

## Plastische Umformung von Steinsalz und Sylvin unter allseitigem Druck.

Von

**F. Rinne** in Hannover.

Mit Taf. XII und 1 Textfigur.

Im Anschluss an Versuche über die Umformung von Kalkspath und Marmorsäulen unter allseitigem Druck<sup>1</sup> habe ich entsprechende Untersuchungen am Steinsalz gemacht. Die Ergebnisse seien im Folgenden mitgeteilt.

Das nähere Studium der weitgehend umgestalteten Kalkspathe und Marmore liess, wie s. Z. geschildert wurde, erkennen, dass eine durchgehende plastische Umformung trotz des äusseren Zusammenhalts der erzielten Gebilde nicht stattgehabt hatte. Bei den als klare Spaltrhomboëder den Versuchen unterworfenen Kalkspathen ging das bereits aus der Veränderung der Durchsichtigkeit in ein schneeiges Weiss hervor, was eben auf das Vorhandensein zahlreicher, wenn auch feinsten Sprünge, d. h. auf eine innere Zertrümmerung hinweist. Plastisch umgeformte Kalkspathe würden auch nach der Umgestaltung klar durchsichtig sein, wie es ja die Zwillingsverschiebung nach  $-\frac{1}{2}R$  (01 $\bar{1}$ 2) zeigt, bei der das abgeschobene und in sich plastisch umgeformte Stück klar bleibt. Da in den Dünnschliffen meiner umgeformten Kalkspathe und Marmore im Übrigen, abgesehen von den Zwillings-

<sup>1</sup> F. RINNE, Beitrag zur Kenntniss der Umformung von Kalkspathkrystallen und von Marmor unter allseitigem Druck. Dies. Jahrb. 1903. I. p. 160.

bildungen, sonstige stetig verschobene Stellen beobachtet wurden, so ist nicht ausgeschlossen, dass bei geeigneter Versuchsanordnung, insbesondere bei sehr langsam sich steigernder Druckwirkung und, zwecks Verminderung der inneren Reibung, erhöhter Temperatur, eine weitgehende plastische Umformung des genannten Minerals erreicht wird, worüber spätere Untersuchungen Aufschluss geben sollen.

Ein zweiter Umstand, welcher zeigte, dass bei den s. Z. beschriebenen Versuchen mit Kalkspath und Marmor keine plastische Umformung statthatte, war der Verlust des angewandten Materials an Festigkeit. Es ist mit PRANDTL anzunehmen, dass plastisch umgeformte Materialien vor und nach der Umgestaltung gleiche Festigkeit (Druck-, Zug-, Biegefestigkeit u. s. w.) haben. Das war bei den gewonnenen Kalkspath- und Marmorpräparaten offenbar nicht der Fall, wie schon der, trotz allgemeinen Zusammenhaltens, etwas mürbe Zustand der Materialien anzeigte.

Im Anschluss an diese Überlegungen stellte ich Versuche mit Steinsalz an, einem Material, bei dem nach den Untersuchungen von AUERBACH<sup>1</sup> über die absolute Härte dieser Substanz wohl zu vermuthen war, dass unter allseitigem Druck weitgehende plastische Formänderungen zu erzielen sein würden. Bei den HERTZ-AUERBACH'schen Messungen über die Härte verschiedener Körper hat sich nämlich herausgestellt, dass beim Steinsalz (und auch Flussspath), im Gegensatz z. B. zu Glas oder Quarz, beim Druck einer Steinsalzlinsen gegen eine Steinsalzplatte in letzterer kein Sprung entsteht, wie es bei dem spröden Quarz oder Glas nach Überschreitung der Elasticitätsgrenze statthat, sondern dass sich das Steinsalz dem Druck gewissermaassen anpasst, insofern auf der Linse eine dauernde Abplattung und auf der Platte eine dauernde Mulde sich herausbildet.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass KICK bei seinen bereits in meiner Abhandlung über die Umformung von Kalkspath erwähnten Versuchen auch Steinsalz in ganz entsprechender Art behandelte. Wenngleich die Umformungen nicht sehr

