

Die Wälle des letzten Rückzugsstadiums (Daunstadium) liegen hier durchschnittlich in 2200 *m* Höhe; jene des Gschnitzstadiums wären etwa bei 1700—1800 *m* zu erwarten, der sonseitigen Lage zufolge vielleicht noch höher; sicher dahinstellbare Wälle sind in diesen Gehängen nicht erhalten. Die oben beschriebenen Moränen überziehen als gleichmäßige Decke das Gehänge bis 1400 *m* herab. Die Geschiebeführung ist eine Mischung lokalen Materials mit solchem des großen Inngletschers — bei Geschieben aus Bündnerschiefer und vielen Gneisen und Amphiboliten ist nicht unterscheidbar, wie viel dem Serfauser Gletscher und wie viel dem aus gleich zusammengesetzten Bergen kommenden Inngletscher zukommt.

Nachdem die Existenz eines Bühlstadiums im Innggebiet sich als nicht nachweisbar ergeben hat<sup>1)</sup>, muß die Moränenendecke der letzten Großvergletscherung zugeordnet und den Schotterresten ein interglaziales Alter zugesprochen werden.

### Literaturnotizen.

**R. Lachmann.** Beiträge zur Plastizitätsfrage. Zentralblatt f. Mineralogie etc., Jg. 1912, Nr. 24, pag. 745—757.

Der Verfasser will die in der Zeitschrift „Kali“ 1912 weiter ausgeführten Ideen über Plastizität und Deformation von Gesteinen gesondert darlegen. Die experimentell bewiesene plastische Umformbarkeit der Minerale enthebt nicht einer kritischen Betrachtung, welche Rolle insbesondere quantitativ die plastische Umformung bei den natürlichen Deformationen spiele. Lachmann unterscheidet gebührendermaßen Mineraldeformation und Gesteinsdeformation. Gegenüber von Lachmanns Einteilung A. Kataklaststruktur, B. Eigentliche plastische Umformung, C. Umkristallisation, D. Ummineralisation, möchte der Ref. an der eingehenderen von Lachmann noch nicht berücksichtigten Klassifikation von Teilbewegungen im Gefüge und korrelaten Deformationen des Ganzen sowie an den anderen Begriffen festhalten, welche er in mehreren Arbeiten seit 1911 für dieses Thema aufgestellt hat; ausgehend von eingehender deskriptiver Beschäftigung mit deformierten alpinen Gesteinen und anknüpfend an die bisherige, namentlich die schieferpetrographische Literatur.

Von experimentellen Arbeiten über plastische Gesteinsumformung referiert Lachmann aus v. Kármán's Experimenten mit Marmor und Sandstein, daß die „Plastizität“ der Gesteine sich nur bis zu einem Optimum mit dem allseitigen Druck steigert. Dadurch ist (für Sandstein und Marmor!) die seinerzeit vom Ref. aufgeworfene Frage nach dem Zusammenhang zwischen Deformierbarkeit (gemessen durch die deformierende gerichtete Spannung), allseitigem Druck und kristalliner Mobilisation zu beantworten begonnen (vgl. Tscherm. Mitt. 1911, pag. 284. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1912, pag. 253, 257). Überschreitet der allseitige Druck das Optimum sehr stark, zum Beispiel bei Gesteinen in gewisser Tiefe, so „kann überhaupt keine mechanische Gestaltsänderung mehr vor sich gehen“, wenn man nicht annimmt, „daß die Horizontalkräfte in der Tiefe ins Ungemessene wachsen“. Dieser Ausdrucksweise vermag der Ref. abgesehen davon, daß es sich nicht um „Horizontalkräfte“ handeln muß, nicht ganz beizustimmen, sondern möchte denn doch von einer „mechanischen Gestaltsänderung“ auch reden dürfen, wenn sich deformierende Bewegungen unter begleitender Umkristallisation vollziehen und es ist insbesondere über das an Schiefen vom Ref. beschriebene (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1912) Zusammenspiel zwischen mechanischer Deformation der Gefügeelemente und zwischen „Kristalliner Mobilisierung“ experimentell seines Wissens nichts bekannt; es wären eben als dritte Bedingung die Bedingungen kristalliner Mobilisation in das Experiment einzuführen, bevor man so weitgehende Schlüsse zieht. Ferner zieht Lach-

