

Diese Mineralien sind nun allerdings von Niederösterreich bereits bekannt, von Cordierit gibt Sigmund (Die Minerale Niederösterreichs, Wien 1909) wohl nur das Auftreten im Cordieritgneis von Zwettl ohne Beschreibung von Pinitisierung und ohne Angabe, ob er auch makroskopisch erkennbar ist, an; Andalusit nennt das genannte Werk im Pegmatit (Schriftgranit) von Felling, ferner in Sillimannit umgewandelte Säulen im Glimmerschiefer von Schönau bei Zwettl.

Eigentümlich ist jedenfalls das Auftreten von drei verschiedenen Tonerdesilikaten: Sillimannit, Andalusit und Dumortierit in granitpegmatitischen Gängen, die keinerlei Einwirkung der Dynamometamorphose zeigen. Man wäre versucht, anzunehmen, daß hier eine nachträgliche Neubildung aus den Bestandteilen eines tonerdereichen, kristallinen Schiefers, der vom Gneise umschlossen wurde, in den Spalten vor sich ging. Tatsächlich finden sich im Granulite nicht selten stark schiefrige oder flasrige, glimmerreiche Fetzen.

Wie die Gleichheit der Eigenschaft der Feldspate in Gneis und Pegmatitgang andeutet, ist sicher eine wesentliche Verschiedenheit in der Substanz von Gneis und Pegmatit, wenn man vom Biotit absieht, nicht vorhanden. Vielleicht ist auch der Cordierit auf Kosten des Biotits gebildet worden.

Literaturnotizen.

R. Lepsius. Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen. Mit 12 Profilen im Text. Abhandlungen der Großh. Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt. V. Bd., Heft 1, Darmstadt 1910.

Als Reaktion auf die von Penck und Brückner wohl allzu reich und allzu künstlich verästelte Glazialgeschichte drängt sich jetzt eine entgegengesetzte Strömung mehr hervor, welche mit allen Mitteln strebt, sämtliche glazialen und interglazialen Ablagerungen als Gebilde einer einzigen Eiszeit hinzustellen.

Geinitz hat diesen Standpunkt für Norddeutschland schon lange vertreten. Ihm schloß sich Lepsius im II. Bd. seiner Geologie von Deutschland an und in der vorliegenden Schrift macht dieser Autor nun den Versuch, auch die alpinen Eiszeiten nach diesem einfachen Schema zu beschneiden. Die Aufgabe, welche sich Lepsius gestellt hat, besteht in der Beantwortung der Frage, ob die für Nordeuropa von ihm angenommenen Ursachen der Vereisung in gleicher Weise auch für die Alpen passen und ob nicht auch hier drei hauptsächlichste Perioden vorhanden seien:

a) Die boreale, in welcher die Gletscher von den überhöhten Gebirgen bis zur weitesten Verbreitung vorrückten;

b) die atlantische, die erste Rückzugsperiode;

c) die skandinavische oder hier alpine, die zweite Rückzugsperiode.

Der Autor befindet sich in der glücklichen Lage, auch in den Alpen nur Bestätigungen seiner Ideen zu finden, indem es ihm auf Grund seiner Beobachtungen gelingt, die glazialen und sogenannten interglazialen Erscheinungen im Bereiche der Alpen auf eine einheitliche Vereisung und das Vorrücken und Rückschreiten der Gletscher auf tektonische Ursachen zurückzuführen.

Wie in Nordeuropa, so sollen auch in den Alpen die Gletscher während der Diluvialzeit nur einmal in ihre Vorländer hinabgestiegen sein, nur einmal sich in die Zentralketten zurückgezogen haben.

Die Schneegrenze soll zur diluvialen Eiszeit nicht tiefer als heute gewesen sein, dagegen sollen sich die Alpen und ihre Vorländer ebenso wie ganz Europa in einem höheren Niveau über dem Ozean und damit in einem kälteren Klima befunden haben. Durch etappenweise Absenkungen wurde dann der Rückzug der Eismassen herbeigeführt. Um nun diese Behauptungen zu stützen, beschreibt der Verfasser seine Beobachtungen über Schweizer Schotterfelder, sogenannte interglaziale Ablagerungen, Achenschwankung und Bühlstadium, Entstehung der alpinen Randseen, über Schneegrenzen und Löß.