---

<sup>1</sup> F. AUERBACH, Über Härtemessung, insbesondere an plastischen Körpern. *Annal. d. Physik u. Chemie.* 1892, Bd. 45. 262.

weit getrieben wurden, so wurden doch schon sehr bemerkenswerthe Gestaltsveränderungen, z. B. das Zusammenpressen einer 10,5 mm hohen Steinsalzsäule auf 7—8 mm unter gleichzeitiger seitlicher Ausbauchung, erzielt, ohne dass Zertrümmerung eintrat und ohne dass hierbei das Material seine Durchsichtigkeit einbüsste.

O. LEHMANN<sup>1</sup> presste einen Steinsalzkrystall in einer Presse und erhielt eine wenigstens in der Mitte durchsichtige Platte.

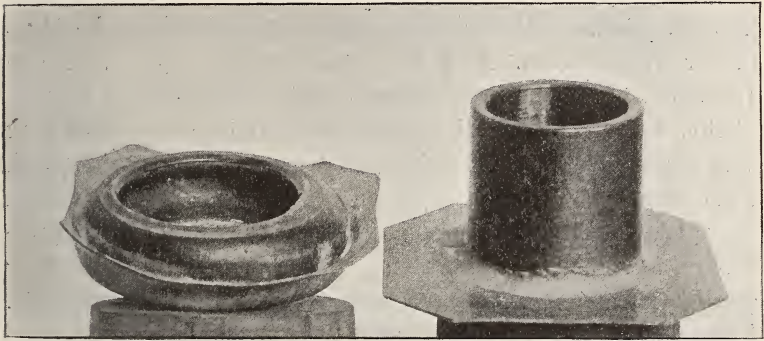
So war also durchaus zu hoffen, sehr weitgehend umgeformte Steinsalzpräparate erzielen zu können, an denen durch genauere, z. B. optische Untersuchung dann festzustellen wäre, ob plastische Umformung erreicht sei oder nicht.

Meine Versuche wurden in derselben Art angestellt, wie es bei denen mit Kalkspath als zu drückendem Material geschah. Ich benutzte Kupfercylinder mit einer etwas grösseren Wandstärke als früher, nämlich von 3 mm Manteldicke bei 26 mm lichter Weite und etwa 30 mm Höhe. Das Kupferrohr war, wie früher, auf eine kleine Weissblechscheibe sorgfältig gelöthet (Textfig. 1, rechts). Zunächst liess ich eine Schicht geschmolzenen Alauns auf dem Boden des Gefässes erstarren, dann wurde der Probekörper eingestellt und mit flüssigem Alaun umgossen. Eine überstehende Alaunkuppe wurde mit scharfem Messer eingeebnet und das Ganze nun zwischen die Platten der auch früher benutzten SCHENK'schen Maschine gebracht, die mein College Prof. FRESE, als Vorstand des maschinentechnischen Laboratoriums unserer Hochschule, freundlichst zur Verfügung stellte.

Die beschickten Cylinder hielten ohne Rissbildung erstaunlich weitgehende Formveränderungen aus, wie es z. B. Textfig. 1 zeigt, in der rechts ein ungebrauchtes und links ein gefüllt gestauchtes und nachher von seiner Beschickung befreites Druckgefäss abgebildet ist. Der angewandte Druck betrug in dem vorliegenden Falle etwa 30 000 kg. Er vertheilt sich auf 15 qcm, so dass der sehr kräftige Einheitsdruck von etwa 2000 kg/qcm ausgeübt wurde. Die Höhen-

<sup>1</sup> O. LEHMANN, Plastische, fliessende und flüssige Krystalle. Annal. d. Phys. 1903. 12. 311.

verminderung des Gefässes beträgt 57 ‰, die Umfangsdehnung 65 ‰. Sehr eigenartig und lehrreich ist auch das Verhalten des Weissblechbodens am Druckgefäss. Er ist in der aus der Textfig. 1 ersichtlichen regelmässigen Art emporgewölbt und im Übrigen, angepresst an die untere Druckplatte der Maschine, unter Dickenverminderung förmlich radial auseinandergeflossen. Der kreisförmige Zusammenhang zwischen dem unteren Rande des Kupfercylinders und dem Weissblechboden hat sich anscheinend nicht gelöst, die Metalle passten sich dem Druck durch Vergrösserung der Bodenfläche der



Textfig. 1.

