

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

11. Die Aenderung des optischen Achsenwinkels in Gips bei höherer Temperatur.

Von R. Brauns.

In der Zeitschrift für Kristallographie (46. p. 144—153)¹ teilt A. E. TURTON, von dem MITSCHERLICH'schen Versuche ausgehend, Beobachtungen über die optischen Konstanten von Gips bei verschiedenen Temperaturen mit, u. a. auch solche über die Größe von $2E$ bei höheren Temperaturen. Das einachsige Interferenzbild tritt hiernach in allen untersuchten Platten erst bei über 100° C auf, in verschiedenen Platten aber nicht genau bei derselben Temperatur, in einer für Na-Licht bei $105,2^{\circ}$, in andern bei $109,5^{\circ}$, $114,2^{\circ}$ und $111,3^{\circ}$ (korrig. Temp.). „Die Krenzungstemperatur ist gewöhnlich“, so schließt TURTON, „in den Textbüchern als 116° für Rot gegeben, während die wirkliche (korrigierte) Temperatur bei verschiedenen Kristallen von $104,5^{\circ}$ bis zu 113° variiert“ (für Rot).

Die Messungen von $2E$ bei höheren Temperaturen wurden von TURTON mit Hilfe des Erhitzungsapparates ausgeführt, welcher dem neuesten Typus des FUESS'schen Achsenwinkelgoniometers (großes Modell) beigegeben wird. Die Temperaturen, höher als die gewöhnlichen, sind für die Wärmeleitung des Kristallhalters korrigiert worden, welcher aus Platin besonders konstruiert war, um diese Korrektion auf ein Minimum zu reduzieren. Die Korrektion wurde bestimmt, indem der Kristall durch das Kölbchen eines sehr kleinen Thermometers ersetzt wurde; sie betrug nicht weniger als 7° in der Nähe von 100° , so daß die von TURTON mitgeteilten korrigierten Werte um diesen Betrag niedriger sind als die unkorrigierten Werte, aber doch, wie die obigen Zahlen zeigen, ausnahmslos über 100° C liegen.

Auffallend sind bei diesen Ergebnissen die starken Schwankungen in der Temperatur (9°), bei der die Einachsigkeit erreicht wird, und die Abweichungen von den Bestimmungen MITSCHERLICH's². Nach diesen fallen die optischen Achsen bei etwa $73\frac{1}{2}^{\circ}$ R

¹ Referat im N. Jahrb. f. Min. etc. 1910. II. -364-.

² E. MITSCHERLICH, Über die Veränderung der doppelten Strahlenbrechung durch die Wärme. POGGENDORFF's Annalen 1826. VIII, p. 520 (Notiz über eine im vorhergegangenen November in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin gehaltene Vorlesung über diesen Gegenstand).

zusammen und öffnen sich bei höher steigender Temperatur in der zur ersten senkrechten Ebene (b c). Es heißt hierüber wörtlich: „Erhöht man die Temperatur, so wird dieser Winkel (der optischen Achsen) kleiner, und bei einer Temperatur von ungefähr $73\frac{1}{2}^{\circ}$ R fallen die optischen Achsen zusammen, so daß alsdann die Erscheinungen denen bei einem einachsigen Kristalle gleich werden. Jenseits dieser Temperatur gehen die Achsen wiederum auseinander, und zwar in einer Ebene, die auf der früheren senkrecht steht. Beim Erkalten finden dieselben Erscheinungen in umgekehrter Ordnung statt. Die Änderungen geschehen mit zunehmender Temperatur in einem steigenden Verhältnis.“ Während die Angaben MITSCHERLICH's über die Höhe der Temperatur von anderen Autoren¹ übernommen worden sind, ist bei ihnen der letzte, nicht unwichtige Satz ausgefallen. In der Tat kann man auch den von TUTTON mitgeteilten Messungen wenigstens das entnehmen, daß in gleichem Temperaturintervall bei höherer Temperatur der Achsenwinkel stärker abnimmt als bei tieferer Temperatur. Während in dem Intervall von $11,5^{\circ}$ bis 48° (korr.) der Achsenwinkel 2 E für Li um 25° abnimmt, beträgt in dem um 10° kleineren Intervall von 48° bis 75° (korr.) die Abnahme 22° , in dem Intervall von 75° bis $104,5^{\circ}$ (korr.) aber 52° , das ist ungefähr $1,8^{\circ}$ für je einen Grad C, während in dem Intervall von $11,5^{\circ}$ bis 75° die Abnahme von 2 E nur $0,7^{\circ}$ für je einen Grad Celsius beträgt. Wenn die Messungen selbst auch nicht einwandfrei sind, wie ich zeigen werde, so dürfte doch daraus hervorgehen, daß die Änderungen des optischen Achsenwinkels zwischen 75° und 100° außerordentlich groß sind; dies ist für die Beurteilung der Ergebnisse von Wichtigkeit.

