Sie macht bei dem Raaba- und Ferbesbach, wo der Abstand zur Ostumgrenzung des Grazer Feldes mit 2.5—3.2 km am größten wird, um einen Kilometer aus. Daß die Schotterdicke im Süden des östlichen Teiles des Feldes eine bescheidene ist, hängt mit dem Vorspringen des Reinerkogels und Schloßberges zusammen, die die Mur etwas nach Westen abdrängen und dadurch der östliche Feldabschnitt bis heute in Leelage verblieb. Bei den Bachaustritten aus dem Oststeirischen Hügelland in das Grazer Feld stellt sich ein kleiner Gefällsknick ein. Raaba- und Ferbesbach schütten einen flachen Schwemmkegel hinaus und schneiden heute in ihre Aufschüttungen nur sehr mäßig ein. Im Hügelland selbst werden die Wasserläufe durch weitflächige Rutschungen und Tobelaustritte mit ihren Schwemmfächern, wie der Verfasser (1957) zeigte, bedrängt. An solchen Stellen erlischt das bescheidene Einschneiden in die muldenförmigen Talsohlen. Die Hangabwanderung in der Kaltzeit, wo solifluidales Bodenfließen diese Vorgänge noch unterstützte, obwohl es weiträumigen Frostboden hier nicht mehr gab (bei einer kaltzeitlichen Wintertemperatur von —10 Grad, aber einer beachtlichen Schneedecke, die sich vom Herbst bis gegen das Winterende noch steigerte, fehlte es an optimalen Bedingungen für einen Dauerfrostboden), förderte damals ganz besonders die Erhöhung der Talsohlen. Aus den Seitentälern heraus kam es zu Vorbauten, die gegenwärtig wieder eine Zerlegung erfahren. Der tertiäre, tonig-lehmige Sockel des Grazer Feldes und das ziemlich feine Bodenmaterial aus den Seitentälchen wird nur durch unregelmäßige, geringe Schottereinschaltung voneinander ge-

trennt. Weiter im Süden, zu Beginn des Leibnitzer Feldes, drangen dagegen die Murschotter in das Stiefingtal ein und verbauten dieses. Noch weiter südlich kommt man auf der linken Murseite in den Bereich der großen Lehmterrassen, die WINKLER-HERMADEN in seine mittlere Terrassengruppe (Mindel-Rißinterglazial) einordnet und die im Schweins- oder Rosenbergwald ihre größte Ausbildung erlangen. Warum nun wechselten die großen Lehmterrassen vom Grazer Feld auf der rechten Murseite im Leibnitzer Feld auf die linke Seite, während man die großen, jungen reinen Schotterfluren sowohl im Grazer als auch im Leibnitzer Feld rechts antrifft? Im Grazer wie Leibnitzer Feld muß damals bei der Schotteranlieferung ein Rechtsdrängen der Mur geherrscht haben. Diesen Drang mit einer allgemeinen tektonischen Tendenz in dieser Richtung erklären zu wollen, befriedigt wenig, da man im benachbarten Oststeirischen Hügelland mit seiner W—O-Asymmetrie der Täler, für die die Hilbersche Regel doch nicht ausreicht — auch einseitige Solifluidalvorgänge überzeugen in diesem nur mehr mäßigen Relief wenig — eine Kippung nach Osten verlangen würde. Genügend dicht gelagerte Bodenuntersuchungen bringen hier wohl einmal eine Klärung. Es scheint nämlich, daß an den mächtigen linksseitigen Lehmablagerungen nicht so sehr die Mur beteiligt ist, sondern daß die Täler aus dem Riedelland die Hauptmassen beistellten. Dieser Einfluß aus den Seitentälern auf das Haupttal ist nichts anderes als eine Fortsetzung der Hangeinwirkungen auf die Talsohlen überhaupt, auf die F. SOLAR (1963) und H. RIEDL (1961) im Oststeirischen Hügelland aufmerksam machten. So meint H. RIEDL mit Recht, daß die Hauptmasse der jungen Talbodenfüllung aus dem Bodenfließen stammt (allerdings kann es sich da um ein Bodenfließen handeln, das keine geschlossene Gefornnis verlangt, da auch heute nach kalten und schneereichen Wintern im Frühjahr die meisten Rutschungen und Tobelausbrüche statthaben). F. SOLAR zeigt im Bereich der jüngsten Ablagerungen auf den Talsohlen eine beachtliche Differenzierung auf: flachgewölbte, weitgespannte Dämme in den rezenten und subrezentem Talauen, Schwemmfächer, Schleppenhänge in der Talbodenrandzone, dammförmig vorgebaute Sedimente der Seitengerinne und ferner eingeschaltete Konkavflächen und Depressionen in der mittleren Zone des Talbodens, die wie Fenster zwischen den ganz jüngsten Sedimenten liegen. Im Vergleich zu einer solchen jungen Kleindifferenzierung der Talsohle stellt mindestens ein Teil der Lehmterrassen auf der linken Murseite schon so etwas wie Großformen dar, deren Material während einer Zeit großer Aktivität zur Anlieferung kam, und wo die Vorbauten erst später, bei einem Tieferfallen der Erosionsbasis, terrassiert wurden. Solifluidale Vorgänge verstärkten sicher die Wirkungen von der Seite her, aber sie sind primär oft gar nicht nötig, da bei den zahlreichen Hangrutschungen, Dellen und Tobeln auch ohne größere periglaziale Bodenbewegungen beachtliche Schleppenhänge und Talbodenbeeinflussungen eintreten müssen.

