

# Durchgang von $\alpha$ -Strahlen durch Kristallplatten.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

**Karl Heil und Max Reinganum.**

Mit 4 Abbildungen im Text.

---

Bekannte neuere Versuche über die Beugung der Röntgenstrahlen in Kristallen haben gezeigt, wie überraschend regelmäßig die Moleküle von Kristallen zu Raumgittern angeordnet sind. Man kann nun beim Durchgang korpuskularer Strahlen durch Kristalle zwar nicht dieselben Erscheinungen erwarten, wie bei einer Wellenbewegung im Falle der Röntgenstrahlen. Trotzdem läßt die erwähnte, große Regelmäßigkeit der Raumgitter es aus verschiedenen Gründen als wohl möglich erscheinen, daß korpuskulare Strahlen in verschiedenen Richtungen durch Kristalle verschieden gut hindurchgelassen werden.

Man kann dabei einerseits an besonders bevorzugte Durchgangskanäle denken, wie sie früher einmal versuchsweise von anderer Seite zur Erklärung der Wirkung von Röntgenstrahlen angenommen wurden.

Andererseits ließe sich vermuten, daß die in Kristallen in Vorzugsrichtungen schwingenden Elektronen auf die  $\alpha$ -Teilchen verschiedene Wirkung haben, je nach dem Winkel unter dem diese an den Atomen vorbeigehen.

Ein solcher Einfluß kann sich äußern:

1. in der Reichweite,
2. in der Streuung (Skatteringeffekt).

Wir machten es uns zur Aufgabe, den Einfluß auf die Reichweite zu untersuchen. Es geschah dies nach zwei Methoden, einer photographischen und einer elektrometrischen.

### 1. Photographische Methode.

Gehen von einem Punkte dicht über einer photographischen Platte  $\alpha$ -Strahlen aus, so treffen sie die Platte innerhalb einer Kreisfläche, deren Durchmesser von dem Abstand des Präparates und von der Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen in Luft abhängig ist.

Befindet sich nun zwischen Präparat und Platte eine sehr dünne Kristallplatte, so wird der Fleck zunächst bedeutend kleiner, da die schräger einfallenden Strahlen infolge der Bremswirkung des Kristallplättchens nicht mehr durchdringen. Ist diese Bremswirkung in den einzelnen Richtungen verschieden, so ist es auch der entsprechende Einfallswinkel der äußersten noch durchdringenden Strahlen, d. h. es tritt eine Veränderung der Kreisfigur des Fleckes ein.

Unter Umständen könnte die Wirkung auch nur darin bestehen, daß das Aussehen der Bahnen der  $\alpha$ -Teilchen auf der photographischen Platte an der Peripherie des Kreises in verschiedenen Richtungen verschieden ist. Zu allen Untersuchungen wurden die  $\alpha$ -Strahlen des Poloniums verwendet. Um brauchbare Resultate zu erzielen, mußte die Strahlungsquelle möglichst punktförmig sein.

Zu diesem Zweck wurde ein starkes Poloniumpräparat mit einer Nadelspitze berührt. Es wurden möglichst feine Nähnadeln benutzt. Die Spitze wurde unter dem Mikroskop geprüft und eventuell nachher von seitlich ansitzenden Körnchen befreit. Sie durfte nur vorne einen schwarzen Punkt haben. Um ein Abfallen des Körnchens zu verhindern, war die Nadelspitze vor dem Polonisieren mit einer Spur Zaponlack versehen worden.

Es ist leicht zu sehen, daß bei größerem Abstand der Nadelspitze von dem Kristallplättchen die Figur des Fleckes immer wenig von der Kreisform abweichen, der gesuchte Effekt sich immer weniger bemerkbar machen wird. Die Abweichung muß um so größer sein, je dichter sich die Nadel über die Platte befindet. Dagegen hat die Entfernung des Kristallplättchens von der photographischen Platte keinen Einfluß darauf. Da aber die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen durch den Durchgang durch den Kristall schon erheblich vermindert wird, empfahl es sich, das Kristallplättchen direkt auf die photographische Platte zu legen.

