

Baustufen, Paläolithicum- und Löß-Stellung.

Von V. Hilber.

Die Ausdrücke „Baustufe“ und „Grundstufe“ habe ich statt der nicht treffenden „Akkumulations“- oder „Schotterterrasse“ und „Felsterrasse“ gesetzt.¹⁾

Im Jahre 1917 sind in der unten eingehaltenen Folge zwei Arbeiten²⁾ erschienen, welche in dasselbe Gebiet gehören, zu dem ich 1912 einen Beitrag¹⁾ geliefert habe. Vorliegende Arbeit bezweckt unter anderem im Verein mit den genannten Verfassern der Lösung der berührten Fragen näher zu kommen.

I. Die miozäne Landoberfläche.

Die ältesten mittelsteirischen Tertiärschichten sind die jetzt meist als untermiozäne betrachteten Süßwasserschichten. Die über 100 m betragende Mächtigkeit der Schichten spricht für Ablagerung in tiefen Seen oder sinkenden Becken. Darauf folgt das Eindringen des mittelmiozänen Meeres mit den obermiozänen sarmatischen Schichten am Schluß (mehrere 100 m mächtige Ablagerungen).³⁾ Darüber liegen die pliozänen Kongerienschichten und endlich die als Belvedere-Schotter, -Sand und -Lehm bezeichneten Flußabsätze.

Der nördliche und der westliche Teil der Umrandung des Grazer Beckens waren zu Beginn des Miozäns fertig. Nur der südliche Teil zeigt spätere Hebungen.

¹⁾ Hilber V., Taltreppe, Graz 1912, Selbstverlag, S. 4. Wo in dieser Abhandlung nur die Autornamen genannt sind, sind diese und die zwei folgenden Sölchs und Aigners Schrift gemeint. Bildungszeiten der Flußbaustufen. Geogr. Anzeiger 1908.

²⁾ Sölch J., Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, 21. Band. Eine vorläufige Mitteilung war erschienen in den Verhandlungen des 18. deutschen Geographentages in Innsbruck 1912. Der zugrunde liegende Vortrag wurde schon unmittelbar nach dem Erscheinen meiner „Taltreppe“ gehalten. — Aigner J., Geomorphologische Studien über die Alpen am Rande der Grazer Bucht. Jahrb. d. Geol. Reichsanst., Jahrg. 1916.

³⁾ Aigners Angabe (294), daß das Mittelmiozän östlich der Mur nur bei Afram vorkomme, berücksichtigt dessen Auftreten bei St. Anna am Aigen nicht.

Unsere Gegend war zu Beginn der Miozänzeit unvollkommen entwässert. Beweis dessen die großen Seen, deren mächtige Ablagerungen eben erwähnt wurden. Senkung brachte das Meer. Seine Anschüttungen erhöhten die Oberfläche. Diese Ausfüllungen erleichterten das durch Hebung erfolgte Verschwinden des Meeres.

Über die miozäne Oberfläche wissen wir wenig. Die seitherigen Veränderungen haben die Spuren verwischt. Daß sie nicht erhalten sind, geht aus folgender Überlegung hervor. Wir kennen keine sicher miozänen Flußschotter mit erhaltener Aufschüttungsflur (Bauflur). Daß sie gefehlt hätten, ist nicht anzunehmen. Ihre Abwesenheit läßt sich nur durch weitgehende Zerstörung der alten Oberfläche als Funktion der Zeit erklären. Aus diesem Grunde bezweifle ich auch die Erhaltung miozäner Strandterrassen als morphologisch erkennbarer Formen. Aigners disharmonische Formen sind nach ihm zum größten Teile pliozän, wie ich das auch für die hohen Schotter und die entsprechenden Talstufen bei Graz (8) angenommen habe. Nur wenige Formen betrachtet er, allerdings mit einer gewissen Zurückhaltung, als miozän (325). Ich finde in seinem Satze: „Im einzelnen weisen diese Berge freilich auf die pliozäne Landoberfläche als Ausgangsform hin, aber als Gesamtheit betrachtet, natürlich in wesentlich anderer Gestalt, müssen sie schon früher bestanden haben“, nur den Sinn: die Form ist nicht das Produkt der Ablagerung ihres Stoffes. Auf derselben Seite deutet er „die Schotter östlich von Passail (bei Punkt 909)“ als „Überreste einer vorpliozänen Landoberfläche“. An anderer Stelle (310) nennt er aber dieselben Schotter „wahrscheinlich jünger, als das übrige Tertiär“.

II. Die pliozäne Landoberfläche.

1. Harmonische und disharmonische Oberflächenformen. Passarge⁴⁾ nennt harmonisch diejenigen Formen, welche durch die heutige Abtragung und Aufschüttung, disharmonisch die, welche nicht dadurch erklärt werden können, und fügt bei, daß die disharmonischen Formen durch Krustenbewegungen oder Klimawechsel verursacht sind. Beide verändern die Energie der Kraftwirkung. Es handelt sich also um quantitative Verschiedenheiten, verursacht durch qualitative.

⁴⁾ Morphologie, Kap. V.

Aigner betrachtet auch ältere hochliegende Talstücke, welche mit der heutigen Talbildung in keinem Zusammenhange stehen, als disharmonisch. Er befindet sich aber da nicht, wie er meint, in voller Übereinstimmung mit Passarge, denn bei diesem handelt es sich nicht nur darum, daß die heutigen Talbildungsvorgänge die alte Form nicht erklären können, sondern auch darum, daß diese alten Formen qualitativ verschiedenen Kräften ihre Entstehung verdanken. Auf diese Einschränkung legt Aigner nicht genügend Gewicht. Man beachte zum Beispiel den Satz (306): „Diese beiden letztgenannten Rücken bilden eine Vorstufe des Gebirges, die zu den Gefällsverhältnissen der Täler in keiner Beziehung steht und so leicht als disharmonische Form erkannt wird.“ Hier betrachtet Aigner die Unabhängigkeit der Gefälle in an sich unklarem Ausdruck als Kriterium der Disharmonie und somit die von ihm für die pliozänen Aufschüttungsflächen angenommene Hebung nicht als unbedingt zum Begriff der Disharmonie gehörig. An anderer Stelle (307) ist ihm „sanfte Geländeform“ gegenüber „steilen Gehängen der heutigen Täler“ disharmonisch.

Aigners Disharmonie läuft also darauf hinaus, alte Talstücke, welche keine Beziehung zu den heutigen Tälern haben, als disharmonisch zu bezeichnen. Das mag wegen des leicht erkennbaren Kriteriums zweckmäßiger sein als Passarges Begriffsbestimmung, aber kaum zulässig, weil die Bezeichnung im Sinne ihres Autors ein weiteres, allerdings in vielen Fällen nicht ermittelbares Merkmal enthält. Dazu kommt noch ein Umstand. Durch Vorgänge im Sinne Passarges und ohne solche im Sinne Aigners können idente Formen entstehen. Das spricht für die Zweckmäßigkeit, das genetische Moment bei der Begriffsbestimmung dieser Formen wegzulassen.

Man kann übrigens nicht einmal sagen, daß die disharmonischen Formen in weiterem Sinne durch die heutigen Vorgänge nicht erklärt werden können. Erosion der Art nach gleich der heutigen hat sie geschaffen. Die alten Talstrecken sind durch Tieferlegung und Herrschendwerden vielleicht früher sekundärer Furchen außer Betrieb gesetzt worden. Jene disharmonischen Formen können also als altes Entwicklungsstadium der heutigen Entwässerung und die morphologischen Verschiedenheiten als Teilfunktion der Zeit betrachtet werden.

Aigner (327) selbst leitet ja auch das heutige Relief aus einem hochgelegenen pliozänen (disharmonischen) ab.

2. Hebung der pliozänen Aufschüttungsfläche? Aigner (328) nimmt spätpliozäne Hebung in den randlichen Teilen (der Grazer Bucht) und gleichzeitige Senkung in den zentralen Beckenteilen (pannonischem Becken) an, weil die Schotter in ersterem Gebiete viel höher liegen, als in letzterem. Zunächst würde einer der zwei Vorgänge zur Erklärung genügen, des weiteren brauchen nicht die höchsten Plioänabsätze unserer Gegend mit den ungarischen verglichen zu werden. Wir kennen bei Graz eine Reihe pliozäner Aufschüttungsflächen untereinander, deren tiefste in 430 m Meereshöhe liegt, also fast 400 m niedriger, als Aigners zum Vergleich mit den ungarischen genommenen steirischen pliozänen Aufschüttungsflächen. Die Mur fließt bei Judenburg in 700, bei Graz in 350 m Meereshöhe, die Entfernung in der Luftlinie beträgt 60 km, die Niveaudifferenz der tiefsten Plioän-schotter bei Graz und im Gebiete zwischen Raab und Zala in Ungarn, auf welche sich Aigner bezieht, 130 m auf eine Entfernung von 100 km. Wir haben also an dem heutigen Fluß viel bedeutendere Niveaudifferenzen auf kürzere Entfernung, als sie in den von Aigner verglichenen Gebieten vorliegen. Das errechnete geringe Gefälle macht es wahrscheinlich, daß die erwähnten ungarischen Schotter zu einer zwischen unserer untersten und unserer obersten Plioänstufe liegenden Stufe gehören. Die verschiedene Höhe der Absätze kann somit nicht zu einem Schluß auf Störungen führen. Die Verhältnisse im Durchbruch der Donau durch das Banater Gebirge erlauben aber keinen Rückschluß auf die Vorgänge bei Graz. Ebensowenig kann man die Beziehung auf pliozäne Störungen in der ehemaligen Untersteiermark als berechtigt gelten lassen. Erstens sind jene Störungen orogenetische Faltungen im Gegensatz zu den von Aigner angenommenen epirogenetischen Bewegungen, zweitens liegen verschiedene Gebiete vor und Gebirgsbildung ist ja lokaler Natur. Die im Verhältnis zu den späteren Flußschottern geringere Höhenlage der Miozänschichten kann Aigner nicht heranziehen, da nach ihm selbst das damalige Relief nicht erkennbar ist. Spätpliozäne Hebungen scheinen mir demnach nicht erwiesen.

III. Belvedereschotter.

1. Marine Entstehung? Stur⁵⁾ hatte die obersteirischen tertiären Flußschotter ursprünglich für Absätze eines Binnenmeeres erklärt, diese Ansicht aber später verlassen. Gegen die von ihm weiterhin auch für die mittelsteirischen Schotter angewendete Bezeichnung „Leithaschotter“ habe ich mich schon 1893⁶⁾ erklärt. Sturs obersteirische Leithaschotter sind übrigens von Penck⁷⁾ für diluvial erklärt worden.

2. Die alte Mur. Stur⁸⁾ hatte seine Leithaschotter zwischen Mur und Kainach, die wir jetzt als Belvedereschotter betrachten, hypothetisch der alten Mur zugeschrieben. Lóczy⁹⁾ leitet unsere nach ihm pontischen Schotter von der Mur ab. Von dem gleichen Grundirrtum geht Sölch¹⁰⁾ aus, wenn er unsere pliozänen Schotter für Murschotter hält. Ich habe nachgewiesen (19), daß diese Ablagerungen von einem die heutigen Täler in der Umgebung von Graz kreuzenden Talsystem herühren. Die petrographische Verschiedenheit der tertiären und der diluvialen und alluvialen Schotter weist auf verschiedene Ursprungsgebiete hin. Das spricht für die jugendliche Entstehung des Murtalstückes von Bruck abwärts. Flüsse verschiedener Richtung und verschiedener Ursprungsgebiete kann man nicht identifizieren. Sölch nimmt sogar an, daß die Mur in mediterraner Zeit westlich vom Plawutsch und, daß sie in sarmatischer Zeit aus dem Gratweiner Becken gegen die Kanzel floß, wogegen sich bereits Aigner erklärt hat.

3. Ursprung unserer Belvedereschotter. Ich habe nachzuweisen versucht, daß unsere Höhenschotter aus der Gegend von Köflach stammen.¹¹⁾ Für die Schotter zwischen dem Plawutscher Zug und den Alpen scheint mir kein anderer Ursprung denkbar. Man müßte denn annehmen, daß der Fluß gegen ein undurchbrochenes Gebirge hin geflossen wäre, was den Verhältnissen an den heutigen Flüssen widerspricht. Auch

⁵⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1853, 461, 480.