Die oft diskutierte Frage, inwieweit die Terrassen mit Lehmhauben kaltzeitlicher oder warmzeitlicher Entstehung, die Lehme fluviatiler oder äolischer Herkunft sind, bei der WINKLER-HERMADEN und J. FINK (1956, 1958, 1959, 1961) die Vertreter recht gegenteiliger Auffassungen sind, läßt sich bis jetzt kaum restlos klären. A. WINKLER-HERMADEN bringt an zahlreichen Stellen sehr überzeugende Belege für die fluviatile Herkunft der Lehme. Die häufigen Schotterschnüre in hohen Lehmhorizonten, wie auch die kleinsten gut gerundeten Quarzkörnchen weisen auf fluviatilen Absatz hin. J. FINK meint: nach zuerst fluviatilem Absatz in der Tiefe erhält die Sedimentation mit dem Trockenfallen

der Terrassen einen immer stärkeren äolischen Charakter. Der äolische Vorgang fand nach J. FINK in einer Kaltzeit, der fluviatile nach WINKLER-HERMADEN in einer Warmzeit statt.

Im Grazer- und Leibnitzer-Feld, wo die Lehmterrassen nur in Randlagen auftreten, bereitet die Vorstellung, die Talauen hätten einmal die ganze Feldbreite eingenommen, große Schwierigkeiten. Bei einem Gefälle zwischen 1—3% reicht die Wassermasse eines Murflusses, der heute im Mittel um 120 m<sup>3</sup>/sec führt, auch zur Zeit maximaler Hochwässer — während der größten heutigen fließen noch nicht 1300 m<sup>3</sup>/sec durch — nicht aus, die Feldbreite mit Wasser zu bedecken. Auch die Vorstellung, daß die jeweils aktive Talau von wenigen hundert Metern Breite sich allmählich über die 5—8 km weite Feldflur hinschob und so die Lehmbedeckung auch bis an die Ränder, wo sie sich erhielt, erfolgte, hat etwas Unwahrscheinliches an sich. Solche Vorgänge setzen Verlagerungen des Flußlaufes in einem Ausmaß voraus, wie sie in den jüngst vergangenen Zeiten niemals mehr vorkamen. Viel einfacher wird die Vorstellung, wenn sich das Material der Lehmterrassen als ein Produkt, das aus den Seitentälern stammt und sich im Bereich der Talmündungen ablagerte, herausstellt. Für die Kaiserwaldterrasse kann man annehmen, daß einmal zwischen Mur und Kainach — das bedingt allerdings, daß eine alt- bis mittelquartäre Mur am Westrand des Grazer Feldes dahin floß — im feuchten Zwickel der beiden Flüsse sich viel Auenlehm absetzte und das Ablagerungsgebiet im Laufe der weiteren Entwicklung zum Terrassensporn wurde. Hier ist zu betonen, daß E. CLAR (1938) im Bereich der Kaiserwaldterrasse Sarmat fand, so daß also ein Teil des tiefen Tones alt ist und zu Ablagerungen gehört, die am Ostrand des Grazer Feldes an zahlreichen Stellen die unteren Teile des rahmenden Hügellandes aufbauen, an die sich die jungpleistozänen Schotter anlagerten.

