

Versuch 41

Debye-Scherrer-Aufnahmen

Kevin Schmidt

kevin3.schmidt@tu-dortmund.de

Simone Mender

simone.mender@tu-dortmund.de

Durchführung: 31.10.2016

1. Abgabe: xx.11.2016

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theoretische Beschreibung von Kristallstrukturen	3
1.1	Kubische Kristallstrukturen	3
1.2	Gitterebenen	3
1.3	Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen	4
2	Durchführung und Versuchsaufbau	4

1 Theoretische Beschreibung von Kristallstrukturen

Durch das Debye-Scherrer-Verfahren soll die Kristallstruktur zweier Proben bestimmt werden. Dazu wird zunächst allgemein auf die theoretische Beschreibung von Kristallstrukturen eingegangen.

Eine Kristallstruktur lässt sich durch ein Punktgitter beschreiben. Ein einzelner Gitterpunkt besteht aus einem einzelnen Atom oder einer Atomgruppe. Dieses Atom oder diese Atomgruppe wird als Basis bezeichnet. Das Gitter beschreibt die periodische Anordnung der Atome im Kristall. Diese Anordnung lässt sich durch die Basisvektoren \vec{a}_i ($i = 1, 2, 3$) beschreiben. Durch Linearkombinationen dieser Vektoren lässt sich jeder Gitterpunkt von einer beliebigen Basis aus erreichen.

Das von den Vektoren aufgespannte Volumen heißt Elementarzelle. Befindet sich in dieser Elementarzelle nur ein Gitterpunkt ist die Elementarzelle primitiv. Betrachtet man nur die Symmetrieeigenschaften der Kristallstrukturen gibt es 14 unterschiedliche Gittertypen, die Bravais-Gitter genannt werden.

Im folgenden Unterkapitel 1.1 wird genauer auf die kubischen Kristallstrukturen eingegangen. Zudem wird im Unterkapitel 1.2 auf die Kennzeichnung von Netzebenen durch Millersche Indizes sowie auf die Berechnung von Abständen zwischen den Netzebenen eingegangen. Da mithilfe von Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallgittern auf die Struktur dieser Kristallgitter rückgeschlossen werden kann, wird im Unterkapitel 1.3 auf die theoretische Beschreibung dieser Methode eingegangen.

1.1 Kubische Kristallstrukturen

Das kubische Kristallgitter ist das Bravais Gitter, welches in der Natur am häufigsten vorkommt. Das kubisch-primitive Gitter besteht aus einer Würfelstruktur, wobei sich an jedem Eckpunkt des Würfels ein Gitterpunkt befindet. Enthält die Gitterzelle zusätzlich einen Gitterpunkt zentriert in der Mitte des Würfels, heißt die Gitterstruktur kubisch-raumzentriert. Wenn sich stattdessen neben den Eckatomen jeweils ein zusätzlicher Gitterpunkt in der Mitte jeder Würfelfläche befindet, wird die Struktur kubisch-flächenzentriert genannt.

Einige wichtige Kristallstrukturen, wie beispielsweise die Dimant- oder die Fluorid-Struktur, setzen sich aus kubisch-flächenzentrierten Strukturen zusammen. **noch was ergänzen?**

1.2 Gitterebenen

Als Gitterebene wird eine Ebene bezeichnet die durch die Gitterpunkte des Kristallstruktur aufgespannt wird. Aufgrund der Symmetrie des Kristalls gehört zu jeder Netzebene eine Netzebenenscharr. Alle Netzebenen einer Netzebenenscharr sind parallel zueinander und äquidistant. Die Lage einer Netzebenenscharr im Raum wird durch die Millerschen Indizes (hkl) festgelegt. Für die Berechnung der Millerschen Indizes wird das Reziproke der Achsenabschnitte der entsprechenden Ebene mit einem beliebigen Faktor ganzzah-

lig gemacht. Zwischen zweier benachbarten Netzebenen der gleichen Netzebenenschar befindet sich der Abstand

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}, \quad (1)$$

wobei a der Betrag der Basisvektoren ist.

1.3 Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen

2 Durchführung und Versuchsaufbau

Damit die Kristallstruktur der zu untersuchenden Probe bestimmt werden kann, soll diese mit Röntgenstrahlung bestrahlt werden. Es ist zu beachten, dass vor Beginn der Messung die Probe richtig präpariert wird. Dazu wird diese mit Hilfe eines Mörsers zerkleinert und anschließend in einen vorgefetteten Zylinder gefüllt. Dadurch sind die Ausrichtungen der Kristalline statistisch verteilt und es ist gewährleistet, dass Bragg-Reflexionen in allen Richtungen auftreten. Anschließend kann die Probe im Versuchsaufbau platziert werden. Ein Elektromotor dreht die Probe während der Messung, damit auch bei grobkörnigen Probenmaterial die Kristalline verteilt sind.

Die Bragg-Reflexe sollen mit Hilfe eines Fotofilms detektiert werden. Aus diesem Grund wird ein Filmstreifen ringförmig um die Probe befestigt. Der Filmstreifen besitzt zwei Öffnungen für den Röntgenstrahl. Diese Öffnungen liegen so, dass der Röntgenstrahl sie ohne Reflexion durchläuft und sie markieren gleichzeitig die 180° Ebene. Die Röntgenstrahlung wird durch eine Kupferanode erzeugt. Wenn diese auf die Probe trifft, wird sie mit dem Öffnungswinkel 2θ gestreut. Das Beugungsmuster kann anschließend auf dem Filmstreifen sichtbar gemacht werden. Eine Darstellung des Versuchsaufbaus ist in Abbildung 1 dargestellt.

Die Messung wird für zwei verschiedene Proben durchgeführt. Um die Bragg-Reflexionen auf dem Film möglichst genau auswerten zu können, werden die Proben jeweils 3 Stunden lang bestrahlt.

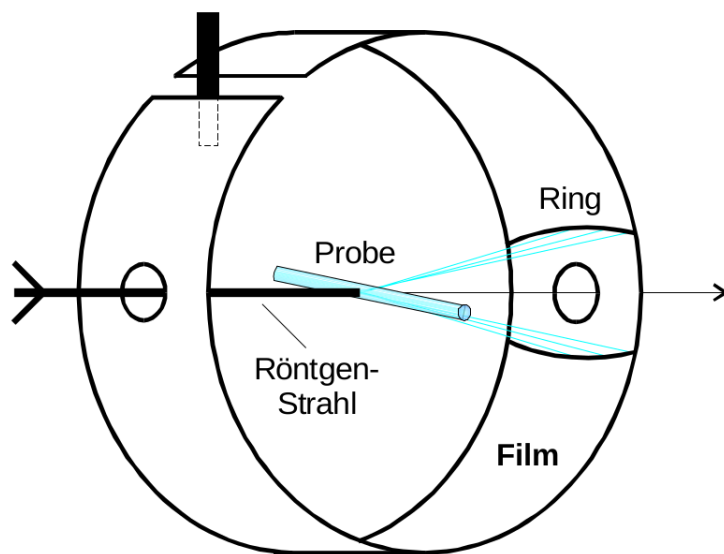


Abbildung 1: Versuchsaufbau zur Kristallstrukturbestimmung mit Hilfe des Debye-Scherrer-Verfahrens. In der Abbildung wird die Filmmethode dargestellt. Die Röntgenstrahlen werden an der zylindrischen Probe gebeugt. Das Beugungsmuster kann anschließend auf dem Filmstreifen sichtbar gemacht werden.