⁶⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 298.

⁷⁾ Alpen im Eiszeitalter 373.

⁸⁾ Geologie der Steiermark 629.

⁹⁾ Resultate . . . Balatonsees, 1. Bd., 1. Teil, 1. Sektion, 1916, 500.

¹⁰⁾ Ein Beitrag zur Geomorphologie des steirischen Randgebirges, Verhandl. d. XVIII. deutschen Geographentages 1912, 137.

¹¹⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1893, 345.

die gegen das Gebirge zunehmende Größe der Geschiebe spräche für diesen Ursprung; anderseits nicht dagegen die im allgemeinen geringe Größe der Geschiebe in Oststeiermark, denn auch westlich von unseren Devonbergen haben die Geschiebe stellenweise dieselbe geringe Größe. Sölch¹²⁾ hält den angenommenen Ursprung für „ausgeschlossen“ aus folgenden Gründen: 1. Die Schotter „würden dann 12 km östlich von Graz selbst heute noch in zusammenhängenden Teilen — abgesehen davon, daß sie nördlich von Graz auf 700 m ansteigen — über 580 m erreichen, in einer Gegend 20 km westlich von Graz nur wenig über 600 m“. Aigner (323) gibt aber aus dieser Gegend Aufschüttungen bis über 800 m an. 2. „Der Fluß wäre unmittelbar am Abfall des Gebirges entlang geflossen, statt vom Gebirge weg.“ Es gibt aber Flüsse, die das tun (Oberlauf des Tigris, Flüsse am Nord- und Südfuß des Himalaja, Oberlauf verschiedener Flüsse am Ural usw.). Endlich ist im Gegenteil richtig, daß der von mir angenommene Fluß vom Gebirge weg geflossen wäre (Richtung der Köflacher Alpen N—S, Linie Köflach—Gratwein, die Flußrichtung an meinem Beispiel, ONO). 3. „Die geringe Größe der Gerölle — solche über Faustgröße sind nicht häufig — und ihre Art — die Quarze überwiegen stark — sprechen für einen längeren Flußlauf, wie Hilber selbst zugibt.“ Anderseits habe ich dagegen die stellenweise Größe der Geschiebe im westlichen Gebiete angeführt. Die Quarzauslese gilt aber mehr für die Gegend östlich vom Plawutschzuge. Auf dem Frauenkogel überwiegen kristalline Schiefer. 4. „Die Herkunft des Gesteinsmaterials überhaupt spricht nicht etwa, wie Hilber behauptet, gegen, sondern für die Ablagerung durch die Mur.“ Ebenda S. 137 führt dies Sölch dahin aus, daß die festen schwarzen Kieselschiefer und die weißsteinartigen Quarzschiefer, soviel er wisse, nur aus dem Murgebiete bekannt seien. Erstere sind schon von Rolle als häufige Gesteine in unseren miozänen Meeresschichten angegeben worden. Woher sie rühren, war weder Rolle, noch ist mir bekannt. Zweitens ist die petrographische Verschiedenheit der Geschiebe der Mur und der des Belvedereschotters eine so auffallende, daß letztere durch das Fehlen oder die Selten-

¹²⁾ Verhandl. Geographentag. 131.

heit der Hornblendegesteine und meist auch der Kalksteine auf den ersten Blick unterscheidbar sind.

Der Kugelberg bei Gratwein ist übrigens nicht das innerste Vorkommen der Kleinschotter. Ich habe solche von Stiwill angegeben.¹³⁾ Es bleiben also nur die zwei Gegenfälle: Entweder ist der Fluß gegen das Gebirge geflossen, was Sölch nicht behauptet, oder der Fluß, beziehungsweise dessen Zuflüsse sind vom Gebirge weg gelaufen und die Schotter westlich von der Plawutschrichtung stammen aus den westlichen Alpentteilen. Ausgeschlossen sind dabei allerdings Zuflüsse von anderen Seiten in der Oststeiermark nicht, ja sie sind sogar bei der Verzweigung der Flußsysteme anzunehmen. Auf die Möglichkeit eines zweifachen Herkommens unserer oststeirischen Schotter habe ich seinerzeit hingewiesen (346), wenn mir auch die Annahme wegen der Kleinschotter westlich vom Plawutsch nicht notwendig schien.

4. Alter unserer tertiären Flußschotter. Für unsere höchsten Flußschotter ist der paläontologische Nachweis ihres Alters noch nicht geliefert. Die von mir angegebene Maximalhöhe von 700 m bezieht sich auf anstehenden Schotter. Aigner hat seither in von mir nicht behandelten Gebieten anstehende Schotter bis 800 m, ja in einem Falle (Hochenau S bei Passail, Punkt 909) bis rund 900 m nachgewiesen. Das Flußniveau von 800 m erscheint zudem durch Aigners Beobachtung entsprechender Hochfluren sichergestellt (321). Hilber¹⁴⁾, Bach¹⁵⁾, Sölch¹⁶⁾, Aigner (322) erwähnen *Mastodon arvernense* vom Schemertunnel und Sölch nennt Peters als ersten Gewährsmann. Das scheint ein Irrtum zu sein. Lóczy¹⁷⁾ hält den bezüglichen Zahn als zu *Mastodon longirostre* gehörig. Nach Schlesinger¹⁸⁾ liegt eine Übergangsform zwischen den zwei genannten Arten vor. Er sagt, daß Bach die Übergangsform beschrieben habe. Ich füge bei,

¹³⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1913, 345.

¹⁴⁾ Führer durch die geologische Abteilung am Joanneum, 1. Heft, 1901, 20.

¹⁵⁾ Zentralblatt für Mineralogie 1908, 388.

¹⁶⁾ Verhandl. Geographentag, 132.

¹⁷⁾ Balaton, 500.

¹⁸⁾ Mastodonten 1917, 131.

¹⁹⁾ Mastodonreste. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns, XXIII, 112.

daß er sie nicht als solche bestimmt hat. Bach schließt aus dem Vorkommen von *arvernense* auf die Gleichaltrigkeit der Fundschichte mit der Fauna von Montpellier und hält an dieser Ansicht noch 1910 fest.¹⁹⁾ Ich hatte aber bereits 1909 eingewendet²⁰⁾, daß aus der Schottergrube auf der Höhe unmittelbar über dem Tunnel *Dinotherium giganteum* vorliegt, welches nicht in jene jüngere Fauna hinaufreicht, was Bach nicht beachtet hat. Auch *Aceratherium incisivum* ist seither dort gefunden worden.²¹⁾ Durch die Änderung der Bestimmung des Mastodons und das Vorkommen der anderen Säuger in einer höheren Schichte ist die Frage dahin erledigt, daß die erwähnte Zwischenform schon mit *Mastodon longirostre* gelebt hat. Sölch²²⁾ hat später seine Angabe auf eine Mitteilung von Heritsch hin berichtigt, welche auf eine von mir schon vor dem Erscheinen der Schlesingerschen Arbeit gewonnene unveröffentlichte Ansicht zurückgeht.

IV. Hochfluren.

Sie wurden von mir und später von Sölch, Aigner und anderen in großer Verbreitung nachgewiesen. Sie folgen in verschiedenen Höhen übereinander. Die von Aigner (300, 304) nicht anerkannten Fluren Leitmeiers und Terzaghis im Sausal sind morphologisch von den übrigen nicht zu unterscheiden und Aigner gibt auch keine Unterschiede an. Noch weniger kann ich mir dessen unbestimmte Äußerung deuten, ich hätte Formen als Reste alter Talböden betrachtet, welche es nicht wären. Die alten Fluren sind Reste von Tälern, welche die heutigen Hügelkämme und Täler verqueren, vielfach aus Belvedereschotter bestehend, zuweilen in solche eingetieft. Meine Auffassung ging dahin, die höheren Fluren und Schotter als die älteren zu betrachten. Lóczy²³⁾ hält die Belvedereschotter für eine Ausfüllung des pontischen Sees und die tieferen Schotter für älter als die höheren. Diese Annahme würde auch das Alter der Hochfluren umkehren.

²⁰⁾ Mitteil. d. Naturw. Ver. für Steiermark, Jahrg. 1908, 471.

²¹⁾ Teppner, Mitteil. d. Nat. Ver. f. St. 1914 (1915), 160.

²²⁾ 405.

²³⁾ Balaton, 500.

V. Ecke.

So nennt Sölch²⁴⁾ treffend die Stufen im Längsschnitt der Kämme. „Die Entstehung der Ecktreppe ist eine bisher kaum gestellte, noch weniger beantwortete Frage“ (67). Die Übereinanderlagerung der Ecke findet Sölch unerklärt. Von ihm rührt ferner die neue wichtige Beobachtung her, daß die Eckfluren sich manchmal in Leistenfluren fortsetzen. Dazu möchte ich folgendes bemerken: Die Ecke Sölchs sind meine hochliegenden Talreste, welche sich quer über die heutigen Kämme verbinden lassen. Ihre Erklärung ist damit gegeben. Die Ursache der Übereinanderlagerung finde ich in dem mit Unterbrechungen erfolgten Einschneiden der Flüsse. Die Fortsetzung der Eckfluren in Leistenfluren, welche in dem von mir in der Talstufe behandelten Gebiete nicht bekannt ist, läßt sich durch Annahme von Umbiegungen der Flußrichtung erklären. Denn auch die Ecke habe ich, ohne ihnen einen eigenen Namen zu geben, als Längsstufen betrachtet.

VI. Aufschüttung.

1. Ursache der Aufschüttung. Fluviale Aufschüttungen werden verursacht durch Insuffizienz der Transportkraft. Durch stärkere Anschüttung im Oberlauf werden die Bettneigung und damit die Transportkraft gesteigert. Als Ursache der Insuffizienz habe ich nach den Erfahrungen der Hydrotechniker Verminderung der Wassermenge betrachtet. Darüber schreibt Sölch (443): „Gerade die Ansicht, zu der Hilber gelangt, ist nach den scharf abwägenden Untersuchungen Böhm's wenig wahrscheinlich, der dargetan hat, daß das Verhältnis zwischen Geschiebeführung und Transportkraft durch eine Schwankung der Wassermenge zwar eine parallele Schwankung seiner Glieder erleide, sich aber als solche seinem Werte nach nicht ändern könne.“ Ich hatte Böhm bereits erwidert (32), was Sölch entgangen ist. Dessen Anschauung, daß dort, wo früher abgelagert wurde, bei Vermehrung der Wassermenge weiter abgelagert wird, und dort, wo früher erodiert wurde, bei Verminderung der Wassermenge weiter erodiert wird, widerlegen die Hoch- und Niederwässer.

²⁴⁾ Eine Frage der Talbildung. Bibliothek geographischer Handbücher. Festband. Stuttgart 1918.

Aufschotterung bei Wasserminderung und Eintiefung bei Wassermehrung sind allgemein bekannt. Die Anschauung steht in einem solchen Widerspruch mit allem, was man über den Haushalt der Flüsse weiß, daß eine weitere Widerlegung überflüssig ist.

