

eigenschaften. Hierbei handelt es sich meist nicht um die Zeit, die zur Abkühlung von der Gießhitze auf gewöhnliche Wärmegrade verwendet wird, sondern vielmehr um die Zeit des Durchlaufes ganz bestimmter, eng begrenzter Temperaturbereiche.

Als Beispiel sei hier wieder auf die bereits öfters erwähnten Bronzen (Kupfer-Zinn- oder Kupfer-Zinn-Zink-Legierungen) hingewiesen. Bei schneller Abkühlung (sog. Schreckguß) vermag man größere Festigkeiten zu erzielen, als bei langsamerer Abkühlung. Der Grund hierfür ist folgender: Einmal wird durch die rasche Abkühlung ein unvollkommenes Gleichgewicht herbeigeführt (135—138); zum anderen werden dadurch die Körner, in die sich die Legierung bei der Erstarrung unterteilt, weniger grob (257). Beide Umstände wirken bei der Bronze auf Verbesserung der Festigkeitseigenschaften hin. Erfahrene Bronzegießer benutzen diesen Kunstgriff. Es muß natürlich auf der anderen Seite darauf geachtet werden, daß infolge der raschen Abkühlung nicht etwa schädliche Eigenspannungen im Gußstück entstehen (Gußspannungen). (324—338.)

Ein weiteres Beispiel bietet das Gußeisen, bei dem die Festigkeitseigenschaften in hohem Maße von der Geschwindigkeit der Abkühlung des Gußes, insbesondere von der Geschwindigkeit der Abkühlung dicht unterhalb der Erstarrungstemperatur abhängig sind. Von Einfluß auf die Geschwindigkeit der Abkühlung sind auch die Gießhitze, ferner die Art des Formmaterials und die Abmessungen der Güsse. Je höher die Gießhitze unter sonst gleichen Umständen ist, um so mehr wird die Form vor der Erstarrung erwärmt, um so langsamer geht die Abkühlung durch die Erstarrungszone hindurch. In eisernen Formen erfolgt die Abkühlung schneller, als in Sand- oder Lehmformen. Gußstücke von großer Wandstärke kühlen langsamer ab als dünnwandige. Es ist deswegen nicht zu verwundern, wenn ein und dasselbe Gußeisen aus derselben Pflanze zu verschiedenen dicken Stäben gegossen ganz verschiedene Werte der Festigkeit und Härte liefern kann.

## b) Nachbehandlung der Güsse durch Glühen.

292. Das Glühen kann zweierlei bezwecken: 1. die Beseitigung von Gußspannungen (324—338) und 2. Änderung der Festigkeitseigenschaften des Materials.

Die erste Wirkung ist nicht immer durch Entnahme von Probestäben aus dem Gußstück festzustellen. Denn enthält ein Guß Spannungen, so können diese während des Zerlegens zum Zweck der Probeentnahme ganz oder teilweise beseitigt werden. Nur diejenigen Spannungen, die zwischen kleineren Teilchen des Stoffes, z. B. innerhalb der einzelnen Schaumkammern (257 und 338) bestehen, werden durch die Zerlegung bei der Probeentnahme weniger beeinflusst und können somit ihre Wirkung bei der Prüfung der Festigkeitseigenschaften zur Geltung bringen.

Die Änderung der Festigkeitseigenschaften durch das Glühen kommt insbesondere bei solchen Metallen und Legierungen in Betracht, die bei der Abkühlung unterhalb der Erstarrung Umwandlungen erleiden. Durch Erhitzen bis über die Umwandlungstemperatur und durch Regeln der Abkühlungsgeschwindigkeit beim Durchgang durch diese Temperatur kann man einen Einfluß ausüben auf den Grad der Vollständigkeit, mit dem sich die Umwandlung vollzieht, und ferner auch auf die gröbere oder feinere Körnung des Stoffes (259—262).

Nachbehandlung durch Glühen kommt namentlich bei Gußstücken aus schmiedbarem Eisen (Flußeisenformguß, Stahlformguß, Stahlguß) in Betracht. Hierbei können beide oben genannten Wirkungen erzielt werden. Die Glühhitze ist bis über die Umwandlungstemperatur zu treiben. Wegen der mit der Über-

hitzung verbundenen Beeinträchtigung der Festigkeitseigenschaften (317) darf man aber mit der Glühtemperatur nicht höher gehen, als diese Umwandlung verlangt.