Gemäß den Ergebnissen von einem von uns<sup>1)</sup> sowie den sich anschließenden Untersuchungen von MICHL<sup>2)</sup> und FR. MAYER<sup>3)</sup> wurden photomechanische Platten (von R. JAHR in Dresden) verwandt. Für eine schleierfreie Entwicklung ergab Hydrochinon-entwickler in der Verdünnung 1 : 5 die besten Resultate.

Untersucht wurden dünne Kristallplättchen aus hellem Glimmer (Muscovit), der in der üblichen Weise gespalten wurde, ferner aus Gips und Quarz, die von FUESS in Berlin-Steglitz in einer Dicke von nur 10  $\mu$  bezogen worden waren. Leider gelang es der Firma nicht, diesen äußerst dünnen Plättchen eine spiegelglatte Oberfläche zu geben, sondern sie hatten, besonders das Gipsplättchen, eine etwas gekräuselte Oberfläche, wie unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen war. Dies beeinträchtigte naturgemäß die Sicherheit unserer Versuche, da gerade bei diesen Kristallen, wenn wenigstens die optische Analogie so weit Gültigkeit hat, ein größerer Effekt zu erwarten ist, als bei Glimmer, dessen in die Spaltfläche fallenden Achsen sich optisch sehr wenig voneinander unterscheiden.

Der Quarz war parallel zur optischen Achse geschliffen. Das Gipsplättchen war ein Spaltplättchen, also war seine Fläche parallel der Ebene zweier Elastizitätsachsen. Die Plättchen durften wegen ihrer starken Bremswirkung nicht dicker sein.

Zur Aufnahme wurde die Nadel mit dem stumpfen Ende in eine größere Korkscheibe gesteckt und mit ihrer Hilfe senkrecht auf die Kristallplatte gestellt. Um eine Beschädigung der zerbrechlichen Kristallplättchen zu verhüten, war die Nadel von einem weiteren Glasröhrchen umgeben, das etwas über die Spitze hinausragte und am anderen Ende fest mit der Nadel verkittet war. Die Kristallplatte lag ihrerseits auf der photographischen Platte.

Glimmer wurde in größeren Stückchen ohne weiteres aufgelegt, die Quarz- und Gipsplättchen waren über 4 mm große Öffnungen auf Glasplatten gekittet. Eine solche Größe der Plättchen genügte, da die Ausdehnung des Fleckes nur 1—2 mm betrug. Die Apparatur wurde lichtdicht an einem erschütterungsfreien Ort 5—14 Stunden stehen lassen. Die Expositionszeiten waren durch die geringen Poloniummengen an der Nadelspitze bedingt.

Die Untersuchungen der Flecke wurden unter dem Mikroskop

1) M. REINGANUM, Phys. Zeitschr. **12**, p. 1076, 1911.

2) W. MICHL, Wien. Ber. II a, **121**, p. 1431, 1912.

3) F. MAYER, Über die Zerstreuung der  $\alpha$ -Strahlen (Freiburger Dissertation, s. auch Ann. d. Phys. **41**, p. 931 1913).

ausgeführt, meist mit direkter Beleuchtung, teilweise mit Dunkelfeldbeleuchtung.

Die Versuche mit Glimmerplättchen (Dicke unter  $10 \mu$ ) ergaben keinen bemerkbaren Unterschied. Die Flecke sind symmetrisch und ihre Dichte nimmt gleichmäßig nach außen ab. Während der innerste, der Nadelspitze direkt gegenüberliegende Teil aus unregelmäßig und dicht gelegenen Punkten besteht, haben die mehr peripheren Teile strahlenförmiges Aussehen, entsprechend den radial verlaufenden Bahnen der  $\alpha$ -Teilchen.

Die mit den Gips- und Quarzplättchen erhaltenen Flecke sind im allgemeinen kleiner, entsprechend der größeren Dicke der Plättchen. Sehr starke Abweichungen von der Kreisform sind jedenfalls nicht vorhanden.

Eine Aufnahme mit Gips, und zwar die am störungsfreisten entwickelte, weicht jedoch in ihrem inneren Teile deutlich von der Kreisform ab. Der innere Teil dieses Fleckes ist nämlich dichter und deutlich rautenförmig. Die Ecke der Raute weisen nach den Schwingungsrichtungen, so daß also die Reichweite in Richtung der beiden Achsen vergrößert erscheint (s. Fig. 1).

