
Sonder-Abdruck

aus der

Zeitschrift für Gletscherkunde,

für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas

herausgegeben von

Professor Dr. Ed. Brückner

BERLIN

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

W 35, SCHÖNEBERGER UFER 12a

Richard Lepsius über die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen.

Besprochen von **Albrecht Penck.**

Der elfte internationale Geologenkongreß in Stockholm bot den großen Reiz, daß Fragen von allgemeiner Bedeutung diskutiert wurden. Das Eiszeitproblem stand im Vordergrund. Es gab Referate und eine eingehende lehrreiche Diskussion über glaziale Erosion; die postglazialen Klimaschwankungen wurden besprochen. Es war naheliegend und ließ sich nicht vermeiden, daß sich dabei die Erörterungen über die gesamten eiszeitlichen Klimaschwankungen erstreckten, und lebhaft ist auch die Frage nach dem Wechsel von Glazial- und Interglazialzeiten diskutiert worden. Richard Lepsius trug seine Anschauungen über die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen vor, die er kurz zuvor im ersten Hefte des fünften Bandes der Abhandlungen der Großherzoglich Hessischen Geologischen Landesanstalt entwickelt hatte; E. Geinitz schreibt, daß der Vortrag mit Spannung entgegengenommen wurde¹⁾. Es mag daher gerechtfertigt erscheinen, wenn wir an dieser Stelle der Ansichten von Lepsius eingehender gedenken.

Lepsius nimmt in bezug auf die Eiszeit folgenden Standpunkt ein: Die quartäre Eiszeit ist für ihn durchaus einheitlich. Nur einmal rückten die Gletscher aus den Alpen hervor; das geschah während der borealen Periode. Dann begann der Rückzug, der von einer Stillstandslage unterbrochen wurde; während der letzteren wurden die Jungmoränen abgelagert. Danach ergibt sich eine Teilung der Rückzugszeit in eine „atlantische Periode“ — nämlich die Zeit des Rückzuges bis zu den Jungmoränen — und eine „skandinavische“ oder „alpine Periode“, während welcher erst die Jungmoränen gebildet

¹⁾ Bemerkungen über das Eiszeitproblem. Sonderabdruck aus „Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg“. LXV 1911. Güstrow 1910.

wurden und dann das Eis sich bis zu seinen heutigen Grenzen zurückzog. Die Ursache der Gletscherausdehnung war eine größere Höhenlage der Alpen. Sie erhoben sich während der borealen Zeit 13—1500 m höher als heute; dann sanken sie sich ein, und zwar in zwei Etappen, die der atlantischen und der skandinavischen Periode entsprechen. Wir kennen diese Einteilung bereits aus Lepsius' Geologie von Deutschland, wo er versucht, sie auf das norddeutsche Diluvium anzuwenden. Wie er das Schema auch auf die alpinen Eiszeitbildungen anwenden würde, darauf konnte man in der Tat gespannt sein; denn wie Lepsius sehr richtig auf S. 42 ausführt, beruht das ganze bisherige System der Eiszeiten in den Alpen „auf der Annahme von wiederholten ‚Interglazialzeiten‘; früher wurden zwei, später drei solche Interglazialperioden angenommen, in denen zwischen je zwei Eiszeiten die diluvialen Gletscher aus den Vorländern und tiefer gelegenen Tälern der Alpen vollständig zurückgewichen sein sollten auf die Hochalpen, etwa in gleicher Weise wie jetzt oder mit noch stärkerem Schwunde. Als Ursache dieses wiederholten Rückzuges der Gletscher wurde von allen Glazialisten die hereinbrechende Periode wärmeren Klimas angesehen, und zwar sollten diese Klimaschwankungen, Perioden größerer Kälte und größerer Wärme, nicht nur die Alpen, sondern ganz Europa betroffen haben.“

Diese Interglazialzeiten sollen nun, wie Lepsius weiter sagt, anfangs deswegen aufgestellt worden sein, „weil man sich die Erosions-einschnitte in den verschiedenalterigen Schotterterrassen der Schweiz nicht anders erklären konnte, als dadurch, daß statt der Gletscher die Flüsse von oben her aus den Hochalpen freie Bahn gehabt haben müßten, um solche Erosionen in den Tälern und Terrassen fertig zu bringen“. Diese Auffassung ist historisch nicht richtig. Von interglazialen Ablagerungen hat zuerst Morlot 1854—55 gesprochen, als er entdeckte, daß eine mächtige Schotterablagerung, nämlich ein altes Delta der Dranse bei Thonon am Genfer See, zwischen zwei verschiedenen Moränen gelagert ist. Zur Geltung brachte sodann die Lehre von den Interglazialzeiten Oswald Heer 1864 bei seiner Eröffnungsrede der 48. Versammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, als sich der Nachweis führen ließ, daß die von ihm anfänglich als präglazial erachteten Schieferkohlen von Uznach und Dürnten zwischen Moränen gelagert sind¹⁾. Nun zeigen die Schieferkohlen durch ihre Flora, was auch Lepsius durchaus

¹⁾ Vgl. hierzu die Literaturangaben in meiner „Vergletscherung der deutschen Alpen“. 1882. S. 218.

nicht anzweifelt, ein gemäßigtes Klima an, während nach Heer die Gletscherausdehnungen, die durch die darunter und darüber befindlichen Moränen bekundet werden, ein glaziales Klima voraussetzen.

Es waren also paläontologische Gründe, welche zur Lehre der Interglazialzeiten geführt haben. Erst später, nämlich erst seit 1882, sind die Schotter des Alpenvorlandes benutzt worden, um eine Chronologie der hier auftretenden Quartärbildungen aufzustellen. Es konnte allmählich gezeigt werden, daß hier vier verschiedenalterige Schotter vorhanden sind, welche jeweils mit Moränen verknüpft sind. Hieraus ist auf eine viermalige Wiederholung der Vergletscherung des Alpenvorlandes geschlossen worden¹⁾, ganz ebenso, wie man aus vier diskordant gelagerten Schichten auf vier verschiedene Meeresbedeckungen einer Gegend schließt. Daß in den Zwischenzeiten zwischen den Ablagerungen der einzelnen fluvioglazialen Komplexe die Gegend eisfrei war, liegt auf der Hand, da entsprechende glaziale oder fluvioglaziale Ablagerungen fehlen; aber wie weit das Eis zurückgegangen war, läßt sich daraus ebensowenig schließen, wie man aus vier diskordant gelagerten marinen Ablagerungen auf den Betrag des Rückzuges des Meeres in den Zwischenzeiten folgern kann. Man muß sich diese Verkennung der eigentlichen Fragestellung vor Augen halten, um Lepsius' Argumentation verstehen zu können. Für Lepsius sind nicht die Wiederholungen der Schotterablagerungen das Bemerkenswerte, welche heute nicht mehr vonstatten gehen, sondern ihre Unterbrechung durch jene Vorgänge, welche heute noch erfolgen. Er beschäftigt sich namentlich mit den Ursachen der interglazialen Talbildung im Alpenvorlande und glaubt, wenn er dafür eine plausible Erklärung fände, die Interglazialzeiten damit beseitigt zu haben. Er kommt mit einem lokalen Erklärungsversuch (S. 15, 131): das sukzessive Einbrechen der Mittelrheinebene soll zeitweilig die Erosion im Rheingebiete belebt und also bedingt haben, daß die Schotterakkumulation im Schweizer Mittellande dreimal durch Zeiten der Talbildung unterbrochen wurde. Warum aber diese Akkumulation stattfand, darüber verliert Lepsius kein Wort. Nun gliedern sich die Schotter der Donauhochebene ganz ebenso wie die der Schweiz — es muß daher Lepsius annehmen, daß im Donaugebiete ebensolche Einbrüche erfolgten wie in der Mittelrheinebene; wo dieselben lagen, sagt er allerdings nicht näher: sie sollen in den Donautiefen stattgefunden haben (S. 39). Ob damit die oberungarische oder die

¹⁾ Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909. S. 109. Wir kürzen den Titel dieses Werkes im folgenden mit A. E. A. ab.

wallachische Ebene gemeint ist, wird nicht ausdrücklich gesagt; doch läßt die zweimalige Lokalisierung der Einbrüche an der unteren Donau (S. 17, 131) mutmaßen, daß die wallachische gemeint sei. Die tektonisch wichtige Konsequenz zieht Lepsius aus seinen Ansichten nicht, nämlich, daß die tektonischen Vorgänge an zwei ziemlich weit voneinander entfernten Stellen der Erdoberfläche in gleichem Rhythmus vonstatten gegangen sein sollten. Allerdings sieht er hier nicht ganz klar. Er behauptet S. 16, daß auf der ganzen oberbayerischen Hochebene nur ein Deckenschotter vorhanden sei, daß also nur zwei Erosionsperioden nachweisbar wären. Er hat dabei die Gegend von München vor Augen, wo in der Tat bisher nur drei Schotter nachgewiesen sind. Sonst haben wir auf der oberbayerischen Hochebene allenthalben die Trennung der Deckenschotter in zwei Niveaus durchführen können und also vier Schotter unterschieden; liegen doch die dafür klassischen Stellen gerade auf der oberbayerischen Hochebene in der Gegend von Memmingen, und zwar nicht etwa nahe an der Donau, in deren Nähe Lepsius eine Erosionstrennung der Deckenschotter zugibt. Sie ist auch weiterhin in Oberösterreich, ja selbst in Niederösterreich, deutlich erkennbar, und es gibt am gesamten Alpensaume zwischen Wien und Basel nur ein einziges Gebiet — die schon erwähnte Münchener Ebene —, wo die übliche Vierzahl der fluvioglazialen Schotter nicht nachweisbar gewesen ist. Die Darstellung von Lepsius auf S. 17 läßt diese Tatsache nicht klar hervortreten.