<sup>1)</sup> Siehe Ampferer, Zeitschr. f. Gletscherkunde. II. Bd., 1907, pag. 29 u. f.

mann daraus, daß die hangenden Schweizer Decken schneller bewegt seien als die tieferen den Schluß: „folglich nahmen die Druckkräfte bei der Alpenfaltung nach der Tiefe zu ab.“ Aus der Schnelligkeit einer Deformation unter verschiedenen Bedingungen kann aber nicht ein Schluß auf die Größe der deformierenden Spannungen gezogen werden.

Im weiteren kommt Lachmann darauf zu sprechen, daß nicht in einem einzigen Falle eine in der Natur beobachtete Biegung von festem Gestein durch eine gleichsinnige plastische Umformung seiner sämtlichen mineralischen Gefügeelemente eindeutig erklärt werden konnte. Dazu wäre zu bemerken, daß dies im allgemeinen wohl gilt, immerhin aber eine zu größeren Deformationen sich summierende Fältelung nur unter bruchloser Biegung weitaus überwiegenden Glimmers in gewissen Phylliten vorkommt, also eine richtige plastische Gesteinsdeformation, wenn anders man das Wort „plastisch“ nicht etwa nur für die am wenigsten plastischen Minerale reservieren wollte. Überhaupt sind stetige Mineraldeformationen, wie Ref. an Gesteinen der Tauern beschrieb, häufiger als es nach Lachmann schiene, darin aber, daß sie quantitativ gegenüber andersartiger Teilbewegung im Gefüge zurücktreten, stimmen die Publikationen des Ref. über alpine Schiefer mit Lachmann und anderen überein, in dessen Hände sie übrigens zum Teil erst nach Abfertigung der letzten Korrektur des referierten Artikels gelangten.

Lachmann kommt nun auf die Deformation des Salzes zu sprechen und schließt zunächst plastisches Verhalten in Tiefen bis zu 2 km auf Grund bergmännischer Erfahrungen (Abbau, Bohrung) und der vulkanischen Schlagrisse im Werratal überzeugend aus. Dagegen spielt Lösungsumsatz die größte Rolle. Das schließt Lachmann daraus, daß sehr häufig die Schichten gebogen und die Kristalle gerade sind. Es ist das, wie ich im Hinblick darauf, daß meine Arbeit über Zusammenhänge zwischen Teilbewegung und Gefüge von Lachmann mißverständlich als eine Weiterbildung der Beckeschen Kristallisationsschieferung angefochten wird, bemerken muß, ganz dieselbe Wahrnehmung, welche Weisshenk an helizitischen Falten kristalliner Schiefer lange hervorhob. Der Ref. selbst hat eben in der zitierten Arbeit auf diese Erscheinung bei der Untersuchung großer Faltenquerschlitze besonderes Gewicht gelegt und die Umkristallisation solcher ganz unversehrter Gefüge eben deshalb als Abbildungskristallisation und Abbildungskristalloblastese der Beckeschen Kristallisationsschieferung gegenübergestellt, weil es sich nicht um tektonoblastische Kristallisation handelt, sondern um eine Kristallisation, welche keine gerichteten mechanischen Spannungen der betreffenden Deformation nachweisen läßt. Daraus wurde der Schluß gezogen, daß es äußerlich Beckescher Kristallisationsschieferung gleichende Umkristallisation gebe, welche nichts mit den bei der betreffenden Deformation aufgetretenen Spannungen zu tun habe und die Faltenformen kleinen und großen (tektonischen) Ausmaßes lediglich so abbildet, wie etwa vor der Kristallisation vorhandene Sedimentärstrukturen (Kreuzschichtung zum Beispiel) oder Fossile. Die Frage, wie weit es sich bei als kristallisationsschiefrig bezeichneten Gesteinen um solche Abbildungskristallisation handle, habe ich ohne Anlaß zur Polemik gegen Beckes wegen ihres deskriptiven Gehaltes vorbildliche einschlägige Studien 1911 der Beachtung empfohlen; wie man sehen kann in der von Lachmann zitierten Arbeit pag. 234, 298, 309 und in diesen Verhandlungen 1912, Nr. 10. Und es wären im Sinne dieser Studien Lachmanns gefaltete Schichtflächen mit unversehrten Kristallen unmöglich anders denn als Abbildungskristallisation oder Abbildungskristalloblastese zu bezeichnen. Bei letzterem Ausdruck ist zu beachten, daß ich als Kristalloblastese „die Entstehung kristalloblastischen Gefüges“ definiert habe, also etwas, wofür das Vorhandensein oder Fehlen gerichteter mechanischer Spannungen irrelevant ist, wie das „kristalloblastische“ Gefüge von Gliedern der tiefsten Stufe zeigt. Ein gewisser Unterschied scheint übrigens bei Lachmann und dem Ref. in der Anwendung des Wortes „tektonische“ Deformation zu liegen. Für den Ausdruck tektonisch war beim Referenten lediglich ein gewisses Größenausmaß der Deformation erforderlich und es wurde auch ausdrücklich von Deformationen makroskopischen bis tektonischen „Ausmaßes“ gesprochen, wobei die von Lachmann in den Vordergrund gestellte Frage nach der Kategorie der deformierenden Kräfte (Tangentialdruck, Kräfte des Salzauftriebes etc.) für meine Untersuchung fertiger Deformationen ihrer Teilbewegung und Trajektorien vorsätzlich ausgeschlossen bleibt. Dies zur Abwendung eines Wortstreites, falls Lachmann vom bisherigen Sprachgebrauche ziemlich abweichend, etwa nur große Deformationen mit be-

