

linie soll als  $t, q$ -Linie bezeichnet werden. Würde man nun auch noch die Behandlungsweise  $b$  veränderlich machen, dadurch, daß man die Legierung in verschiedenen Zuständen der Vorbehandlung (gegossen, geschmiedet usw.) der Untersuchung unterwirft, so wird man im allgemeinen ebensoviel Schaulinien  $t, q$  erhalten, als man verschiedene Behandlungszustände  $b$  hat.

Schließlich kann man auch  $b$  und  $t$  unveränderlich halten und nur  $c$  ändern lassen. Dies würde z. B. möglich sein, wenn man verschiedene Legierungen des Eisens mit dem Kohlenstoff mit steigenden Gehalten  $c$  an Kohlenstoff in möglichst gleicher Vorbehandlung auf irgendeine Eigenschaft, z. B. Zugfestigkeit bei unveränderlicher Temperatur untersucht. Die Vorbehandlung  $b$  könnte beispielsweise dadurch einigermaßen unverändert erhalten werden, daß man die verschiedenen Legierungen zu Blöcken gleicher Abmessungen in möglichst gleich bleibender Weise gießt, die Blöcke auf Stangen gleicher Abmessungen bei möglichst gleicher Endtemperatur herabschmiedet oder -walzt und nach dem Schmieden oder Walzen in möglichst gleicher Weise abkühlt. Man würde dann die Abhängigkeit der betreffenden Eigenschaft  $q$  von dem Kohlenstoffgehalt  $c$  ermitteln und eine Schaulinie erhalten, in der die Zusammensetzung  $c$  als Abszisse und die gemessene Eigenschaft  $q$  als Ordinate eingetragen ist, also eine  $c, q$ -Linie, die für einen bestimmten Behandlungszustand  $b$  und eine bestimmte Temperatur  $t$  gültig ist. Werden  $b$  und  $t$  anders gewählt, so erhält man auch andere Schaulinien  $c, q$ .

Wenn in diesem Buch über die Temperatur  $t$  keine nähere Angabe gemacht wird, so ist gewöhnliche Temperatur von etwa  $20\text{ C}^\circ$  verstanden.

## 1. Einfluß der chemischen Zusammensetzung.

**284.** Es ist im allgemeinen unmöglich, im voraus sichere Schlüsse auf die Eigenschaften einer neuen, noch unbekanntenen Legierung zu ziehen, die aus zwei oder mehreren Metallen mit bekannten Eigenschaften nach bestimmter Vorbehandlung hergestellt ist. Jedenfalls darf man nicht in den Fehler verfallen, nach der Mischungsregel die Eigenschaften der Legierung aus den Eigenschaften ihrer Bestandteile errechnen zu wollen. Nach früherem (209, 210) wäre dies nur denkbar für additive Eigenschaften. Es gibt aber nur wenige Eigenschaften, die additiv sind, jedenfalls sind es nicht die technisch wichtigen Eigenschaften.

Es ist z. B. nicht von vornherein zu erwarten, daß man durch Zusammenschmelzen von 70 Gewichtsteilen des weichen Kupfers und 30 Gewichtsteilen des noch weicheren Zinns eine Legierung erzielen kann, die sich wegen ihrer Sprödigkeit pulvern läßt und fast so hart wie Glas ist. Ähnliche Beispiele lassen sich in großer Menge anführen.

Diese Tatsache, die für den Erfinder neuer Legierungen natürlich eine Erschwerung seiner Tätigkeit bedeutet, ist aber andererseits von hervorragendem technischen Werte. Gerade dadurch, daß man durch Legieren zweier oder mehrerer Stoffe Legierungen von ganz wesentlich verschiedenen Eigenschaften zu erzeugen imstande ist, kann man metallische Stoffe herstellen, die in ihren Eigenschaften für ihren besonderen Verwendungszweck besonders abgestimmt sind. Diese Möglichkeit erklärt auch den Umstand, daß nur in wenigen Fällen die reinen Metalle, viel häufiger dagegen ihre Legierungen als Baustoffe Verwendung finden. Die meisten reinen Metalle sind verhältnismäßig weich und von geringer Festigkeit. Dadurch, daß man sie mit anderen Stoffen legiert, bekommt man Baustoffe von höherer Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Beanspruchungen. Man verwendet daher an Stelle des reinen Eisens seine Legierungen mit Kohlenstoff, an Stelle des reinen Kupfers seine Legierungen mit Zinn oder mit Zink, oder mit Zinn und Zink zugleich.