Würde Lepsius bei Abfassung seiner Arbeit die Literatur über die Alpen im Eiszeitalter eingehender herangezogen haben, so würde er einen Genossen gefunden haben, welcher gleich ihm die Terrassen der Donauhochebene mit weiter abwärts verfolgten Senkungsvorgängen in Beziehung bringen möchte. Jenö v. Cholnoky¹⁾ ist geneigt, sie ebenso wie die Terrassen längs der Flüsse in der Umgebung des Alföld mit der Einsenkung des letztern in Beziehung zu bringen (S. 44). Aber er wird gleich Lepsius nicht der Tatsache gewahr, welche sich einer solchen Annahme entgegenstellt: alle Terrassen, welche mit einer Bewegung der Erosionsbasis zu tun haben, müssen notwendigerweise nach aufwärts konvergieren, dagegen nach abwärts in die Luft auslaufen. Die alpinen Terrassen nun verhalten sich ganz anders: sie konvergieren ganz regelmäßig nach abwärts und laufen nach aufwärts in die Luft aus. Das habe ich eingehend für die

¹⁾ Studienreisen in der Schweiz. Földrajzi Közlemények. Jahrg. 1908, Bd. XXXVI, Heft VIII—X. Ich zitiere die Seiten des Sonderabdruckes.

Terrassen der Donauzuflüsse gezeigt (A. E. A. Tafel I), und das erhellt mit gleicher Schärfe aus den Darlegungen von Brückner (ebenda S. 461 und besonders S. 463) über die Terrassen des Rheingebietes. Nirgends läßt sich im Donau- und Rheingebiet der Einfluß einer Senkung der Erosionsbasis auf die Terrassen nachweisen; es handelt sich namentlich im Donaugebiete um eine Terrassenbildung bei fester Lage der Erosionsbasis (A. E. A. S. 120). Das ist das Problem, dessen weder v. Cholnoky noch Lepsius gewahr geworden sind. Aber v. Cholnoky verkennt doch nicht — wie Lepsius —, daß es die Schotterablagerungen sind, welche zu erklären sind, und nicht in erster Linie die zwischen ihnen stattfindende Erosion.

Der verehrte ungarische Kollege ist dabei zu einer wesentlich anderen Anschauung gekommen, als Brückner und ich in den „Alpen im Eiszeitalter“: er sieht die großen Schottermassen des Alpenvorlandes nicht als fluvioglazial an, sondern als Reste normaler Schuttkegel, welche sich am Fuße von Gebirgen entwickelten. Ihr Zusammenreffen mit den Moränen sei ein beinahe zufälliges; sie würden auch ohne Vergletscherung vorhanden sein (S. 42). Es ist interessant, wie häufig bei wissenschaftlichen Diskussionen von der einen Seite Gesichtspunkte geäußert werden, welche von der anderen im Laufe der Zeit bereits aufgegeben wurden. Mein erster Gedanke bei Beginn der Eiszeitstudien in der Gegend von München war, daß die dortigen Schotter eine selbständige Schotterkegelformation darstellten, die ich als Flußdiluvium dem Gletscherdiluvium gegenüberstellte. Aber bald mußte ich erkennen, daß beide nur verschiedene Fazies eines einheitlichen geologischen Körpers darstellen. Verfolgt man die Schotterterrassen gegen die Gletschergebiete, so werden sie hier ganz regelmäßig durch Moränen ersetzt. An einigen Stellen sieht man, wie sie sich mit solchen verzahnen, oder es stellt sich zunächst im Liegenden der Schotter Moräne ein, die dann rasch an Mächtigkeit zunimmt und den Schotter sichtlich ersetzt. Das ist an sehr zahlreichen Stellen sowohl bei den jüngeren, als auch bei den älteren Schottern beobachtet worden. v. Cholnoky hat, wie er selbst sagt, die einschlägigen Örtlichkeiten nicht besucht: er bildet sich seine Vorstellung lediglich nach der den „Alpen im Eiszeitalter“ beigegebenen Tafel, ohne zu berücksichtigen, daß diese wegen der Kleinheit des Maßstabes nicht alle jene Einzelheiten zur Darstellung bringen kann, welche schließlich die Auffassung des Ganzen bestimmen. Gewiß hat v. Cholnoky darin recht, wenn er annimmt, daß es zahlreiche Schuttkegel am Gebirgsfuße gibt, die mit Glazialerscheinungen nicht das geringste zu tun haben. Aber

er übersieht, daß wir nicht bloß in den Alpen, sondern allenthalben am Saume ausgedehnter Vergletscherungen Schotterablagerungen antreffen. Wir kennen sie als „Sandr“ von den heutigen Gletschern Islands, als „Gravel aprons“ vom Saume der nordamerikanischen Vergletscherung; die regelmäßige Vergesellschaftung dieser Erscheinungen mit dem Gletscherrande muß Bedenken, wie sie v. Cholnoky gegen das Auftreten fluvioglazialer Schotterkegel hat, ebenso zerstreuen, wie er selbst durch den Hinweis auf das Zusammenvorkommen von Fjordtälern und vergletschert gewesenen Gebirgsländern Zweifel an der Möglichkeit der glazialen Erosion zu zerstreuen sucht. Steht doch die Erkenntnis, daß die auf ebenem Gelände dem Eise entströmenden Schmelzwasser nicht in der Lage sind, alle die vom Eise herbeigefrachteten Materialien weiterzuschaffen, durchaus im Einklang mit der Annahme starker glazialer Erosion, der sich v. Cholnoky nicht verschließt. Auch ist es unschwer verständlich, daß an der Stelle, wo die sich abwärts senkende Gletscheroberfläche an ebenes Land stößt, Schotterablagerungen erfolgen müssen, ebenso wie an jedem anderen Gefällsbruch (A. E. A. S. 403).

Nachdem Lepsius sich mit den Schottern des Alpenvorlandes beschäftigt hat, wendet er sich den sogenannten interglazialen Ablagerungen zu. Man habe nach ihnen erst später gesucht: „Die Interglazialisten bemühten sich natürlich, derartige Absätze in den Tälern und Vorländern der Alpen aufzufinden. A. Penck entdeckte die Höttinger Breccie bei Innsbruck, und A. Baltzer entdeckte die Mergel in der Borlezzaschlucht bei Pianico“, schreibt er S. 43. Beide Angaben treffen historisch nicht zu: Schon 1845 hat Escher von der Linth die Höttinger Breccie erwähnt, und der Mergel von Pianico ist bereits durch Stoppanis „Corso di Geologia“ (II S. 657) und seine „Era Neozoica“ 1880 (S. 243) bekannt geworden. Meine Entdeckung besteht lediglich in dem Nachweis, daß die Höttinger Breccie zwischen Moränen lagert, und die gleiche Beobachtung hat schon Stoppani bei Pianico gemacht. Schon viel früher aber waren, wie erwähnt, die Kohlen von Uznach und Dürnten als interglazial erkannt worden. Lepsius bezweifelt nicht, daß Moränen in ihrem Liegenden vorkommen, obwohl diese längst nicht mehr sichtbar sind. Auch kennt er die Moränen in ihrem Hangenden, und er gibt ohne weiteres zu, daß sie während einer nicht unbeträchtlichen Gletscherschwankung von etwa 50 km Ausdehnung entstanden seien (S. 70). Nur bestreitet er, daß während ihrer Ablagerung die Gletscher weit entfernt gewesen seien. Er erinnert daran, daß Alpengletscher bis in die Waldregionen

herabsteigen (S. 53). „Daraus läßt sich schließen, daß auch zur Zeit der Dürntner und Uznacher Schieferkohlenflora der Rhein-Linth-Gletscher ganz nahe oberhalb dieser Orte mitten in der damaligen Waldvegetation, sowie nahe oberhalb der damaligen Torfmoore gestanden haben kann.“ Eine solche Möglichkeit wird niemand bestreiten. Wer aber mit ihr rechnet, muß sich wohl fragen, warum nicht auch heute noch der Rheingletscher bis in die Nähe von Uznach und Dürnten reicht, da doch die Flora der dortigen Kohlen der heutigen sehr nahe steht. Diese Frage scheint sich Lepsius nicht vorgelegt zu haben. Leicht geht er über die Sache mit der Bemerkung hinweg: je gewaltiger die Eisdecke in den Hochalpen war, um so stärkerer Oszillation mußten die Zungen der einzelnen Gletscher unterworfen gewesen sein bei ihrem Austritte aus dem nördlichen Alpenrande auf die Molasselandschaft. „Außerdem sehe ich tektonische Bewegungen der Alpen als wesentliche Ursache für die Oszillation der diluvialen Gletscher an“, so heißt es S. 73.

Aber Lepsius versucht nicht, dies Glaubensbekenntnis auf den gegebenen Fall anzuwenden und setzt nicht auseinander, durch welche Ereignisse man die intermoränale Lagerung der Schieferkohlen erklären könnte. Erst das Schlußkapitel gibt einzelne Anhaltspunkte, es zu tun. Da heißt es, daß zur Haupteiszeit die Gegend von Basel und die vom Gardasee 5—600 m höher als gegenwärtig gewesen seien, die Hochalpen gar 13—1500 m höher über dem Meere gelegen hätten als dies jetzt der Fall ist (S. 129). Zweifellos müßten bei solchen Verhältnissen, wie er sie hier voraussetzt, die Gletscher der Alpen viel größer gewesen sein als heute, und sie würden möglicherweise wirklich so weit gereicht haben wie zur Eiszeit. Aber wie steht es mit Uznach und Dürnten? Lagen diese Orte nur 500 m höher als heute oder 13—1500 m? Ersteres wäre mit ihrer Flora noch gerade vereinbar, letzteres nicht. Wir müßten also ersteres voraussetzen und annehmen, daß die Hochalpen damals um rund 8—900 m höher gelegen hätten, als die Orte hart an ihrem Fuße — wie Dürnten — oder im Eingange der Gebirgstäler selbst — wie Uznach —. Man könnte sich dies zur Not vorstellen und glauben, daß die Zentralkette 8—900 m hoch über den Gebirgsrand emporgehoben gewesen sei. Aber wir wissen, daß zur Eiszeit nicht bloß die Hochalpen ihre Gletscher bis ins Schweizer Alpenvorland entsandten, sondern daß auch die Vorberge ansehnliche Gletscher nährten, die eine relativ tiefere Lage der Schneegrenze voraussetzen. So war es unweit Uznach im Sihltale, dessen Gletscher bei Einsiedeln endeten (A. E. A. S. 543). Das setzt eine Lage der Schneegrenze um

1150 m tiefer als heute voraus, oder — nach Lepsius — eine um ebensoviel höhere Lage des Gebirges. Sollen wir nun denken, daß die Berge des Sihltales während der Eiszeit um 500–550 m relativ höher waren als das alpeneinwärts befindliche Uznach? Welches tektonische Ereignis — Faltung oder Verwerfung oder Verbiegung — soll dies verursacht haben? und wo sind die anderen Spuren dieses Ereignisses? — Solche Fragen drängen sich auf, wenn man die Hypothese von Lepsius auf ihre Anwendbarkeit im gegebenen Falle prüft. Aber ihr Urheber befriedigt nicht die Wißbegier, die er anregt.