Hülse an. Der Durchmesser letzterer betrug vor der Druckausübung 26 mm, nachher 30 mm. Stärker erweitert ist die obere Mündung der Druckhülse, nämlich von 26 mm auf 33 zu 36 mm.

Bei anderen Versuchen konnte der Druck auf das Gefäss auf 43000 kg gesteigert werden, ohne dass Risse im Kupfermantel erschienen. Bei minder weitgehenden Umformungen wurde bei geringeren Drucken aufgehört. Die Dauer der Druckversuche wechselte von je 8—25 Minuten.

Als Probekörper verwandt wurden klare, nach dem Würfelformig gespaltene Steinsalz- und Sylvinkristalle. Nach der Druckausübung konnten sie leicht aus ihrer Alaunhülle durch Kochen des Gefässes und seines Inhaltes in einer gesättigten Kochsalz- bzw. Chlorkaliumlösung herauspräpariert werden.



Die Steinsalz- und Sylvinspaltstücke erwiesen sich in überraschend weitgehender und vollkommener Art plastisch umgeformt.

Die Abbildungen auf Taf. XII geben eine gute Vorstellung von dem Maasse der Veränderung, wobei zu vermerken ist, dass die mittlere Fig. IV einen Ausgangskörper und dass die übrigen Figuren Ansichten und Schnitte durch gedrückte Körper vorstellen.

Zunächst ist hervorzuheben, dass es gelingt, auch bei der weitgehendsten Umformung die Durchsichtigkeit der Materialien zu bewahren, so dass z. B. durch die wohl gelungenen Präparate hindurch Schriftzeichen mühelos gelesen werden können. Damit sei aber nicht gesagt, dass die Versuche stets in der Art gelingen. Es kann leicht kommen, dass z. B. eine Luftblase an dem Versuchsobject beim Einschmelzen hängen bleibt, auf die Weise eine bedeutende Ungleichmässigkeit in dem umschliessenden Material und demzufolge Stosswirkungen beim Druck zu Stande kommen. Auf diese Weise mögen weissliche, also offenbar von inneren Spältchen durchsetzte Stellen an einigen Präparaten, weiterhin auch fast in ihrer ganzen Masse weissliche Versuchskörper zu erklären sein. Ferner wird die Schnelligkeit der Drucksteigerung nicht ohne Einfluss sein, und es ist anzunehmen, dass unter im Übrigen gleichen Umständen recht allmähliche Druckvergrösserung günstig auf geschmeidige, bruchlose Umformung hinwirken wird, während plötzliche Druckäusserung zu Zertrümmerungen führen kann.

Im Einklang mit der gut bewahrten Durchsichtigkeit steht der vortreffliche Zusammenhalt, den die umgeformten Steinsalze und Sylvine zeigen. Wohl gelungene Präparate sind durchaus nicht etwa krümelig, erscheinen vielmehr so fest, wie ungespresstes Steinsalz ist. Charakteristischer Weise sind in den weitgehend umgestalteten Massen bei gutem Gelingen auch keine Spaltrisse zu beobachten. Die Theile haben sich ohne jede Unstetigkeit, dem Drucke nachgebend, aneinander verschoben. U. d. M. bei gekreuzten Nicols und unter Anwendung eines Gypsblättchens vom Roth 1. Ordnung zeigen gleichmässig klare Steinsalz- bzw. Sylvinpräparate keine Doppelbrechung, was beweist, dass keine inneren Spannungen

vorhanden sind. Nur bei den weniger gut gelungenen Umformungen beobachtet man an den erwähnten Stellen mit weisslicher Trübung eine, wenn auch sehr geringe Einwirkung auf das polarisirte Licht.