Auf die Frage, wie sich die Bildung des jungen Schotter-schwemmfächers abspielte, ist man auf Vermutungen angewiesen. Ein Schwemmfächer von mehreren Kilometern Breite und über 20 km Länge läßt sich jedoch nicht durch wenige episodische Ereignisse erklären. Ein solch ein förmiger, in der Längsrichtung nicht gekerbter Kegel verlangt entweder eine recht flächenhafte Überflutung oder viele kleine, wohl dammartige Gerinnaufbauten, die sich schnell verlagerten, so daß es dadurch zu einem flächenhaften Überbau kam.

Verglichen mit den großen Schwemmfächern am Nord- und vor allem am Südrand der Alpen ist der Murschwemmfächer, legt man das Hauptgewicht auf die geringe Mächtigkeit von 25 Metern, verhältnismäßig klein. Gemessen an dem Auf- und Abbau von Schotterbänken im heutigen Murlauf, wo Wegnahmen und Anlandungen von meist nur wenigen Metern Länge vor sich gehen und Erhöhungen von ganz wenigen Zentimetern zu konstatieren sind, ist diese jungpleistozäne Schottermasse doch wieder beachtlich. Sicherlich passiert heute das meiste Material im Murbett in Form von Schweb, Sand und Schottern durch, bei einer besseren Verteilung der Wassermenge würde mehr zum Absatz gelangen. Wollte man mit den heute geringfügigen Materialverschiebungen an den Schotter- und Sandbänken den jungpleistozänen Schwemmkegel errichten, benötigte man nicht nur zehntausende, sondern viele hunderttausend Jahre, eine Zeitspanne, die nicht zur Verfügung stand. Die Vorgänge waren damals intensiver und die Tendenz zum Absatz im Vergleich zum Durchtransport bedeutender.

Die Frage einer erhöhten Transportkraft infolge einer größeren jährlichen

Wassermenge ist wohl für die Kaltzeit zu verneinen. Die gesamte Niederschlagsmenge dürfte nach den Annahmen, die man heute für die Kaltzeit in den Alpen macht, von den gegenwärtigen Niederschlagssummen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Im Bereich der Südostalpen sind bei einem wahrscheinlich häufigeren Auftreten der Vb-Wetterlagen und dem dann recht heftigen Kampf zwischen polarer Kaltluft und warmer Südluft zeitweise beachtlichere Niederschläge gefallen. Die Abflußverhältnisse waren jedoch wesentlich anders. Der Gletscher- und reine Schmelzwassertypus herrschte allein, das heißt, der Abfluß vollzog sich hauptsächlich in den wenigen Sommermonaten, in denen damals die Schmelzhochwässer aber viel gewaltigere Ausmaße annahmen als heute. Die Hochwässer übertrafen unsere säkulären wohl um das Doppelte und die Hochstände hielten viel länger an als jetzt. Eine einfache Rechnung ergibt bei einer Niederschlagsmenge von  $1000 \text{ mm}^1$  im Jahr für das Mureinzugsgebiet und einem Abflußfaktor von 80%, das ist ein bedeutend höherer als heute (45%), entspricht aber dem Faktor für stark vergletscherte Gebiete unserer Breite und bedeutet, daß rund  $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ , also um 50% mehr als heute, abfloß. Weiters drängte sich der Hauptabfluß auf etwa vier Monate zusammen, so daß in der Abschmelzzeit die Wasserführung auf  $600\text{—}700 \text{ m}^3/\text{sec}$  anstieg; damit herrschte in der Sommerzeit ein Dauerhochwasser und die Spitzen schnellten wohl noch auf das Doppelte der heute sekulären Hochwässer. Diese Schmelzhochwässer waren die gestaltenden Kräfte. In den kaltzeitlichen Sommern waltet somit eine im Vergleich mit den heutigen Verhältnissen viel größere Transportkraft.