Die Reste von *Elephas antiquus* und *Rhinoceros Merckii* sind für Lepsius der sichere Anhaltspunkt, um das Alter der Schieferkohlen genauer festzulegen; es sind altdiluviale Arten: infolgedessen gehören die Kohlen vor die Haupteiszeit (S. 55). Die hangenden Schotter des Aatales werden daher dementsprechend als Hochterrassenschotter aufgefaßt und mit den Schottern des Albiskammes parallelisiert (S. 68). Daß letztere viel höher liegen als die Schotter des Aatales und bisher von Heim, Aepli und Brückner als Deckenschotter aufgefaßt werden, stört Lepsius nicht: er hat rasch eine Dislokation zur Hand, um den Höhenunterschied zu erklären (S. 71). Daß sich aber die Aaschotter in Bezug auf Lagerung und Beschaffenheit auf das engste den Niederterrassenschottern anschließen, berücksichtigt Lepsius nicht; ihm ist offenbar entgangen, was Brückner (A. E. A. S. 505) darüber geschrieben, allerdings die Schotter nach dem Glattale nennend. Die Vergletscherung des Schweizer Mittellandes offenbar zu seiner Haupteiszeit rechnend (S. 71 und besonders S. 22), werden von Lepsius die Schotter unter den Moränen des Mittellandes entweder zu Hochterrassenschottern oder Deckenschottern, und Léon du Pasquier wird als derjenige hingestellt, der den Ausdruck Hochterrassenschotter zuerst (1891) gebraucht habe (S. 71). Daß er von Brückner bereits 1886 in der Schweiz eingebürgert wurde¹⁾, und daß es Brückner ist, der die Gliederung der Glazialgebilde in der Schweiz zuerst in weiterem Umfange durchgeführt hat, ist Lepsius offenbar entgangen (vgl. S. 2).

Bei Würdigung der Flora der Schweizer Schieferkohlen kommt Lepsius eingehend auf die Ansichten von H. Brockmann-Jerosch²⁾

¹⁾ Die Vergletscherung des Salzachgebietes nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz. Geogr. Abh. I₁ 1886.

²⁾ Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltenbrunn und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Jahrb. St. gallische naturw. Gesellsch. f. 1909. St. Gallen 1910. Vorläufige Mitteilung u. d. Titel: Neue Fossil-

zu reden, welcher die Meinung teilt, daß diese Flora in der Nähe des Eises bestehen konnte, und dieser Botaniker wird auf S. 65 zu einem Repräsentanten der Schweizer Botaniker überhaupt gestempelt; es heißt hier, daß nach übereinstimmender Ansicht der Schweizer Botaniker die Waldvegetation während der Eiszeit in den Alpen im großen und ganzen dieselbe war wie jetzt. Daß es Heer war, welcher die Lehre von den Interglazialzeiten in den Vordergrund rückte, weil er die Flora der Schieferkohlen für unvereinbar mit einer größeren Gletscherausdehnung ansah, erscheint hier gänzlich vergessen.

Vollständig ist allerdings die Übereinstimmung von Lepsius und Brockmann-Jerosch nicht. Weit gehen ihre Ansichten über das Klima der Glazialperiode auseinander. Nach Lepsius war es kontinentaler und kälter infolge größerer Erhebung des Landes; nach Brockmann-Jerosch war es niederschlagsreicher, aber nicht kälter. Ein und dieselbe Flora wird von beiden Autoren in recht verschiedener Weise gedeutet: betont Brockmann-Jerosch das Auftreten einer Reihe von Feuchtigkeit liebenden Pflanzen im Delta von Güntenstall, so legt Lepsius Gewicht auf die Abwesenheit der Buche. Auf das Fehlen dieses Baumes bei Güntenstall hatte Brockmann-Jerosch selbst aufmerksam gemacht. Lepsius bezeichnet diese Art nach Grisebach als eine ausgesprochen ozeanische; ihr Fehlen bekunde auch in der Schweiz und in Deutschland ein kontinentales Klima während des Eiszeitalters (S. 57). Es ist immer mißlich, auf die Abwesenheit gewisser Arten weittragende Schlüsse aufzubauen. Das habe ich mit meinem Freunde Brückner bei Diskussion der Schieferkohle von Uznach selbst erfahren: bei Durchsicht der Arten, welche Heer aus den Schweizer Schieferkohlen beschrieben hat, ist uns aufgefallen, daß in Uznach nicht bloß die altertümlichen Säuger, sondern auch die Pflanzen eines ausgesprochen milden Klimas fehlen, während die Zwergkiefer (*Pinus montana* Mill.) auftritt. Der von Heer beschriebene Artenkreis der Kohlen von Uznach nötigte nicht in dem Umfange zur Annahme eines milden Klimas für die Bildungszeit der Kohlen von Uznach, wie der Artenkreis der Kohlen von Dürnten, Wetzikon und Mörschweil; es fehlte also der zwingende Grund, die Kohlen von Uznach für interglazial zu erachten, und wir bezeichneten sie als „interstadial“. Da sie dabei an einer Stelle vorkommen, wo die Gletscher während des Bühlstadiums längere Zeit gewilt haben, so hat sie Brückner in die Zeit unmittelbar vor dem Bühlstadium, d. h. in die

funde aus dem Quartär und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Gesellsch. Zürich LIV 1909.

Achenschwankung verlegt (A. E. A. S. 531). Als dann später durch Neuweiler¹⁾ die Flora von Uznach näher bekannt wurde und sich herausstellte, daß sie, woran Heer allerdings nie gezweifelt hatte, genau der von Dürnten und Wetzikon gleicht, daß *Pinus montana* nicht sicher nachweisbar ist, dafür z. B. aber die Eibe, da haben wir nicht gezögert, Uznach als interglazial zu bezeichnen (A. E. A. S. 1157). Dieser Meinungswechsel ist Lepsius nicht entgangen (S. 64), aber die Motive scheint er nicht nachgeprüft zu haben: er würde sonst bemerkt haben, daß Neuweiler unter den Hölzern von Uznach auch die Buche (*Fagus sylvatica* L.) anführt. Allerdings hält dieser die Bestimmung für nicht ganz gesichert, da die Anordnung der Gefäße infolge des starken Druckes nicht recht erkennbar ist. Aber er hält das Vorkommen der Buche bei Uznach doch für sehr wahrscheinlich. Selbstverständlich darf man darauf keine weittragenden Folgerungen aufbauen. Andererseits aber verbietet es sich, mit Lepsius gerade auf das Fehlen der Buche Gewicht zu legen, zumal da bei Güntenstall auch ein typischer Buchenbegleiter (*Asarum europaeum* L.) durch Brockmann-Jerosch nachgewiesen ist.

Auf das Vorkommen von Güntenstall stützt Brockmann-Jerosch seine Schlüsse. Am Fuße der Terrasse, welche die Schieferkohlen von Uznach birgt, treten ausgedehnte Tonlager auf, unweit von ihnen finden sich deltaartig schräge geschichtete Schotter, die sich mit Tonen und Sanden verzahnen; das Hangende ist in beiden Fällen Moräne, und solche liegt auch unter der Deltaablagerung. In letzterer findet sich eine artenreiche Flora, die Neuweiler zuerst beschrieben hat²⁾. Er betont namentlich das Vorkommen xerophiler Moose. Bei seinen während des Baues der Rickenbahn erfolgten umfangreichen Aufsammlungen hat Brockmann-Jerosch zahlreiche Laubbäume nachweisen können, und zwar vornehmlich solche, die auf ein feuchtes, ozeanisches Klima schließen lassen. Am häufigsten allerdings sind Fichtenreste, welche aus dem hochgelegenen Einzugsgebiete des Baches eingeschwemmt sein dürften. In den oberen Lagen der Tone kommen nun einzelne erratische Blöcke, sowie ganze Moränenpartien unter Verhältnissen vor, welche eine Einbettung zur Zeit der Ablagerung der Tone wahrscheinlich machen. Zwischen den pflanzenführenden Schichten des

¹⁾ Zur interglazialen Flora der schweizerischen Schieferkohlen. IX. Bericht der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft. 1908.

²⁾ Über die subfossilen Pflanzenreste von Güntenstall bei Kaltbrunn. X. Bericht der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft 1907. Schweizerische wissenschaftliche Nachrichten. I. D. S. 11. 1907.

Deltas kommt ferner verwaschene Moräne, und an einer Stelle eine konkordant eingelagerte Grundmoräne vor (S. 12). Brockmann-Jerosch hält die glazialen Tone und das Delta mit seinen Pflanzenresten für gleichalterige Bildungen, entstanden in einem glazialen Stausee, der sich an der rechten Seite des Linthgletschers am Fuße dichtbewaldeter Gehänge erstreckte, und schließt aus dem Zusammenkommen von glazialen Material und der Flora eines gemäßigten Klimas in ein und derselben Ablagerung auf die Gleichzeitigkeit dieser Flora mit einer ansehnlichen Gletscherausdehnung.