Von Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften des Stahlgusses ist nun bei der Abkühlung die Geschwindigkeit des Durchgangs durch die Umwandlungstemperatur. Um bei der Abkühlung nicht neue Spannungen hervorzurufen, darf man die Abkühlung nicht allzu rasch vor sich gehen lassen, damit alle Teile des Gußstücks möglichst gleiche Temperatur besitzen. Dieser Forderung stellt sich die andere entgegen, die Abkühlung zu beschleunigen, weil dadurch feinkörnigeres Gefüge erzielt wird, das günstigere Festigkeitseigenschaften liefern kann, als gröbere Kornbildung. Zwischen diesen beiden Forderungen muß ein Ausgleich gesucht werden (336).

Man darf nicht glauben, daß das Glühen von Gußstücken in allen Fällen zur Verbesserung der Festigkeitseigenschaften führt. Es kann unter Umständen auch die gegenteilige Wirkung eintreten. Die Bronzen machen unterhalb der Erstarrung eine Umwandlung bei einer Temperatur  $t_u$  durch. Die Festigkeit und Dehnung wird in der Regel gesteigert, wenn die Abkühlung durch  $t_u$  so schnell vor sich geht, daß nur unvollkommenes Gleichgewicht entsteht (135—138). Würde man nun z. B. einen Schreckguß von Bronze wieder bis über die Temperatur  $t_u$  erhitzen und dann langsam abkühlen, so würde man Bruchgrenze und Dehnung wieder vermindern. Wohl aber könnte man allenfalls durch Abschrecken von Wärmegraden oberhalb  $t_u$  die Festigkeitseigenschaften des Gusses verbessern. In allen diesen Fällen ist vorausgesetzt, daß das Gußstück einfache Gestalt und nicht zu große Masse besitzt, weil sonst die angegebene schnelle Abkühlung zu Wärmespannungen Anlaß geben kann.

### c) Das Recken.

293. Unter Recken wollen wir die Herbeiführung bleibender Formänderungen in festen metallischen Stoffen ohne Zerstörung des Zusammenhanges verstehen. Es ist hierbei gleichgültig, ob die Formänderung unter Verringerung des Querschnitts und Vergrößerung der Länge (Strecken), oder unter Verminderung der Länge und Vergrößerung des Querschnitts (Zusammendrücken, Stauchen), ob sie infolge von Zug, Druck, Biegung, Verdrehung usw. erfolgt. Geschieht das Recken bei höheren Wärmegraden, so soll es als Warmrecken bezeichnet werden. Hierher gehören das Schmieden, Walzen, Warmpressen, Warmziehen usw., kurz alle Formgebungsarbeiten, die unter Herbeiführung bleibender Formänderungen bei höheren Temperaturen vorgenommen werden. Erfolgen diese bleibenden Formänderungen dagegen bei Wärmegraden in der Nähe der atmosphärischen Temperatur, so wollen wir den Vorgang Kaltrecken nennen. Hierher gehören Arbeiten wie das Kaltschmieden, Kaltwalzen, Kaltpressen, Kaltziehen, Kaltdrücken, Kaltprägen usw.

Gewöhnlich hat man für das Kaltrecken die Bezeichnung Kaltbearbeitung. Dieser Ausdruck soll hier vermieden werden, weil er zweideutig ist und gelegentlich zu Verwechslung mit der Bearbeitung der Metalle mittels schneidender Werkzeuge (Drehen, Bohren usw.) Anlaß geben kann. Damit soll nicht etwa gesagt sein, daß bei dieser Bearbeitung mit schneidenden Werkzeugen nicht etwa Kaltrecken nebenher gehen kann.

Das Ausgangsmaterial sowohl für das Warm- wie auch für das Kaltrecken ist in der Regel der gegossene Block, der in der Mehrzahl der Fälle durch Warmrecken der endgültigen Gestalt des zu erzeugenden Gebrauchsgegenstandes näher gebracht oder unmittelbar in diese übergeführt wird. Auf das Warmrecken kann dann noch Kaltrecken hinterher folgen. So wird z. B. bei der Erzeugung von