Auffällig bleibt die geringe Unterschiedlichkeit in den Geröllgrößen. Es fehlt an weithin durchziehenden sandigen Lagen, an solchen mit groben und kleineren Schottern. Man findet vielmehr größere und kleinere in einem ähnlichen Ausmaß nebeneinander. Kantige Blöcke sieht man nur in der Schottergrube bei der Weinzödlbrücke, wo im oberen Teil eckige Blöcke bis zu einigen Dezimetern Durchmesser zwischen den gut gerundeten Schottern liegen. Es handelt sich um Blöcke aus Dolomitsandstein, der in der Nähe ( $1000\text{—}1200 \text{ m}$ ) ansteht. Diese Blöcke könnten sowohl von dem Göstingerbach als auch von der Mur befördert worden sein. Die Schotter enthalten nach den Untersuchungen von J. HANSELMAYER (1962, 1963, 1964) bedeutend mehr kristalline Gesteine (Granitoide, Amphibolite, Paragneise, Glimmerschiefer, Pegmatite usw.) als Kalke und Dolomite. Nach J. HANSELMAYER (1964, 297) beträgt der Gewichtsanteil aus 516 Geröllen aus der Schottergrube Friesach-Gratkorn nördlich von Graz für das Kristallin 58%, für die Kalke und Dolomite 28%, in der Grube Don-Bosko (Graz, 400 Gerölle) 44,5% Kristallin und 22% Kalke, in Stocking bei Wildon 24 km südlich von Graz (202 Gerölle) 59,5% Kristallin und nur 12,5% Kalke. Interessant ist jedoch, daß größere, dichte kristalline Kalke aus der Trias der Nördlichen Kalkalpen in der Grube von Stocking liegen. Ein verhältnismäßig schneller Transport durch gewaltige Schmelzhochwässer war da sicher günstig. Zwischenlagen, die eine Bodenbildung in einiger Tiefe anzeigen, fehlen in den Schottergruben. Das deutet auf ein Fehlen von längeren Unterbrechungen während des Schotterabsatzes hin. Ob man wegen des Fehlens von klaren Horizonten den Schotterkörper wirklich als rein einphasig ansprechen darf, möchte der Verfasser offen lassen.

Im Vergleich zu der Einförmigkeit des jungpleistozänen Schotters sind die Lehmt errassen viel komplizierter. In den oberen Teilen gibt es Wechselagerung mit Schottern in Form von dünnen Bänken und Schnüren, aber auch

<sup>1</sup> Heutige Niederschlagsmenge  $1180 \text{ mm}$ .

Bodenhorizonte und Lößlehm, Wurmröhrenlöß und Staublehm, den H. KOLMER (1965) untersuchte. Die Schotterschnüre fallen unterschiedlich, manchmal nach den Seiten, was auf eine Ablagerung aus einem Dammfluß deutet, anderswo neigen sie sich vom Talrand nach der Mitte. Auf den linksseitigen Lehmterrassen bestehen die Schotterschnüre aus verhältnismäßig kleinen Geröllen mit gelblicher Färbung, Gerölle wie sie sich aus Pannonschotter zusammensetzen. Bei dem Herkommen der Gewässer aus dem oststeirischen Hügelland verwundert dieser Habitus nicht, belegt jedoch deutlich den Transport von der Seite her.

