

IX. Der Flüssigkeitsgrad der geschmolzenen metallischen Stoffe.

381. Läßt man unter einem bestimmten Druck p ein bestimmtes Volumen v einer Flüssigkeit durch ein Haarröhrchen von der Länge l und dem Halbmesser r ausfließen, so beobachtet man, daß bei einer und derselben Flüssigkeit die zum Durchfluß verwendete Zeit z um so größer wird, je niedriger die Temperatur t ist. Man sagt: Die innere Reibung der Flüssigkeit wächst mit abnehmender Temperatur. In die Sprache des gewöhnlichen Lebens übersetzt, bedeutet dies: Die Flüssigkeit ist um so weniger dünnflüssig, je niedriger die Temperatur wird; die Dünnflüssigkeit steigt mit wachsender Temperatur.

Abb. 465, Linie a , veranschaulicht das Verhalten von Wasser bei verschiedenen Temperaturen. Als Ordinaten sind die relativen Ausflußzeiten η verwendet, die erforderlich sind, um das Wasservolumen v unter gleichem Druck p durch Haarröhrchen von gleichem Halbmesser und gleicher Länge ausfließen zu lassen. Während bei 0 C° , also bei Beginn der Erstarrung, die Zeit η 18 Einheiten beträgt, ist sie in der Nähe des Siedepunktes auf 2,8 Einheiten heruntergegangen. Ähnlich ist es bei Maschinenöl, dessen Verhalten beim Ausfließen aus einer Öffnung durch die Linie b in Abb. 465 erläutert ist. Die Ordinaten z/z_w geben an, wievielmals die Ausflußzeit des Öles bei der durch die Abszisse angegebenen Temperatur größer ist, als die Auslaufzeit von Wasser bei 20 C° . Die Linie b läßt ebenso wie a deutlich die Zunahme der Dünnflüssigkeit mit wachsender Temperatur erkennen.

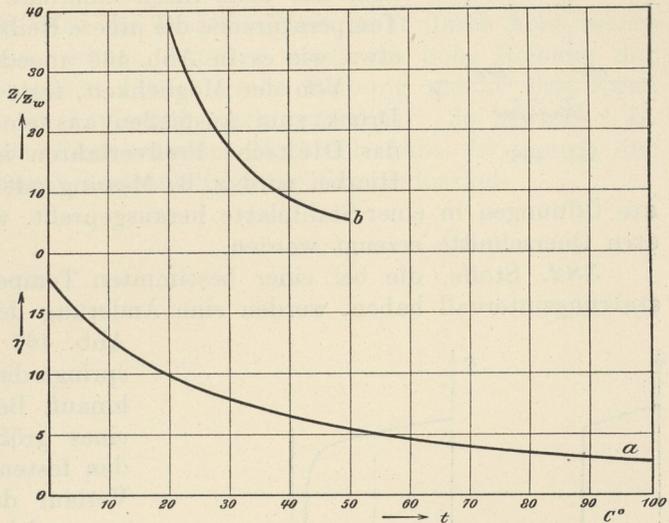


Abb. 465.

Linie a: Innere Reibung von Wasser (nach Thorpe und Rodger 1894).

Linie b: Maschinenöl:

z : Ausflußzeit eines bestimmten Volumens Öl unter bestimmtem Druck durch eine bestimmte Ausflußöffnung bei der Temperatur t .

z_w : Ausflußzeit eines gleichen Volumens Wasser unter gleichen Umständen bei 20 C° .

z/z_w : Maßstab für den Flüssigkeitsgrad.

Ganz ähnlich verhalten sich geschmolzene metallische Stoffe. Ihre Dünnflüssigkeit kann durch Erhitzen über den Schmelzpunkt hinaus gesteigert werden; sie wird um so geringer, je mehr sich der Stoff seiner Erstarrungstemperatur

nähert. Natürlich ist der Grad der Dünflüssigkeit bei gleicher Erhitzung über den Schmelzpunkt hinaus bei verschiedenen Stoffen verschieden. So ist z. B. graues Roheisen bei Gehalten von Schwefel über 0,12% dickflüssiger als bei niedrigerem Schwefelgehalt; man kann die nötige Dünflüssigkeit für den Guß erzielen, wenn man das Eisen in dem Maße, als sein Schwefelgehalt höher wird, vor dem Guß entsprechend überhitzt.

Auch bei festen Stoffen ist Fließen möglich, wie aus Band I bekannt ist. Würde man die Schaulinie in Abb. 465 a für Wasser auch noch für das Eis ermitteln, so würde die Linie bei 0 C° einen plötzlichen starken Anstieg zeigen. Es würde aber immer noch möglich sein, auch das feste Eis durch Öffnungen, allerdings unter sehr hohen Drucken, zum Ausfluß zu bringen. Die dazu benötigten Zeiten würden sehr groß sein. Ähnliches wie für Eis gilt für feste metallische Stoffe. Die Schaulinie würde beim Erstarrungspunkt plötzlich nach oben springen und bei weiterer Abkühlung noch weiter steigen.

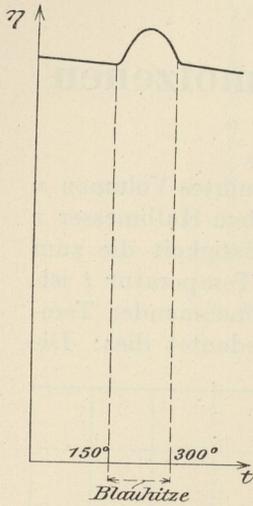


Abb. 466.

