

## II. Die Vorgänge bei der Erstarrung und Abkühlung der Legierungen. Umwandlungen.

### AA. Allgemeines.

9. Bei der Erzeugung von Gebrauchsgegenständen aus Metallen und Legierungen geht man in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle von dem ursprünglich gegossenen Material aus. Teils wird dieses unmittelbar in Form von Gebrauchsgegenständen benutzt, teils erfährt es weitere Behandlungen durch Walzen oder Schmieden bei höheren oder bei niederen Wärmegraden, zum Teil werden die Eigenschaften verändert durch Glühen und Abkühlen, wobei der Grad der erreichten Glühhitze, die Dauer der Erhitzung und die Geschwindigkeit der Abkühlung in vielen Fällen die Eigenschaften des Materials in hohem Maße verändern. Bei der Herstellung von Gußstücken spielt auch die Gießhitze, bei der das Material in die Form gegossen wird, und die Geschwindigkeit der Abkühlung vielfach eine wichtige Rolle. Die Geschwindigkeit der Abkühlung ist ihrerseits wieder bedingt durch die Gießhitze, die Temperatur und das Material der Form, die Masse und das Verhältnis der Oberfläche des Gußstückes zu seiner Masse.

Bei geschickter Beherrschung aller dieser Verhältnisse durch die Praxis ist es möglich, die Eigenschaften des Materials den verschiedenen Verwendungszwecken nach Möglichkeit anzupassen. Ungeschicklichkeit oder Unkenntnis bei der Durchführung aller der obengenannten Arbeiten kann dagegen die Eigenschaften des metallischen Rohstoffes ungünstig beeinflussen und ihn für den gedachten Zweck weniger geeignet oder ganz unbrauchbar machen. Die ungünstigen Wirkungen können teils durch geeignete Nachbehandlung wieder beseitigt werden, teils ist dies aber nicht möglich; die Verschlechterung des Materials ist dann dauernd und kann nur durch erneutes Umschmelzen mit oder ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel rückgängig gemacht werden.

10. Um alle die Einflüsse, die bei der Behandlung eines metallischen Materials berücksichtigt werden müssen, zu übersehen, ist genaue Kenntnis der Vorgänge erforderlich, die sich bei der Erstarrung, bei der weiteren Abkühlung und bei der Wiedererhitzung des abgekühlten Materials abspielen. Diese Vorgänge können außerordentlich mannigfaltig sein, wie die nachfolgenden Auseinandersetzungen lehren werden. Bis vor nicht zu langer Zeit suchte man auf reinem Erfahrungswege, durch Probieren, seinen Weg durch die Vielheit der Erscheinungen zu finden. Es ist nicht zu leugnen, daß hierbei große Erfolge bei Aufwendung von viel Scharfsinn erzielt wurden. Die Verhältnisse liegen aber doch zum Teil derart verwickelt, daß selbst die scharfsinnigste Empirie an eine Grenze gelangt. Es ist deswegen mit Freuden zu begrüßen, daß die Entwicklung der Wissenschaft inzwischen so weit fortgeschritten ist, daß sie Mittel an die Hand geben kann, die in dem Gewirr der vielgestaltigen Erscheinungen klaren Überblick ermöglichen. Dadurch tritt



an die Stelle der Fortentwicklung der Wissenschaft von den Legierungen auf dem Wege des Tastens die eigentliche wissenschaftliche Forschung.

Manchem der Leser wird das in diesem Abschnitt zu behandelnde Gebiet gänzlich fremd erscheinen. Es ist natürlich, daß er infolgedessen einen gewissen Widerwillen zu überwinden haben wird, um sich hineinzuarbeiten. Die Arbeit wird sich aber lohnen. Sie ist eine einmalige und die durch sie erweiterte Kenntnis wird bei der praktischen Arbeit lohnende Erleichterung gewähren. Der Verfasser ist bemüht gewesen, seine Darlegungen so zu gestalten, daß sie von Maschinenleuten und Metallurgen ohne Mühe verstanden werden, und daß die Leser die sich aus den Darlegungen ergebenden wissenschaftlichen Hilfsmittel beherrschen lernen. Die praktische Anwendung dieser Hilfsmittel wird sich dann aus der zweiten Hälfte II B dieses Bandes ergeben, der über die Legierungen im besonderen handelt. Es würde dem Verfasser große Freude bereiten, wenn seine Bestrebungen nach dieser Richtung hin von Erfolg begleitet wären.