Leider sind die für diese Auffassung maßgebenden Eisenbahneinschnitte nunmehr gänzlich überrast¹⁾, und es ist nicht mehr möglich, an Ort und Stelle Stellung zu den Beobachtungen von Brockmann-Jerosch zu nehmen. Doch sind dieselben in so gewissenhafter Weise mitgeteilt, daß sie eine Beurteilung der Sachlage gestatten. Der springende Punkt ist, daß sich die Tone, aus welchen die Einbettung von gekritzten Geschieben und Moränenpartien beschrieben und abgebildet wird, in 1—2 km Entfernung vom Delta von Güntenstall befinden, nämlich in den Eisenbahneinschnitten von Oberkirch und Hasenweid. Zwischen ihnen und den pflanzenführenden Ablagerungen von Güntenstall fehlen Aufschlüsse; Brockmann-Jerosch hat lediglich mittels des Erdbohrers die Tone bis dahin verfolgt, und er hebt ausdrücklich hervor, daß sie, trotzdem sie ihrer Substanz nach Fossilien gut konservieren würden, abgesehen von Geschieben von Schieferkohlen und einzelnen, nicht näher untersuchten Hölzern, keine Fossilien führen. Brockmann-Jerosch bezeichnet sie dementsprechend als Glazialtone. Das erscheint plausibel; aber der Beweis, daß sie identisch mit den zum Delta von Güntenstall gehörigen Tönen sind, ist nicht gegeben; vielmehr spricht die Tatsache, daß die Pflanzenreste in den einen Tönen fehlen, während sie in den anderen, im benachbarten Delta auftretenden, gar nicht selten sind, entschieden dagegen. Wir können daher die Glazialtone von Oberkirch und Hasenweid nicht zur Beurteilung der Verhältnisse heranziehen, unter denen sich das Delta von Güntenstall bildete, und müssen uns beschränken, dies aus diesem selbst zu versuchen.

Brockmann-Jerosch sah an der Südseite des Güntenstaller Eisenbahneinschnittes (S. 12), der zur Kenntnis der Ablagerung führte, an einer Stelle unverschwemmte Grundmoräne konkordant eingebettet. Aber leider fehlen gerade über diese Stelle nähere Angaben; es handelt

¹⁾ Mitteilung von Ed. Brückner, der die Örtlichkeit im Juli 1910 besuchte.

sich um einen Moränenfetzen, der in Ton eingebettet war (S. 19). Ob aber dieser Ton Pflanzenreste führte, oder ob er zu den fossilfreien Tonen gehört, wird nicht gesagt; allerdings wird er in einem Zuge mit den letzteren genannt, und später wird erwähnt, daß die südliche Böschung viel weniger häufig Einlagerungen von Pflanzenresten und Kiesen hatte als die nördliche. Die nördliche bot deshalb auch mehr Interesse als die südliche, welche letztere Brockmann-Jerosch wie den gesamten Einschnitt bei seinem ersten Besuche im Mai 1908 nicht bloß abgehöcht, sondern größtenteils mit Rasenziegeln zugedeckt fand. Nur noch auf 60 m Entfernung war sie offen. Wir wundern uns daher nicht über die Dürftigkeit der Angaben; sie entspricht der Dürftigkeit des Aufschlusses, dem wir deswegen keine weitreichende Bedeutung zuschreiben können. Wir müssen unsere Aufmerksamkeit daher ausschließlich auf die Nordseite des Einschnittes richten. Von ihm teilt Brockmann-Jerosch ein genaueres, von F. Mühlberg aufgenommenes, von ihm selbst ergänztes Profil mit (S. 27). Es zeigt Tone mit Blattresten, verzahnt mit schräge geschichtetem Sand und Kies; diskordant darüber legt sich Moräne. Von einer konkordanten Grundmoräneneinlagerung findet sich nichts, lediglich an einer Stelle heißt es: deutlich verwaschene Moräne. Eine solche kann unmittelbar nach ihrer Ablagerung verwaschen worden sein, es kann dies aber auch sehr viel später geschehen sein. Zwingende Kraft wohnt auch dieser Stelle nicht inne.

Brockmann-Jerosch führt denn auch eine ganze Reihe weiterer Argumente an, um seine Anschauung zu stützen. Er legt großes Gewicht auf das Fehlen von Verwitterungsspuren zwischen dem Delta und den hangenden Moränen, während man solche gelegentlich auf interglazialen Ablagerungen antreffe. Er erwartet interglaziale Verwitterungserscheinungen an einer Stelle, wo sie nicht zu gewärtigen sind. Man trifft sie in der Peripherie der Gletschergebiete, wo glaziale Akkumulation vorwiegt; bei Günstenstall aber sind wir ziemlich tief im Innern eines Gletschergebietes, wo sich die Moränen auf abgeschliffene Felsen legen, deren Verwitterungsrinde gänzlich verschwunden ist; hier darf man daher auf den unter den Moränen auftretenden Quartärablagerungen auch dann, wenn sie erheblich älter als die Moränen sein sollten, keine Verwitterungskrusten erwarten. Wohl aber darf man sich, falls die Ablagerung wirklich erheblich älter als die Moräne ist, auf Spuren einer ansehnlichen Erosion an ihrer Oberfläche gefaßt machen. Solche nun finden wir auf dem Delta von Günstenstall. Das Profil von der Nordseite des dortigen Eisenbahneinschnittes zeigt

deutlich, wie die hangenden Moränen die Deltaschichten diskordant abschneiden, und daß von den Deltaablagerungen nur der Fuß, nicht auch die obere Kante vorhanden ist, die doch vorhanden gewesen sein muß.

Brockmann-Jerosch legt ferner Gewicht darauf, daß im Materiale des Deltas die Molasse der Nachbarschaft und Verwitterungsmaterial fehle, und daß es ziemlich frisches, erratisches Material enthalte. Er schließt daraus auf die Nähe von Gletschern. Der Bach aber, der das Delta aufschüttete, war kein Gletscherbach, sondern er kam, wie das Fallen der Kiesschichten erkennen läßt, von dem Gehänge, das dem supponierten, einen Eissee stauenden, Gletscher gegenüber lag. Dieses Gehänge war bewaldet; denn es lieferte die Pflanzenreste des Deltas. Wenn gleichwohl die Deltaschotter nur wenig Molassematerial jenes Gehänges und keinen Verwitterungslehm enthalten, dafür aber fast ausschließlich aus erratischem Geröll bestehen, so lehrt dies nur von neuem, wie leicht die Molasse bei fluvialem Transport zerstört wird und die Verwitterungslehme verschwinden; es bekundet ferner, daß im Einzugsgebiet des Kaltbrunner Baches zur Zeit der Ablagerung des Deltas schon glaziales Material zur Ablagerung gekommen war, aus dem er seine Schotter bezog. Diese Folgerung wird durch das Auftreten von Moränen im Liegenden des Deltas bestätigt. Lieferten aber solche das Material für den Bach, so konnte derselbe auch verwaschene Moräne ablagnern, wie es im erwähnten Profile angegeben wird.

So zwingen denn auch die von Brockmann-Jerosch näher dargestellten Verhältnisse von der Nordseite des Günstenstaller Einschnittes keineswegs zur Annahme einer Ablagerung der dortigen Schichten in einem glazialen Stausee; vielmehr weisen sie lediglich auf eine Ablagerung in einem See vor einem bewaldeten Gehänge, das trotz seines mutmaßlich dichten Pflanzenkleides ziemlich frisches erratisches Material dem Kaltbrunner Bache lieferte, so wie es heute noch mit zahlreichen Bächen des Zürichseetales der Fall ist, trotzdem die letzte Vergletscherung längst geschwunden ist. Jener See existierte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vergletscherungen seines Gebietes, die die Moränen im Liegenden und Hangenden der Deltaschotter hinterlassen haben. Man kann sich denken, daß er der Nachfolger des Sees war, in dem die glazialen Tone 1—2 km weiter westwärts abgelagert wurden; es ist aber auch möglich, daß letztere beim Herannahen der zweiten Vergletscherung auf seinem Boden abgesetzt wurden.

Zwischen diesen Möglichkeiten zu wählen, ist um so weniger möglich, als das ganze Gelände zwischen Uznach und Kaltbrunn,

wie Brockmann-Jerosch selbst berichtet, zahlreiche Rutschungen aufweist, wie solche im Bereiche glazialer Tone zur Regel gehören und häufig ein unentzifferbares Chaos von Tonen und Moränen liefern. Ein solches kennen wir z. B. am Fuße der Inntalterrasse in den Tonen von Fritzens. Der Umstand, daß bei Güntenstall ebenso wie dort gerade die hangenden Partien des Tones gestaucht sind, während die liegenden ungestört lagern, legt die Mutmaßung nahe, daß es sich auch hier vielfach um Rutschungen handelt, mit denen möglicherweise auch die Verknetung von Moränen und Tonen in Zusammenhang steht.

Einen Beweis für die Gleichzeitigkeit von Moränenbildung und Eichenflora am Ausgange des Linthtales liefert das Delta von Güntenstall also nicht. Aber unzweifelhaft kommt ihm hohe Bedeutung zu. Seine Flora lehrt neuerlich, daß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vergletscherungen am Ausgange des Linthtales ein mildes Klima herrschte, wie ein solches auch durch die benachbarten Schieferkohlen von Uznach angezeigt wird. Letztere liegen allerdings nicht unwesentlich höher (520 m) als das Delta (490 m). Daraus folgt nun keineswegs, daß Kohlen und Delta verschieden alt sein müssen: es kann das Delta ganz gut in einem tieferen See aufgeschüttet worden sein, während gleichzeitig in der Nachbarschaft die Vertorfung eines seichteren Sees stattfand, die zur Schieferkohlenbildung führte. Brockmann-Jerosch hält letztere für älter als das Delta und stützt sich dabei auf die Geschiebe von Schieferkohlen, welche er im Eisenbahneinschnitte von Oberkirch gefunden hat. Aber sie liegen hier lediglich in den Moränen oder auch in den in die Tone eingelagerten Moränenfetzen oder auch seltener in den oberen Schichten der Tone; im Delta von Güntenstall fehlen sie. Sie beweisen also nicht, daß zur Zeit von dessen Ablagerung die Schieferkohlen schon vorhanden waren, sondern nur, daß das zur Zeit der hangenden Moränen des Deltas und der mit ihnen verkneteten Tone, also weit später, der Fall war. Brockmann-Jerosch glaubt, daß sie durch eine Rutschung an den Rand des Eises gekommen waren. Er operiert hier bezeichnenderweise selbst mit einer Annahme, welche in höchst ungezwungener Weise das Zusammenvorkommen von Überresten der Flora eines milden Klimas und rein glazialen Ablagerungen erklären kann, ohne die Gleichalterigkeit beider vorauszusetzen.