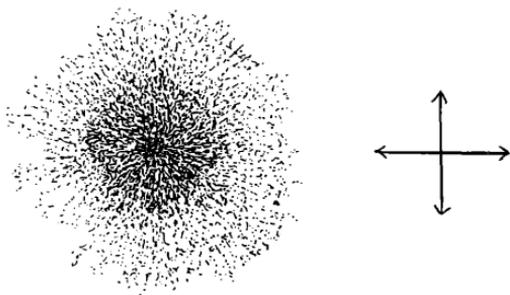


Fig. 1.

Das Kreuz rechts bedeutet die Schwingungsrichtungen im Kristallplättchen.

Die rautenförmige Figur war größer, als daß sie durch Unregelmäßigkeiten der Nadelspitze verursacht sein konnte. Die Diagonalen sind 1,4 und 1,5, die Kanten 1,2 und 1,3 mm lang. Sie setzt sich jedoch nach außen in einen schwächeren Fleck fort, an dem man keine Abweichung von der Kreisform feststellen konnte.

Von Gips war dies die bestgelungene Aufnahme. Insofern möchten wir das Resultat als wahrscheinlich reell hinstellen. Eine Reihe von Aufnahmen mißlingen aus verschiedenen Gründen (Platte verschleiert, Bruch der sehr empfindlichen Kristallplättchen usw.).

Bei Quarz, mit dem allerdings keine sehr gute Aufnahme gelang, war nichts zu bemerken.

Abzählen der Zahl der Punktreihen an verschiedenen Stellen der Peripherie der Flecke und der Anzahl der Punkte in einer Reihe in einem bestimmten Abstand vom Mittelpunkt des Fleckes ergab keine Anhaltspunkte für besondere Bevorzugung bestimmter Richtungen. Bei diesen mühsamen Auswertungen der Platten wurden sehr starke Vergrößerungen angewandt.

## 2. Elektrometrische Methode.

Ferner suchten wir einen Einfluß der Orientierung von Kristallplatten auf die Reichweite durch eine elektrometrische Methode zu finden, entsprechend derjenigen, die sich früher zur Messung kleiner Reichweiteänderungen bewährt hatte.<sup>1)</sup>

Die Vorversuche hierzu waren von Herrn J. KOENIGSBERGER zusammen mit einem von uns (REINGANUM) begonnen.

Da man nicht aus einem Kristall zwei sehr dünne Plättchen von verschiedener Orientierung aber genügend genau gleicher Dicke schneiden kann, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen.

Es wurde eine Kristallplatte parallel zur Ebene zweier Elastizitätsachsen verwandt, und diese in schräger Richtung von den  $\alpha$ -Strahlen durchsetzt. Wird nun die Platte in ihrer eigenen Ebene gedreht, so ist klar, daß sich der Winkel, den die  $\alpha$ -Strahlen mit den Elastizitätsachsen im Kristall bilden, verändern muß.

Die Bahn der  $\alpha$ -Teilchen in der schräg durchsetzten Kristallplatte läßt sich nämlich geometrisch aus zwei Komponenten zusammengesetzt denken, von denen die eine in die Normale der Platte fällt und gleich deren Dicke ist, während die andere in der Ebene der Platte liegt. Dreht man nun die Platte in ihrer eigenen Ebene, so ändern sich die Winkel, die die Elastizitätsachsen im Kristall mit dieser letzten Komponentenrichtung bilden.

Einerseits muß es natürlich günstig sein, die Platte möglichst schräg gegen die Richtung der  $\alpha$ -Strahlen zu stellen. Andererseits ist dem jedoch eine Grenze dadurch gesetzt, daß der Weg in der Platte kleiner als die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen in dem betreffenden Material bleiben muß. Praktisch empfahl es sich, einen Winkel von  $45^\circ$  zwischen Plattennormale und Bahnrichtung der  $\alpha$ -Teilchen nicht zu sehr zu überschreiten.

