

Hiernach lassen sich die geschilderten Lauediagramme, die mittels polychromatischer Röntgenstrahlen etwa einer Platin-Antikathode erhalten sind, in der Weise deuten, daß die verschiedenen Negebenen des Präparates, die vom Primärstrahl getroffen werden, Röntgenstrahlen passender Wellenlänge reflektieren, die mit den Größen  $r$  harmonisieren.

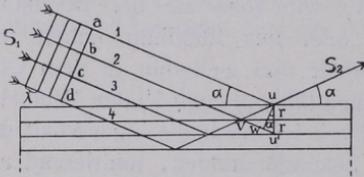


Fig. 563. Ableitung des Beugungsgesetzes für Röntgenstrahlen.

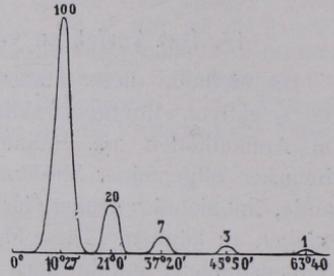


Fig. 564. Intensitätsverteilung im normalen Beugungsspektrum.

Die mittels des Bragg'schen Verfahrens erhaltenen Reflexe haben je nach ihrer Ordnung verschiedene Intensität, und zwar nimmt letztere erfahrungsmäßig normalerweise mit der Ordnungszahl ab im Verhältnis von etwa 100 : 20 : 7 : 3 : 1 (Fig. 564).

### 15. Erschließung des Kristallgefüges mittels des Bragg'schen Verfahrens.

Als Beispiel sei die Kristallstruktur des Steinsalzes (NaCl) vorweggenommen. Es besteht aus einem (in Gitterperiodizität sich fortsetzenden) würflichen Elementarkörper mit Natriumatomen an den Ecken und auf den Flächenmitten sowie Cl-Atomen auf den Mitten

der Kanten und im Zentrum. Ebenen nach dem Würfel {100} bestehen in gleichmäßiger Folge aus Neßflächen, die mit Na und Cl besetzt sind. Solche in identischer Art aufeinanderfolgende Ebenen liefern Reflexe mit nach der Ordnungszahl für  $n$  normaler Abnahme der Intensität (Fig. 564). Anders die Ebenen nach dem Oktaeder von Steinsalz. Fig. 565 zeigt, daß hier Ebenen mit nur Na-Atomen und mit nur Cl-Atomen aufeinanderfolgen. In

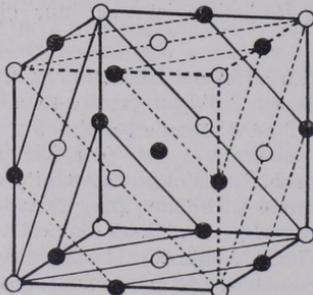


Fig. 565. NaCl.

Na o ... 14  
Cl • ... 13

14 - 13

dem Falle kommt es nicht zu normaler Intensitätsabnahme der Reflexe. Es entstehen durch Interferenz Abweichungen davon, und zwar verursacht z. B. die Zwischenstellung besonderer Ebenen in der Mitte zwischen anderen eine Schwächung der Reflexe 1. Ordnung und eine Verstärkung derjenigen 2. Ordnung. Es kommt dabei noch die Belastung  $L$  der betreffenden Gitterebenen in Betracht. Enthält eine Gitterebene  $n_1$  Atome von der Ordnungszahl  $Z_1$ ,  $n_2$  von der Ordnungszahl  $Z_2$  usw., so ist

$$L = \frac{n_1 Z_1 + n_2 Z_2 + \dots}{J},$$

wo  $J$  den Inhalt des Elementarparallelogramms der Gitterebene vorstellt.

Beispiele in der Hinsicht mögen die drei Raumgittertypen des isometrischen Systems abgeben.

Das einfache würfelige Raumgitter hat eine Besetzung lediglich an den Würfecken; beim innenzentrierten kommt ein Partikel im Zentrum hinzu, beim flächenzentrierten befinden sich gleiche Teilchen außer an den Ecken auch auf den Flächenmitten. Danach haben die Netzfächenabstände  $d$  nach den Ebenen  $\{100\}$ ;  $\{110\}$  und  $\{111\}$  bei den drei Typen folgendes Verhältnis:

Gittertypus	$d_{100} : d_{110} : d_{111}$
Einfach . . . . .	$1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{1}{3}\sqrt{3} = 1 : 0,707 : 0,577$
Innenzentriert . . . . .	$1 : \sqrt{2} : \frac{1}{3}\sqrt{3} = 1 : 1,414 : 0,577$
Flächenzentriert . . . . .	$1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{2}{3}\sqrt{3} = 1 : 0,707 : 1,155$

W. L. Bragg hat nun z. B. beim isometrischen Kupfer an den Flächen  $\{100\}$ ,  $\{110\}$  und  $\{111\}$  folgende Werte erkundet.  $\lambda = 0,576 \cdot 10^{-8}$  cm.