Wir haben uns mit der Ablagerung von Güntenstall hier so ausführlich beschäftigt, weil sie bei Lepsius eine große Rolle spielt. Er nimmt ganz und gar die Ergebnisse von Brockmann-Jerosch an,

soweit sie nicht das eigentlich Botanische, nämlich den ozeanischen Charakter der dortigen Flora betreffen. Namentlich legt er Gewicht darauf (S. 72), daß die Kohlen von Uznach älter sind als die von Güntenstall. Er schließt daraus, daß vor der Haupteiszeit in dieser Gegend die diluviale Waldflora ungefähr dieselbe war, wie nach der Haupteiszeit und wie heute.

Die gesamte Ablagerung von Uznach und Güntenstall hat, wie schon erwähnt, große Ähnlichkeit mit der Inntalterrasse, und wie wir letztere als interstadiale Aufschüttung betrachtet haben (A. E. A. S. 333), so sind wir auch geneigt gewesen, den Komplex der Ablagerung von Uznach und Nachbarschaft als interstadial aufzufassen. Wenn sich heute letzteres nicht mehr als haltbar erweist, so legt uns dies naturgemäß eine Revision unserer Anschauungen über das Alter der Inntalterrasse nahe.

Die Bemerkungen, welche Lepsius (S. 97) über die Inntalterrasse gemacht hat, geben zu einer derartigen Revision jedoch keine Veranlassung. Er findet, daß ich die Sache zu kompliziert aufgefaßt habe: er sieht nicht die Notwendigkeit ein, hier eine große Gletscherschwankung anzunehmen, die wir als Achenschwankung bezeichnet haben. Aber er würdigt nicht die Schichtfolge, die zur Annahme einer solchen Schwankung geführt hat. Er übersieht gänzlich, daß die mächtigen Schotter, Sande und Tone der Inntalterrasse zwischen Kufstein und Imst, wie an verschiedenen Stellen nachgewiesen werden konnte, zwischen zwei Moränen gelagert sind, daß sie also während einer sehr bedeutenden Oszillation des Inngletschers entstanden sein müssen (A. E. A. S. 333). Hieran ist nicht zu zweifeln. Fraglich bleibt nur, wann diese Schwankung stattgefunden hat: ob sie interglazialer Art war oder eine untergeordnete Schwankung ein und derselben Vergletscherung. Ich habe mich für letzteres entschieden, also für eine Anschauung, welche im Grunde genommen zu den Ansichten paßt, die Lepsius über die schweizerischen Schieferkohlen äußert; nur habe ich diese Schwankung nicht, wie er, in die Zeit des Kommens, sondern in die des Schwindens einer Vergletscherung gesetzt, weil der Inntalterrasse dort, wo sie bei den Bühlen oberhalb Kufstein endet, eine Endmoränenlandschaft aufgesetzt ist, die einen längeren Gletscherhalt anzeigt: das Bühlstadium. Läßt Lepsius dieses Argument nicht gelten, so muß er die Schwankung an einer anderen Stelle in die Chronologie des Eiszeitalters einordnen, aber zum Verschwinden kann er sie nicht bringen. Er bekrittelt nur die Kompliziertheit der Vorgänge, welche in jener Schwankung stattgefunden haben. Sie werden an-

gezeigt durch den komplizierten Aufbau der Inntalterrasse. Diese zeigt an ihrer Basis da und dort Moränen, dann folgen die Schuttkegel von Seitenflüssen des Inns, darüber breiten sich Schotter, Deltaschotter und Tone; dann kommen fluvioglaziale Schotter und endlich die hangende Moräne. Aus dem Vorhandensein der Deltaschotter und Tone muß man notwendigerweise auf lakustre Zustände schließen. Lepsius ist mit diesen Deltaschottern und Sanden — die Tone erwähnt er gar nicht — rasch fertig. Sie gehören nach ihm in die ältere Talterrasse des Inntales, zeigen aber keinen großen Stausee an. Die Größe des letzteren kann in der Tat nicht direkt erwiesen werden. Aber am lakustren Ursprung der Ablagerung darf deswegen nicht gezweifelt werden, und man muß wohl oder übel in der Zeit zwischen zwei Vergletscherungen einen großen und tiefen See im Inntale annehmen. Daß derselbe von ansehnlichen Dimensionen gewesen ist, widerspricht nicht der Annahme, daß es ein glazialer Stausee war: wir kennen neben den Zungen der Gletscher, die vom grönländischen Inlandeise herabkommen, stellenweise sehr ausgedehnte Stauseen.

Eigentümlich mutet es mich an, daß Lepsius in demselben Satze, wo er des Auftretens von Deltaschottern in der Inntalterrasse gedenkt, sagt, daß ich keine Süßwasserabsätze aus dem Seengebiete habe anführen können; sie liegen doch in den von mir beschriebenen Deltaschottern, Sanden und Tonen deutlich genug vor. Möglicherweise will jedoch Lepsius nur sagen, daß aus dem alten See im Inntale keine fossilführenden Ablagerungen, Seekreide usw. erwähnt werden, wie wir solche beispielsweise von Pianico kennen. Ihr Fehlen hat auch mich beschäftigt und hat mich ganz wesentlich in der Annahme bestärkt, daß der See ein glazialer gewesen ist, erfüllt mit eisigem Wasser, in dem sich die Schlammassen der einmündenden Gletscherflüsse niederschlugen, wie es in einem glazialen Stausee zu gewärtigen ist. Ich habe die mächtigen Aufschüttungen der Inntalterrasse um so eher als interstadial angesehen, als kein paläontologischer Grund für ihr interglaziales Alter vorhanden ist. Sollte es sich an einer anderen Stelle in einer ganz ähnlichen Schichtenfolge zeigen, daß es neben glazialen Tonen pflanzenführende gibt, welche auf ein interglaziales Klima weisen, so wird man möglicherweise auf die negativen Evidenzen im Bereiche der Inntalterrasse weniger Gewicht legen, als ich es getan habe, und geneigt sein, in ihr eher eine interglaziale als eine interstadiale Ablagerung zu erkennen. Doch müßte dies durch Beobachtungen im Inntale selbst festgestellt werden; durch eine bloße

allgemeine Diskussion, welche den Schatz bekannter Tatsachen nicht erweitert, lassen sich so komplizierte Fragen nicht lösen.

Während Brockmann-Jerosch aus den Ablagerungen von Güttenstall folgert, daß ein mächtiger alpiner Eisstrom beim Austritte aus dem Gebirge von Eichenwäldern flankiert war, denkt er sich andererseits die Zungen jener Gletscher mit einem Tundrastreifen umgürtet, innerhalb dessen die charakteristische Dryasflora wuchs. Er faßt diese Flora nicht als die einer bestimmten Periode, sondern lediglich als die einer bestimmten Region auf: als die Besiedelung der eben eisfrei gewordenen Gebiete. Er hält also die Dryasflora und Eichenflora für gleich alt. Die gleiche Ansicht teilt Lepsius. Er widmet den Dryastonen der Schweiz ein eigenes Kapitel (S. 58). Den einschlägigen Ansichten von Brockmann-Jerosch ist A. Weber¹⁾ bereits entgegengetreten, und er hat damit zugleich auch die Ansichten von Lepsius widerlegt. Wir brauchen daher hierauf nicht eingehend zurückzukommen. Es soll lediglich eines Punktes gedacht werden. Brockmann-Jerosch hält die Dryastone, wo sie auch auftreten, allgemein für die Absätze von Gletscherbächen. Ich kenne die schweizerischen Fundstellen, die er in Betracht zieht, nicht selbst und unterlasse es, mich über sie zu äußern. Aber ich möchte bemerken, daß viele von den Fundstellen der Dryasflora von Dänemark und Schonen in isolierten Becken auftreten, wo es ausgeschlossen ist, daß starke Einschwemmung glazialer Tone stattgefunden hat. Eine solche kann dort nur geschehen sein, solange der Gletscher in nächster Nähe endete, aber nicht längere Zeit hindurch.

Der Besuch Spitzbergens im Sommer 1910 hat mich gelehrt, die Bildung mächtiger Dryastone in isolierten Becken auch fern von Gletschern zu verstehen. Das Land ist hier im allgemeinen kahl; die Vegetation beschränkt sich auf isolierte Polster; dazwischen liegt der Erdboden in größeren Flächen nackt da, und ist dementsprechend der Abspülung besonders ausgesetzt, welche z. B. unverwitterten Moränenschlamm fortzuführen vermag. Wird dieser dann in isolierten Becken wieder abgelagert, so entsteht ein Ton von der Beschaffenheit des Dryastones, dem naturgemäß auch die Blätter der Gewächse eingebettet sind, welche in einzelnen Polstern in der Umgebung des Beckens wachsen. So denke ich mir auch die Dryastone in den isolierten Becken von Schonen und Seeland entstanden. Das Vorhandensein des Tones in ihnen hängt nicht mit der Nähe der Gletscher, sondern mit der

¹⁾ Sind die pflanzenführenden diluvialen Schichten von Kaltbrunn bei Uznach als glazial zu bezeichnen? Englers botanische Jahrbücher XLV. S. 411. 1911.