Für die Schotterfelder kommt er zu dem Ergebnis, daß die älteren und jüngeren Deckenschotter sowie die älteren Hochterrassenschotter einer Eiszeit zugehören, und zwar der borealen Periode der weiter vordringenden Gletscher. Es sind fluvioglaziale Absätze, welche nacheinander folgten, getrennt voneinander durch Erosionseinschnitte, welche direkt an den Flüssen und Schmelzwässern der Gletscher, indirekt durch tektonische Bewegungen erzeugt wurden. Das Alpengebirge und der europäische Kontinent stiegen absolut höher an, die oberrheinische Tiefebene und die Donautiefene sanken relativ tiefer ab. Beide Bewegungen erfolgten in gewissen Etappen. Während der ersten Rückzugsperiode, der atlantischen, wurden ebenfalls Hochterrassenschotter gebildet. Diese sind jedoch jünger als diejenigen Hochterrassenschotter, welche von den am weitesten vorgestoßenen Gletschern der Haupteiszeit in der borealen Periode überflutet wurden.

Interglaziale Ablagerungen sind im Bereiche der Alpen keine vorhanden. Die Schieferkohlen von Utnach, Dürnten und Wetzikon sollen in unmittelbarer Nähe des Rhein-Linthgletschers, und zwar vor der Haupteiszeit abgelagert sein. Auch die etwas jüngere Flora von Güntenstall entstammt der nächsten Nähe des Eises. Nach R. Lepsius besaß Europa im Eiszeitalter ein kontinentales, kein ozeanisches Klima. Die Flora der Dryastone gehört der letzten Rückzugsperiode der Alpengletscher an. Es sind supramoränale fluviatillakustre Ablagerungen in der Moränenlandschaft der letzten Rückzugsperiode.

Da die Gletscher noch jetzt an manchen Stellen bis in die Waldregionen herabsteigen, so können die sogenannten Interglazialzeiten der Alpen nicht auf fossile Pflanzenlager begründet werden, die irgendwo zwischen glazialen Schottern oder Moränen liegen.

Die Ablagerungen von Utnach-Dürnten und von Güntenstall sind nach Lepsius vortreffliche Beispiele von Ablagerungen, welche im Vorstoß und im Rückzugsstadium von diluvialen Gletschern abgesetzt wurden. Es sind keine interglazialen Gebilde im alten Sinne dieses Wortes, sondern Absätze im Oszillationsbereiche des Rhein-Linthgletschers. Die berühmte Höttinger Breccie wird von Lepsius ebenso wie der Kreidemergel in der Borlezaschlucht am Iseosee in die Pliocänzeit zurückverlegt.

Die Beweisführung ist in beiden Fällen außerordentlich einfach. An der Hand eines alten, aus A. Pencks „Die Vergletscherung der deutschen Alpen“ 1882 entnommenen Profils zeigt uns Lepsius, daß am Gehänge nördlich von Innsbruck zwei Gehängebreccien, eine obere weiße und eine untere rote vorkommen. Nur die rote Breccie kommt mit Glazialablagerungen in Berührung, die weiße dagegen nicht. Nur in der weißen Breccie ist die bekannte pontische Flora gefunden worden. Da sich nun nach Lepsius Gehängeschutt an diesen Bergen jederzeit und überall gebildet haben kann, ist kein Beweis vorhanden, daß die beiden Breccien gleichaltrig sind. Die weiße Breccie ist angeblich weder über- noch unterlagert von Moränen, sie enthält keine erratischen Blöcke noch irgendwelchen glazialen Schutt, sie kommt überhaupt in keinen Kontakt mit Moränen. Aus der Lagerung ist also kein Beweis weder für ein glaziales noch interglaziales Alter der weißen Breccie zu entnehmen. Die Pflanzen aber weisen auf ein milderes Klima hin, das etwa dem heutigen an den pontischen Gebirgsabhängen entspricht. Würde man nun für die Höttinger Breccie ein interglaziales Alter annehmen, so wäre es unverständlich, wie eine pontische Flora, die doch zuerst durch eine Eiszeit von der Höttingeralm vertrieben worden wäre, plötzlich nach derselben wieder hier erscheinen konnte. Das angezeigte wärmere Klima kann nach Lepsius nur der präglazialen, also pliocänen Zeit zugewiesen werden. Einen direkten Beweis für das pliocäne Alter der Höttinger Flora findet der Autor in den geologisch ganz klaren Profilen der pflanzenführenden Schichten am Iseosee, in denen dieselbe pontische Flora wie in der weißen Höttinger Breccie liegt.