2. Ursache der diluvialen Aufschüttung. Darüber hat sich Penck ursprünglich dahin geäußert, daß die Eiszeiten die Flüsse mit Geschieben überlastet hätten. Das ist der Standpunkt, auf dem Sölch (426) jetzt noch steht. Später hat Penck²⁵⁾ eine andere Ansicht folgendermaßen ausgesprochen: „Nunmehr hat uns unsere Betrachtung der fluvioglazialen Aufschüttungen zu einer wesentlich anderen Erkenntnis geführt. Sie erscheinen uns jetzt als Beseitigung von Gefällsbrüchen, die zwischen Talsohle und Gletscheroberfläche entstehen. Nicht allenthalben erfolgte während der Eiszeit die Schotterauffüllung, sondern nur in den vom Eis betretenen Tälern.“ Er zeichnet gleichzeitig interglaziale Aufschüttungen vor und hinter den Moränen und gibt damit auch indirekt die Beweiskraft des Anschlusses der Schotter an die Moränen auf. „Wir müssen uns daher hüten, wie wir es früher selbst getan haben, die Schotterterrassen im allgemeinen als Zeugen einer Eiszeit zu betrachten.“ Penck fügt bei, daß er interglaziale Schotterterrassen an Donau und Rhein bis Wien und Basel nicht angetroffen habe. 1910 geht Penck²⁶⁾ noch weiter, indem ihm „nach der allgemeinen Erfahrung während der Interglazialzeiten die übertieften Täler der Schauplatz mächtiger Anschüttungen gewesen sind“. Darauf bezieht sich meine Äußerung, daß meine und Ampferers im Jahre 1908 geäußerten Ansichten nicht ohne Einfluß auf Pencks gründliche Anschauungsänderung gewesen seien, was Machatschek²⁷⁾ mit dem Hinweis auf Pencks oben erwähnte, früher von mir auch in „Taltreppe“ angeführte Darlegungen beanständet. Mit dem Worte „gründlich“ wollte ich die Verallgemeinerung Pencks im Gegensatz zu seinen früheren, nicht so weitgehenden, ja zum Teil entgegengesetzten An-

²⁵⁾ Alpen im Eiszeitalter, 670, 1905 (Ausgabedatum der bezüglichen Lieferung).

²⁶⁾ Die interglazialen Seen von Salzburg. Zeitschr. für Gletscherkunde, 95.

²⁷⁾ Mitteil. d. Geograph. Ges., Wien 1912, 405.

schauungen betonen. Während Penck früher (1905) die Schotterauffüllung während der Eiszeit in den vom Eis betretenen Tälern vor sich gehen ließ, sind ihm dieselben Schotter 1910 interglazial. Ich halte somit Machatscheks Äußerung für ungerechtfertigt.

Einer meiner Gründe gegen die Ansicht, daß die Bau-
stufen (Schotterterrassen) vor (unter) den Moränen von diesen
aus gebildet worden seien, lautet: Diese Schotter reichen in
höheres Niveau, als das Zungenbecken hinter den Moränen.
Die Aufschüttung vor den Moränen setzt aber eine entsprechend
hochliegende Förderbahn hinter den Moränen voraus. Dort
muß also eine mit der Aufschüttung vor denselben Schritt
haltende gleichzeitige Aufschüttung erfolgt sein, deren jetziges
Fehlen nur durch Erosion erklärbar ist. Ähnlich hatte Böhm²⁸⁾
für das Fehlen der Flußterrassen oberhalb Rotenturm bei
Judenburg Entfernung, und zwar durch Gletschererosion, an-
genommen. Gegen meinen Einwand hat Brückner²⁹⁾ ge-
schiebeladene Flüsse auf dem Eis vorausgesetzt; ich habe
unter anderem entgegengehalten (39), daß die Beobachtungen
auf dem Inlandeise mit dieser Annahme nicht stimmen. Ich
darf wohl annehmen, daß Herr Prof. Brückner seine An-
sicht nicht mehr aufrecht hält. Denn seither hat er gegen die
Ausstrudelungstheorie der Sölle folgenden Satz ausgesprochen:
„Vor allem sind gerade unmittelbar am Rande des Gletschers
große Ströme auf dem Eis wenig wahrscheinlich.“ (Zeitschrift
für Gletscherkunde 1915, 155.)

Nach V. Lehmann³⁰⁾ enthalten die Forschungsergeb-
nisse aus Alaska³¹⁾ „vieles, was nach Ansicht des Referenten
der Auffassung der fluvioglazialen Schotter nach Penck und
Brückner wertvolle Belege bietet“. Ich kann das nicht
finden. Gerade dort wird gezeigt, daß die Entwässerung in
und um den Gletscher vor sich geht, und daß die Oberflächen-
schmelze nur kurze, bald verschwindende Ströme erzeugt, wor-
auf ich schon in „Taltreppe“ hingewiesen. Auch die von Tarr
erwähnten ausgewaschenen Moränenschotter vor den Glet-
schern bieten keine Analogie zu den langen Schotterterrassen

²⁸⁾ Abhandl. d. Geograph. Ges., Wien 1900, 101.

²⁹⁾ Zeitschr. für Gletscherkunde 1910, 305.

³⁰⁾ Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde, Berlin 1913, 237.

³¹⁾ Engeln, Zeitschr. für Gletscherkunde, VI, 1911, 104.

in und außer den Alpentälern. Was Lehmann mit der Beanständung meiner Zitate in der „Taltreppe“ meint, ist mir mit Ausnahme einer unrichtigen Seitenzahl unklar. Daß meine Ausführungen „leider auch öfters nicht sehr klar und präzise sind“, darüber hat sich keiner der zahlreichen übrigen Referenten beklagt, noch hat einer derselben oder der Autoren, welche die „Taltreppe“ zitierten, etwas darin nicht verstanden.

Ich habe hervorgehoben, daß die Aufschüttungen eine allgemeine, aber durch die in der Summe überwiegende Eintiefung überwältigte Erscheinung sind. Vom Tertiär bis zur Gegenwart, in ehemals vergletscherten und unvergletscherten Gebieten liegen Aufschüttungen vor. Diese Allgemeinheit der Erscheinung schließt alle lokalen Faktoren³²⁾ aus, somit auch Bodenbewegungen. Denn die Annahme auf allen Festländern gleichzeitiger gleichsinniger Bodenbewegungen widerspricht allen geologischen Erfahrungen. Es bleibt nur die Erklärung durch Minderung der Wassermenge durch Klimaänderung.

Aufschotterung aus tektonischen Ursachen schließt auch Sölch (408) aus, und zwar, weil nach ihm alle Täler, die den eisfrei gebliebenen Tälern entspringen, nur unbedeutend aufgeschottert worden sind. Er fragt: „Warum ist jene ‚interglaziale‘ Talaufschüttung so mächtig im Becken von Judenburg unmittelbar unterhalb des Endes des alten Murgletschers, warum im allgemeinen so unbedeutend in den Seitentälern der Mur?“ „Warum wurde zwar das Drautal damals mehr als 50m hoch verschüttet, das Raab-, Feistritz- und Lafnitztal dagegen nicht?“ Das erklärt sich um so mehr, als auch oberhalb des Murgletscherrandes mächtige Aufschüttungen vorliegen, aus der Größe und dem geringen Gefälle der Haupttäler.

Übrigens fehlen Baustufen in den genannten Nebentälern auch nach Sölch keineswegs, sie sind nur schwächer. Wenn Vergletscherung die Ursache der Aufschüttung wäre, müßten sie ganz fehlen.

Von dem Beispiele Sölchs bliebe nur der Gegensatz zwischen den großen Aufschüttungen am Ausgange des Lamingbaches und des Thörlgrabens gegenüber den kleinen am Ausgang des Stanzer Tales übrig. Diese Frage (410) beantwortet

³²⁾ Angeführt in „Taltreppe“, 29.

er selbst (421) dahin, daß die Ursache der Geringfügigkeit der Aufschüttung des Stanzer Tales in dessen flacher Ausmündung liege. „Je länger das Seitental, je flacher in seinem Unterlauf, desto unbedeutender die Aufschüttungen an seiner Mündung; um so unbedeutender, je breiter es zugleich wird“ (420). Damit fällt auch die Bedeutung der Aufschotterung am Ausgange steilerer Täler für glaziale Verursachung.

Rolle³³⁾ hat aus den gleichen Gründen die Möglichkeit großer Gletscherentwicklung in Obersteier angenommen. Er findet einen Gegensatz in der Schotterarmut der Wildgräben der Koralpe und der Schotterentwicklung in Obersteiermark. Das sind gewiß beachtenswerte Tatsachen. Sie widersprechen aber in einem solchen Maße meinen gegenseitigen begründeten Erörterungen, daß ich zu ihrer Deutung im Sinne Rolles den Ausschluß anderer Möglichkeiten für nötig halte.

Ich habe schon mit Bezug auf Pencks gleiche Beobachtung in den Pyrenäen betont (30), daß die Häufigkeit der Baustufen in eisfrei gebliebenen Talgebieten gegen die Bedeutung dieser Beobachtung für die Ursache der Aufschüttung sprechen. Wenn wirklich ein Zusammenhang zwischen Schuttbildung und Schutförderung besteht (Überlastung), so brauchen beide nicht gleichzeitig zu sein. Die Schuttbildung könnte eiszeitlich sein, die Ablagerung zwischeneiszeitlich.

In den Ausführungen Sölchs finde ich einen hierher gehörigen Widerspruch. Er sagt: „In den ehemals unvergletscherten Tälern des steirischen Randgebirges“ (in der weiten Fassung Sölchs, worunter er auch das Raabtal, das Grazer und das Leibnitzer Feld, das Pettauer Feld rechnet) „sieht man die diluvialen Flußschotter nirgends zu größerer Höhe emporsteigen“ (417) und erwähnt trotzdem Schotterterrassen bis 30 m über dem Inundationsniveau in den unvergletschert gebliebenen Tälern der Raab, Pinka, Lafnitz, Safen und Feistritz (401).

Zusammenfassend wiederhole ich: Sölch führt die Aufschüttung auf vermehrte Schuttbildung beim Herannahen der Vergletscherungen zurück, Pencks ursprüngliche, von ihm selbst aufgegebene Ansicht. Dagegen spricht die Allgemein-

³³⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1856, 46, 66.

heit der Erscheinung auch in nie vergletscherten Gebieten und ihre Unabhängigkeit von Gletschern im Pliozän und Alluvium. Eine so allgemeine Erscheinung erfordert eine gemeinsame Erklärung und eine solche konnte auch nicht in Bodenbewegungen, sondern nur im klimatischen Faktor der Niederschlagsverminderung in den Zwischeneiszeiten gefunden werden; eine solche führt nach Theorie und Erfahrung zur Aufschüttung.

Gegen Sölich's Anschauungen ist noch zu bemerken, daß eine Vermehrung der Schuttmenge noch keineswegs eine Vermehrung der Schutförderung bedeutet. Unseren Alpenflüssen steht noch heute in Verhältnissen, welche den Interglazialzeiten entsprechen, Gebirgsschutt im Übermaß zur Verfügung, über die durch Wassermenge und Gefälle gegebene Möglichkeit hinaus können sie aber nicht transportieren; zur Ablagerung gehören noch andere Faktoren als Vermehrung der Schuttmenge und wenn Sölich sagt, jede Ausräumung bedinge eine Ablagerung, so ist das in dieser Allgemeinheit richtig, es fragt sich aber: Wo findet die Ablagerung statt? Das kann bei entsprechender Transportkraft auch im Mündungsbecken geschehen.

3. Schotter ober den Moränen. In vielen Fällen schließen sich an die Moränen talabwärts Baustufen an, welche von den meisten Autoren als mit den Moränen verzahnt betrachtet werden. Ich habe diese Verzahnung nur für den „Übergangskegel“ gelten lassen, mit welchem die Baustufen nichts zu tun hätten. In anderen Fällen, wie es mir nunmehr nach den Ausführungen Böhm's auf der anderen Talseite für die obere Judenburger Moräne der Fall zu sein scheint, liegen die Schotter trotz ihres Anschlusses an die Moräne unter ihr. Solche Fälle scheiden demnach für die Verzahnungstheorie aus.