Naktheit der Umgebung zur Zeit ihrer Ablagerung zusammen. Als dann das Land reicher bewachsen wurde, setzte die Abspülung aus und hörte auch die Schlammsedimentation in den kleinen Seen auf, bis schließlich die Vermoorung eintrat, welche zur Bildung von Torflagern unmittelbar über den Dryastonen führte. Daß in den Seen eines Tundragebietes mit arktischer Flora bereits Tiere und Pflanzen eines weniger strengen Klimas gedeihen konnten, hat Wesenberg-Lund¹⁾ gezeigt, indem er den Nachweis führte, daß sich seichte Seen nicht unerheblich über die Temperatur ihrer Umgebung erwärmen können. In der Tat kennen wir auch in Norddeutschland in glazialen Stauseen Schalen von *Anodonta*, *Planorbis* und *Pisidium*, wie ich solche bereits 1907 zu meiner großen Überraschung in den Stauseeschottern des Mauerseegebietes südlich von Angerburg am Fuße des Kanopkenberges gefunden habe²⁾.

Die Höttinger *Breccie* bezeichnet Lepsius als die »Pièce de résistance« für den Interglazialisten (S. 73). In der Tat ist sie das vornehmste Beweismaterial für eine Wiederholung eiszeitlicher Vergletscherung in den Alpen; nicht aber für Lepsius. Daß sie auf Moränen auflagert, gilt ihm für unsicher und zweifelhaft, weil Rothpletz 1894 einmal daran gezweifelt hat. Aber er meint, von diesen „bis jetzt zweifelhaften und zweideutigen“ Lagerungsverhältnissen gänzlich absehen zu können; denn es handele sich nicht um die rote Breccie, die, wie ich (Penck) gezeigt und auf einer geologischen Karte zur Darstellung gebracht hätte, auf eine Entfernung von 800 m auf Moränen unmittelbar auflagere, sondern um die höher gelegene weiße Breccie. Hier allein seien die fossilen Pflanzen gefunden. An

¹⁾ Om limnologiens betydning for kvartärgeologien. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar XXI. 1909. S. 449. Vgl. auch Wesenberg-Lund, Plankton Investigations of the Danish Lakes. Danish Freshwater Biological Laboratory V. Copenhagen 1908. S. 339 in dem lehrreichen Kapitel: Transformation of the Baltic lakes and of their plankton communities from the glacial age to the present day.

²⁾ Die Örtlichkeit befindet sich auf Blatt Groß-Steinort der geologischen Karte von Preußen (19. 51), in etwa 360' Höhe an einer Stelle, wo Diluvialsand, abgelagert in der Nähe von Moränen, angegeben wird. Ich fand die Stelle auf, nachdem ich unter freundlicher Führung von Herrn Hess von Wichdorff die von ihm in der Nähe von Orlowen aufgefundenen fossilführenden Einlagerungen in den dortigen Grundmoränen kennen gelernt hatte. Ich gewann die Überzeugung, daß sie interstadiale Bildungen darstellen, und freue mich, daß Herr E. Harbort zur gleichen Anschauung über das Alter benachbarter Ablagerungen gekommen ist. (Über fossilführende jungglaziale Ablagerungen von interstadialem Charakter im Diluvium des Baltischen Höhenrückens in Ostpreußen. Jahrb. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt für 1910. XXXI. S. 81.)

der Fundstelle der fossilen Flora aber werde die weiße Breccie weder von Moränen überlagert noch unterlagert; sie käme hier überhaupt nicht in irgendwelchen Kontakt mit Moränen, sie enthalte keine erratischen Blöcke oder irgendwelchen glazialen Schutt. „Die Lagerung der weißen Breccie gibt also keinen Beweis für das glaziale oder interglaziale Alter dieser Breccie“ (S. 78).

Der letztere Satz bedarf einer starken Einschränkung. Er gilt nur für die weiße Breccie an der Pflanzenfundstelle, nicht aber für die weiße Breccie überhaupt, denn diese ist ja weit hin mit Moränen bedeckt, unter denen sie Gletscherschliffe trägt, und unter ihr kommt eine zementierte Moräne vor, auf die ich zuletzt A. E. A. S. 386 hingewiesen habe. Wie nun ist das Verhältnis der pflanzenführenden Ablagerung zur übrigen weißen Breccie, deren Lagerung zwischen Moränen außer Zweifel steht? Sie wird von dem Komplex, den Moränen über- und unterlagern, durch den Roßfallahner getrennt, den Einschnitt eines Lawinengrabens. Dieser Einschnitt genügt Lepsius, um die ganze Summe von Beobachtungen, die man auf der einen Seite gemacht hat, nicht für die andere gelten zu lassen. Alle Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse kommen ihm für die Frage nach dem interglazialen Alter der Höttinger Flora gar nicht in Betracht. „Gehängeschutt kann sich in den Bergen jederzeit und überall gebildet haben“, so sagt er S. 77. — Richtig ist dieser Satz nicht. Gehängeschutt bildet sich immer nur an bestimmten Stellen eines Gebirges in einer gewissen Entwicklungsphase desselben. Aber richtig ist, daß sich an derselben Stelle wiederholt zu verschiedenen Zeiten Schuttablagerungen bilden können; so ist es bei Höttingen gewesen: es gelang hier, von der Höttinger Breccie einen jüngeren Höttinger Schutt zu sondern. Bei dieser Untersuchung stellte sich heraus, daß die Höttinger Breccie ein einheitliches Gebilde ist. Lepsius ist wiederum anderer Meinung. Aber er gibt keine einzige Beobachtung, um dieselbe zu stützen; wieder beschränkt er sich auf bloße Behauptungen. Er nimmt an, daß sich die Breccie mit ihrer Flora in der Präglazialzeit gebildet habe, und zwar im Pliocän, und nicht, wie Heer und Stur annehmen, im Miocän (S. 81). An dieser Stelle vermißt man ein Zitat: es wäre wichtig zu erfahren, an welcher Stelle sich Heer über die Flora der Höttinger Breccie geäußert hat; sein Name wird bisher und auch sonst von Lepsius in der Literatur über die interessante Lokalität nicht genannt. Hat sich Lepsius hier vielleicht verschrieben und ist ihm hier Heers Name versehentlich statt v. Ettinghausen in die Feder gekommen?

Ganz ähnlich wie seine Stellung zu Hötting, ist Lepsius' Auffassung von Pianico. Er bildet die hohe Wand des fossilführenden weißen Mergels von Pianico oberhalb Sellere ab; er zeigt in einer anderen Abbildung, wie die Mergel mit Breccie wechsellagern und von Glazialgebilden bedeckt werden. „Überall wo der Fluß den Fuß der Kreidemergel ohne Schuttvorlage bespült, sieht man, daß die Kreidemergel ohne irgendwelche fremde Unterlage, vor allem ohne eine zweite untere Moräne, welche A. Baltzer irrthümlich angab, sich in die Tiefe fortsetzen“ schreibt er S. 88. Als ob Baltzer allein den „Irrtum“ begangen hätte. Schon Stoppani kennt die Liegendmoräne, wie bereits erwähnt, aber auch James Geikie¹⁾ hat sie gesehen; dann sah sie A. Baltzer²⁾, dem wir eine eingehende Darstellung der Lagerung danken. Und noch bevor dieser seine Beobachtungsergebnisse veröffentlicht hatte, sah ich sie im Vereine mit Léon Du Pasquier 1892. Nur Lepsius sah sie nicht. „Wie ist nun Baltzer dazu gekommen, hier eine zweite, die mächtige Seekreide untertäuflende Moräne hinein zu konstruieren? fragt Lepsius S. 88, und wir fragen uns: „Wie kommt es, daß Lepsius die von so vielen Forschern festgestellte liegende Moräne nicht fand?“

Lepsius hat seine Aufmerksamkeit auch hier ausschließlich und allein auf den einzelnen Aufschluß, nicht auf die Gesamtheit der Ablagerung gerichtet. Er sieht nur die Marna bianca der Italiener und nicht die Ablagerungen, die mit ihr eng verknüpft sind: das sind graue lakustre Tone mit zahlreichen Muscheln. Man sieht diese Tone über den weißen Mergeln nordwestlich von Pianico, etwa dort, wo die Buchstaben „ella“ von Casa Brumarella des italienischen Meßtischblattes Iseo stehen (Blatt 34 III), und sie verfolgt man dann weiter abwärts am Bache bis südlich Sellere (südlich der Höhenzahl 331 der italienischen Karte). Hier traf ich sie zwischen zwei Moränen; die liegende Moräne, die ich eine Strecke weit aufwärts verfolgen konnte, bildet den Damm des Sees, in dem sich die weißen Mergel abgelagerten. Die grauen Mergel sind ebenso lakuster, wie die weißen; sie stellen lediglich eine andere Fazies dar. Das Profil, welches ich A. E. A. S. 831 gegeben habe, ist die Kombination aus Einzelprofilen, die ich aufgenommen habe, und bringt auch die Gehängepartien mit zur Darstellung, an denen man wegen reicher Bewachsung nichts Genaueres beobachten kann. Vergleicht man dies Gesamtprofil mit den Einzel-

¹⁾ Prehistoric Europe. London 1881. S. 304.

²⁾ Mitteil. naturf. Gesellsch. Bern 1892. S. 77. Beiträge zur Kenntnis der interglazialen Ablagerungen. Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. 1896. I. S. 159.

profilen, welche Baltzer ganz unabhängig von mir aufgenommen hat, so bemerkt man eine völlige Übereinstimmung unserer Beobachtungsergebnisse gerade an den wesentlichen Punkten. Allerdings habe auch ich — wie Lepsius — das Profil 4 von Baltzer, welches die unmittelbare Auflagerung der weißen Mergel über die Liegendmoräne darstellt, nicht in ununterbrochener Entblößung beobachtet: mutmaßlich hat er günstigeren Wasserstand angetroffen als ich gelegentlich meines Besuches, den ich bei regnerischem Wetter machte. Aber die Gesamtsituation erheischt notwendigerweise die Annahme eines solchen Profiles. Bei solcher Sachlage kann ich Lepsius nicht beipflichten, wenn er den weißen Mergel von Pianico als präglazial, wahrscheinlich pliozän erklärt. Dieses „wahrscheinlich“ wird dann am Schlusse der Arbeit zu einem „sicher“. „Die beiden Fundorte fossiler Pflanzen, Hötting und Iseosee, gehören einer jungtertiären oder pliozänen Bildung an“, heißt es S. 126 und 131. Die Temperatur zur Zeit ihrer Ablagerung wird auf 18° C berechnet, weil Trapezunt, in dessen Nähe hoch im Gebirge *Rhododendron ponticum* vorkommt, diese mittlere Temperatur hat. Daß bei Pianico eben jenes *Rhinoceros Merckii* vorkommt, wie in den Schieferkohlen der Schweiz, geniert Lepsius nicht, obwohl es sich nach ihm in Mitteleuropa nur im älteren Diluvium findet.