1) M. REINGANUM, Veränderung der Reichweite von  $\alpha$ -Strahlen durch elektrische Potentiale. Ann. d. Phys. **33**, p. 134, 1910.

Die vorher erwähnte Methode kleine Reichweitenänderungen zu messen, bestand darin, daß der an der Grenze der Reichweite im Gebiet des stärksten Abfalls der Ionisation erzeugte Ionisationsstrom durch die zeitliche Entladung eines Elektrometers gemessen wurde, sodann nach Änderung der Reichweite (damals durch Anlegen elektrischer Potentiale an das Präparat) der Abstand des Präparates so geändert wurde, daß die Entladungsgeschwindigkeit wieder dieselbe wurde. Bei unseren jetzigen Untersuchungen wurden die Reichweitänderungen, die durch Drehen der Platte entstanden, nicht durch Änderung des Präparatabstandes kompensiert, sondern wir beobachteten nur die Änderungen der Entladungsgeschwindigkeiten bei Drehung der Platte in ihrer Ebene.

#### Versuchsordnung.

Das Elektrometer war das von WULFF angegebene. Die Entladezeiten zwischen bestimmten Teilstrichen wurden nur an einem der beiden Fäden abgelesen.

Die Ionisationskammer war in folgender Weise hergestellt. Durch einen etwas konischen Bernsteinpfropfen von einem mittleren Durchmesser von 4 mm und einer Länge von 15 mm war eine 12 cm lange und 2 mm dicke Stahl-nadel so durchgesteckt, daß ihr eines Ende 4 mm über das spitzere Ende des Pfropfens herausragte. Das andere Ende war mit dem Elektrometer verbunden. Die Nadel lag horizontal und war, soweit sie aus dem Elektrometer herausragte, statisch geschützt. Auf den Bernstein war ein kleiner Metallkonus aus Silberfolie übergestülpt, der um Bruchteile eines Millimeters über das etwas dünner gefeilte Ende der Nadel herausragte und dort einen freien Durchmesser von 1,8 mm hatte.

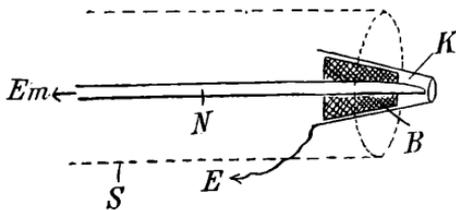


Fig. 2.

*Em* Elektrometer, *N* Stahl-nadel, *B* Bernstein, *K* Ionisationskammer, *E* Erde, *S* Schutz-hülle.

Der äußere Metallkonus war geerdet, das Elektrometer samt der im Konus befindlichen Stahl-nadel geladen. Die  $\alpha$ -Strahlen traten parallel der Nadel in den kleinen Luftraum ein und riefen

hier einen Ionisationsstrom hervor. Die  $\alpha$ -Strahlenquelle war so weit entfernt, daß sich die Ionisationskammer ganz am Ende der Reichweite befand. Bei einem Teil der Versuche war die Ionisationskammer vorne noch durch eine sehr dünne, auf das Konusende geklebte Goldfolie verschlossen, doch erwies sich dieser Schutz als unnötig und wurde später wieder fortgelassen.

Die zwischen Ionisationskammer und  $\alpha$ -Strahlenquelle befindliche Kristallplatte war im Zentrum eines bei mineralogischen Untersuchungen gebräuchlichen Teilkreisstatives befestigt und konnte damit, wie erforderlich, in ihrer eigenen Ebene um ablesbare Winkel gedreht werden. Ebenso konnte ihre Neigung gegen die Horizontale an einem zweiten Teilkreis verändert und abgelesen werden.

Die Strahlungsquelle bestand aus einem an der Stirnseite mit Polonium versehenen Kupferdraht von 1 mm Dicke. Dieser Draht war an der Säule eines Funkenmikrometers befestigt und konnte so um kleine, genau meßbare Strecken horizontal verschoben werden.

Für feste Aufstellung aller Teile war Sorge getragen. Alle Vorrichtungen waren innerhalb eines vorne offenen Drahtkäfigs aufgestellt.