Das Interglazial der Borlezzaschlucht bei Sellere und Pianico ist von Baltzer am eingehendsten beschrieben worden. Lepsius gibt ebenfalls eine ziemlich ausführliche Schilderung mit drei Profilen.

Nach seiner Darstellung wird die weiße Seekreide der Borlezzaschlucht nirgends von einer Moräne unterlagert. Sie liegt direkt dem Grundgebirge auf und wird von Grundmoränen überlagert. In ihr findet sich neben reichen Diatomeen eine Flora mit *Rhododendron ponticum*. Diese weiße Seekreide (*Marna bianca*) ist nur im oberen Teil der Borlezzaschlucht vorhanden, während im unteren Teil glaziale Tone und Moränen eingelagert sind. Die hier zwischen Moränen eingeschalteten grauen Bändertone, welche Baltzer für Äquivalente der Seekreide hält, sind nach Lepsius davon weit verschieden. Die meisten Diatomeenmergel sind chemisch und mikroskopisch typische Süßwasserkreide, die glazialen Geschiebemergel dagegen wechsellagern ganz unregelmäßig mit groben Quarzsanden und Geröllagen und führen viele Geschiebe. Die Flora der Seekreide stimmt nun mit jener aus der weißen Höttinger Breccie überein und wird von Lepsius als wahrscheinlich oberpliocän bezeichnet.

Die Achenschwankung und das Bühlstadium Pencks werden von Lepsius geradezu als Beispiele für die Unsicherheit der bisherigen Einteilungen des stratigraphischen Schemas des Eiszeitalters angeführt. Die Entstehung der Inntalterrassen aus der Verlandung eines durch den Zillertalglatscher gestauten Sees von über 40 km³ Inhalt weist Lepsius zurück, weil der Zillertalglatscher nie einen so ungeheuren Wasserdruck hätte aushalten können.

Ebenso erscheint es ihm mechanisch unmöglich, daß der Bühlgletscher einerseits oberhalb Kufstein (487 m) enden und gleichzeitig am Fernpaß und Seefelder Sattel bis 1600—1800 m emporklettern soll. Er rechnet alle Moränen und erratischen Blöcke an diesen Pässen und nordwärts davon der einen großen Überflutung in der Eiszeit zu. Des weiteren ist er der Ansicht, daß man nicht ohne weiteres die Schotterbildungen der verschiedenen Talsysteme als gleichzeitige Bildungen auffassen dürfe. Die sogenannten Hochterrassen des Aargaus und des Inntales brauchen nicht gleichzeitig entstanden zu sein.

Ganz ablehnend äußert sich Lepsius gegen die Lehre von der Glazialerosion.

Die Frage nach der Entstehung der alpinen Randseen ist für Lepsius gleich mit der Frage, wie dieselben aufgestaut wurden. Er denkt dabei, ebenso wie Heim und Baltzer, daß die betreffenden Talstrecken bei der Absenkung des Alpenkörpers zur jungdiluvialen Zeit ertranken, weil die Vorländer und die nächst vorliegenden Gebirge weniger tief absanken als der Alpenrand. Diese Absenkung soll erst in jüngster Diluvialzeit erfolgt sein und vielleicht noch jetzt andauern. Im besonderen werden Iseosee und Gardasee in die Diskussion hereingezogen.

