

# Ein neues Verfahren zur Messung der Kristallisationsgeschwindigkeit der Metalle.

Von

J. Czochralski.

(Mit 3 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 19. 8. 16.)

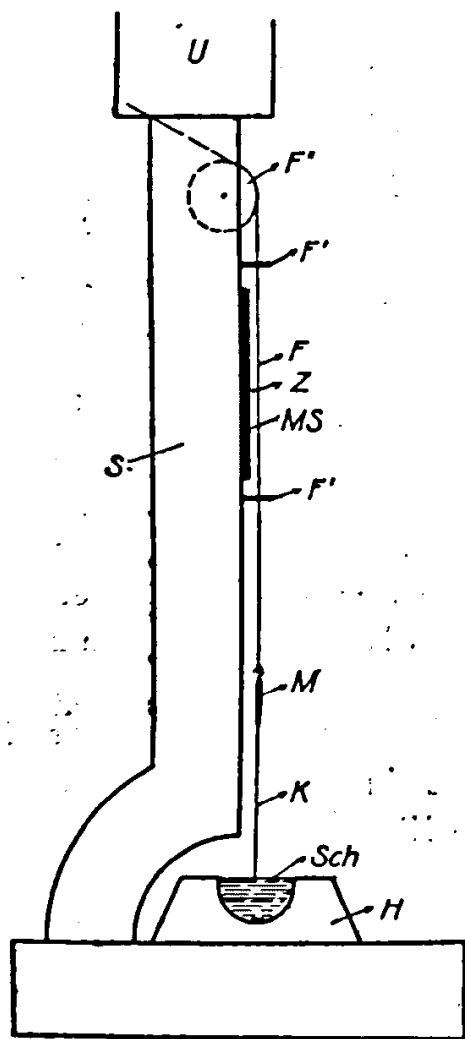
Die Bestimmung der Kristallisationsgeschwindigkeit ( $KG$ ) geht, wie Tammann gezeigt hat<sup>1)</sup>, bei den nichtmetallischen Stoffen in der Regel glatt von statten. Bei den Metallen konnte dagegen infolge deren Undurchsichtigkeit das Tammannsche Verfahren nicht angewandt werden. Einige Untersuchungsergebnisse des Verfassers legten es nahe, die Messung der Kristallisationsgeschwindigkeit von Metallen auf einfache Weise durchzuführen. Das Verfahren beruht auf der Messung der Höchstgeschwindigkeit, mit der man einen dünnen Kristallfaden des betreffenden Metalles aus seiner Schmelze kontinuierlich ziehen kann, ohne dass ein Abreißen des Fadens erfolgt.

Die erforderliche, in Fig. 1 wiedergegebene Vorrichtung besteht aus dem Stativ  $S$ , der Führungsscheibe  $F''$  mit den beiden Führungen  $F'$  für den Seidenfaden  $F$ , an dem ein Mitnehmer  $M$  aus Glas für den Kristallfaden  $K$  befestigt ist. Die Schmelze  $Sch$  befindet sich in einem Holzkohlentiegel  $H$  mit einer seitlichen Bohrung für das Thermometer. Durch ein leicht regulierbares Uhrwerk  $U$  kann der Seidenfaden  $F$  leicht aufwärts und abwärts bewegt werden. Zur Messung der Geschwindigkeit dient der Zeiger  $Z$  und die Millimeterskala  $MS$ . Um das Anhaften der Schmelze an dem Mitnehmer  $M$  zu erleichtern, versieht man dessen Spitze  $a$  (Fig. 2) durch Reiben in dem halberstarrten breiigen Metall mit einem dünnen Metallüberzug.

Für die Versuchsausführung wird der Mitnehmer  $M$  in das flüssige, etwas überhitzte Metall getaucht und der Apparat, nachdem sich die Temperatur des Schmelzpunktes eingestellt hat, in Tätigkeit gesetzt. Infolge der Kapillarkraft zieht der Mitnehmer  $M$  zunächst eine kleine

<sup>1)</sup> G. Tammann, Kristallisieren und Schmelzen 1903.

Menge des flüssigen Metalles empor, das beim Passieren der Kristallisationsgrenze  $e-e$  (Fig. 3) in einer gewissen gleichbleibenden Entfernung von der Schmelze erstarrt und neue Mengen des flüssigen Metalles nach sich zieht. Bei übereinstimmender Geschwindigkeit werden lange zylindrische Fäden erzielt, während Unterschiede in der Ganggeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Kristallisation ein Verdicken, bzw. bei zurückbleibender Kristallisationsgeschwindigkeit ein



● Fig. 1.



Fig. 2.

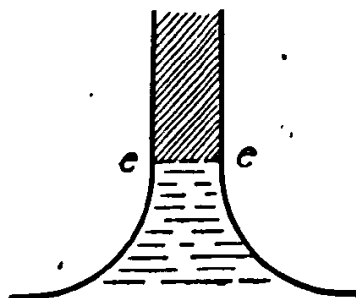


Fig. 3.

Verjüngen und Abbrechen des Kristallfadens zur Folge haben. Durch geeignete Ätzverfahren konnte man nachweisen, dass es sich in der Tat um homogene langgestreckte Kristallnadeln handelte.

In der Zahlentafel ist die Kristallisationsgeschwindigkeit einiger Metalle in der Nähe des Schmelzpunktes wiedergegeben. Unterkühlungen wurden nur bei Zinn, und zwar nur in einem Fall beobachtet; die Unterkühlung erstreckte sich bis auf  $2^\circ$  unterhalb des Schmelzpunktes,

eine Erhöhung der Kristallisationsgeschwindigkeit innerhalb dieses Gebietes war nicht zu beobachten<sup>1)</sup>).

Zahlentafel.

Metall	Schmelzpunkt	KG in mm pro Minute etwa	Durchmesser des zylindrischen Metallfadens in mm	Länge der erhaltenen Kristallfäden in mm	Ätzmittel
Zinn	232°	90	{ 0.2 0.5 1.0 }	bis 150	{ Kaliumchlorat-Salzsäure (1 + 1000)
Blei	320°	140	{ 0.2 0.5 1.0 }	bis 120	Salzsäure 1-12
Zink	416°	100	{ 0.2 0.5 1.0 }	bis 190	Salzsäure 1-12

<sup>1)</sup> Über die allgemein-theoretischen Schlussfolgerungen s. auch J. Czochralski, Veränderung der Korngrösse und der Korngliederung in Metallen, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1916 (im Erscheinen).