#### Gang der Versuche.

Besondere Sorgfalt mußte darauf gelegt werden, daß bei einer Drehung des Teilkreises die Kristallplatte nur in ihrer eigenen Ebene sich drehte. Mit anderen Worten, es muß die Platte der Ebene des Drehkreises genau parallel sein, sonst bleibt die von den  $\alpha$ -Teilchen in der Platte durchsetzte Strecke nicht konstant, sondern geht bei einer Drehung um  $360^\circ$  durch ein Maximum und ein Minimum. Eine solche Störung konnte den gesuchten Effekt überdecken.

Die Justierung geschah mit Hilfe eines parallelen, scharfen Lichtbündels, das von der Platte nach der Decke reflektiert wurde. Die das Kristallplättchen tragende Glasplatte wurde mit Klebwachs so aufge kittet, daß der Lichtfleck bei einer Drehung des Kreises so unbeweglich blieb, als es der schon erwähnte Mangel absoluter Planheit der dünnen Plättchen erlaubte. Das Elektrometer wurde auf 65 Volt geladen und die Abfallszeiten zwischen den bestimmten Teilstrichen, die meistens einem Abfall von ca. 60 Volt auf 40 Volt entsprachen, gemessen. Befand sich das Präparat nahe bei der Ionisationskammer, so fand die Entladung in wenigen Sekunden statt. Zu den Messungen wurde eine Entfernung gewählt, die eine Abfallzeit zwischen 20—60 Sekunden erzeugte, also an der Grenze

der Reichweite lag. Die Platte wurde meist von  $30^\circ$  zu  $30^\circ$  gedreht. Daß keine Störungen beim Drehen vorkamen, wurde dadurch kontrolliert, daß die Ausgangsstellung nachher wieder dieselbe Zeit ergab.

### Resultate.

Messungen wurden ausgeführt mit drei Glimmerplättchen von verschiedener Dicke und dem vorher benutzten Gipsplättchen von der Dicke  $10 \mu$ .

Wir geben in folgendem 2 Beobachtungsreihen als Beispiele.

Die erste Horizontalreihe enthält die Stellungen der Platte, darunter stehen die in diesen Stellungen gemessenen Abfallszeiten. Die in einer Vertikalen stehenden Zeiten sind direkt hintereinander gemessen. Die letzte Reihe enthält die Mittelwerte der Messungen.  $\alpha$  ist der Winkel der Platte gegen die Bahn der  $\alpha$ -Strahlen.

Tabelle I.

Glimmerplatte.  $\alpha = 45^\circ$

	0	$30^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	$150^\circ$	$180^\circ$	$210^\circ$	$240^\circ$	$270^\circ$	$300^\circ$	$330^\circ$	$360^\circ$
$t_1$	33,1	34,4	32,5	37,1	34,0	34,0	36,5	35,0	37,0	31,0	34,0	37,0	32,5
$t_2$	32,5	35,0	35,0	33,0	38,0	35,0	34,2	33,0	36,0	33,0	35,0	33,0	32,0
$t_3$	31,8	35,0	33,6	36,0	39,0	36,5	33,8	36,0	35,0	—	—	33,0	—
Mittel	32,5	34,8	33,7	35,1	37,0	35,2	34,8	34,7	36,0	32,5	34,0	34,2	32,2

Tabelle II.

Gipsplättchen.  $\alpha = 45^\circ$

	0	$30^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	$150^\circ$	$180^\circ$	$210^\circ$	$240^\circ$	$270^\circ$	$300^\circ$	$330^\circ$	$360^\circ$
$t_1$	29,9	30,2	31,8	31,2	30,1	29,3	29,9	31,6	30,8	28,3	29,4	29,9	29,9
$t_2$	30,2	29,8	31,8	31,5	29,6	29,0	30,0	31,4	30,0	29,0	29,7	29,6	30,1
Mittel	30,0	30,0	31,5	31,3	29,8	29,2	30,0	31,5	30,4	28,7	29,5	29,7	30,0

Die übrigen Versuchsergebnisse geben wir in Kurven an. Wir lassen diejenigen weg, die bei einer Drehung um  $360^\circ$  eine besonders stark ausgeprägte, einfache Periode zeigen. Ein solches Verhalten ist, wie schon vorher erwähnt, durch ungenügende Parallelität der Kristallplatte mit dem Teilkreis oder durch sonstige Unsymmetrien bedingt.