In einem Zuge mit Pianico behandelt Lepsius auch Leffe im Val Gandino (S. 94). Er bemerkt, daß einige Pflanzen aus der Seekreide von Pianico auch in den gleichartigen Ablagerungen von Leffe vorkämen. Es sei demgegenüber daran erinnert, daß die fossilführenden Ablagerungen bei Pianico weiße Mergel, also Seekreide, bei Leffe hingegen Braunkohlen sind, weswegen von einer Gleichartigkeit wohl nicht gesprochen werden kann, und daß die Pflanzen, die beiden Ablagerungen gemein sein sollen, sich auf eine Art, *Corylus avellana*, beschränken, während sonst tiefgreifende Unterschiede vorhanden sind. Zweifellos ist Leffe älter als Pianico.

Wer sich heute mit dem Glazialproblem in den Alpen beschäftigt, ist genötigt, zur Frage der glazialen Erosion Stellung zu nehmen. Lepsius geht dem nicht aus dem Wege. Eine Gletschererosion ist für ihn mechanische Unmöglichkeit¹⁾; vielmehr haben die Gletscher

¹⁾ Diese Ansicht hat Lepsius seither wesentlich eingeengt. In einem Artikel über Gletschererosion (Monatsberichte der Deutschen geologischen Gesellschaft LXII. 1910. S. 675) schreibt er den Gletschern die Fähigkeit zu, Blöcke aus ihrem Bette auszubrechen und ihren Boden auszukolken; auch hält er eine dadurch bewirkte Über-

die Talböden mittels ihrer Grundmoränen ausgefüllt (S. 11). Die Mächtigkeit der Ausfüllung ist ihm ein Maß für die Dauer der Eisbedeckung; wenigstens scheint ihm daraus, daß die Grundmoränen des Schweizer Mittellandes keine große Mächtigkeit besitzen, hervorzugehen, daß die große Eisüberflutung hier keine lange Dauer gehabt hat (S. 22). Hiernach müßten die Gletscher an ihrer Peripherie, wo wir die mächtigsten Grundmoränen antreffen, am längsten gewellt haben, und sich am kürzesten in den inneren Alpentälern aufgehalten haben, welche manchmal förmlich ausgefegt sind von Moränen. Man erkennt auf den ersten Blick das Unzutreffende von Lepsius Anschauung. Akkumulation auf der einen Seite setzt eben immer Erosion auf der anderen voraus, daran denkt Lepsius nicht, wenn er S. 95 schreibt: Die Gletscher erodieren nicht, sondern setzen im Gegenteil die großen Sedimentmassen der Grundmoräne ab. Zwischen den Akkumulations- und Erosionsgebieten liegen ferner Stellen geringer Ablagerung auch dann, wenn die Eisbedeckung hier sehr lange angehalten hat. Übrigens ist auch Lepsius gezwungen, gelegentlich eine Erosionswirkung der Gletscher zuzugestehen. Der Gletscher der Haupteiszeit zerstörte alle früheren Stirnmoränen, indem er über sie hinwegging (S. 36). Aber Lepsius widerspricht der Annahme einer Vertiefung der Alpentäler durch das Eis ganz entschieden, ohne jedoch die Unterschiede zu bemerken, welche es hier zwischen den einzelnen Ansichten gibt; rührt doch nach ihm meine Theorie der glazialen Übertiefung der Alpentäler in der Hauptsache von Tyn dall (1862) her, welcher bekanntlich die Täler in ihrer gesamten Tiefe durch das Eis erodieren ließ, wogegen ich mich immer mit aller Entschiedenheit ausgesprochen habe. Das Argument, welches Lepsius gegen die glaziale Erosion zu Felde führt, spricht er S. 105 klar aus: „Der härtere Körper, die Gesteine, können nicht durch weichere Körper, das Eis, durchgeschnitten werden; man zersägt die Granite mit Schmirgel, aber nicht mit Butter“.

Gletscherwanderern, auch wenn sie nur die Tiroler Keese berührt haben sollten, wird es neu sein, daß sie über Butter hinweggegangen sind, als sie Gletscherspalten passierten und Stufen in die Séracs

tiefung der Täler für möglich, wenn er auch deren Betrag für gering erachtet. Doch widerstrebt ihm, von Gletschererosion zu sprechen; die Bezeichnung Erosion müsse für die Einfurchung der Erdoberfläche durch das rinnende Wasser vorbehalten bleiben; und er nennt die eigenartige oberflächliche Abräumung des Landes durch die Gletscher Deterision. Es ist also nunmehr ein Streit um das Wort, wenn er gegen Gletschererosion schreibt.

schlugen. Lepsius' Bild ist kein glückliches, schon deswegen nicht, weil es demjenigen, welcher sich im Banne seiner Ausdrucksweise bewegt, die Möglichkeit an die Hand gibt, der bestrittenen Erosion durch Butter eine unbestrittene durch Milch gegenüberzustellen, an der Lepsius selbst nicht zweifelt: er räumt die Erosionsfähigkeit des fließenden Wassers unbedingt ein. Man darf hier sich nicht mit Schlagworten über Probleme hinweghelfen wollen und von mechanischen Unmöglichkeiten nicht dann reden, wenn man altbekannte Regeln der Physik einfach nicht gelten läßt, wie es Lepsius bei seiner Behandlung der Alpenseen tut.

Sie sind für ihn kein Werk der Gletschererosion. Aber auch die frühere Erklärung, welche so folgenschwer für die ganze Entwicklung der Lehre der Eiszeit gewesen ist, nämlich, daß die Gletscher den Schutt auf ihrem Rücken über die Seetiefen hinwegtrugen und diese konserviert haben, ist nach ihm unmöglich, „da das Eis der Gletscher ja auf der Seeoberfläche schwimmen mußte, indem es leichter als Wasser ist; dabei wären die Gletscher aber völlig zerbrochen und hätten ihren Schutt nicht nach Süden hinübertransportieren können; vielmehr wären alle Moränenmassen in die Seetiefe gestürzt und hätten diese zuerst ausfüllen müssen“, schreibt er S. 107. Daß hier nicht etwa ein Schreibfehler unterlaufen ist, lehrt ein Satz auf der folgenden Seite. Da wird ausgeführt, daß das Eis nicht über die Tiefe des Gardasees hinweg konnte; der Gletscher konnte mit seiner Unterfläche unmöglich auf einer mehrere hundert Meter tiefen Wassermasse schwimmen. Das sei physikalisch unmöglich. Der Gletscher konnte aber auch das Wasser des Sees nicht aus seiner Tiefe hinausdrücken — das sei ebenfalls physikalisch unmöglich, da das Eis leichter ist als Wasser und also wie in dem arktischen und antarktischen Meere auf dem Wasser schwimmen müßte.

Es sind ganz neue physikalische Vorstellungen, welche in diesen Sätzen verkündet werden, Vorstellungen, die ganz und gar nicht mit dem Archimedischen Prinzip über den hydrostatischen Auftrieb im Einklang stehen, wonach jeder Körper, der in eine Flüssigkeit taucht, so viel an Gewicht verliert, als das Gewicht der von ihm verdrängten Flüssigkeit beträgt. Seit mehr als 2000 Jahren weiß man, daß leichtere Körper spezifisch schwerere Flüssigkeiten verdrängen können, solange sie absolut schwerer als die sich ihnen entgegenstellende Wassermasse sind. Längst ist gezeigt, daß die Mächtigkeit der Alpengletscher über den Alpenseen viel zu groß war, als daß sie im Bereiche der Seen hätten schwimmen können: sie mußten das Wasser unbedingt ver-

drängen. Kühn setzt sich Lepsius über das alte Gesetz und die neueren Beobachtungen hinweg, und er kommt damit zu einer Vorstellung über die Bildung der Alpenseen, die wirklich neu ist: Die Alpenseen sind erst in der Postglazialzeit entstanden durch ein Ertränken der Täler während eines Rücksinkens der Alpen. Dies sei erst erfolgt nach Ablagerung der sie umgebenden Moränenlandschaften (S. 107). — Es ist der Heimsche Gedanke vom Rücksinken der Alpen, der hier wieder auflebt, aber nicht für die Interglazialzeit, sondern für die Postglazialzeit. Die zahlreichen Beobachtungstatsachen, die letzterem entgegenstehen, und welche bisher alle Forscher überzeugten, daß die Seen im Momente des Rückzuges des Eises in Erscheinung traten, ignoriert Lepsius gänzlich. Alle die einschlägigen Beobachtungen hier nur anzudeuten, würde zu weit führen. Gesagt sei lediglich, daß vom Einsenkungsprozeß, welcher zur Bildung der Alpenseen geführt haben soll, in der Umgebung der Seen nichts zu sehen ist, so daß er sie nicht betroffen haben kann; denn neben zahlreichen Seen finden wir Moräntäler oder Rinnen, die zeitweilig von Schmelzwässern der Gletscher benutzt wurden. Sie alle haben ungestörtes Gefälle, zeigen nicht die geringste Spur von einem Einbiegen. Solche Rinnen kennen wir, um nur zwei Beispiele zu nennen, vom Gardasee ebenso wie vom Bodensee, wo ihre Gefällsverhältnisse besonders genau studiert werden konnten und deutlich erkennen lassen, daß nicht die leiseste Krustenbewegung seit dem Schwinden des Eises stattgefunden hat.