## BB. Einführung in die Lehre von den Gleichgewichten in Legierungen.

11. Um ermüdende Auseinandersetzungen über verwickelte Versuchsanordnungen, wie sie bei dem Studium der Metalllösungen (Legierungen) wegen der höheren Schmelzpunkte notwendig sind, vorläufig zu vermeiden, wollen wir von einem einfachen Beispiel, nämlich von den Lösungen des Chlornatriums in Wasser, ausgehen. Dies Beispiel ist besonders deshalb lehrreich, weil die weiter unten gegebenen Ableitungen von jedem mit den einfachsten Hilfsmitteln mühelos auf ihre Richtigkeit geprüft werden können ( $L_1, 3$ ).

Wir wollen mit einer Lösung von 3,84% Chlornatrium in Wasser beginnen und sie einer gleichbleibenden Temperatur von z. B.  $-3\frac{1}{4}^\circ\text{C}$  überlassen. Wenn die Lösung diese Temperatur angenommen hat, scheiden sich Eiskristalle aus<sup>1)</sup>. Man muß durch Rühren dafür Sorge tragen, daß das Eis sich nicht an den Gefäßwänden festsetzt. Nach mehreren Stunden, je nach der Menge der ursprünglich angewendeten Lösung, ist die Eisausscheidung beendet. Man filtriert alsdann die Mutterlauge von den Eiskristallen ab, natürlich immer bei der unveränderlichen Temperatur von  $-3\frac{1}{4}^\circ\text{C}$ . In einer abgewogenen Menge der Mutterlauge wird sich dann der Chlornatriumgehalt zu 5,49% ergeben. Der Versuch lehrt also, daß bei einer Temperatur von  $-3\frac{1}{4}^\circ\text{C}$  Eis und eine Mutterlauge mit 5,49% Chlornatrium nebeneinander im Gleichgewicht sind. Dieses Gleichgewicht bleibt bestehen, solange die Temperatur  $-3\frac{1}{4}^\circ\text{C}$  sich nicht ändert. Man kann dies auch so ausdrücken, daß die Mutterlauge mit 5,49% Chlornatrium bei dieser Temperatur mit Bezug auf Eis gesättigt ist.

Um den Befund schaubildlich darzustellen, wählen wir ein rechtwinkliges Koordinatensystem. Als Abszissen tragen wir die Natriumchloridgehalte in Gewichtsprozenten, als Ordinaten die Temperaturen auf. Es bedeutet dann in Abb. 1 der Punkt  $A_1$ : Eis (mit 0% Chlornatrium) bei einer Temperatur  $-3\frac{1}{4}^\circ$ . Der Punkt  $L_1$  entspricht einer Mutterlauge mit 5,49% Chlornatrium bei derselben Temperatur. Die Senkrechte  $\mathfrak{R}_1$  im Abstand 3,84 von der Ordinatenachse entspricht einem System von 3,84% Chlornatrium und 96,16% Wasser bei verschiedenen Temperaturen, ohne Rücksicht darauf, ob dieses System eine homogene Lösung oder ein Gemenge von ausgeschiedenen Kristallen und darüberstehender Mutterlauge ist. Wir wollen die Linie  $\mathfrak{R}_1$  die Kennlinie des betreffenden Systems nennen. Der Punkt  $K_1$  auf der Kennlinie entspricht dem genannten System bei

<sup>1)</sup> Bereits von Rüdorff ( $L_1, 1$ ) festgestellt