Links vom Muraustritt zwischen Kanzel und Jungfernsprung gibt es zwischen der Häusergruppe von Eichberg und der Tankstelle eine 800 m lange und 150—200 m breite Schotterterrasse, deren Abfall nördlich der Hauptstraße liegt. Die Terrassenflur (373—375 m) erreicht nicht ganz die Höhe der großen Hauptterrasse bei der Haltestelle Göstling, überragt eine frührezente Talau 6—8 m und springt knapp vor dem Klettergarten bis an den Hang des Admonterkogels zurück. Im Schutz des Kanzelhanges gegenüber dem Prallhang unter der Cholerakapelle blieb diese Terrasse, die der rechtsseitigen Hauptterrasse zuzuordnen ist, erhalten. Auf diese kleine Terrassenflur schiebt sich aus einer steilen Hangrinne, die von Kote 509 m herabkommt, ein Schutt- und Schwemmkegel von 250—300 m Durchmesser längs einer kleinen Wasserader gegen 200 m hinaus. Westlich davon, nicht weit von dem Hangeck, das sich zwischen der West- und Südflanke der Kanzel ausbildete, stößt man in Hanglage in rund 400 m Höhe, also über der Terrassenflur, auf ein kleines sehr typisches Lößvorkommen mit zahlreichen Lößkindeln und Steilabfall. A. HAUSER (1954) bestimmte die Korngröße dieses Lößes mit 0,2 mm 3,4%, 0,2—0,05 mm 45,7%, 0,05—0,02 mm 2-,5%, 0,02—0,01 mm 10,7% und unter 0,01 mm 18,7%. Es ist kein feinkörniger Löß. In typischer Bergnasenschutzanlage haben wohl NW-Winde, die durch den letzten Murdurchbruch wehten, der aber noch eine Schottersohle von 400—500 m Breite besitzt, dort abgesetzt. Ein Transport durch Ostwinde ist dagegen wenig wahrscheinlich; es müßte sonst am Westrand des Grazer Feldes in weiterer Verbreitung Löß auftreten. Verwendet man einen heute öfters gebrauchten Ausdruck, spricht man von einer Düsenwirkung der Talenge. Daß die Ausblasung des Schotterbettes und der Absatz kaltzeitlich erfolgte, steht außer Zweifel. Die Lößlehme, die H. HÖLLER und H. KOLMER bei Weitendorf (Kaiserwaldterrasse), bei Messendorf-Raaba (Ziegelei Hauneder) und Friesach nördlich von Graz untersuchte, weisen folgende Korngrößenverteilung auf:

Friesach	Weitendorf	typ. Löß	Messendorf		Staublehm
			Wurzelröhrenlöß		
2 $\mu$ 2%	9%	7%	5%	6%	
2—6 $\mu$ 3	7	2	7	7	
6—20 $\mu$ 6	13	14	14	17	
20—60 $\mu$ 60	42	61	42	47	
60—200 $\mu$ 28	26	16	23	22	
200 $\mu$ 1	3	—	2	1	

Das wichtigste Ereignis im Bereich des Flußaustrittes war jene Phase, in der die Umschaltung von der Schotterakkumulation auf Erosion vor sich ging. Mit diesem Ereignis beginnt die Bildung der Teilfluren, die nur über kurze Strecken sich verfolgen lassen, wie dies bei dem zwangsweise schnellen Wechsel von Prall- und Gleitstellen und den Verlagerun-

gen dieser Stellen, wie dem Wechsel von lokalen Aufschotterungszonen und Einrißstreifen nicht anders sein kann. Mit dem Erreichen einer gewissen Einrißtiefe wird ein Ausbrechen aus dem Einschnitt immer schwieriger und es unterbleibt damit eine großflächigere Auswirkung.