Charakteristisch sind die einzelnen Aussprüche, mit welchen die Glazialerosion abgetan wird: „Härtere Körper, die Gesteine, können nicht durch weichere Körper, das Eis, durchgeschnitten werden; man zersägt die Granite mit Schmirgel, aber nicht mit Butter.“ Nach diesem Satze wäre zum Beispiel auch keine Erosion durch Wasser möglich.

Noch merkwürdigere Ansichten äußert der Verfasser bei der Besprechung des Gardasees. Er schreibt:

„Als der Sarcagletscher am Monte Nota und am Monte Baldo seine erratischen Blöcke in Höhen bis zu 800 m über dem Seespiegel absetzte, konnte er mit seiner Unterfläche unmöglich auf einer mehrere hundert Meter tiefen Wassermasse schwimmen; das ist physikalisch unmöglich. Der Gletscher konnte aber auch das Wasser des Sees nicht aus seiner Tiefe herausdrücken — das ist ebenfalls physikalisch unmöglich, da das Eis leichter ist als Wasser und also wie in dem arktischen und antarktischen Meere auf dem Wasser schwimmen müßte. Die Auskolkung der Seetiefe durch den Sarcagletscher ist aus denselben Gründen ausgeschlossen: falls der Gletscher im festen Gebirge eine Tiefe erodieren könnte — was ich leugne, wie ich wiederholt hervorgehoben habe — aber angenommen, der Sarcagletscher hätte wirklich begonnen, sich hier eine Taltiefe auszukolken, so müßte sich diese Taltiefe ja sofort mit Wasser füllen und den Gletscher an die Oberfläche seiner Seetiefe heben, wodurch dann der Gletscher jede ihm etwa innewohnende erodierende Kraft verloren hätte . . .“

Kein Gletscher der Welt fließt geschlossen ins Meer, kein Gletscher verdrängt das Wasser eines Sees, sondern er schwimmt zerstückt auf der Wasser-

fläche. Der Grund hierfür ist ein physikalischer: Das Gletschereis ist an sich und außerdem durch die vielen Luftblasen, die es enthält, leichter als Wasser: sein spezifisches Gewicht ist bei 0° in den Alpen 0·86 bis 0·91°, je nachdem es Luftblasen in größerer oder geringerer Menge enthält.

Die auf dem See schwimmenden Eisberge und Eisstücke hätten keinen Druck ausüben können auf die Bergflächen und hätten nicht die an so vielen Stellen über dem Gardasee sichtbaren Gletscherschliffe erzeugen können. Noch viel weniger hätte ein im Wasser schwimmender Eisberg größere Schollen fortgeschoben können wie die Scholle von Scaglia, welche bei Torri über Tithon vom Sarcagletscher fortgeschoben und mit Moränenmaterial verknetet wurde. Die Auskolkung der oberitalienischen Seen durch die diluvialen Gletscher ist also aus physikalischen und mechanischen Gründen unmöglich. Es bleibt demnach meiner Ansicht nach nur die eine Erklärung der Seetiefen übrig: es sind ertrunkene Flußtäler, ertrunken in der jungdiluvialen, oder wie ich sie genannt habe, in der skandinavischen Periode des Diluviums.“

Ich begnüge mich, diese Äußerungen einfach hervorzuheben und halte eine Kritik derselben für überflüssig.

Den Berechnungen der Schneegrenzen für die verschiedenen Phasen der Eiszeit, wie sie von Penck und Brückner vielfach ausgeführt wurden, erkennt Lepsius nur geringen Wert zu. Er glaubt jedoch, dieselben vielleicht in dem Sinne verwenden zu können, daß uns die Differenzen der Schneegrenzen einen ungefähren Anhalt geben, wie viel höher im Eiszeitalter die Alpen über dem Meere standen als jetzt.