Daß die Geschwindigkeit, mit der die Achsen sich gegeneinander bewegen, für beide sehr verschieden ist, die eine sich beinahe halbmal schneller als die andere bewegt, hat F. E. NEUMANN gefunden²; zugleich weist NEUMANN darauf hin, daß eine Temperaturveränderung von nur $0,1^{\circ}$ schon eine merkliche Veränderung in der Lage der Achsen hervorbringt; die anfangs geringe Übereinstimmung seiner einzelnen Beobachtungen führt er hierauf zurück. Als Temperatur, bei der die Achsen sich vereinigen, wird unter Berufung auf MITSCHERLICH's schöne Entdeckung $70-80^{\circ}$ R genannt, ohne daß NEUMANN selbst diese Temperatur aufs neue bestimmt hätte.

Die Angabe, daß die optischen Achsen erst bei 116° C zu-

¹ A. QUENSTEDT, Handbuch der Mineralogie. 3. Aufl. p. 127 (gibt 70° R an). — P. GROTH, Physikalische Kristallographie. 4. Aufl. p. 195. Hier heißt es, daß der Achsenwinkel schon bei einer noch unter 100° C befindlichen Temperatur gleich Null wird.

² F. E. NEUMANN, POGGENDORFF's Annalen. 35. p. 85. 1835.

sammenfallen, rührt von DES CLOIZEAUX¹ her. Nach ihm vereinigen sich die Achsen für Rot bei 116°, während die für Blau schon in einer zur Symmetrieebene senkrechten Ebene merkbar geöffnet sind; bei 120° C öffnen sich die roten Achsen ihrerseits in dieser Ebene. Zwischen 120 und 125°, einer Temperatur, die man nicht überschreiten darf, ohne daß die Durchsichtigkeit und Zusammensetzung des Gips leidet², vergrößert sich die Entfernung der Achsen weiter für alle Farben; aber trotz der neuen Orientierung zeigen die Achsen keine merkbare horizontale Dispersion. Diese Angaben sind in die Mehrzahl der späteren Lehrbücher übernommen worden³.

Es läßt sich nun sehr leicht zeigen, daß die Angaben von MITSCHERLICH im wesentlichen richtig sind, die von DES CLOIZEAUX aber und die von TUTTON nicht richtig sein können. Ich führe die Erscheinung seit vielen Jahren in der Vorlesung vor, in Gießen, Kiel und Bonn, habe hier immer wieder andere Platten benutzt, aber jedesmal nicht nur Einachsigkeit, sondern auch Öffnung des Achsenwinkels senkrecht zur Symmetrieebene erreicht, den Gips dabei doch nur auf dem Wasserbad erwärmt⁴. Von der Herkunft der Gipsplatten, der Einrichtung des Projektionsapparates oder des zur Verwendung kommenden Instrumentes hängt das Gelingen des Versuches jedenfalls nicht ab; sobald der Apparat so gerichtet ist, daß ich überhaupt die Erscheinungen im konvergenten polarisierten Licht an dickeren Platten projizieren kann, kann ich damit auch die Änderung des optischen Achsenwinkels in Gips vorführen. Ich benutze bald einen Polarisationsapparat für konvergentes Licht, bald das hierzu eingerichtete Mikroskop; die Erwärmung der Platte kommt in meinem Projektionsapparat, im Gegensatz zu dem, welchen TUTTON benutzt hat, gar nicht in Betracht. Die Erwärmung des Gipses nehme ich überhaupt nicht während der Projektion im Apparat vor, sondern vorher, und zeige die Erscheinung rückläufig bei der Abkühlung. Auch darauf, ob die Platte zur Erwärmung in einem Metallrahmen mon-