stimmter Ursache „tektonische“ oder Deformationen mit rein kristalloblastischem nichtrupturellen Gefüge nicht als tektonische bezeichnen wollte. Der Ref. würde sich dem nicht anschließen, wichtiger aber ist es, hervorzuheben, daß seine Analysen von Deformationsformen ganz unabhängig davon sind, ob es sich dabei um geleiteten Gebirgsdruck oder Salzauftrieb handelt, und daß die Möglichkeit, daß kristalline Mobilisation die Deformierbarkeit kristalliner Schiefer steigere, vom Ref. bereits in Betracht gezogen wurde (diese Verhandl. 1912, Nr. 10). Man findet aber allerdings auch in den Arbeiten des Ref. über das Tauernwestende und loc. cit. als Deformationsregel tektonischer Fazies zusammengefaßt, was dagegen spricht, daß etwa das Profil durch das Tauernwestende dort, wo es rupturale Gefügebewegung zeigt „tektonisch“, wo es aber ceteris paribus wie im Süden akataklastisches Gefüge zeigt, „autoplast“ entstanden sei. Die Ansicht Lachmanns aber, daß die plastische Umformung der Steinsalzkristalle als korrelate Teilbewegung zur Deformation der Steinsalzlager keine Rolle spiele, scheint dem Ref. gut bewiesen und ein Hinweis auf die im Sinne des Ref. „präkristallin deformierten Gebirge“ sehr am Platze.

Die Möglichkeit, daß etwa bei der Einschaltung der Salzmassen tektonoplastische Gefügebewegung eine größere Rolle gespielt habe als dies darauffolgende Umkristallisation noch erkennen ließe, wird in dieser Arbeit nicht diskutiert; derartige würde der Abbildungskristallisation tektonoplastischer Gefüge in kristallinen Schiefen entsprechen, über ihre Wahrscheinlichkeit in den Salzmassen aber steht dem Ref. kein Urteil zu.

Es braucht schließlich kaum einen Hinweis darauf, zu welcher fruchtbaren Fragestellungen unsere tektonisch deformierten alpinen Salzlager gegenüber Lachmanns Gefügestudien und daraus abgeleitete Ansichten über autoplaste Salzdeformation führen und es schien dies Grund genug, die jüngste der zahlreichen einschlägigen Studien Lachmanns hier zu referieren. (B. Sander.)