

Umlagerung der Masse des Stoffes im festen Zustande bei gewöhnlichen Wärmegraden beruht, und die wir als Kaltrecken bezeichnen (264). Hierher gehören z. B. alle Arbeiten wie Kaltwalzen, Kaltziehen, Kalthämmern, Kaltdrücken, Prägen usw. Schließlich können auch Wärme- und mechanische Behandlung ineinandergreifen, wie z. B. bei den Formgebungsarbeiten durch Umlagerung der Masse des Stoffes im festen Zustand bei höheren Wärmegraden, die wir unter der allgemeinen Bezeichnung Warmrecken zusammenfassen wollen. Hierher gehören das Warm Schmieden, Warmwalzen, Warmpressen usw.

Die Vorbehandlung beeinflußt vor allem das Gefüge, und zwar die Zahl und Art der Gefügebestandteile, ihre Anordnung und ihre Eigenschaften. Die mannigfaltige Beeinflussung des Gefüges der Legierungen beim Guß, bei der Erhitzung und Abkühlung, beim Warm- und Kaltrecken ist bereits im vorigen Abschnitt besprochen worden (255 bis 282). Wesentlichen Aufschluß über die Möglichkeit der Eigenschaftsänderung von Legierungen durch Wärmebehandlung geben die c, t -Bilder. Zeigen diese z. B. an, daß eine Legierung von einer bestimmten Zusammensetzung bei einer bestimmten Temperatur eine Umwandlung erleidet, so ist zunächst festzustellen, mit welcher Geschwindigkeit die Umwandlung bei der Umwandlungstemperatur t_u beim Erhitzen und bei der Abkühlung vor sich geht, ob es möglich ist, die Umwandlung durch rasche Abkühlung von Temperaturen oberhalb t_u ganz oder teilweise zu unterdrücken und dadurch der Legierung andere Eigenschaften zu erteilen, als wenn sie langsam durch die Temperatur t_u hindurch abkühlt. Bei c, t -Bildern, die Mischkristallbildung andeuten, wird man die Frage zu erörtern haben, ob durch schnellere Abkühlung (oder auch Erhitzung) unvollkommene Gleichgewichte in der erstarrten Legierung herbeigeführt werden können, und in welcher Weise dadurch die Eigenschaften der Legierungen geändert werden (135, 136 usw.).

Die Vorbehandlung kann auch ohne Beeinflussung des Gefüges wesentliche Änderungen in den Eigenschaften der Metalle und Legierungen hervorrufen. Wenn z. B. Werkstücke von verhältnismäßig großer Masse von hohen Wärmegraden abgekühlt werden, so können verschiedene Teile desselben Werkstücks zu gleichen Zeiten verschiedene Temperaturen besitzen. Dadurch werden Spannungen erzeugt (324 bis 338). Spannungen können auch durch Kaltrecken von metallischen Stoffen hervorgebracht werden (301 bis 307).

Mit der Wärme- oder mechanischen Vorbehandlung kann beabsichtigte oder unbeabsichtigte Änderung der chemischen Zusammensetzung verbunden sein. Glüht man z. B. Eisen in einer kohlenstoffhaltigen Umgebung, so nimmt es von der Oberfläche her Kohlenstoff auf. Umgekehrt kann man durch Erhitzen von Eisen-Kohlenstoff-Legierungen an der Luft oder in oxydierenden Gasgemischen den Kohlenstoffgehalt an der Eisenoberfläche vermindern. Derartige Wirkungen sind rein chemischer Art und sind auf Grund der Kenntnis des Einflusses der chemischen Zusammensetzung auf die Eigenschaften der Legierung mit zu berücksichtigen.

3. Einfluß der Temperatur.

286. Die Eigenschaften der metallischen Stoffe ändern sich mit der Temperatur. So ist z. B. der Widerstand von Eisen und Kupfer gegenüber Formgebung durch Schmieden und Walzen bei höheren Wärmegraden (Rotglut) wesentlich geringer als bei gewöhnlicher Temperatur, was man schon seit den ältesten Zeiten praktisch ausnutzt. Die Änderung der Eigenschaften der metallischen Stoffe im festen Zustand in Abhängigkeit von der Temperatur kann stetig sein. Es können aber auch plötzliche Änderungen der Eigenschaften bei stetig ge-

änderter Temperatur vorkommen, wenn z. B. die Legierung bei einer bestimmten Temperatur Umwandlung erleidet. Solche Unstetigkeiten können aber auch auftreten, ohne daß Umwandlungspunkte nachzuweisen sind. So zeigt z. B. beim Eisen die Schaulinie, die die Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften von der Temperatur angibt, starke Unregelmäßigkeiten zwischen 100 und 400 C° (Blauwärme, II B), obwohl innerhalb dieses Temperaturintervalls bis jetzt keine Umwandlung nachgewiesen ist.

Zur Erläuterung ähnlicher Erscheinungen kann man sich vorstellen, daß auch innerhalb einer und derselben Phase von der Temperatur und vom Druck abhängige Gleichgewichte zwischen verschiedenen Molekül-gattungen herrschen. Über diese Gleichgewichte sagt die Phasenlehre unmittelbar nichts aus. Man könnte sich z. B. eine einheitliche flüssige Phase des Stoffes M als homogenes Gemisch der Molekül-gattungen $M + M_n + M_m + \dots$ vorstellen. Bei einer Temperatur t und einem bestimmten Druck p könnte dann das Gleichgewicht gebildet sein aus n Gewichtsteilen der Molekül-gattung M_n , m Teilen der Molekülart M_m und $1 - n - m$. . Teilen der Molekülart M . Bei Änderung der Temperatur und des Druckes würde ein neues Gleichgewicht eintreten, in dem die Gewichtsmengen der einzelnen Molekülarten verändert sind. Ähnliches könnte auch in festen Lösungen (Mischkristallen) vorkommen, oder in Phasen, die aus einem chemisch einheitlichen Stoffe, ja sogar aus einem chemischen Elemente gebildet sind. Mit dieser Änderung des Gleichgewichtes innerhalb der Phase (inneres Gleichgewicht) könnten natürlich auch die Eigenschaften der Phase und des aus ihr gebildeten Systems wesentliche Änderungen erfahren,

Ich bin absichtlich auf dieses Gebiet nicht näher eingegangen, weil die wissenschaftlichen und experimentellen Unterlagen vorläufig noch zu dürftig sind, und deshalb bei der Erörterung solcher Erscheinungen der Phantasie breiter Spielraum gewährt wird.

Die Änderung der Eigenschaften der metallischen Stoffe mit der Temperatur ist für den Konstrukteur namentlich dann von großer praktischer Bedeutung, wenn der aus dem Stoff hergestellte Gebrauchsgegenstand bei höheren Wärme-graden (Stehbolzen, Dampfkesselteile, Dampfleitungen usw.) oder bei sehr niedrigen Temperaturen (Eisenbahnachsen im Winter) Dienst leisten soll.