Das specifische Gewicht eines gepressten Stückes war gegenüber dem von ungepresstem Steinsalz nicht verändert.

Was die Lage der Steinsalztheilchen zu einander in den vorliegenden umgestalteten Körpern anlangt, so muss berücksichtigt werden, dass die Längsrichtung der dem Druck unterworfenen Salzsäulen mit der Hauptstreckung der Druckcylinder und demnach mit der Richtung des Maximaldruckes zusammenfiel. Demzufolge sind die Krystalle unter Verkürzung ihrer Längsrichtung und unter entsprechender seitlicher Verbreiterung in Richtung einer Würfelfächennormale zu Platten zusammengedrückt. Im Groben laufen nun die Spaltrichtungen noch den früheren Richtungen parallel, wie man sich durch Spaltversuche und durch die Beobachtung von Spalttrissen an minder vollkommen umgeformten Stücken überzeugen kann. Jedoch ist das nur hinsichtlich der allgemeinen Richtung der Fall, im Einzelnen betrachtend sieht man sehr deutlich einen sich hin und her biegenden Verlauf der Spaltflächen; es ist also kein strenger Parallelismus der Theilchen vorhanden, wie das auch von vornherein nicht anzunehmen ist. Beim Durchbrechen von Präparaten erschien die Bruchfläche in kleinkörniger Structur.

Sei es gestattet, nun auf einige Präparate im Besonderen einzugehen.

Wie schon erwähnt, besaßen die Ausgangskörper im Allgemeinen die Gestalt der Fig. IV Taf. XII. Die Umformungen wurden verschieden weit geführt. So stellt z. B. Fig. VI Taf. XII ein etwa im Mittelzustand der erreichbaren Umformung gebliebenes Präparat dar. Die Unterfläche ist wenig vergrössert und noch eben; sie misst 14 zu 14 mm im Gegensatz zur schüsselförmig eingesenkten oberen Fläche mit 18 zu 19 mm. Die früher parallelen Seitenkanten sind eigenartig geschwungen, wie es die Figur zeigt. Ein weiter geführtes Stadium stellen Fig. VIIa und VIIb Taf. XII dar, die zusammengehören als Ansicht von oben und senkrechter Schnitt. Es hat sich bei dem betreffenden Körper eine merkwürdige Ausbildung der Ober-

fläche eingestellt, die noch mehr bei den noch stärker umgestalteten Präparaten I—III und V sich geltend macht. Die Oberfläche ist nämlich eigenartig knorpelig uneben, wie von kleinen, unregelmässig gruppirtten Wellen bedeckt. Es ist versucht, die Erscheinung in ihren Hauptzügen abzubilden, die Wellensysteme setzen sich aber noch feiner fort, als die Figuren zeigen, und das Mikroskop lässt dazu dann ein merkwürdig warziges bezw. gekörnelttes Bild der Oberfläche erkennen. Es hängt diese Erscheinung natürlich mit der Nachgiebigkeit des Steinsalzes bezw. Sylvins zusammen, die sich im Grossen den durch Druck gegebenen Ausweichungsrichtungen anpassten und sich auch im Kleinen den Raumverhältnissen gewissermaassen anschmiegen, die durch das Verschieben der die Präparate umschliessenden Krystalle des Alaunaggregates gegeben wurden.

Ein hübsches Präparat ist in Fig. Va und Vb Taf. XII dargestellt. Es zeigt recht schön die Wirkung eines schrägen, auswalzenden Druckes auf den plastisch verschiebbaren Körper. Er ist gewaltig gestaucht, aber dabei nicht gleichmässig radial ausgewichen, vielmehr nach einer Seite (diagonal nach links oben) hinüberschoben. Die Unterfläche ist, wie ursprünglich, etwa 12 zu 13 mm gross, die obere Fläche misst etwa 17 zu 19 mm, so dass die Flächeninhalte der ehemals gleich grossen unteren und oberen Fläche sich wie 1 : 2 verhalten. Die eigenartige Hohlkehle, welche die beiden erwähnten Flächen nach den abgeschobenen Seiten verbindet, ist aus der Schnittfläche Fig. Vb Taf. XII gut zu erkennen.