Es gibt einige allgemeine Regeln, die als Anhalt zu einer ungefähren Vorstellung von der Änderung der Eigenschaften der Metalle durch Legierung mit anderen Stoffen dienen können. Sie werden bei den einzelnen Eigenschaften in den späteren Abschnitten erwähnt werden. Um aber ein sicheres Urteil über das Maß der Änderung und über die Art der zu erzielenden Eigenschaften zu erlangen, ist man immer auf den unmittelbaren Versuch angewiesen, indem man die chemische Zusammensetzung der Legierung ändert und die dadurch bedingten Änderungen der Eigenschaften in möglichst genau festgelegten und gleichbleibenden Behandlungszuständen bestimmt. Die Ergebnisse lassen sich dann in Form einer Schaufläche auftragen.

Die chemische Zusammensetzung der Legierungen wird durch die chemische Analyse festgelegt. Es ist aber zu berücksichtigen, daß etwaige Seigerungserscheinungen zu falschen Analysenergebnissen und dadurch zu einer unrichtigen Bewertung des Einflusses der chemischen Zusammensetzung auf die Eigenschaften einer Legierungsgruppe führen. Man hat sich deswegen durch nebenhergehende Gefügeuntersuchung von der Gleichmäßigkeit der Verteilung der einzelnen Gefügebestandteile zu überzeugen.

Zur Erläuterung sei folgendes Beispiel angeführt: Zwei kaltgereckte Kupferschienen *A* und *B* zeigten verschiedenes Verhalten beim Biegen. Die Probe *A* ertrug das Umbiegen um einen bestimmten Winkel, die Probe *B* dagegen riß beim Biegen ein, wie in Abb. 249. Der Gehalt an Kupferoxydul war auf Grund der chemischen Analyse in *A* etwas höher als in *B*; im übrigen war die chemische Zusammensetzung beider Kupfersorten fast die gleiche. Man würde hier bei unvorsichtiger Schlußfolgerung zu dem Glauben haben kommen können, daß das oxydulreichere Kupfer das biegungsfähigere wäre. Die Beobachtung des Gefüges zeigt sofort den Irrtum. Der etwas geringere durchschnittliche Oxydulgehalt in Kupfer *B* war nämlich außerordentlich ungleichmäßig in der Masse verteilt. Längs der in Abb. 249 mit *e* angedeuteten Linien waren die Oxydulschlüsse in Form von Schnüren, wie in Tafelabb. 59, Taf. XII, rechts in 123facher Vergrößerung dargestellt, sehr stark angereichert, während die übrigen Teile des Kupfers nur sehr wenig Oxydul enthielten. Längs dieser Oxydulschnüre platzte nun das Kupfer beim Biegen so auf, wie es Abb. 249 andeutet.

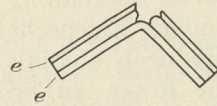


Abb. 249.

In manchen Fällen werden die Eigenschaften von Legierungen auch durch solche Stoffe sehr wesentlich beeinflusst, die sich der chemischen Analyse entziehen oder ihr mindestens erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellen, z. B. geringe Mengen von Gasen, Sauerstoffgehalt im Eisen usw.

In anderen Fällen versagt die chemische Analyse deshalb, weil sie die Gesamtmenge eines in der Legierung enthaltenen Stoffes richtig angibt, aber unentschieden läßt, in welcher Form er auftritt. So gibt z. B. die Analyse den Phosphorgehalt in Schweiß Eisen zwar richtig an; sie vermag aber keine Auskunft darüber zu geben, ob dieser Phosphor als Phosphorsäure in der vom Eisen eingeschlossenen Schweißschlacke oder im Eisen selbst mit diesem legiert auftritt. Bis zu einem gewissen Grade vermag hier die Gefügeuntersuchung helfend einzugreifen.

## 2. Einfluß der Vorbehandlung.

285. Die Vorbehandlung kann eine reine Wärmebehandlung sein, z. B. Gießen, Glühen, verschiedenartige Abkühlung von höheren Wärmegraden (langsame Abkühlung, rasche Abkühlung, plötzliches Abschrecken in Flüssigkeiten usw.), oder sie ist eine rein mechanische Behandlung, die auf Formgebung durch