Eine Zusammenfassung ergibt: Im Grazer Feld lagert eine große Schotterhauptterrasse westlich der Mur, die eine Mächtigkeit von rund 25 m hat, fast keine Untergliederungen aufweist, die das Landschaftsbild weithin bestimmt und deren Schotter und Sande den Eindruck machen, in einer großen Phase in der letzten Kaltzeit angeliefert worden zu sein. Diese Terrasse ist längs des Abfalles zur rezenten Talaue nur wenig gebuchtet. Von der Umrahmung im Westen wird sie nur wenig durch Schwemmfächer und kleine Wasseradern beeinflusst. Querende Flüsse fehlen. Eine einheitliche Wassersammelader, die parallel zur Umrahmung verläuft, entwickelte sich nur im südlichen Teil. So stellt die Schotterterrasse so etwas wie eine Erosionsfestung dar, die heute kaum wo Angriffen ausgesetzt ist. Die Schotterterrasse liegt auf Tonen des Tertiärs; dieser Untergrund weist ein ähnliches Gefälle wie die Terrassenflur auf und besitzt zur Mur Abfälle, die denen der Schotterterrasse ähnlich sind. In den tonigen Sockel nagten die Mur und die östlichen Seitenbäche Rinnen ein, die teils durch jüngere Schotter wieder verstopft wurden. Hier fanden zum Teil neuerliche Ausräumungen statt. So etwas wie ein kurzphasiger Rhythmus und Akkumulation spielte sich in einem nicht zu breiten Streifen entlang der heutigen Talaue, auf der die jüngstpleistozänen Schotter noch nicht ganz durchteuft wurden, ab. In diesem Bereich des Haupteinschnittes liegen auch die kleinräumigen Teilfluren. Sie zeitlich genau einzuordnen bereitet für die etwas höheren, die also die jüngstrezente überragen, Schwierigkeiten, da der Zeitpunkt des Hauptdurchrisses nicht festzulegen ist. Erfolgte dieser schon im nicht zu späten Hochwürm, so sind die höheren Teilfluren knapp Posthochwürm; erfolgte er erst nach dem Hochwürm, als sich die Wässer im Hochflutbett immer stärker in einer Rinne konzentrierten, so sind auch die höheren Teilfluren jünger. Es sind jene Ereignisse gewesen, die, schließt man sich der Gliederung von H. SPREITZER (1953, 1956, 1961) an, von der älteren Dryaszeit, bzw. dem Belt- und Langelandvorstoß (16 500—16 000 v. Chr.) über das Böllinginterstadial (13 250—12 300 v. Chr.), den neuen Hochstand 2 (SPREITZER 1961, 45—46), die Alleröd-eintiefung, die Schlernakkumulation und Gschnitz- und Daundifferenzierungen bis gegen die Gegenwart wirkten, und die verschiedenen postwürmen Teilfluren und frühholozänen Kleinterrassen schufen, ohne daß man im Grazer Feld, zu weit von den Endmoränen entfernt, im einzelnen zwingende Zuordnungen aufstellen könnte.

Die Terrassen mit mächtiger Lehmmaube sind bedeutend älter als die reinen Schotterfluren. Aber die auf der Ostseite des Leibnitzer Feldes und die auf der Westseite des Grazer Feldes (Kaiserwaldterrasse) brauchen nicht gleichaltrig zu sein. Bei den linksseitigen Terrassen spielte die Materialanlieferung aus den Seitentälern während der Kaltzeiten eine Rolle, wo das gelegentliche solifluidale Bodenwandern die starken Rutsch Tendenzen noch erhöhte und auch die Schmelzwasserfluten die Hänge kräftig abspülten. Die zahlreichen Schotterschnüre sowie eingelagerte Bodenhorizonte belegen deutlich eine Mehrphasigkeit des Aufbaues. Weder eine reine kaltzeitliche noch einphasige warmzeitliche Bildung ist vertretbar, fluviatile Vorhänge herrschten bei der Materialanlieferung vor, schließen aber zeitweise äolische Einlagerungen nicht aus.

Der Sockel der Kaiserwaldterrasse mit seinem Sarmat im Untergrund und

seinen unmittelbar darauf lagernden alten Schottern (E. CLAR 1938, 157 glaubt sie zu den Kapfensteiner Schottern WINKLER-HERMADENS zuordnen zu dürfen) ist recht alt. Die höheren Schotter und Lehme sind bedeutend jünger, aber viel älter als die jungpleistozäne Schotterflur. Die Lehme des Überbaues, die feine Schotterlagen, Schotterschnüre, Schotterlinsen und Lößlehme aufweisen, sedimentierten in einem ehemals meist feuchten Zwickel zwischen einem alten westlichen Murarm und der Kainach. Da diese einstige „Auenlandschaft“ sich heute als breiter Terrassensporn darbietet, setzt dies, sieht man von einer unwahrscheinlich großen Auenlehmausbreitung und Wiederausräumung ab, eine Höferschaltungstendenz voraus. Die Lehme dieser Terrasse sind durch jüngste Erosionsangriffe bereits zerschnitten. Der Grad der Zerlegung ist nicht nur eine Folge der Oberflächenentwässerung, sondern auch eine des höheren Alters.