Es beziehen sich die Kurven 1—7 auf Glimmer, 8—12 auf Gips.

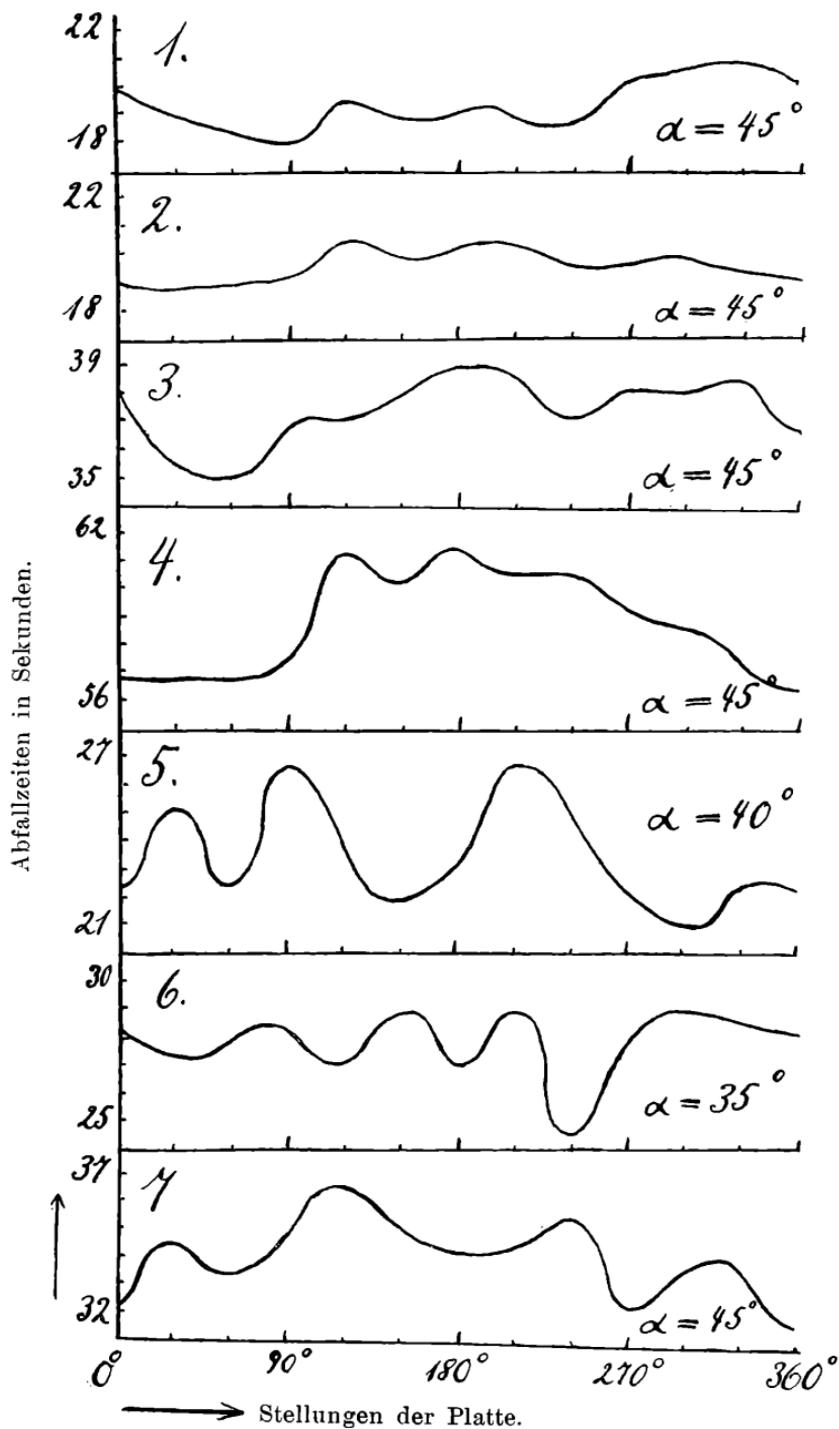


Fig. 3.