Stärker noch als bei dem soeben erwähnten Präparat ist die Stauchung und entsprechend das seitliche Auseinanderfliessen bei den in Fig. II und III Taf. XII gezeichneten Druckkörpern. Einige Stellen der früher säuligen, nun durchaus plattigen Steinsalzmassen sind bereits recht dünn. Gewiss würde bei noch weiter geführtem Pressen eine Abschnürung in getrennte Theile stattgefunden haben.

Die Fig. I Taf. XII schliesslich bezieht sich auf Sylvin, der sich, wie ersichtlich, in der in Rede stehenden Hinsicht gerade wie Steinsalz verhält. Dies aus einer Spaltsäule von den Maassen 16 : 11 : 10 mm hergestellte Präparat zeigt die Umformung in sehr weit gediehenem Zustande. Der Sylvin



wurde in das Druckgefäß nicht mit seiner Säulenlängsrichtung parallel der Hauptdruckrichtung gestellt, vielmehr mit einer Würfecke, die durch eine kleine Oktaëderfläche abgestumpft war, nach oben. Das drückt sich denn auch, wie leicht aus Fig. I Taf. XII zu ersehen ist, in dem erhaltenen Präparat aus, das im Gegensatz zu den Präparaten der Fig. II, III, V und VI Taf. XII, die von oben gesehen viereckig erscheinen, roh sechseckigen Umriss zeigt, entsprechend dem horizontalen Medianschnitt durch einen mit seiner trigonalen Axe senkrecht stehenden Würfel. Zudem stellen sich die drei in eine Würfecke zusammenstrebenden Kanten auch in dem Druckkörper der Fig. I Taf. XII durch drei verrundete Rippen noch gut dar, die nach drei abwechselnden Ecken laufend unter etwa  $120^\circ$  zu einander neigen, wie es die Würfelkanten in ihrer Projection auf die erwähnte Medianebene thun. In Wirklichkeit sind ja auch die Würfelkanten projectionsartig in eine mittlere Ebene heruntergedrückt. Auf der Unterseite des in Fig. I Taf. XII dargestellten Präparats liegen die Andeutungen der früheren drei unteren Würfelkanten natürlich entsprechend verwendet. Das Maass der Stauchung ist ausserordentlich gross, denn die Dicke des Präparates, die in Verhältniss zur früheren Länge der trigonalen Axe zu setzen ist, ist sehr gering, stellenweise fast gleich Null; ja, an einer Stelle der Platte ist ihre Dicke in der That gleich Null, d. h. hier ist ein kleines Loch vorhanden, das durch völliges Wegquetschen des Sylvins zuwege gekommen ist.

Im Überblick über die Erfahrungen von AUERBACH, KICK und O. LEHMANN, sowie im Hinblick auf die Ergebnisse der oben geschilderten Versuche tritt als sicheres Ergebniss heraus, dass Steinsalz und Sylvin sehr weitgehende Umformungen in der That plastischer Art gestatten. Danach ist es sehr wahrscheinlich, dass auch in der Natur am genannten Material solche Umgestaltungen sich gelegentlich dort vollzogen haben, wo Salzlager von gebirgsbildendem Druck beeinflusst sind. Leider ist eine systematische petrographische Durchforschung der Salzlager noch nicht gemacht, so dass ausgiebige Erfahrungen, z. B. durch Beobachtungen in Schliften, in der in Rede stehenden Hinsicht bislang nicht vorliegen.