Die in der vorhergehenden Erörterung vorausgesetzten ehemaligen Schotter hinter den Erdmoränen sind nun an vielen Stellen, wenn auch nicht in unmittelbarem Anschluß an die Moränen, erhalten. Für das Ennstal habe ich solche Beispiele bereits angegeben (21), für das Murtal führt sie Rolle³⁴⁾ an. Er sagt zusammenfassend: „Ablagerungen von Schotter erscheinen teils in der Sohle des Haupttales in Terrassen von verhältnismäßig großer Ausdehnung dem Saume des begren-

³⁴⁾ Die Braunkohlegebilde . . . und die Schotterablagerungen im Gebiete der oberen Mur in Steiermark. Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1856.

zenden Gebirges entlang sich hinziehend und dessen Buchten erfüllend, teils erscheinen sie über die vorigen ansteigend an den Mündungen der großen zur Mur verlaufenden Alpengraben oder auch wohl kleinerer Gebirgsschluchten als sogenannte Schuttkegel oder Schutthalden, gleichsam wie hervorgequollen, teils endlich bedecken sie Hochebenen, mehr oder minder das Bett der heutigen Gewässer überragend. Den einzelnen Ablagerungen kommt offenbar ein sehr verschiedenes Alter zu. Manche mögen in die Tertiärepoche zurückreichen, was wegen Mangels an Fossilien wohl schwer wird, nachzuweisen; andere reichen mehr oder minder nachweisbar in die rezente Epoche hinein.“ Rolle unterscheidet also scharf zwischen Terrassen und Schuttkegeln. Er gibt auch genau das Vorkommen der Terrassen und ihre Höhen über den Talböden im einzelnen an (bis 100 Fuß). Die Leichtigkeit, mit welcher sich manche Autoren über diese Beobachtungen hinwegsetzen, erscheint sonach unbegründet. Penck⁸⁵⁾ sagt: „Ob sie“ (die Terrassen des Murtales) „sich weiter flußaufwärts erstrecken“ (über die obere Judenburger Moräne), „wie Böhm v. Böhmersheim annimmt, oder ob sie sich mit der Moräne verzahnen, läßt sich bei der Spärlichkeit der Aufschlüsse nicht mit Sicherheit feststellen.“ Böhm⁸⁶⁾ nehme an, daß oberhalb der Endmoräne jetzt keine Schotterterrassen des Hauptflusses vorhanden sind, daß sie aber früher da gewesen sein müssen. Rolles Angaben sollen auf Verwechslung mit Schuttkegeln der Seitenbäche beruhen. Sölch leugnet die Schotterterrassen oberhalb der Endmoränen nicht ganz. Er spricht „von allerdings nur gelegentlich vorkommendem Schotter oberhalb der Moränen“ (412). „Fast alle Schotterkegelterrassen gehören demnach Seitengraben an“ (425). Mit dieser eingeschränkten Äußerung steht allerdings folgende in Widerspruch: „Überall bestehen ihre Körper“ (der Schotterkegelterrassen) „aus den Geschieben der Seitentäler.“ Er sagt ferner: „Niemals gehören diese Schotterkegelterrassen oberhalb der Moränen derselben Gefällskurve an, wie die Aufschüttungen, die sich an die Außenseite der Endmoränen anschließen.“ Bevor diese allgemeine Äußerung durch Messungen begründet wird, kann ich

⁸⁵⁾ Alpen im Eiszeitalter, 1126.

⁸⁶⁾ Die alten Gletscher der Mur und Mürz. 10 S.-A.

ihr kein Gewicht beilegen. Mangels einer solchen Untersuchung kann ich allerdings nur feststellen, daß die Angaben über das Fehlen der Baustufen oberhalb der Judenburger Endmoräne nicht richtig sind. Sölchs Äußerung über die Gefällskurve erregen mir namentlich deshalb Bedenken, weil die Fluren der Baustufen im oberen Murtal in sehr verschiedenen Höhen liegen, so daß eine bloße Schätzung der Nichtübereinstimmung der Fluren um so unverlässlicher ist.

4. Zeit der diluvialen Aufschüttung. Eine wichtige von Sölch nicht beachtete Forschung Schleck's³⁷⁾ führt den Nachweis interglazialer Aufschüttung des Ennstales. Mächtige Konglomerate enthalten bei Schladming Tone mit einem Kohlenflöz, welche nach Serko³⁸⁾ *Pinus silvestris* enthalten und demnach interglazial seien. Das Konglomerat ist nach Böhm von Moränen bedeckt. Ich erwähne nebenbei, daß für Böhm und andere Autoren gekritzte Gletschergeschiebe in Schottern kein Beweis für deren glaziales Alter sind. Nach ihm muß das Konglomerat von Oberwölz, „da es von den Moränen der letzten Vereisung überlagert wird, um so eher als interglazial angesprochen werden, als sich darin nicht allzu selten gekritzte Geschiebe finden, die von einer älteren Vereisung herrühren dürften“³⁹⁾

Pencks Annahme einer Entstehung der Schotteranhäufung durch stauende Wirkung des Bühlgletschers widerlegt Schleck durch den Nachweis der Fortsetzung der Schotter unterhalb des angenommenen Gletscherendes. Zahlreiche Beobachtungen Pencks und Brückners lassen Schleck die Allgemeinheit der interglazialen Talverschüttung der großen Alpentäler in ihrer ganzen Ausdehnung erkennen. Aus der Mächtigkeit der Ablagerung bei Schladming und Gröbming schließt Schleck richtig auf eine ausgedehnte Talverschüttung mindestens des ganzen oberen Ennstales. Hier liegt offenbar die gleiche Vorstellung zugrunde, welche ich für die Vor-

³⁷⁾ Die interglaziale Talverschüttung im Längstale der Enns. (In der Inhaltsangabe des Jahresberichtes „Interglaziale Ablagerungen ...“) XIX. Jahresbericht des Staats-Realgymnasiums in Gmunden am Traunsee, 1915.

³⁸⁾ Österr. botan. Zeitschr. 1909.

³⁹⁾ Die alten Gletscher der Mur und Mürz. Abhandl. d. Geogr. Ges., Wien 1900, 122 (und 128).

aussetzung von Anschüttungen ober den Moränen als Bedingung für eine solche unter ihnen angeführt hatte. A. Böhm betrachtet es als zweifellos, daß die höheren Konglomerate bei Hieflau und St. Gallen „die direkte Fortsetzung derer von der Ramsau und vom Mitterberg bei Gröbming bilden“. Unter dieser Annahme verlängert sich die Erstreckung der interglazialen Aufschüttung noch beträchtlich abwärts.⁴⁰⁾

Die Ursache der Aufschüttung findet Schleck in der Übertiefung der Alpentäler durch Gletscher. Hierin kann ich ihm wegen der über die ehemals vergletscherten Gebiete und die Eiszeiten hinausreichenden Erscheinung nicht folgen.

In meinen Ausführungen gegen das glaziale Alter der Talverschüttungen spielt auch die Länge der Aufschüttungen eine gewisse Rolle. Dagegen sagt Sölich: „Daß sie sich übrigens auf Hunderte von Kilometern erstrecken, dafür ließen sich wohl kaum viele Beispiele anführen. Die Donau freilich oder die Rhone, die als Sammelflüsse die weitere Verfrachtung zu besorgen hatten, dürfen in dieser Beziehung nicht als Muster angeführt werden.“ Die anderen großen Ströme, die ja auch alle solche Sammelflüsse sind, dürften es demnach auch nicht. Wenn man die Aufschüttungen der langen Flüsse ausschaltet, dann gibt es freilich keine langen Aufschüttungen.

Teils gleichzeitig mit, teils nach meinen ersten von keinem der zu nennenden Autoren beachteten Ausführungen (1908) wird vielfach das nichtglaziale Alter von Terrassen betont. Von Aeberhardt⁴¹⁾ für die Niederterrassen-, Hochterrassen- und jüngeren Deckenschotter der Westschweiz, von Siegert⁴²⁾ für die Terrassen des Wesertales (prä-, inter- und postglazial mit Andauern der Anhäufung in den Eiszeiten) und des mittleren Saaletales⁴³⁾, von Naumann⁴⁴⁾ für das Unstrut-, Werra-, Ilm- und Saaletal, während Passarge⁴⁵⁾ die Terrassen allgemein als interglazial bezeichnet. Koken⁴⁶⁾

⁴⁰⁾ Die alten Gletscher der Enns und Steyr. Jahrb. d. Geolog. Reichsanst. 1885, 517.

⁴¹⁾ *Eclogae Geologicae Helvetiae* 1908.

⁴²⁾ *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.* 1912 (1913).

⁴³⁾ *Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst.*, 30, II, 1, 1909.

⁴⁴⁾ *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.* 1912, 299.

⁴⁵⁾ *Morphologie*, 1912.

⁴⁶⁾ Schmidt, *Die diluv. Vorzeit Deutschlands*, 1912, 161.

sagt: „Auch in Gegenden, die niemals von Glazialphänomenen berührt sind, werden die Flüsse von niederen und hohen Terrassen begleitet“, was ich schon als einen der Gründe für meine Anschauung angeführt hatte. Und weiter: „Erst in den trockenen Interglazialzeiten setzte die Aufschüttung, die Ausfüllung der Täler ein.“ Wiegiers⁴⁷⁾ schließt aus den Faunen auf interglaziales Alter der Sommeterrassen und daher auf wahrscheinlich glazialzeitliche Ausfurchung. Gagel⁴⁸⁾ führt interglaziale Schotter von Hundisburg, der Saale und Unstrut, Posen und anderen Orten an. Naumann und Picard⁴⁹⁾ zählen zehn präglaziale, zwei interglaziale und eine postglaziale Saaleterrassen auf. (Die Tabelle enthält drei Terrassen zwischen prä- und postglazial.) Ampferer⁵⁰⁾ findet keinen Anhaltspunkt für ein glaziales Alter der Saveterrassen in Oberkrain. Ebenso betonen Wiegiers⁵¹⁾ für Neuwaldenleben und Wagner⁵²⁾ für das mittlere Saaletal das nichtglaziale Alter der von ihnen beobachteten Terrassen.

Norddeutsche Vertreter der glazialen Entstehung der Terrassenschotter sind Fliegel, Grupe, Harbort, Keilhack, Leppla.

Auch die Verminderung der Wassermenge in den Interglazialzeiten als Ursache der Aufschüttungen beginnt beachtet zu werden. Hier habe ich Grunds⁵³⁾ Äußerungen nachzutragen, der sich schon vor mir in diesem Sinne geäußert hat. „Die Akkumulationsepoche hat zur Voraussetzung eine Abnahme der Niederschläge“ (Chotts). „Die genaue Erforschung der Eiszeiten in den Alpen durch Penck und Brückner ergab eine Aufeinanderfolge von vier Eiszeiten und drei Interglazialzeiten. Wenn jede Eiszeit sich in den Trockengebieten als Pluvialzeit äußerte, so gab es dort vier Erosionsepochen, die unterbrochen waren von drei Akkumulationsepochen der Interpluvialzeiten.“

⁴⁷⁾ Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1913 (1914).

⁴⁸⁾ Geolog. Rundschau 1913.

⁴⁹⁾ Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1915 (1916).

⁵⁰⁾ Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1917 (1918).

⁵¹⁾ Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1905 (1908).

⁵²⁾ Ebenda 1907 (1910).

⁵³⁾ Die Probleme der Geomorphologie am Rande von Trockengebieten. Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-nat. Kl. 1906, 534.

Penck⁵⁴⁾ findet bekanntlich unter den Ursachen der Eiszeit nicht Niederschlagsvermehrung, sondern schreibt sie ausschließlich Temperaturherabsetzung zu. Dagegen möchte ich hier auf beachtenswerte Worte Hanns⁵⁵⁾ aufmerksam machen. „Nicht ein strenger Winter, sondern ein kühlerer Sommer begünstigt das tiefe Hinabreichen der Gletscherströme.“ „Die günstigsten klimatischen Bedingungen für eine große Ausdehnung der Gletscher bietet die gemäßigste Hemisphäre mit einem geringen Unterschied zwischen Winter und Sommer, wie wir dies ganz deutlich auf der südlichen Hemisphäre wahrnehmen und ebenso an der Westküste von Nordamerika und Nordeuropa. Die Gletscher gehen um so tiefer hinab, greifen in die Gebiete um so höherer Jahrestemperatur ein, je kleiner die Jahresschwankung der Temperatur ist.“ Die Gletscher „bedürfen eines limitierten ozeanischen Klimas mit reichlichen Niederschlägen, wie dies vereint an den Westküsten der Kontinente angetroffen wird, während die Ostküsten mit ihrem kälteren Winter und extremen Klima der Gletscherbildung ungünstig sind“. „Die Wintertemperatur an beiden Küsten von Grönland ist viel milder und auch die Sommertemperatur höher, als unter der gleichen Breite in Ostasien an der Tschuktschen-Halbinsel, die trotz ihres bergigen Charakters keine Gletscher hat.“

Diese Daten Hanns widerlegen die Pencksche Anschauung.

Damit erledigt sich auch, was Sölch (443) im Anschlusse an Penck durch die Setzung glazialer Kältezeiten an Stelle meiner interglazialen Trockenzeiten sagt.

