© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Das Fließen der Metalle.

Von

U. Dehlinger,
Stuttgart.

(Vortrag am 22. November 1940)

Die technisch wichtigste Eigenschaft der metallischen Werkstoffe, ihre Zähigkeit, kommt dadurch zustande, daß das Metall bei überhöhter Beanspruchung ein wenig fließt, dabei seine innere Festigkeit erhöht und dadurch wieder standhält. Während der technische Werkstoff aus einem Gefüge vieler Kristalle (Körner) besteht, geht die physikalische Untersuchung zunächst aus vom Fließen der metallischen Einkristalle. Wie sich zeigt, besteht dieses in dem sog. Gleiten, das ist eine kristallographisch gesetzmäßige Parallelverschiebung von Kristallteilen (Gleitlamellen) gegeneinander. Die dazu notwendige Verschiebung von Atomreihen gegeneinander längs bestimmter Gittergeraden geht nicht so vor sich, daß die ganze Reihe genau gleichzeitig verschoben wird; dazu würde eine viel zu große Belastung notwendig sein. Eine Reihe von Versuchen, die an Einkristallen von Metallen sowie von Naphthalin mit verschiedener Vorbehandlung, sowie bei verschiedenen Temperaturen angestellt wurden, zeigt quantitativ, daß das Gleiten atomistisch in folgender Weise verläuft: Die äußere Spannung häuft sich an einzelnen Fehlstellen des Kristalls an, und zwar sind das die Ränder der Mosaikblöcke. Dazu kommt die Wirkung der Temperaturbewegung, die ein diffusionsartiges, durch die äußere Spannung in bestimmte Richtung gelenktes Überschreiten der nächstgelegenen Potentialschwelle durch einzelne Atome verursacht.

Nachdem so einzelne, an den Mosaikrändern gelegene Atome die Verschiebung ausgeführt haben, kann der dadurch im Gitter hervorgerufene Verzerrungszustand, Versetzung genannt, spontan wie eine Kettenreaktion über eine Atomreihe bis zum gegenüber-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

liegenden Mosaikrand hinwegwandern. Jetzt ist die ganze Atomreihe um einen Atomabstand verschoben, ein Gleitschritt ist vollendet. Die an den Mosaikrändern hängengebliebenen Versetzungen wirken hemmend auf das weitere Gleiten, sie erzeugen die Verfestigung. Ähnliche Kettenreaktionen wurden unabhängig davon auch bei manchen allotropen Umwandlungen von Metallen festgestellt, insbesondere liegen sie der Umwandlung des Eisens bei der Stahlhärtung zugrunde.

Um vielkristalline Werkstoffe zum Fließen zu bringen, braucht man im allgemeinen wesentlich höhere Belastungen als für Einkristalle. Um das zu erklären, ist zunächst der Einfluß der Korngrenzen zu diskutieren. Wie sich zeigt, braucht man für die Korngrenzen nichts anderes anzunehmen, als daß sie sich beim Gleiten zunächst starr verhalten. Das hat zur Folge, daß die Gleitlamellen zweier nebeneinanderliegender Körner mit verschieden orientierten Gleitrichtungen sich beim Gleiten in der Nähe der Korngrenzen elastisch verbiegen müssen. Der Einfluß dieser Verbiegung auf das Fließen wurde an gebogenen Einkristallen gesondert studiert; es zeigte sich, daß zu ihrer Erzeugung die Belastung gegenüber dem reinen Gleiten erhöht werden muß. Quantitativ ergab sich, daß diese Erhöhung genügt, um die höhere Festigkeit des vielkristallinen Werkstoffs zu erklären. Die somit beim Fließen vielkristalliner Werkstoffe vorhandene Überlagerung von kristallographischem Gleiten und elastischer Verbiegung gestaltet sich im einzelnen nach Untersuchungen von Kochendörfer für die drei metallischen Kristallstrukturen, das hexagonale Gitter des Zinks und Magnesiums, das kubisch flächenzentrierte des Kupfers, Aluminiums usw. und das kubisch innenzentrierte des Eisens ganz verschieden. Bei den beiden letzteren Gittertypen ist die Verbiegung schon ganz kurz nach Beginn des Fließens, nämlich schon beim Erreichen der Streckgrenze, ausgebildet; von da ab findet nur noch reines Gleiten statt. Beim reinen Eisen ist die Verbiegung außerdem wesentlich kleiner als bei den anderen Metallen, weil keine bestimmten Gleitebenen bestehen. Das erklärt u. a. die sehr scharfe Fließgrenze des Eisens.

Technisch wichtige Fragen können behandelt werden, wenn man das Fließen der Metalle nach langzeitigen oder oft wechselnden Belastungen betrachtet. Wie sich experimentell zeigt, geht in diesen

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Fällen das reine Gleiten schon bei sehr kleinen Belastungen vor sich, maßgebend für die Festigkeit ist dann im wesentlichen die Verbiegung. So hat man allmählich ein alle Erscheinungen umfassendes Bild vom Fließen der Metalle gewonnen [1]).

---

[1]) Literatur besonders in der Zeitschrift für Metallkunde. Außerdem: E. Schmid und W. Boas, Kristallplastizität, Berlin 1935; U. Dehlinger, Chemische Physik der Metalle und Legierungen, Leipzig 1939; U. Dehlinger, Handbuch der Werkstoffprüfung, Bd. II, S. 1, Berlin 1939; A. Kochendörfer, Die plastischen Eigenschaften von Kristallen und metallischen Werkstoffen, Berlin 1941.

ZOBODAT - 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: 1942

Band/Volume: 37

Autor(en)/Author(s): Dehlinger U.

Artikel/Article: Das Fließen der Metalle 184-186