Bei allen Kurven zeigen sich außer einer manchmal hervortretenden einfachen Sinuskurve mehr oder weniger deutlich noch mehrere Maxima und Minima. Daß diese Schwankungen außerhalb der Beobachtungsfehler liegen, zeigt der Umstand, daß die Kurven fast durchweg genau in dem Punkte enden, mit dem sie beginnen.

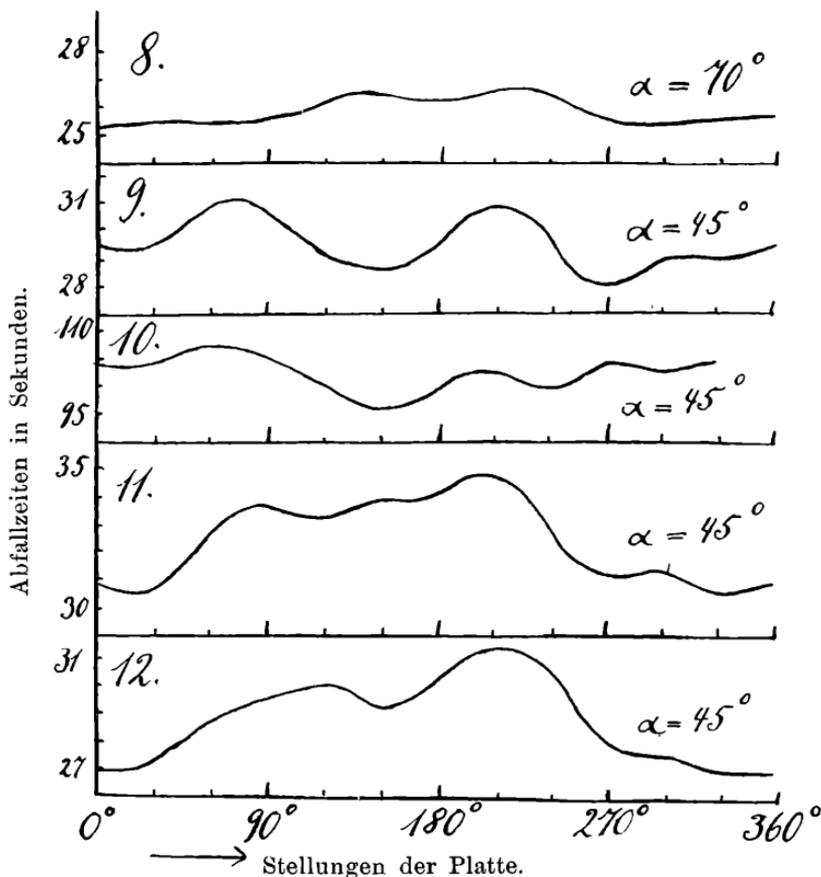


Fig. 4.

Die Abstände der Maxima und Minima betragen häufig bei Glimmer  $90^\circ$ , bei Gips  $60^\circ$  oder ein Vielfaches davon.

Die verschiedene absolute Lage der einzelnen Maxima und Minima in den einzelnen Kurven erklärt sich daraus, daß die Platte meistens neu justiert wurde, und dabei ihre Stellung zum Teilkreis verändert wurde.

Wir glauben daher aussprechen zu können, daß der gesuchte Effekt der Kristallrichtung wahrscheinlich besteht, wenn er auch noch weiterer Bestätigung bedarf.

199] HEIL u. REINGANUM: DURCHGANG V.  $\alpha$ -STRAHLEN D. KRISTALLPLATTEN. 11

Es ist beabsichtigt, einen ähnlichen Einfluß auf die Streuung der  $\alpha$ -Strahlen zu suchen.

Die Untersuchung wurde im Sommer 1913 ausgeführt. Der Freiburger Wissenschaftlichen Gesellschaft sind wir für ihre Bereitstellung von Mitteln zu Dank verpflichtet.

Freiburg i. Br., im Januar 1914.

Physikalisches Institut der Universität.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Heil Karl, Reingaum Max

Artikel/Article: [Durchgang von Alpha-Strahlen durch Kristallplatten. 189-199](#)