Lepsius ist allerdings anderer Meinung; nach ihm geschah die tektonische Absenkung der großen Land- oder Gebirgsmasse ungleichmäßig, in Schollen- und Tafelbrüchen (S. 109). Aber leider verrät er nicht, wo solche Schollen- und Tafelbrüche zu suchen sind: man müßte sie doch irgendwo verfolgen können; sie müßten auf den Talgehängen deutlich zu erkennen sein und sich in einer Störung von Flußgefällen deutlich verraten. Er wirft mir vor, daß mein ganzes eiszeitliches Schema auf einer Unbeweglichkeit der Alpen und ihres Vorlandes beruhe, welche geologisch nicht haltbar sei (S. 109). Er spricht aus, daß allen Berechnungen von mir und Brückner über die Lage der eiszeitlichen Schneegrenze der Boden entzogen wird, sobald während der Diluvialzeit regionale tektonische Bewegungen der Alpen und ihrer Vorländer angenommen werden (S. 118).

Ich kann diesen Vorwurf nicht recht verstehen. Die zahlreichen Berechnungen, welche über die Lage der eiszeitlichen Schneegrenze in den Alpen im Eiszeitalter gemacht wurden, beruhen zwar auf recht

verschiedenen Verfahren, nehmen aber mit ganz wenigen Ausnahmen immer nur so kleine Gletscher zum Ausgang, daß regionale tektonische Bewegungen dabei außer Betracht bleiben können. Da wird bald nach der Höhe der niedrigsten Gipfel, die noch Gletscher trugen, bald nach der mittleren Höhe der mutmaßlichen Gletscheroberfläche oder des Gletscherbodens die Schneegrenze geschätzt, oder nach der Höhe des Einzugsgebietes und der Abstufung der dichtbenachbarten Endmoräne, wie z. B. am Langbathsee, welchen Lepsius konsequent Langbethsee schreibt (S. 116 und 117). Bei solchen Schätzungen müssen wir natürlich von den heutigen Höhenverhältnissen ausgehen und erhalten dann die Lage der eiszeitlichen Schneegrenze, so wie sie nach den heutigen Höhenverhältnissen der Gegend sein würde. Aber wir rechnen nicht mit diesen absoluten Werten, sondern führen relative ein, nämlich den Abstand der gefundenen Schneegrenze von der heutigen. Das hat seinen guten Grund darin, daß wir wohl wissen, daß die absolute Höhenlage der einzelnen Teile der Alpen während des Eiszeitalters nicht die heutige gewesen sein muß. An zahlreichen Stellen weisen wir Krustenbewegungen während des Eiszeitalters nach; ich schildere sie vom nördlichen Alpenvorlande und erläutere sie durch ein Kärtchen des gestörten Niveaus des älteren Deckenschotter; ich zeige, daß dieser vor den Alpen eine sattelförmige Aufbiegung beschreibt (A. E. A. S. 52), welche ganz ähnlich der ist, die Heim am Zürichsee annimmt, obwohl wir, Brückner und ich, Heim hier nicht beizupflichten vermögen. Die Untersuchung der Schotter des Sihlgebietes hat uns beide vergewissert, daß sie am Sihlsprung nicht abgebogene Deckenschotter darstellen, sondern jünger als der benachbarte Deckenschotter sind. Ganz im Irrtum über diese Verhältnisse ist Lepsius, wenn er S. 9 behauptet, daß ich die Schotter am Sihlsprunge deswegen zum Niederterrassenschotter rechne, weil mir die tiefe Lage von Deckenschottern in der dortigen Gegend nicht passe. Lepsius übersieht, daß in den Sihlschottern, zu welchen die Nagelfluh des Sihlsprunges gehört, Gerölle einer löcherigen Nagelfluh vorkommen (A. E. A. S. 509), weswegen sie nicht Deckenschotter sein können. Auch entgeht ihm, daß der Verfasser des betreffenden Abschnittes Brückner ist, und er also seine Vorwürfe an eine falsche Adresse richtet. Doch bemerke ich hier ausdrücklich, daß jeder von uns beiden zu wiederholten Malen die einschlägige Örtlichkeit besucht hat, und daß gerade über diesen wichtigen Gegenstand volle Einmütigkeit zwischen uns beiden besteht. Es werden ferner von Brückner eiszeitliche Schichtstörungen im schwei-

zerischen Alpenvorlande beschrieben (A. E. A. S. 473), von uns beiden solche an der Poebene usw. usw. Nicht weniger als eine halbe Spalte des Registers füllt bloß die Aufzählung der Stellen, wo wir eiszeitliche Schichtstörungen nachweisen (A. E. A. S. 1193). Man sieht, der Vorwurf von Lepsius ist gänzlich aus der Luft gegriffen, daß wir in unserem Werke am Schema einer Unbeweglichkeit der Alpen während der Eiszeit festgehalten hätten. Allerdings sind sie bei uns nicht so beweglich, wie bei Lepsius, und wir sprechen nur dann von eiszeitlichen Krustenbewegungen, wenn Gründe dafür vorliegen, mögen sie aus Beobachtungen direkt erhellen oder mögen Schlußfolgerungen zu ihnen drängen, wie z. B. das verschiedene Verhalten der Mindel- und Rißvergletscherung in den West- und Ostalpen (A. E. A. S. 1155). Aber wo keine Nötigung vorliegt, nehmen wir auch keine Krustenbewegungen an. Anders Lepsius. Krustenbewegungen sind für ihn das Universalmittel, jedes und alles in den Alpen zu erklären: nicht bloß die Vergletscherung, sondern auch Unregelmäßigkeiten in der Höhenlage von Schottern und endlich auffällige Züge in der Lage erratischer Blöcke. Der Umstand, daß sich längs des schweizerischen Jura die erratischen Blöcke in einer nur wenig geringeren Höhe finden als im Durchschnitt am Ausgange des Rhonetales, genügt ihm, auf eine relative Hebung des schweizerischen Jura nach der Eiszeit zu schließen (S. 28). Daß wir es am Jura z. T. mit dem Erratikum einer älteren Vergletscherung, am Ausgange des Rhonetales mit dem einer jüngeren zu tun haben können und tatsächlich zu tun haben, zieht er ebensowenig in Betracht wie die Tatsache, daß am Ausgange des Rhonetales die Spuren älteren Eises viel höher liegen, als er angibt (vgl. A. E. A. S. 490). Auch unterläßt er gänzlich zu untersuchen, ob die Schotterterrassen, welche längs der Aare durch den Kettenjura hindurch verfolgt worden sind, entsprechende Schichtstörung aufweisen; es genügt ihm, zweimal auf den Rheinfall bei Schaffhausen als einen ganz jungen Einschnitt in den aufsteigenden Jura zu verweisen (S. 41, 111). Daß sich dieser Wasserfall an eine epigenetische Flußstrecke knüpft und daher für die Frage ganz belanglos ist, würdigt er ebensowenig wie die Tatsache, daß die Schotterterrassen der Mittelschweiz längs der Aare ungestört durch den Kettenjura hindurchgehen. Wenn nun auch Lepsius meint, daß er durch Annahme zahlreicher Krustenbewegungen unseren Bestimmungen der Schneegrenze den Boden gänzlich entzogen habe, so nimmt er doch, entsprechend den von uns ermittelten Differenzen zwischen der eiszeitlichen und der heutigen Schneegrenze an, daß die Hochalpen während der Eiszeit

1300—1500 m höher über dem Meere gelegen haben. Offenbar erscheint ihm das Gesamtergebnis unserer Untersuchungen doch sicher genug, um sich darauf stützen zu können. Aber ganz adoptiert er es nicht. Während wir zeigen, daß die Herabdrückung der eiszeitlichen Schneegrenze in den West- und Ostalpen gleich groß war (A. E. A. S. 1144), behauptet er, daß sich die Ostalpen während der Eiszeit nicht so hoch wie die Westalpen gehoben hätten. „Daher verflachen sich alle glazialen Erscheinungen in den Alpen, bis sie in den oberen Gebieten der Drau- und Savetäler gänzlich verschwinden“, schreibt er S. 132. Daß die Spuren eines 200 km langen Gletschers im Drautale, daß ein Savegletscher von ansehnlicher Länge beschrieben worden ist, scheint Lepsius nicht zu wissen.

Neben den Hebungen spielt bei Lepsius der Golfstrom eine große Rolle zur Erklärung des Klimas der Eiszeit. Er war während derselben nach ihm nicht vorhanden und brachte keine Erwärmung nach Europa; er entstand erst in der „skandinavischen“ oder „alpinen Periode“ und bedingte dann eine zunehmende anomale Erwärmung Europas und auch der Mittelmeerländer. Der Mangel des Golfstromes ist ihm wichtig zur Erklärung der Bildung des Lösses als Steppenstaub, die mit der Existenz des Golfstromes unvereinbar sei; sie wird in die atlantische Periode, die Zeit des allgemeinen Absinkens der nordatlantischen Kontinente, verlegt, weil der Löß die Altmoränen der borealen Zeit deckt, aber die Niederterrasse der skandinavischen Periode meidet. Diese Angaben von Lepsius über das Auftreten des Lösses decken sich mit den Ergebnissen, die ich vor nahezu 30 Jahren veröffentlicht habe. Aber die Art und Weise, wie Lepsius seine Anschauung über das Alter des Lösses mit dem prähistorischen Menschen verquickt, führt ihn wieder weit ab von den Ergebnissen meiner Untersuchungen. Das Paläolithikum vom Schweizersbild bei Schaffhausen wird ihm maßgebend für das Alter aller paläolithischen Stationen der Schweiz. Er versetzt sie in die Lößsteppenzeit (S. 133), offenbar verleitet durch die Nagetierschicht, die Nüesch am Schweizersbild im Hangenden der paläolithischen Schicht nachgewiesen hat. So gerät bei ihm das ganze Paläolithikum in seine atlantische Zeit. Daß gerade das Paläolithikum vom Schweizersbild jünger ist als die Jungmoränen der „skandinavischen Zeit“ von Lepsius, erwägt er nicht; seine Einordnung des gesamten Paläolithikums in die atlantische Periode wird dadurch hinfällig. Den Unterkiefer von Mauer versetzt er in die Zeit vor der großen Vergletscherung, obwohl er angibt, daß derselbe zusammen mit *Elephas antiquus* gefunden wurde, der auch in