VII. Ursache der Eintiefung.

Als solche und damit als die der Entstehung der Stufenform betrachte ich zunächst die größeren Wassermassen der Eiszeiten. Ein anderer Faktor bedingt das andauernde Übergewicht der Eintiefung über die Aufschüttung, nämlich die mit der Erweiterung des Flußnetzes einhergehende Vermehrung der Wassermenge. Die meisten Autoren führen die Eintiefung auf Bodenbewegungen zurück. Bei der Allgemeinheit

⁵⁴⁾ Alpen im Eiszeitalter, 1146.

⁵⁵⁾ Handbuch der Klimatologie, I, 1908, 379.

der Erscheinung müßte die ganze trockene Erdoberfläche in junger Zeit gehoben worden sein!

Siegert⁵⁶⁾ führt drei Ursachen für die „Entstehung“ (Eintiefung) der Saaleterrassen an. 1. (Hauptursache) positive Strandverschiebung infolge von Schollenbewegung. 2. Klimaschwankungen. 3. Eisinvasion. Zu Punkt 1 sagt er: „Schon der Umstand, daß eine der wichtigsten Bedingungen für die Ausbildung des hier geschilderten Taltypus die positive Strandverschiebung ist, also eine Erscheinung, die, wenn auch regional, so doch von räumlicher Beschränktheit ist, zeigt uns, daß auch unser Typus der Talentwicklung nur rein räumlich begrenzte Geltung haben kann, eine allgemein gültige Theorie der Talbildung ist daher ausgeschlossen.“ Hier hätte wohl der Schluß näher gelegen, daß die (rein theoretische) Schollenbewegung sich nicht zur Erklärung einer allgemein verbreiteten Erscheinung eignet. Wunstorf und Fliegel⁵⁷⁾ nehmen für die Entstehung der Terrassen Schwankungen in der Wasserführung an. Ahlburg⁵⁸⁾ leugnet hingegen den Einfluß der Wasserführung. „Die jeweilige Tätigkeit des Flusses ist lediglich eine Funktion seines Gefälles, nicht seiner Wasserführung gewesen, das Gefälle aber wurde ausschließlich bestimmt durch Bewegungen des Gebirgsuntergrundes.“ Ein großer Fluß hat also nach ihm bei gleichem Gefälle keine stärkere Kraft als ein kleiner und auch die Gefällsvermehrung durch Aufschotterung ist ihm unbekannt.

VIII. Paläontologie der Baustufen.

Die wichtigsten Zeugen für das Klima und demnach für Glazial- und Interglazialzeiten sind die Pflanzen; ihnen reihen sich die Konchylien an, weniger verwendbar sind die Säugetiere. Kommt doch das kaltem Klima angepaßte Mammut mit dem warmzeitlichen Altelephanten zusammen vor, ja in der Baseler Niederterrasse⁵⁹⁾ fanden sich unter anderem Mammut, wollhaariges Nashorn und Rentier mit 26 Konchylienarten, von welchen 22 auch im Ton unter der Terrasse vorgekommen sind. Dieser Ton enthält aber interglaziale Pflanzen und auch

⁵⁶⁾ Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Monatsber. 1910 (1911), 26.

⁵⁷⁾ Abhandl. d. Preuß. Geol. Landesanst., N. F. 67, 1910.

⁵⁸⁾ Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1915 (1916).

⁵⁹⁾ Gutswiller, Verhandl. d. naturf. Ges., Basel, X, 1895.

die vier übrigen Konchylien sprechen nicht für kälteres Klima. Zu entscheiden, ob diese Unzuverlässigkeit der Säuger auf jahreszeitlichen Wanderungen beruht oder ob die Tiere des kalten Klimas innerhalb weiterer Temperaturgrenzen gelebt haben, ist schwierig. Selbst das Ren frißt Flechten nur in der Winternot. Leichter ist Umlagerung zu beurteilen, welche in vielen Fällen und auch in unserem Beispiel nicht anzunehmen ist, da Gutswiller sagt, daß die Säugetierreste zum größten Teile nicht umgelagert sind. Zu Villefranche⁶⁰⁾ kennen wir eine ähnliche Mischung arktalpiner und wärmeliebender Säuger, „von welchen bald die einen, bald die anderen als eingeschwemmt erachtet werden“. Wie sehr vorgefaßte Meinungen über die Zeit der Schotterauffüllung das Urteil trüben können, zeigt die Äußerung Harborts⁶¹⁾, *Elephas antiquus* aus den älteren Terrassenschottern beweise deren Zugehörigkeit zu einer älteren Vereisung, der zweiten Haupteiszeit.

Sölchs (332) Angabe eines Murmeltieres aus Terrassenschottern beruht auf einem Irrtum. Er sagt: „In den Terrassenschottern von St. Michael“ (bei Leoben) „fanden sich, wie Hofmann⁶²⁾ mitteilt, Reste eines Murmeltieres, das zu *Arctomys marmotta* L. oder *A. primigenia* Kaup. gestellt werden muß. Die Aufschüttung fiel also in eine Zeit, wo in der Gegend hochalpine Faunenelemente lebten, vorausgesetzt, daß man es nicht mit umgeschwemmten Resten zu tun hat. Deshalb wollen wir, da es sich zunächst bloß um einen vereinzeltten Fund handelt, noch keine weiteren Folgerungen daran knüpfen.“ Hofmann sagt aber, daß der bezügliche Rest eines Murmeltierschädels sechs Klafter unter dem Diluvialschotter gefunden wurde.

Gute Anhaltspunkte geben die Konchylien. Was ich diesbezüglich finden konnte, ist folgendes.

Gutswiller⁶³⁾ betrachtet die Niederterrasse durch Gletscherwässer zur letzten Eiszeit gebildet, weil sie von den

⁶⁰⁾ Penck, Alpen im Eiszeitalter, 669.

⁶¹⁾ Über die Bildung des Diluviums in Bramsschweig. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1914, 283.

⁶²⁾ Verh. d. Geol. Reichsanst. 1885, 236.

⁶³⁾ Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel. Verh. d. Naturf.-Ges. Basel, X, 1895, 536.

Endmoränen oder von den Stellen, wo nachweislich die Gletscher zur letzten Eiszeit gestanden haben, ausgeht. Auch die Hochterrasse „tritt bald mit moränenartigen Ablagerungen und mit Moränen selbst in Verbindung und läßt sich somit als fluvioglaziale Bildung der vorletzten Eiszeit erkennen“. Mit dem glazialen Alter der Terrassen stimmen ihre organischen Einschlüsse nicht.

Unter den neun Arten der Hochterrasse ist keine, die für kaltes Klima bezeichnend wäre; alle neun Arten finden sich auch im Löß, für dessen Schneckenfauna das gleiche gilt. Zwei Arten, *Hyalinia crystallina* Müll. und *Helix sericea* Drap., sprechen für gemäßigtes Klima.

Über die Niederterrasse sagt Gutswiller, „daß alles, was ich in vorliegender Arbeit als Niederterrasse bezeichnet habe, ganz einheitlich aufgebaut ist und, geologisch gesprochen, als eine einheitliche Ablagerung betrachtet werden muß“. Unter diesem Gesichtspunkt müssen wir auch die gelben Mergel mit Kieseinlagerungen nördlich von Haynau zur Niederterrasse rechnen. Sie enthalten 30 Konchylienarten ohne arktische oder hochalpine Arten. Das gleiche gilt für den dem Kies eingelagerten Ton derselben Stelle mit 26 Arten und für die obere gelbe Lehmschichte von St. Jakob a. d. Birs mit 39 Arten. Das wichtigste ist aber die von Greppin ebenda entdeckte Tonschichte 6 m⁶⁴) (nicht 9, wie Brückner⁶⁵) angibt) unter dem Niveau der Niederterrasse und über Kies. Sie enthält Konchylien, Pflanzen und Insekten. 37 sicher bestimmte Konchylienarten liegen vor, wohl zumeist nicht bezeichnend, weil sie von den Tälern bis in die alpine Region hinaufreichen; auch *Patula ruderata* Stud., zwar in Österreich und Deutschland meist in den höheren Gebirgen, ferner in Schweden und Norwegen, aber auch zu Cannstadt im Neckartale und im Alluvium von München (Schröder) entscheidet nicht wegen der zwei letzten und zweier anderer Fundorte. Hingegen sprechen *Helix fruticum* Müll. („in den Alpen nur bis in die untere Waldregion“) und *H. hortensis* Müll. („wenig über die Talregion der Alpen“) für gemäßigtes Klima. Von den 26 Arten von Haynau sind 22 auch zu St. Jakob vorge-

⁶⁴) Gutswiller, 544, 547.

⁶⁵) A. i. E., 582.

kommen. Im ganzen liegen aus der Niederterrasse von Basel 60 sicher bestimmte Konchylienarten und eine sonst nicht vertretene Gattung vor.

Wenn wir diese 60 Arten mit der kleinen Liste Menzels⁶⁶⁾ glazialer (hocharktische und hochalpine mit subarktischen und subalpinen zusammengefaßt) und gemäßigter Konchylien und der großen Liste Menzels⁶⁷⁾ sowie den Daten Ciessins vergleichen, so ergibt sich folgendes.

Von gewöhnlich als glazial bezeichneten Arten liegen nur *Patula ruderata* Stud. (aber auch Cannstadt und Alluvium von München!) und *Pupa columella* Mart. (auch Nichtglazial von Süßenborn, Mosbach, Weimar-Taubach und Löß von Basel) vor.

Niederterrassenarten gemäßigten Klimas sind: *Limax agrestis* L., *Amalia marginata* Drap. (beide Weimar-Taubach!), *Hyalinia crystallina* Müll., *H. nitens* Mich., *Patula rotundata* Müll., *Helix sericea* Drap., *H. striata* Müll., *H. candidula* Müll., *H. sylvatica* Drap., *H. pebeja* Drap., *H. hortensis* Müll., *H. nemoralis* L., *H. lapicida* L., *Buliminus tridens* Müll., *B. montanus* Drap., *Caecilianella acicula* Müll., *Pupa secale* Drap., *P. dolium* Drap., *P. pusilla* Müll., *P. antivertigo* Drap., *Clausilia parvula* Stud., *C. corynodes* Held, *Succinea Pfeifferi* Roßm., *S. putris* L., *Bithynia tentaculata* Müll., *Planorbis marginatus* Müll., *P. rotundatus* Poir., *P. spirorbis* Held, *Pisidium fossarinum* Cl.

Es ergibt sich somit der gemäßigte Charakter der Konchylienfauna der Baseler Niederterrasse. Hier zeigt sich auch die Unzuverlässigkeit der Verbindung von Schottern und Moränen für die Altersbestimmung.

Interessant ist auch der Vergleich der Lößfauna von Basel mit der dortigen Niederterrassenfauna. Von 29 sicheren Arten des Löß sind 27 auch in der Niederterrasse vorgekommen. Daraus, daß die Niederterrasse viel reicher ist (60 Arten) erklärt sich die Angabe Gutswillers von der Verschiedenheit beider Faunen. Namentlich fehlen im Löß zehn

⁶⁶⁾ Fossilführende Glazial- und Interglazialablagerungen ... in Deutschland. Zeitschr. für Gletscherkunde, IX, 1914/15, 164.

⁶⁷⁾ Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910, 238.

Süßwasserarten der Niederterrasse. Man muß sagen, die Lößfauna ist die der Niederterrasse. Das spricht zugleich für die nichtglaziale Bildung des Baseler Löß.