¹ DES CLOIZEAUX, *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux*. Paris 1867. p. 135.

² Die Temperatur, bei der Gips sich unter Bildung von sogen. Halhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) verwandelt, liegt nach den Untersuchungen von VAN'T HOFF bei 107° (Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1900. No. 18 der Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozean. Salzablagerungen; auch Neues Jahrb. 1902. II. -6-), die Umwandlung erleidet aber leicht Verzögerung und tritt meist erst bei 120° ein.

³ BAUER, *Lehrbuch der Mineralogie*. 2. Aufl. p. 852. — DANA, *System of Mineralogy*. 6. Aufl. p. 935. — LIEBISCH, *Grundriß der physik. Kristallographie*. p. 409. — NAUMANN-ZIRKEL, *Elemente der Mineralogie*. 14. Aufl. p. 244. — TSCHERMAK, *Lehrbuch der Mineralogie*. 5. Aufl. p. 215.

⁴ Vergl. R. BRAUNS, *Das Mineralreich*. p. 411. 1903.

tiert ist oder nicht, kommt es nicht an, jedoch scheint mir ein solcher Rahmen (auch von TUTTON benutzt), in dem z. B. STEEG die Platten häufig liefert, wenig geeignet, die Erwärmung der Platte zu vermitteln, da, wenn er an dem hervorragenden Teil mit einer kleinen Bunsenflamme erwärmt wird, die Erwärmung ungleichmäßig erfolgt und leicht zu hoch werden kann, wodurch der Gips trüb wird. Ich habe es am praktischsten gefunden, die Platte mit wenig Canadabalsam auf einen Objektträger zu befestigen, weil man da am besten mit ihr hantieren kann. Um über die Lage der optischen Achsenebene orientiert zu sein und das Präparat schnell in richtiger Lage in den Polarisationsapparat einschieben zu können, empfiehlt es sich, die Platte so aufzukleben, daß die Symmetrieebene einer Kante des Objektträgers parallel ist.

Die Hauptsache für das Gelingen des Versuches ist, daß die Gipsplatte gleichmäßig durchwärmt ist. Bleibt die Temperatur innerhalb der Platte unter der außerhalb, welche das Thermometer anzeigt, so muß sich dies, wie vorher dargelegt, in der Größe des Achsenwinkels sehr stark bemerkbar machen; bei 10° Temperaturdifferenz um 18 bis 20° für $2E$ in dem Gebiet, in dem $2E$ der Null sich nähert. Neben der Korrektur für die Wärmeleitung des Plattenhalter, die TUTTON mit 7° in Rechnung stellt, käme die unvollkommenere Durchwärmung viel mehr in Betracht; wird die Gipsplatte auf Glas montiert, so dürfte eine Korrektur für die Wärmeleitung überhaupt fortfallen. Für den Vorlesungsversuch lasse ich die auf einem Objektträger festgeklebte Gipsplatte eine halbe Stunde auf dem Wasserbad liegen und bedecke sie während dieser Zeit mit einem Uhrglas. Es kommt nur darauf an, sie schnell unter den Apparat zu bringen; sie erweist sich da als zweiachsig mit kleinem Achsenwinkel, der schnell Null durchläuft und darauf größer wird, bis die Hyperbeln den äußersten Rand des Gesichtsfeldes erreicht haben; die Wärme im Apparat macht sich hierbei in keiner Weise störend bemerkbar. Der Versuch gelingt immer und die Erscheinung ist eine der schönsten, die man den Zuhörern vorführen kann.