Es sind aber auch Fälle denkbar, wo beim Sinken der Temperatur nicht stetiges Steigen der inneren Reibung des festen metallischen Stoffes herbeigeführt wird, sondern Unstetigkeiten in der Schaulinie auftreten. So ist es wahrscheinlich, daß beim Eisen innerhalb der als Blauhitzze bezeichneten Temperaturzone die innere Reibung η einen Höchstwert besitzt, etwa wie es in Abb. 466 angedeutet ist. (Vgl. Abs. 296, 314.)

Von der Möglichkeit, feste metallische Stoffe unter hohem Druck zum Ausfließen aus einer Öffnung zu bringen, macht das Dicksche Preßverfahren in sinnreicher Weise Gebrauch. Hierbei wird z. B. Messing oder Deltametall usw. bei Rotglut

aus Öffnungen in einer Stahlplatte herausgepreßt, wobei Stangen der verschiedensten Querschnitte erzeugt werden.

382. Stoffe, die bei einer bestimmten Temperatur erstarren, also kein Erstarrungsintervall haben, werden eine Änderung der inneren Reibung etwa nach

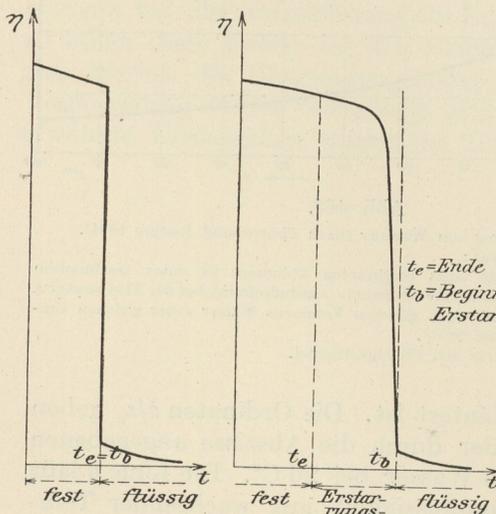


Abb. 467.

Abb. 468.

Abb. 467 zeigen. Bei der Erstarrung springt die innere Reibung plötzlich hoch hinauf. Bei solchen Stoffen, die innerhalb eines größeren Temperaturintervalles in den festen Zustand übergehen, wird der Verlauf der Linie der inneren Reibung voraussichtlich wie in Abb. 468 sein. Mit dem Beginn der Erstarrung wächst die innere Reibung η schnell an und strebt in dem Maße, wie bei weiterer Abkühlung der flüssige Teil ab- und der feste Anteil zunimmt, dem Grade der inneren Reibung zu, den der völlig erstarrte Stoff besitzt.

Es ist unter Umständen noch möglich, einen Stoff bei einer zwischen dem Beginn der Erstarrung t_b und dem Ende der Erstarrung t_e liegenden Temperatur zu gießen, wenn er auch hierbei träge flüssig ist, da ja die innere Reibung des

flüssigen Teiles durch die zwischengemengten Kristalle der bereits fest gewordenen Phase stark vergrößert wird. Beim Hintergießen von Elektrotypen (dünne Kupfer-

druckplatten, die elektrolytisch hergestellt sind) wird eine Legierung verwendet, die vorwiegend aus Blei und Antimon mit geringem Zusatz von Zinn besteht (Elektrotypenmetall). Man läßt sie in einem Löffel bis unter die Temperatur t_b des Beginns der Erstarrung abkühlen und erhält so einen dicken Brei flüssiger Legierung mit darin befindlichen Kristallen, der auf die vorher verzinnte Elektrotype aufgegossen wird, ohne daß man erst eine Form nötig hat. Man muß beim Gießen natürlich die richtige Temperatur abpassen, da bei zu hoher Temperatur die Legierung noch zu dünnflüssig ist und von der Elektrotype herunterlaufen würde, und umgekehrt bei zu niedriger Temperatur die Legierung nicht mehr aus dem Löffel ausfließt.

Zuweilen können nichtmetallische Stoffe (Oxyde u. dgl.), die sich durch chemische Einwirkung aus dem metallischen Stoff gebildet haben, die Dünflüssigkeit des letzteren stark herabsetzen, auch wenn die Temperatur wesentlich oberhalb des Beginns der Erstarrung der eigentlichen Legierung liegt. Ein solcher Fall liegt z. B. bei den Kupfer-Zinn-Legierungen (Bronzen) vor, die beim Schmelzen aus der Luft Sauerstoff aufgenommen haben. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Zinn der Legierung zu SnO_2 (Zinnoxid oder Zinnsäure), einem Stoff, der bei der Schmelztemperatur der Legierung wegen seiner Schwerschmelzbarkeit in der flüssigen Legierung in fester Form herumschwimmt. Ähnlich wirkt auch Aluminiumoxyd in flüssigen Eisenlegierungen. Vgl. Abs. 257 am Schluß und die Tafelabb. 41 und 42, Taf. VIII.

In den angeführten Fällen wird die Dickflüssigkeit nicht durch hohe innere Reibung der Flüssigkeitsteilchen bedingt, sondern durch die hohe Reibung der festen oxydischen Häute aufeinander. Diese große Reibung macht sich sogar noch unterhalb der Erstarrung der Legierung stark bemerkbar. So bewirkt z. B. das Aluminiumoxyd (Al_2O_3) im Eisen starken Rotbruch (Abs. 257); auch der Gehalt an Zinnoxid in der Bronze beeinträchtigt die Schmiedbarkeit.