Sehr wichtig sind die mit den 37 Arten von St. Jakob vorgekommenen Pflanzenreste. Es sind 16 sichere Spezies und Varietäten, nach Heer eine interglaziale, nach Christ eine indifferente Flora, da die Pflanzen mit Ausnahme von *Carpinus betulus* und *Cornus sanguinea* in Höhen bis über 1000 m hinaufreichen. Muß man da nicht die zwei genannten Arten als entscheidend betrachten? Denn dem Hinaufreichen steht das Hinabreichen gegenüber. Brückner⁶⁸⁾ betont, daß nur drei Arten bis zur Waldgrenze und zum Teil darüber hinausgehen, „alle anderen Formen bleiben mindestens 500 m unter derselben zurück“. „Der Charakter der Flora von St. Jakob schließt also ein glaziales Alter derselben aus; er spricht für ein interglaziales Alter. Auch die Schneckenfauna ist vornehmlich die des Waldes und setzt sich aus heute in Mitteleuropa weitverbreiteten Arten zusammen.“ Brückner meint, wenn ich den klein gedruckten Absatz richtig verstehe, daß hier glaziale Hochterrassen- und Niederterrassenschotter eine interglaziale Bildung einschließen. Über das Hangende der Tonschichten liegt keine unmittelbare Beobachtung vor. Auch Du Pasquier hatte die Liegendkiese zur Hochterrasse gerechnet. Auf die petrographische Beweisführung Gutswillers ist mit Brückner allerdings kein Gewicht zu legen, wohl aber auf den Umstand, daß von den 37 Arten des Pflanzentones 25 auch in den 39 Arten des zwischen den Kiesen der Niederterrasse selbst liegenden Lehmes, welche ebenfalls Blätter und Insekten führen, enthalten sind, was Brückner nicht berücksichtigt hat. Man müßte also hier zwei zwischeneiszeitliche Bildungen zwischen drei eiszeitlichen annehmen, was bisher niemand getan hat. Die Annahme eiszeitlicher Bildung dieser Terrassenschotter führt also zu einer höchst unwahrscheinlichen Folgerung.

Aus der Hochterrasse führt Gutswiller 10 Konchylienarten an, welche sich alle auch im aufgelagerten Löß finden. Keine derselben spricht für eiszeitliches Klima.

Eine wichtige Untersuchung über die Münchener Schotter

⁶⁸⁾ A. i. E., 583.

hat Schröder⁶⁹⁾ angestellt. Er unterscheidet 1. Lehm im Deckenschotter und gleichaltrig mit ihm mit 11 sicher bestimmten Konchylienarten (heutigen Klimas). 2. Lehm mit 26 Konchylienarten in der Hochterrasse, aber unter dem Schotter, einer Waldfauna gemäßigten Klimas. 3. Lehme in dem Hochterrassenschotter und gleichaltrig mit ihm mit 42 Arten (glaziales Klima). 4. Letten und Lehm der Niederterrasse mit 51 Arten (gemäßigtes Klima).

Bezüglich der für 1, 2 und 4 gegebenen Schlüsse auf das Klima müssen wir ihm unbedingt beistimmen.

Für das glaziale Alter von 3, welches früher für interglazial gehalten wurde, führt er folgende Arten an⁷⁰⁾: *Pupa genesii* Gredl. (lebt aber in der oberen Waldregion). *Pupa columella* Benz (aber von Ammon auch aus der Niederterrasse mit ihrer gemäßigten Fauna erwähnt = *P. c.* Mart.?). *Limnaeus truncatulus* cf. var. *lapponica* West. (deren unsichere Bestimmung keinen Schluß zuläßt); so bleibt als sicher nordische Form nur der *Planorbis arcticus* Beck. übrig. Demgegenüber weisen aber auf mildes Klima: *Hyalinia nitens* Mich., *H. crystallina* Müll., *Helix sericea* Drap., *Clausilia corynodes* Held, *Pupa antivertigo* Drap., *P. genesii* Gredl., *Planorbis leucostoma* Mill., *Valvata piscinalis* Müll., *V. macrostoma* Steenb., *Planorbis cristatus* Müll., *Pisidium casertanum* Poli (Sizilien, Süditalien, Kreta, Syrien), *P. pusillum* Gmel., *P. milium* Held. Auch der Wohnort einiger Schnecken spricht gegen glaziales Klima. Waldschnecken der Liste sind nämlich: *Hyalinia crystallina* Müll., *Helix villosa* Stud., *Clausilia laminata* Mont., *Pupa genesii* Gredl.

Demgegenüber scheinen mir auch die Zahnlamellen des *Myoxus torquatus* Keys., allerdings eines arktischen Tundra-, aber zugleich auch eines eminenten Wandertieres, in einer der oberen Lehmschmitzen nicht ausschlaggebend und Schröder selbst zieht ein nachträgliches Einwühlen des Tieres in den Schotter in Betracht, wenn er es auch für „fast unmöglich“ hält.

⁶⁹⁾ Die Konchylien des Münchener Gebietes vom Pleistozän bis zur Gegenwart. Nachrichtenblatt der Deutsch. malakozool. Gesellsch., 47. Bd., 1915.

⁷⁰⁾ Rothpletz nennt als nordisch-alpin nur: *Clausilia corynodes minor* (Mittel- und Südeuropa! Menzel), *Pupa columella* (südliches Alpengebiet), *Vallonia tenuilabris* (auch im württembergischen Weinland! Clessin).

Es geht nicht an, zwei nordische Formen gegenüber 13 gemäßigten als ausschlaggebend zu betrachten. Auch die Fauna von 3 spricht für interglazial, wenn auch das Vorkommen der zwei nordischen Formen unerklärt ist.

Ammon⁷¹⁾ gibt aus einer Kiesgrube, wahrscheinlich der Niederterrasse, leetige und sandige Einlagerungen an, deren 16 Konchylien nach den Arten „auch altalluvial sein können“. Folglich findet er keine glazialen Merkmale an ihnen. Feine Einlagerungen im Kies der Hochterrasse enthalten Konchylien, welche nach ihm alle mit Ausnahme der *Pupa columella* noch in Bayern leben, also ebenfalls für gemäßigtes Klima sprechen.

Naumann⁷²⁾ führt *Corbicula fluminalis* als Zeugen einer Warmzeit aus den Terrassenschottern des oberen Unstruttales an. (Sandberger erwähnt übrigens die Art aus den Bergströmen Kaschmirs, so daß eine gewisse Anpassungsfähigkeit in Betracht kommt.)

Menzel⁷³⁾ nennt aus dem Kies des Seinetales 23 Arten, von welchen 15 noch im Gebiete leben. *Pupa columella* Mart., *P. parcedentata* A. Br. und *Planorbis sibiricus* Dunk. bestimmen ihn, wie später Gagel, die Ablagerung als in kälterem Klima gebildet anzusehen. Die erste Art ist, wie erwähnt, auch interglazial, die zweite im Löß und in der Niederterrasse von Basel vorgekommen, die dritte ist nach Schmierer⁷⁴⁾ „kein sicherer klimatischer Indikator“ und auch im Interglazial vorgekommen (Gagel, Geyer). Die Fauna beider Ablagerungen schließt, wie erwähnt, Glazial aus. Die letzte Art aber bestimmt Menzel überdies unter Vorbehalt. Diese Arten beweisen also nichts. An anderer Stelle derselben Arbeit deutet Menzel *Pupa columella*, *Vertigo substriata*, *alpestris* und *parcedentata* als Relikte, weil sie mit überwiegend gemäßigten Konchylien und Pflanzen vorkommen.

Hingegen sprechen *Vallonia pulchella* Müll. (in den Alpen nur bis 1400 m), *V. costata* Müll. (in den Alpen nur bis 700 m),

⁷¹⁾ Über Konchylien aus Münchener Schotterablagerungen und über erratische Blöcke. Geognost. Jahreshefte, 14, 1901.

⁷²⁾ Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1912, 305.

⁷³⁾ Eine jungdiluviale Konchylienfauna aus Kiesablagerungen des mittleren Leinetales (Südhanover). Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1903, 1907.

⁷⁴⁾ Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1912 (1914), 415.

Helix striata Müll. und *Planorbis vortex* L. (beide Mittel- und Südeuropa) für mildes Klima, die übrigen Arten sind indifferent. Die Fauna ist also interglazial.

Die jungdiluvialen Seineterrassen stellt Menzel wegen *Succinea Schumacheri* und *Rhinoceros tichorhinus* zur jüngsten Vereisung.

Menzel⁷⁵⁾ findet in den 12 Arten der Terrassenkiese Ostpreußens „mehr gemäßigten Einschlag“, hingegen in den postglazialen Terrassenfaunen des masurischen Seengebietes⁷⁶⁾ subarktischen Charakter, worin ich ihm beistimme, und in Thüringen⁷⁷⁾ Flußschotter mit glazialer Fauna („*Pupa columella* Mart. usw.“). Diese Art, im vorigen als interglazial erwähnt, führt er auch als alluvial an,⁷⁸⁾ so daß sie nicht als Zeuge kalten Klimas gelten kann. Die übrigen unter „usw.“ begriffenen Arten kenne ich allerdings nicht. Wüst⁷⁹⁾ gibt Kiese vom Wendelstein mit reicher Molluskenfauna und Melanopsenkies von Zeuchfeld mit anderen Mollusken an. Beide Formen sind nicht glazial. Glazialen Alters hingegen scheinen nach seinen Ausführungen die Flußabsätze von Klein-Quenstedt und Osterode zu sein.

Gage⁸⁰⁾ betrachtet die Hauptmasse der konchylienführenden Terrasse von Hameln an der Weser als dem Schlusse einer Interglazialzeit (sogenanntes kaltes Interglazial) und nur die tiefsten Teile als eigentlich dieser Zeit angehörig, also doch die ganze Terrasse als interglazial, und findet im Emschertal mächtiges Interglazial mit kälteliebenden Formen an der Basis und oben. Die Harzflüsse werden nach ihm von interglazialen Terrassen begleitet. Desgleichen enthalten die jungdiluvialen Terrassenkiese Westpreußens die Rixdorfer

⁷⁵⁾ Über die spätglaziale Konchylienfauna Ostpreußens. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1914, II, 354.

⁷⁶⁾ Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910, 222.

⁷⁷⁾ Zeitschr. für Gletscherkunde, IX, 1914/15.

⁷⁸⁾ Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens. Abhandl. d. Naturf.-Ges. zu Halle, XXIII, 1901.

⁷⁹⁾ Fossilführende pleistozäne Holtemmeschotter bei Halberstadt im nördlichen Harzvorlande. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1907, 120.

⁸⁰⁾ Die Beweise für eine mehrfache Vereisung Norddeutschlands in diluvialer Zeit. Geolog. Rundschau 1913, 319.

Fauna wärmeliebender Säuger, aber mit Ren und Moschusochse.

Koken⁸¹⁾ erwähnt aus dem Hochterrassenschotter vom Hippberge in Schwaben *Elephas antiquus* sowie interglaziale Unionen und Schnecken von Mauer. Auch aus der Niederterrasse Schwabens ist eine Konchylien-Warmfauna bekannt.

Haug⁸²⁾ gibt eine interglaziale Fauna aus alten Charenteschottern und -Sanden an.

Aus dem älteren Deckenschotter des Gebietes der Steyr führt Penck⁸³⁾ *Helix hispida* L., *Pupa muscorum* L. und *Succinea oblonga* Drap. an. Sölch (470) bemerkt zu meinem früheren Zitat (34): „Die von Penck mitgeteilte Fauna ist allerdings etwas reicher an Formen, als Hilber berücksichtigt.“ Er kann damit nur die Fauna von Sierning meinen, von welcher Penck sagt, daß sie, wie es scheint, beim Auspacken mit Funden des jüngeren Deckenschotter vermengt wurde. Deshalb habe ich die Berücksichtigung der übrigen Arten unterlassen. Von *Helix hispida* sagt Clessin, daß sie sich in der Ebene überall findet und in den höheren Gebirgen zu fehlen scheint. Sie geht übrigens bis zum Polarkreis. *Pupa muscorum*, über ganz Europa verbreitet, gehört nicht zu den polaren Arten, geht aber bis 60° n. L. und bis in die alpine Region. *Succinea oblonga*, in ganz Europa verbreitet, steigt bis in die obere alpine Waldregion. Die drei Arten sind zugleich die häufigsten Lößschnecken. Sie sprechen nicht für glaziales Klima.

Pflanzenfunde in den Baustufen sind selten. Die interglazialen Pflanzen aus den Ennstaler Terrassen und von Sankt Jakob sind bereits erwähnt worden.

Funde menschlicher Geräte in den Baustufen sind noch selten. Sie sind nur teilweise und indirekt für Klimabestimmung verwendbar, insofern nämlich, als sie erfahrungsgemäß mit bestimmten Säugergesellschaften gleichzeitig sind.

Konchylien und Pflanzen der Terrassen beweisen ein interglaziales Alter weitaus der meisten Baustufenkörper.