Wenn also das Maximum der Differenz der früheren und der jetzigen Schneegrenzen (nach Penck und Brückner) zirka 1250 m betragen soll, so würde das heißen, daß die Alpen in der borealen Eisperiode um zirka 1250 m höher standen als heute.

Die Abnahme der Vergletscherung in den Alpen von Westen gegen Osten bringt Lepsius mit der Abnahme der Höhenlage in Verbindung. Die regionalen tektonischen Bewegungen dürften auch in der Eiszeit in den Westalpen stärker gewesen sein als in den Ostalpen.

Die Lößgebiete dehnen sich im nördlichen Vorlande der Alpen hauptsächlich nördlich der Jungmoränenlandschaft aus, und zwar nur auf den Hochterrassen, nie auf den Niederterrassen. Danach läßt sich bestimmen, daß der Löß nach der borealen, während der atlantischen und vor der skandinavischen Periode entstanden ist. Nur in dieser Periode wurden einerseits durch den Rückzug der Eismassen weite Schotter- und Moränenflächen entblößt und andererseits begünstigte ein kontinentales Klima die Steppenbildung. Die Lößsteppen sollen nicht ohne Regen gewesen sein, sondern etwa 30—40 cm jährliche Niederschläge bekommen haben. Beim letzten Rückzug der Gletscher in der skandinavischen Zeit konnte kein Löß gebildet werden, da das Klima bereits ozeanisch geworden war. Auf der Südseite der Alpen fehlt der Löß, dort war in der atlantischen Periode kein hochgelegenes Vorland vorhanden.

Zum Schlusse der Abhandlung gibt der Verfasser noch eine übersichtliche Zusammenstellung seiner Meinungen und eine Tabelle seiner Glazialgeschichte. Daneben werden noch Bemerkungen über den prähistorischen Menschen eingeschaltet. Nach Lepsius sind sämtliche prähistorischen menschlichen Ansiedlungen in der Schweiz jünger als die große Vergletscherung. Sie scheiden sich in zwei Kulturen nach verschiedenen Zeiten, der paläolithischen (atlantische Periode) und der neolithischen (skandinavischen) Periode. Der paläolithische Mensch soll von Westen her, von der versunkenen Atlantis, der neolithische von Osten, aus Asien her, gekommen sein. Die Dauer der Eiszeit schätzt Lepsius wesentlich geringer als Penck und Brückner. Die skandinavische Periode würde etwa 7000—10.000 Jahre vor unsere Zeit zurückreichen.

Die hier besprochene Schrift von R. Lepsius fordert in mehr als einer Hinsicht auf, gegen dieselbe Stellung zu nehmen.

Sie hat vom Anfang bis zum Ende lediglich den Charakter einer Umdeutung, sie vermag sich nirgends auf neue, noch unbekanntere Tatsachen zu stützen, sie bietet keine Bereicherung an Beobachtungsmaterial, sie greift nur schon längst bekannte und viel genauer beschriebene Erscheinungen heraus, um so sie einer von vornherein bereits feststehenden Idee dienstbar zu machen. Das Recht zur Umdeutung und freien Kombination der gegebenen wissenschaftlichen Beobachtungen

steht freilich jedem offen, entscheidend ist nur die Art und Weise, wie davon Gebrauch gemacht wird.

Das Buch enthält eine Reihe von sehr angreifbaren Stellen — zwei sind im vorigen zitiert worden. Von den Darlegungen, die einer ernsteren Widerlegung wert erscheinen, will ich mich aber bei meiner Kritik nur mit jenen Angaben beschäftigen, die dem Bereiche des Inntales entnommen sind, mit dessen glazialen und interglazialen Ablagerungen ich seit dem Jahre 1896 fort und fort zu tun hatte. Da ist zunächst die Höttinger Breccie.

In dieser Frage zeigt Lepsius, daß ihm die ganze neuere geologische Literatur dieses Gebildes unbekannt geblieben ist, oder daß er über dieselbe zu schweigen für gut findet. Er glaubt, die Angelegenheit dadurch lösen zu können, daß er das alte Märchen von der Verschiedenheit der oberen weißen und unteren roten Breccie noch einmal vorzählt.