Nachdem ich die Abhandlung von TUTTON kennen gelernt hatte, habe ich den Versuch in der Weise wiederholt, daß ich die Gipsplatte in einem Trockenschrank eine halbe Stunde lang auf 100° erwärmt und dann schnell in das mit BERTRAND'scher Linse und Okularmikrometer versehene Mikroskop gebracht habe. Trotzdem sich die Platte hierbei schon abgekühlt hatte, habe ich doch einen Achsenwinkel von 20 bis 30° in der zur Symmetrieebene senkrechten Ebene feststellen können.

Bei diesen Versuchen wäre es immerhin denkbar, daß die Kupferplatte im Innern des Trockenschrankes wärmer wird, als das Thermometer anzeigt, das sich dicht darüber befindet. Ich habe daher den Versuch wiederholt und die Platte (außer den alten

des min. Inst. auch neue von STEEG und REUTER bezogene) in einem doppelwandigen, mit Wasser gefüllten Trockenschrank auf genau 100° erwärmt, der Erfolg war derselbe, auch hier war die Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene und der Winkel der optischen Achsen $2E$, mit der SCHWARZMANN'schen Achsenwinkelskala gemessen, betrug 20 bis 30° , um in kurzer Zeit Null zu durchlaufen und in der zur ersten senkrechten Ebene schnell auseinander zu gehen.

Nach der Beobachtung unter dem Mikroskop genügte jedesmal eine Erwärmung von 5 Minuten, um auf's neue einen Achsenwinkel von 20 — 30° in der Ebene bc festzustellen. Es kann hiernach gar keinem Zweifel unterworfen sein, daß die Einachsigkeit in Gips erheblich unter 100° erreicht wird, daß bei 100° die Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene liegt und der Winkel der optischen Achsen bei dieser Temperatur größer als 20° ist.

Die für eine chemisch homogene Substanz auffallenden Schwankungen von $2E$, welche die Messungen von TUTTON ergeben haben, möchte ich nicht auf eine Verschiedenheit der optischen Konstanten in den untersuchten Gipsplatten, sondern, bei der großen Empfindlichkeit des Gipses gegen die Temperatur, auf unvollkommene und ungleichmäßige Durchwärmung zurückführen; ebenso kann es nur hieran liegen, daß TUTTON die Temperatur, bei der Einachsigkeit eintritt, auf über 100° bestimmt hat. Um die mit steigender Temperatur eintretenden Änderungen des optischen Achsenwinkels (wie der Brechungsexponenten) von Grad zu Grad genau messend zu verfolgen, müßte man einen Apparat haben, der vollständige und gleichmäßige Durchwärmung der Gipsplatte, genaue Messung der Temperatur und zugleich Beobachtung im konvergenten polarisierten Lichte gestattet. Zurzeit steht mir ein solcher Apparat — es wäre vielleicht an einen elektrisch heizbaren zu denken — nicht zur Verfügung, ich muß mich daher für jetzt mit den vorstehenden Angaben begnügen, die vielleicht dazu beitragen, den alten Beobachtungen MITSCHERLICH's zu ihrem Recht zu verhelfen und die Angaben über die optischen Eigenschaften eines so wichtigen Minerals wenigstens in einem Punkt richtigzustellen.

Ueber metameren Natrolith.

Von St. J. Thugutt¹.

An der Sauerbrunnenstraße bei Karlsbad, zwischen Satteltes und Schömitz, befindet sich ein Steinbruch, in welchem Basalt im Kontakt mit dem Phonolith angetroffen sind. Soweit der erstere frisch und unverändert erscheint, ist der letztere, nament-

¹ Der Warschauer Ges. d. Wissenschaften im Dezember 1910 vorgelegt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [1911](#)

Autor(en)/Author(s): Brauns Reinhard Anton

Artikel/Article: [Die Aenderung des optischen Achsenwinkels in Gips bei höherer Temperatur. 401-405](#)