⁸¹⁾ Neues Jahrb. für Mineral. 1900, II, I, 164.

⁸²⁾ Traité de Géologie, S. 1827.

⁸³⁾ A. i. E., 92.

IX. Baustufen und Urgeschichte.

Das angenommene nichtglaziale Alter der Baustufen ergibt auch neue Gesichtspunkte für die Einstellung der diluvialen Kulturstufen in die Gliederung des Diluviums.

Boule und Obermaier⁸⁴⁾ gehen von drei Fixpunkten aus: Chellean ist eine Warmzeit, Acheulean eine sich anschließende Steppenzeit (beides allgemein zugegeben), und da nach diesen Kulturstufen keine Warmzeit mehr folgt, müssen sie in das letzte Interglazial gehören. Das darauf folgende Mousterian ist eine Kaltzeit (allgemein wenigstens für einen Teil zugegeben) und entspricht also dem letzten Glazial. Das Magdalenian ist sicher postglazial (allgemein zugegeben) und, weil es im jüngeren Löß vorkommt, auch dieser. In diesem Löß liegen auch Solutrean und Aurignacian, folglich sind auch diese postglazial.

Eine andere Gliederung vertreten Penck⁸⁵⁾ und Bayer⁸⁶⁾: Chellean und Acheulean gehören in die vorletzte Zwischeneiszeit, das Mousterian ist wesentlich die Kultur der vorletzten Eiszeit; das Jungpaläolithikum reicht von der letzten Zwischeneiszeit (Aurignacian bei Bayer, Solutrean bei Penck) durch die letzte Eiszeit (Solutrean bei Bayer⁸⁷⁾ bis in das Bühlstadium (Magdalenian). Bayer ändert gegen Penck nur die Stellung des Solutrean. Seine „provisorische“ Annahme, daß die Schneegrenze des letzten Interglazials unter der heutigen gelegen habe, bedingt keine weitere Änderung in der Parallelisierung.

Das postglaziale Alter des jüngeren Löß ist bereits mehrfach angenommen worden. Bayer leugnet es, weil dieser Löß in Niederösterreich (wie auch anderwärts) die Hochterrasse, nicht aber die Niederterrasse bedeckt. Er läßt folgerichtig das Magdalenian der Niederterrasse nicht als solches gelten, sondern erklärt es ohne Beweise anzuführen gegen Archäologen, wie Breuil, Obermaier und R. R. Schmidt

⁸⁴⁾ Der Mensch aller Zeiten, I, S. 325 f.

⁸⁵⁾ Die alpinen Eiszeitbildungen und der prähistorische Mensch. Arch. f. Anthrop., 15. Bd., S. 78.

⁸⁶⁾ Die Chronologie des jüngeren Quartärs. Mitt. d. prähistor. Komm. Wiener Akad. d. Wiss., II. Bd., Nr. 2, 1913.

⁸⁷⁾ Jungsolutrean S. 207 postglazial, in der Tabelle am Schluß aber glazial.

für Aurignacian. Bayer kommt mit der tiefen Schneegrenze des letzten Interglazials und dem Widerspruch gegen Bestimmungen hervorragender Fachleute zu auffälligen Konsequenzen.

Zu gleichfalls unannehmbaren Folgerichtigkeiten gelangt Bayers Mitarbeiter Menzel.⁸⁸⁾ Der äolische Löß enthält nach ihm eine glaziale, die eingelagerten Schwemmlehme und Verlehmungszonen haben eine gemäßigte Fauna. Er kommt zu einer Tabelle, in welcher eiszeitlicher Alt-Aurignacianlöß durch die interglaziale Göttweiger Verlehmungszone und darüber liegende interglaziale Schwemmlehme von eiszeitlichem Jung-Aurignacianlöß getrennt ist. Alt- und Jung-Aurignacian werden also in verschiedene Eiszeiten gestellt! Wenn unter dem Alt-Aurignacianlöß, wie Menzel mit Vorbehalt annimmt, wieder interglazialer Lehm und darunter Acheuleanlöß mit kalter Fauna folgt, so hätten wir im Löß von Krems gar drei Eiszeiten und zwei Zwischeneiszeiten vertreten.

Für Penck war folgende Erwägung maßgebend: Die Solutreankultur im Löß ist letztinterglazial wie dieser, weil er die Niederterrasse meidet. Diese ist letzteiszeitlich, der Löß also älter. Das „kalte Mousterian“ muß demnach der vorletzten Eiszeit, Chellean und Acheulean der vorletzten Zwischeneiszeit entsprechen.

Mit der Annahme des nichtglazialen Alters der Baustufen schwinden die Schwierigkeiten. Wenn die Niederterrasse postglazial ist, kann es auch der jüngere Löß trotz höheren Alters sein. Dann verlieren die Gründe für das Zurückreichen des Chellean in die vorletzte Zwischeneiszeit und die Einwendungen gegen die Boulesche Gliederung ihren Halt. Denn die von Penck ausgehende Gliederung beruht auf der Voraussetzung des letztglazialen Alters der Niederterrasse und diese Voraussetzung ist nach meinen Ausführungen ein falscher Ausgangspunkt.

Die Annahme postglazialen Alters der Niederterrasse⁸⁹⁾ erklärt eine von Bayer, Wiegers⁹⁰⁾ u. a. hervorgehobene,

⁸⁸⁾ Über die Fossilführung und Gliederung der Lößformation im Donautal bei Krems. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1914, Monatsber., S. 192.

⁸⁹⁾ Auch Steeger, Abh. d. Ver. f. naturw. Erforsch. d. Niederrheins 1913, S. 137, erwähnt postglaziale Niederterrassen.

⁹⁰⁾ Die diluvialen Kulturstätten Norddeutschlands und ihre Beziehungen zum Alter des Löß. Präh. Zeitschr., I, 1909, S. 22.

aber nicht erklärte Tatsache. Trotz sicheren postglazialen Lösses (im St. Gallener Rheintal) fehlt dieser auf der Niederterrasse. Das stimmt mit unserer Annahme, daß die Terrasse jünger ist als der Löß. Die sich hiemit ergebende Bildungszeit der Niederterrasse ist ein Grund mehr für das nichtglaziale Alter der Baustufen.

X. Stellung des Löß.

Die Erkenntnis des postglazialen Alters eines Teiles des Löß weckt Zweifel an dessen von vielen Forschern gegen viele andere angenommenen eiszeitlichen Alter überhaupt. Für dieses ist kürzlich Soergel⁹¹⁾ mit großer Entschiedenheit eingetreten. Seine geistreichen Ableitungen über Verbreitung und Lagerung der Löss⁹²⁾ „richten sich ausschließlich gegen eine Lößbildung im Höhepunkt, zum Teil gegen eine Lößbildung in der zweiten Hälfte einer Interglazialzeit“ (S. 23). Dazu S. 11: „Die Lößinterglazialisten nehmen an, daß auf jede Vereisung zunächst ein feuchtes, dem gegenwärtigen etwa entsprechendes Klima folgte, das eine dichte Vegetationsdecke, eine weitgreifende Bewaldung Europas begünstigte. Im Höhepunkt oder erst in der zweiten Hälfte einer solchen Zwischeneiszeit soll dieses Waldklima abgelöst worden sein durch ein wärmeres trockeneres Klima, das den Wald zum Schwinden brachte, eine dichtere Grasnarbe zerstörte und zur Bildung weiter Steppen führte, in denen dann der Löß ausgeblasen und abgelagert wurde.“ An anderen Stellen (S. 4) nennt er aber selbst Autoren, welche eine warme Waldzeit in der Mitte der Lößbildung und des Interglazials annehmen.

Auch Wiegers⁹³⁾ hat schon früher das glaziale Alter des jüngeren Löß Norddeutschlands zu erweisen versucht. Das Ende der Lößzeit könne nicht postglazial sein, weil Kulturen und Klima der Ancyclus-, Litorina- und Mya-Zeit nicht mit Kultur und Klima des Löß stimmen. Er vergißt aber, daß den erwähnten drei Stufen noch eine postglaziale vorangeht, die Yoldia-Zeit (Bühlstadium) mit ihrem arktischen Klima und noch früher eine postglaziale relative Warmzeit, die Achen-

⁹¹⁾ Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen, Jena 1919.

⁹²⁾ Mit Rücksicht auf seine Zeichnung S. 10 darf man wohl fragen, warum der Löß b nicht unter der Moräne c liegt?

⁹³⁾ l. c.

schwankung, Platz genug für postglazialen Löß vor der An-cylus-Zeit. Der jüngere Rheinlöß könne nicht postglazial sein wegen der Lemming-Schlußschichte. Nach dem, was wir über das Klima der Yoldia-Zeit wissen, fällt auch dieses Bedenken weg. Wiegers' Beweisführung ist demnach nicht stichhältig.

Das wichtigste Kriterium für die Bestimmung der Stellung des Löß ist dessen organischer Inhalt.

Viele Säugetiere, zumal die der Lemminglagen (aber auch die des postglazialen Löß!), sprechen sogar teilweise für arktisches Klima (Tundra); daneben finden sich reine Steppen- und sogar Waldbewohner, nach Wiegers (1909) in zonarer Abwechslung mit den Tundratieren.

Über die Schnecken des Löß ist folgendes zu bemerken: Unter den 28 sicher bestimmten Arten Gutswillers aus dem Löß von Basel findet sich nur eine subarktisch-subalpine bis arktisch-alpine Art (*Pupa parcedentata* A. Br.), während im Interglazial von Weimar-Taubach sechs nordisch-alpine Arten vorkommen. Diese Tatsache mahnt überhaupt zur Vorsicht bei den Schlüssen aus einigen arktisch-alpinen Schneckenarten auf glaziales Klima. Gemäßigte Bestandteile sind: *Limax agrestis* L., *Amalia marginata* Müll., *Hyalinia nitidula* Drap., *H. nitens* Mich., *H. crystallina* Müll., *Helix sericea* Drap., *Pupa secale* Drap., *P. dolium* Drap., *Clausilia parvula* Stud., *C. corynodes* Held.

Geyer⁹⁴⁾ wagt es nicht, bestimmte Schlüsse aus der Schneckenfauna des Löß auf das Klima zu ziehen.

Er führt 42 Arten und Varietäten an. Seine genauen analytischen Studien ergeben „Übereinstimmung zur Bildungszeit des Lösses und der Gegenwart“ (S. 51). Er sagt ferner: „Den Höhepunkt in der einseitigen und schematischen Ausschachtung kleiner, unbedeutender Fossilager für Klimauntersuchungen bilden Menzels ‚Klimaänderungen‘ usw. . . vollends wird sich niemand auf Gyraulen oder auf Westerlunds *Pupa*-Varietäten verlassen, der nicht geflissentlich nordische Formen finden will, um ein arktisches Klima beweisen zu können.“ Daraus müßte man schließen, daß Geyer den Löß als nicht in Eiszeiten gebildet betrachtet. Auf S. 74 stimmt er aber

⁹⁴⁾ Die Mollusken des schwäbischen Lösses. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturkunde, Württemberg 1917.

auch der Annahme der Bildung des Lösses in eisfreien, inter- und postglazialen Zeiten nicht zu: „Die Molluskenfauna des Lösses ist demnach ähnlich zusammengesetzt wie die rezente. Die Mehrzahl besteht aus weitverbreiteten Arten. Dennoch unterscheidet sie sich durch einen wesentlichen Zug sowohl von der übrigen und zum Teil älteren diluvialen Fauna als auch von der rezenten, insofern warm- und trockenliebende Südeuropäer aus der Mediterranzone vollständig fehlen. Dieser Ausfall ist um so auffallender, als es sich im Löß um Standorte handelt, die für wärmebedürftige Arten geeignet gewesen wären (Substrat von hoher Wärmekapazität, geringe Abkühlung durch Wasser, bescheidener Vegetationsschutz, der Sonne zugängliche, offene Lage in den tiefsten und in der Gegenwart mildesten Teilen des Landes) und heutzutage auch von ihnen bevorzugt sind, die übrigen Ablagerungen aber, wie Kalktuff und Schotter, ökologische Verhältnisse voraussetzen, die wärmeliebende Tiere nur in geringem Umfange aufkommen ließen.