Die kleine Zwischenterrasse von Windorf ist jünger als die Kaiserwaldterrasse, um wie viel, ließe sich nur mit Hilfe von Bohrungen genauer festlegen. Liegt sie nämlich auf den jungen Schottern der Hauptterrasse, würde es sich um ein recht spätes Ausfließen aus der Kaiserwaldterrasse handeln. Lagern die jungen Schotter nur an, und dies ist wahrscheinlicher, so stellt die Windorfer Flur, ähnlich wie die Schotterteilfluren nach der heutigen Talaue hin, eine Zwischenterrasse dar, die bald nach Beginn der Herausarbeitung des Kaiserwaldterrassenabfalles entstand.

Das Grazer Feld mit seinen zwei großen Terrassen nimmt zwischen dem vielstufigeren Schachtelrelief des nördlichen Alpenvorlandes und den einfachen, großen Schwemmkegeln des südlichen Alpenvorlandes im friaulischen Bereich eine Stellung zwischen Vielfalt und Einförmigkeit ein. Das größte Ereignis in jungpleistozäner Zeit war die Umschaltung von Akkumulation zur Erosion auf dem Schotterfächer, beziehungsweise der kräftige, ziemlich glatte Durchriß in der Hauptterrasse mit der nachfolgenden Teilflurenbildung. Ein ganz einwandfreier Beleg, ob dieses Einschneiden rein klimamorphologisch bedingt war, oder durch die allgemeine Phasenentwicklung auf Flachkegeln sich gleichsam selbst auslöste, bleibt noch offen. Die verhältnismäßig bescheidene junge Terrassengliederung hängt recht weitgehend mit dem bereits großen Abstand von den Gebieten, wo in den letzten Kaltzeiten sehr viel Schotter angeliefert werden konnte, zusammen.

### Literaturverzeichnis

- BÜDEL, J., 1944: Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Geol. Rundschau. Bd. 34, S. 482—519.
- CLAR, E., 1927: Zur Kenntnis des Tertiärs im Untergrund von Graz. Verh. d. Geol. Bundesanst. Wien. S. 184—191.
- 1931: Das Relief des Tertiärs unter Graz. Mittl. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 68, S. 16—27.
- 1938: Sarmat in der Kaiserwaldterrasse bei Graz. Verh. Geol. Bundesanst. Wien. S. 154—162.
- FINK, J., 1956: Zur Gliederung der Terrassen und Löße in Österreich. Eiszeitalter und Gegenwart. Bd. 7, S. 49—77.
- 1958: Die Böden Österreichs. Mittl. Geogr. Ges. Wien. Bd. 100, S. 316—358.
- 1959: Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. Mittl. d. Österr. Bodenkundlichen Ges. Bd. 3, S. 15—30.
- 1961: Die Südostabdachung der Alpen. Mittl. Österr. Bodenkundl. Ges., Bd. 6, S. 123—183.
- 1961: Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mittl. Geol. Ges. Wien. Bd. 54, S. 1—25.
- FLÜGEL, H., 1960: Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes. Mittl. Österr. Geogr. Ges. Bd. 102, S. 63—64.
- GERMAN, R., 1965: Glazial oder interglazial? Mittl. d. Österr. Geogr. Ges. Bd. 107, S. 1—19.
- HANSELMAYER, J., 1962: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XVIII. Erster Einblick in die petrographische Zusammensetzung steirischer Würmglazialschotter. Sitzungsber. Österr. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl. I, 171, S. 42—78.
- 1963: Beiträge zur Sedimentpetrographie XIX. Petrographie der Schotter aus der Würmterrasse von Friesach-Gratkorn. Mittl. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 93, S. 137—158.
- 1964: Beiträge zur Sedimentpetrographie XXIII. Petrographie der Schotter aus der Würmterrasse von Stocking. Sitzungsber. Österr. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl. I, 173, S. 277—299.
- HAUSER, A., 1954: Die Lehme und Tone Steiermarks. Graz 1954, 68 Seiten.
- HILBER, V., 1894: Das Tertiärgebiet um Graz, Köflach und Gleisdorf. Jb. Geol. Reichsanst. Bd. 43, Wien. S. 281—368.