Ebene	Intensitäten			Glanzwinkel für I. O.	$\gamma$ in $10^{-8}$ cm	Verhältniszahlen
	I	II	III			
(100)	100	33	—	$9^\circ 24'$	1,77	= 1
(110)	100	33	—	$13^\circ 18'$	1,25	= 0,708
(111)	100	40	11	$8^\circ 0'$	2,07	= 1,175

Die Verhältnisse  $d_{100} : d_{110} : d_{111}$  passen somit auf ein flächenzentriertes Gitter. Der Intensitätsabfall für alle drei Netzebenen  $\{100\}$ ,  $\{110\}$  sowie  $\{111\}$  ist normal.

Als Kantenlänge des Elementarwürfels findet man  $= 2 d_{100} = 3,53 \cdot 10^{-8}$  cm; sein Inhalt beträgt also  $a^3 = 43,991 \cdot 10^{-24}$  ccm.

Es ist nun die Anzahl  $n$  der in ihm enthaltenen Atome zu berechnen. Dem dient nach S. 212 z. B. die Gleichung  $n = V_{\text{Z}} \cdot d/A.G. \cdot 1,64$ .

Im Falle des Kupfers heißt diese Gleichung  $n = \frac{43,99 \cdot 8,96}{63,57 \cdot 1,64} = 3,78$   
 $=$  rund 4. Am Elementarkörper nehmen also vier Atome teil.

Ein weiteres Beispiel möge das isometrische Steinsalz (NaCl) abgeben. Es ist bei Benützung von  $\lambda = 0,576 \cdot 10^{-8}$  cm beobachtet:

Ebene	Intensitäten				Glanzwinkel für I. O.	$d$ in $10^{-8}$ cm	Verhältniszahlen
	I	II	III	IV			
100	100	30	7	3	11,4°	2,81	= 1
110	100	24	7	—	16,0°	1,99	= 0,718
111	20	100	0	6	9,8°	3,23	= 1,160

Die Verhältnisse  $d_{100} : d_{110} : d_{111}$  passen auf ein flächenzentriertes Gitter mit  $a = 5,62 \cdot 10^{-8}$  cm. Es ist also  $a^3 = 177,5 \cdot 10^{-24}$  ccm und  $n = 4,05 =$  rund 4. Weiterhin zeigt der normale Intensitätsabfall von  $\{100\}$  und  $\{110\}$ , daß nach diesen Flächen gleichbelastete Nebenebenen folgen, während die starke Erhöhung der Intensität des zweiten Reflexes von  $\{111\}$  auf Zwischenstellung besonderer Nebenebenen in der Mitte anderer hinweist. Dem entspricht eine Lage der Cl-Atome auf den Kantenmitten und im Zentrum des Elementarkörpers (Fig. 565).

## 16. Das Verfahren von P. Debye und P. Scherrer.

Die genannten Forscher benutzen bei ihrer Methode nicht wie M. v. Laue und die Braggs orientierte Kristallplatten, sondern feinstes kristallines Pulver<sup>1)</sup>. In ihm liegen die Teilchen wirt durcheinander. Von Strukturebenen reflektieren das monochromatische Röntgenlicht, das durch die Pulvermasse dringt, natürlich nur die mit schicklicher  $\alpha$ -Stellung; solche finden sich bei der gleichmäßig wirren Lagerung der pulverigen Kristallteile jeweils rund um den Primärstrahl, so daß also ein Reflexionskegel mit der Öffnung  $2\alpha$  und mit seiner Achse in Richtung des Primärstrahls die Folge ist. Entsprechend entstehen damit konaxiale Kegel für andere Winkel  $\alpha$ . Eine senkrecht zum Primärstrahl gestellte photographische Platte würde das sekundäre Röntgenlicht in konzentrischen Kreisen durchschneiden (Fig. 566). Bei Anwendung eines zylindrischen Films, in dessen Längsachse das

<sup>1)</sup> A. W. Hull hat das in Rede stehende Verfahren später unabhängig gleichfalls aufgefunden. W. H. Bragg wandte seine Ionisationsmethode zur Bestimmung von  $\alpha$  und der Strahlenintensität auf die in Rede stehende Methode an.