„Von manchen Seiten wird die Bildung des Lösses in eisfreie Perioden, ins Inter- oder Postglazial, verlegt. Nach Zschokke sollen sich mit der Versteppung ‚die Tore Mitteleuropas für östliche und nordöstliche Zuwanderer geöffnet‘ haben. Wir sehen aber deutlich, daß, was den Löß betrifft, keine Spuren eines solchen Zuzugs zu finden sind. Selbst die einzige (vielleicht) pontische Schnecke im Löß (*Xerophila striata*) ist nicht erst mit dieser nach Deutschland gekommen (s. oben S. 46), ebensowenig die südosteuropäische *Buliminus tridens*. Mit größerem Recht könnte man einen Zuzug nordischer Schnecken annehmen und dabei auf die reiche Entwicklung hinweisen, die die boreo-alpine *Sphyradium columella* und die ganze paläoarktische Gruppe im Löß erfahren hat. Aber auch sie gehören nicht ausschließlich dem Löß an.“

Nach diesen abwägenden Äußerungen über Für und Wider kann man nicht von einem aus „Geyers Studien abzuleitenden Schluß, daß der Löß nur glazialen Alters sein kann“⁹⁵⁾, sprechen.

⁹⁵⁾ Beziehungen der mitteleuropäischen Tierwelt zur Eiszeit. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1908.

⁹⁶⁾ Soergel, Löss . . . S. 35.

Unter den Ergebnissen Geyers sind folgende für die Beurteilung der Frage beachtenswert.

S. 51: „Wer in der Lößperiode einen besonderen Zeitabschnitt etwa neben einer Schotterperiode erblickt, kann sich nicht auf die Lößmollusken berufen, ebenso wenig wäre man, wenn die Lößfauna mit der des übrigen Quartärs zusammenhängt“ (was Geyer annimmt), „zu der Annahme berechtigt, die Lößfauna für sich allein sei das Produkt eines besonderen, etwa kontinentalen Klimas.“

S. 79: „Mit trockenliebenden Arten setzen sie“ (die euryhygromen, das sind zwar hygrophile, aber von bestimmten Feuchtigkeitsgraden unabhängige) „den wesentlichen und konstanten Teil der Lößfauna zusammen.“

S. 82: Trockenzeiten ergeben sich nicht aus der Fauna. Die Trockenheit ist durch die Durchlässigkeit des Lößbodens erklärbar.

S. 85: „Abwesenheit dauernd schattenspendender Holzgewächse.“

Clessin⁹⁷⁾ sagt: „Bezüglich der Arten und Geschlechter hat sich in den Molluskenfaunen unserer Gegend seit der Ablagerung des Löß keine wesentliche Änderung ergeben.“ „Das massenhafte Auftreten der drei Leitschnecken *Helix terrena*, *Pupa muscorum* und *Succinea oblonga* deutet auf ein sehr feuchtes Klima“ (eine der herrschenden entgegengesetzte Ansicht). Er schließt ferner aus den Konchylien, „daß zur Zeit der Ablagerung des pleistozänen Löß der Wald auf der ganzen bayrischen Hochebene fehlte und daß die ganze Fläche derselben eine baumlose Steppe war“.

Als Beispiel eines Lösses mit eiszeitlicher Konchylienfauna wird der vom Mont d'Or Lyonnais angeführt. Locard⁹⁸⁾ sagt, daß diese Fauna alpinen Charakter zeigt, aber nicht, wie Penck⁹⁹⁾ und nach ihm Menzel angeben, daß sie einer Höhe von 2000 bis 2500 m entspreche. Der Irrtum rührt von der Angabe Locards her, daß *Helix arbustorum*

⁹⁷⁾ Die Konchylien des „Löß“ der Umgebung Regensburg. Ber. d. Naturw. Vereines in Regensburg, X, 1903/04, Regensburg 1905.

⁹⁸⁾ Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon. Annales de la soc. d'agriculture . . . de Lyon, V, I, 1898, Lyon 1879.

⁹⁹⁾ Alpen im Eiszeitalter, S. 674.

auf 2000 bis 2500 m hinaufgeht. Locard nennt weiter *Helix hispida*, *rotundata*, *sylvatica*, *nemoralis*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga* als Arten, die in den Alpen bis in bedeutender Höhe leben. Alle diese Arten leben aber auch in den Ebenen, sind also für Schlüsse auf das Klima nicht brauchbar. Hingegen sind *Helix carthusiana* Müll. und *Cyclostoma elegans* Müll. hauptsächlich südeuropäisch und reichen nur bis Mitteleuropa hinauf. Auch *Clausilia parvula* Stud. und *Bulinus tridens* Müll. fehlen den nordischen Reichen. Die Fauna des Mont d'Or kann also nicht als Beleg glazialen Klimas gelten. Ihr von Locard erkannter Unterschied gegen die anderen Lößfaunen von Lyon kann auf Altersverschiedenheit beruhen.

Soergels Liste der Lößschnecken (1919, I. c., S. 34) enthält 60 sicher bestimmte Arten. „Wenn die Schnecken des Löß überhaupt etwas beweisen können, so beweisen sie ein glaziales Alter des Löß.“ Er schließt weiters aus Geyers Studien über die Konchylien, „daß der Löß nur glazialen Alters sein könne“. Die Liste zeige „für die Lößschneckenfauna jedes Gebietes neben der boreo-alpinen *Sphyradium columella* die starke Beteiligung der paläarktischen Gruppe und solche Formen, die im Alpengebiet bis über 1500 m Höhe heute noch vorkommen“.

Ich habe die Liste aus Soergels während des Druckes dieser Abhandlung erschienenem Buche einem gründlichen Kenner der europäischen Binnenkonchylien, Herrn Oberstabsarzt Dr. Wagner in Diemlach bei Bruck a. M., ohne andere Angaben mit der Bitte vorgelegt, sich über Schlüsse auf das Klima bei Lebzeiten der Schneckengesellschaft zu äußern. Der genannte Forscher schrieb mir am 10. April 1919:

„Die Liste enthält eine verhältnismäßig große Anzahl von westeuropäischen Formen: *Xerophila ericetorum* Müll., *Candidula candidula* Stud., *Pupa secale* Drap. Außerdem westalpine Formen: *Fruticicola rufescens* Penn., richtig *montana* C. Pfr., *F. sericea* Drap. (diese Form reicht östlich nicht über Tirol, andere Angaben beruhen auf falscher Determination!), *F. villosa* Drap., *Cepaea nemoralis* L., vorzüglich Westeuropa, *Pirostoma parvula* Stud., *P. corynodes* Held, *Planorbis rosmässleri* Gredl., alpin, *Crystallus diaphanus* Stud., alpin, *Arianta arbustorum* L., *A. alpicola*, alpin, *Ena montana*

Drap., alpin, *Orcula dolium* Drap., alpin, *Pupilla cupa* Jan., alpin, *Alaea parcedentata* Grell., alpin.

„Diese Fauna entspricht den Verhältnissen, wie sie heute in der Talregion der Nordschweiz, Badens, Württembergs herrschen; ferner kann noch der Schluß gezogen werden, daß die Höhenlage des Fundortes¹⁰⁰⁾ unter 1000 m liegt, doch das Weingartenklima nicht erreicht, also ungefähr wie in der Villa Waldemar in Diemlach bei Bruck. Vegetationsverhältnisse: jedenfalls kein zusammenhängender Wald, dafür stellenweise sonnige Hänge mit Felsen mit genügender Feuchtigkeit, also ein genügend bewässertes, mit genügender, aber nicht zu reichlicher Vegetation versehenes Tal am Rand der Nordwestalpen . . . Jedenfalls ein mildes interglaziales Klima, welches annähernd dem des unteren Mürztales entspricht.¹⁰¹⁾

P. S. *Chondrula tridens* ist orientalisches und heute im Westen aussterbend. *Xerophila ericetorum* Müll. hat ihren östlichsten Fundort, der aber schon isoliert ist, am Traunsee.“

Für nichtglaziales Alter des Löß spricht noch eine Beobachtung, welche bisher nicht in diesem Sinne gedeutet wurde. Ich habe schon erwähnt, daß Wiegers und Menzel zonare Abwechslung „kalter und warmer Faunen“, erstere aus Säugern, letztere aus Konchylien, angeben. Das Klima der verschiedenen Lößphasen, erschlossen aus dem organischen Inhalt, muß nun sein Intensitätsmaximum in der Mitte haben, glazialer Löß die Tundrabewohner, interglazialer die Warmsteppen- und Waldtiere.

Wiegers sagt diesbezüglich (l. c., S. 32): „Die Lößbildung läßt nach dem faunistischen Inhalt also drei Phasen erkennen: je eine kältere am Anfang und am Schluß und eine wärmere in der Mitte.“ Trotzdem schließt er auf Eiszeitalter des Löß. Menzel zeichnet (1915, l. c., S. 194) die Göttweiger Verlehmungszone und den jüngeren diluvialen Schwemmlehm mit gemäßiger Fauna, eingeschlossen zwischen zwei äolischen Lössen mit glazialer Fauna.

¹⁰⁰⁾ Herr Dr. Wagner konnte nicht wissen, daß die Liste kombiniert ist.

¹⁰¹⁾ Diese unbeeinflussten Folgerungen stimmen mit meinen oben gegebenen Analysen.

Das entspricht unserer Forderung für interglazialen oder mit Rücksicht auf die Stadien in eine Gletscherschwankung fallenden Löß.

XI. Alluvialstufen.

Auch die unterste Ablagerung unserer Mur muß man mit Rücksicht auf den gegen das Flußbett liegenden Hang eine Stufe nennen. Sölich (440) findet einen wesentlichen Unterschied zwischen den diluvialen und den alluvialen Aufschüttungen darin, daß erstere flußaufwärts, letztere flußabwärts mächtiger werden. Ersteres ist unbestritten. Für letztere Behauptung führt er folgende Mächtigkeitsdaten an: Mur bei Graz 7, Donau bei Wien und Pest (zusammengefaßt) 13 bis 21, Raab, Zaala, Kapos und Plattensee (zusammengefaßt) 6 bis 10, Nagy-Atád an der Drau 25 m. Daten aus dem gleichen Tal, welche allein einen Vergleich erlauben würden, nennt er nicht. Trotzdem zieht er weittragende Schlüsse: „Dieses verschiedene Verhalten weist nachdrücklich auf ihre verschiedene Entstehung hin: bei den pleistozänen Ablagerungen wirkt die Ursache ihrer Bildung von oben her, bei den alluvialen dagegen muß sie von unten aus wirksam gewesen sein. Jene erblickten wir in den besonderen Bedingungen, unter die das Land durch die Eiszeit gestellt wurde, diese führen wir auf die zwar nur langsam erfolgende, aber fortdauernde Einkrümmung (Festlandseinbiegung) der Pannonischen Niederung zurück.“

* * *

Zu S. 199. Sölich, welcher die von mir angenommene Ostnordostrichtung des Flußlaufes der Belvedereschotter aus vier Gründen für „ausgeschlossen“ gehalten, hat seinen Widerspruch aufgegeben.¹⁰²⁾ („Kann ich mich auch nicht mehr so ablehnend gegen die Annahme eines etwaigen Schottertransportes in der Richtung gegen Ostnordosten verhalten wie früher.“)

¹⁰²⁾ Geologische Rundschau, Bd. IX, S. 175, 1919.

Inhalt.

	Seite
I. Die miozäne Landoberfläche	193
II. Die pliozäne Landoberfläche	194
1. Harmonische und disharmonische Oberflächenformen	194
2. Hebung der pliozänen Aufschüttungsfläche?	196

III. Belvedereschotter	197
1. Marine Entstehung?	197
2. Die alte Mur	197
3. Ursprung unserer Belvedereschotter	197
4. Alter unserer tertiären Flußschotter	199
IV. Hochfluren	200
V. Ecke	201
VI. Aufschüttung	201
1. Ursache der Aufschüttung	201
2. Ursache der diluvialen Aufschüttung	202
3. Die Schotter ober den Moränen	206
4. Zeit der diluvialen Aufschüttung	208
VII. Ursache der Eintiefung	211
VIII. Paläontologie der Baustufen	212
IX. Baustufen und Urgeschichte	221
X. Stellung des Löß	223
X Alluvialstufen	229