- HILBER, V., 1912: Taltreppe. Graz S. 1—50.  
 — 1918: Baustufen, Paläolithicum und Lößstellung. Mittl. Geol. Ges. Wien. S. 193—230.  
 — 1923: Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. Petermanns Geogr. Mittlg. Bd. 69. S. 59—60.
- HÖLLER, H. u. KOLMER, H., 1965: Sediment-petrographische Untersuchungen an steirischen Lössen und Lößlehmen. Mittl. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 95.
- HORMANN, Kl., 1964: Torrenten in Friaul und die Längsprofilentwicklung auf Schottern. Münchner Geogr. Hefte. H. 26. S. 1—82.
- HORWITZ, L., 1911: Contribution à l'étude des cônes de déjections dans la vallée du Rhône. Bulletin de la Soc. Vaudoise des Sc. Nat. Vol. XLVII, No. 173.
- MAURIN, V., 1956: Der Untergrund der Murbrücken in der Grazer Innenstadt. Mittl. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 73. S. 72—79.
- MOHR, H., 1927: Die Baugrunduntersuchung für die neue Kalvarienbrücke in Graz, ihre Ergebnisse und prognostische Auswertung. Jb. Geol. Bundesanst. Wien, Bd. 77. S. 63—80.
- MORAWETZ, S., 1942: Schwemmkegelstudien. Petermanns Geogr. Mittlg. Bd. 88. S. 84—92.  
 — 1961: Zur Frage der Entstehung der jungdiluvialen Murterrassen. Mittl. d. Österr. Geogr. Ges. Bd. 103. S. 57—70.
- PENCK, A., 1909: Die Eiszeiten in den Südalpen und im Bereich der Ostabdachung der Alpen. In A. Penck u. Ed. Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. 3. S. 717—1197.
- RIEDL, H., 1961: Ergebnisse einer Taluntersuchung in der Oststeiermark. Mittl. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 91. S. 97—103.
- ROLLE, F., 1856: Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Gratz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in Steiermark. Jb. d. Geol. Reichsanst. Wien. Bd. 7. S. 535—602.
- SCHAEFER, I., 1950: Die diluviale Erosion und Akkumulation. Forsch. z. Dt. Landeskd. Bd. 49. S. 1—154.
- SÖLCH, J., 1917: Beiträge zur Eiszeitlichen Talgeschichte des Steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. Forsch. z. Dt. Landes- u. Volkskunde. Bd. 21. S. 307—484.
- SOLAR, F., 1963: Jüngste Formung, Bodenbildung und Standorte im Bereich der Talauen des Gleisdorfer Raumes. Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. Bd. 93. S. 89—111.
- SPREITZER, H., 1953: Eiszeitstände und glaziale Abtragungsformen im Bereich des eiszeitlichen Murgletschers. Geol. Bavarica. Bd. 19. S. 65—73.  
 — 1956: Die Gliederung der Würmvereisung im Gebiet des Mur- Draugletschers. Actes du Congrès International du Quaternaire, Rome —Pise 1953, Rom 1956. S. 1—7.  
 — 1961: Hochstand und Rückzug des eiszeitlichen Murgletschers in Kärnten und deren eiszeitliche Einreihung. Carinthia I Jg. 151. S. 351—365.
- TROLL, C., 1926: Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der Alpen. Forsch. z. deutschen Landes- u. Volkskunde. Bd. 24. S. 157—256.
- WINKLER-HERMADEN, A., 1955: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. Denkschr. Österr. Akad. d. Wiss. Math.-Nat. Kl. Wien. Bd. 110. S. 1—180.  
 — 1957: Geologisches Kräftespiel und Landformung. Wien. S. 1—822.  
 — 1960: Über Quartärforschung im steirisch-südburgenländischen Becken. Anz. Österr. Akad. d. Wiss. Math.-Nat. Kl. Bd. 97. Nr. 9.