Diese Frage wurde von mir und W. Hammer bereits bei der Kartierung des südlichen Teiles des Karwendelgebirges im Maße 1:25.000 in den Jahren 1896—97 erledigt, indem gezeigt wurde, daß es nur Fazies einer und derselben großen Schutthalde sind. Ebenso ist die Behauptung unrichtig, daß die weiße Breccie keine erratischen Geschiebe enthalte und nirgends mit Moränen in Berührung komme. Ich verweise hier, abgesehen von älteren Angaben von Penck und Blaas, auf meine Arbeit über die Gehängebreccien im Jahrbuch der k. k. geol. R.-A., Wien 1907, Bd. 57, 4. Heft. In dieser Arbeit wurden von mir auch noch weitere Beweise für die interglaziale Stellung der Höttinger Breccie auf Grund von neuen Aufschlüssen beigebracht.

Eine ähnliche Nichtberücksichtigung der neueren Glazialgeologie tritt des weiteren bei den Erörterungen über Achenschwankung und Bühlstadium zutage.

Lepsius bemüht sich hier, in allgemeinen Erwägungen das zu sagen, was schon vorher in exakter Weise und sehr ausführlich bewiesen worden ist.

Ich habe in mehreren Abhandlungen das Tatsachenmaterial vorgelegt, welches zwingt, von einer Entstehung der Inntalterrassen im Stausee des Zillertalglatschers abzusehen und welches die Nichtexistenz des Bühlstadiums im Inntal verbürgt. Daß sich im Inntal nicht nur die Gehängebreccien, sondern auch die mächtigen Inntalterrassen als zwischen zwei Vergletscherungen eingeschaltete Erscheinungen herausgestellt haben, ist dem Autor ebenfalls unbekannt geblieben.

In meinen letzten Arbeiten über die Entstehung der Inntalterrassen (Zeitschrift für Gletscherkunde, III. Bd., 1908, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1908, Nr. 4) ist auch bereits darauf hingewiesen, daß sich die Bildung dieser großen Talverschüttung am leichtesten durch den Einfluß von tektonischen Bewegungen, durch ungleichmäßige Niveaushiftungen erklären läßt.

Ich habe mich damals ausdrücklich gegen eine Verallgemeinerung dieser Hypothese ausgesprochen, eine Umdeutung des vorliegenden Materials ohne neue präzisere Beobachtungen und kartographische Aufnahmen abgewiesen und war seitdem bemüht, solche Untersuchungen in verschiedenen Flußgebieten anzustellen.

Lepsius bringt nun ohne Scheu eine Umdeutung der gesamten Glazialstratigraphie auf tektonischem Wege, die in ihrer gar zu einfachen Auffassung dem gewiß berechtigten Gedanken an tektonische Mitarbeit bei den Glazialvorgängen nur zum Schaden gereichen kann.

In einer so einseitigen Weise sind die Glazialereignisse in den Alpen nicht zu erklären, wenn ich auch nach meinen Forschungen glaube, daß nicht mehr als zwei Vergletscherungen nachweisbar sind.

Zwei Vergletscherungen habe ich aber an sehr vielen und weit auseinanderliegenden Stellen unzweideutig erkennen können. Tektonische Bewegungen spielen auch nach meiner Überzeugung eine wichtige und bisher zu wenig beachtete Rolle bei dem Wechselspiel der Vergletscherungen und jenem der großen Aufschüttungen und Erosionen. Das stärkere Betonen der geologischen Anschauungsweise gegenüber der ausschließlich klimatischen und geographischen ist jedenfalls ganz berechtigt.

Wir sind in der Glazialstratigraphie heute noch lange nicht bei abschließenden Urteilen angelangt, gar viele und genaue Arbeit ist dazu noch nötig und wenn Lepsius seine Ideen nicht als eine Lehre, sondern als eine Anregung gegeben hätte, so wäre ihr Wert richtiger zu bemessen gewesen.

(Otto Ampferer.)