Vom allgemeinen Standpunkt aus ist es aber auch schon

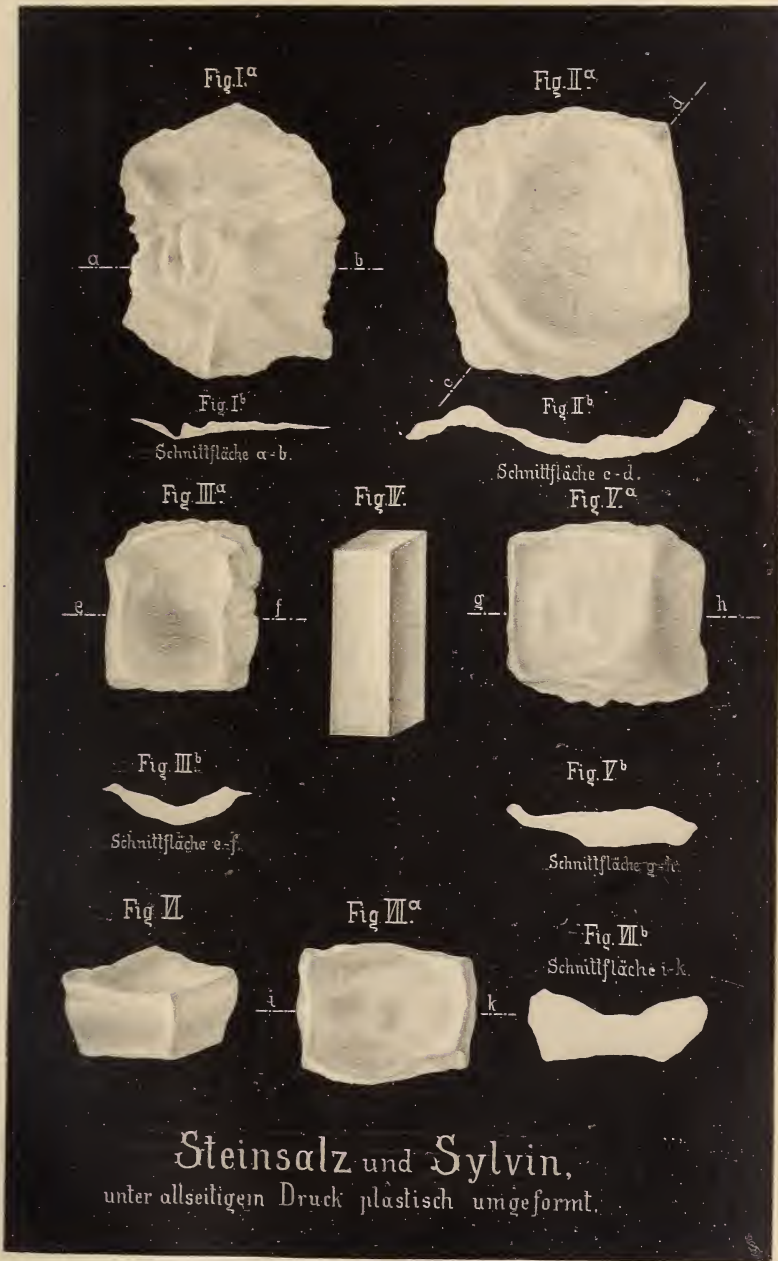


von Interesse, zu sehen, dass es gesteinsbildende Materialien giebt, die einer weitgehenden wirklich plastischen Umformung fähig sind.

Vom Steinsalz, das unter allseitigem Druck leicht plastisch umgeformt werden kann, geht es über den Kalkspath, der eine Mittelstellung einnimmt, zu den ausgesprochen spröden Materialien, zu denen z. B. Quarz und Feldspath zu rechnen sind. Es erhebt sich nun die Frage, ob Bedingungen geschaffen werden können und diese vielleicht auch in der Natur gelegentlich vorauszusetzen sind, unter denen unter gewöhnlichen Umständen spröde Körper sich plastisch verhalten.

Durch weitere Versuche gedenke ich dieser Frage näher zu treten.

Hannover, Mineralog.-geol. Institut der Techn. Hochschule.



Rinne: Umformung von Steinsalz und Sylvin.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [1904](#)

Autor(en)/Author(s): Rinne Friedrich

Artikel/Article: [Plastische Umformung von Steinsalz und Sylvin unter allseitigem Druck. 114-122](#)