

GG. Seigerungen.

141. Bei der Erstarrung sind zwei Fälle auseinander zu halten, die kongruente und die nichtkongruente Erstarrung (65). Bei der ersteren ist während des Übergangs aus dem flüssigen in den festen Zustand oder umgekehrt die Zusammensetzung der flüssigen Phase gleich der der festen Phasen. Die Erstarrung oder Schmelzung erfolgt bei gleichbleibender Temperatur. Beginn und Ende der Erstarrung oder Schmelzung fallen zusammen. Bei der inkongruenten Erstarrung oder Schmelzung ist die Zusammensetzung der im Gleichgewicht befindlichen flüssigen und festen Phasen verschieden. Erstarrung und Schmelzung finden nicht bei gleichbleibender Temperatur, sondern innerhalb eines Temperatur-Intervalles statt.

142. Ist bei nichtkongruenter Erstarrung das spezifische Gewicht der ausgeschiedenen Kristalle verschieden von dem der Schmelze, so können, wenn die Erstarrung genügend langsam vor sich geht, Kristalle von geringerem spezifischen Gewicht in der Schmelze nach oben steigen, oder Kristalle mit höherem spezifischen Gewicht nach unten sinken. Die Erscheinung wird um so bemerkbarer werden, je größer der Unterschied im spezifischen Gewicht der festen und flüssigen Phasen ist.

Deutlich ist die Erscheinung bei den Legierungen von Blei und Antimon. Das c, t -Bild dieser Legierungsreihe ist in Abb. 6 gegeben. Es gehört zur Art $Aa2\gamma$. Die eutektische Legierung liegt bei etwa 13% Antimon. Läßt man z. B. eine flüssige Legierung mit 20% Antimon langsam erstarren, so scheiden sich zu Beginn der Erstarrung Antimon-, oder wenigstens sehr antimonreiche Kristalle aus der flüssigen Schmelze ab. Bei weiterer Abkühlung wächst deren Menge, die Menge der flüssigen Phase nimmt ab, sie nähert sich in ihrer Zusammensetzung der eutektischen Legierung von 13% Antimon, und erreicht diesen Gehalt bei der eutektischen Temperatur $t_e = 247\text{ C}^\circ$. Bei dieser erstarrt die eutektische Flüssigkeit zum eutektischen Gemenge von Blei- und Antimonkriställchen. Dicht oberhalb der eutektischen Temperatur besteht die Legierung aus flüssiger Phase mit nahezu 13% Antimon und aus Antimonkristallen. Die letzteren sind wesentlich leichter als die bleireiche Schmelze, sie haben das Bestreben nach oben zu steigen und sich in den oberen Teilen der Schmelze anzureichern, während die flüssige nahezu eutektische Legierung vermöge ihrer Schwere nach unten sinkt und schließlich dort bei der eutektischen Temperatur zur Erstarrung gelangt.

Tafelabb. 5, Taf. I, zeigt den Längsschnitt durch ein kleines Blöckchen dieser Legierung in natürlicher Größe. Die Schmelzung erfolgte in einem dünnwandigen eisernen Tiegel; die Erstarrung ging demnach ziemlich rasch vor sich. Trotzdem war genügend Zeit vorhanden, um die oben geschilderte Erscheinung herbeizuführen. Infolge der Ätzung des Schnittes sind die bleireicheren Teile der Legierung dunkel gefärbt, während die Antimonkristalle hell erscheinen. Die letzteren sind im oberen Teil des Blöckchens stark angereichert, während der untere Teil vorwiegend aus eutektischer Mischung mit 13% Antimon besteht. Die Antimonkriställchen sind in einiger Entfernung von der Oberfläche des Blöckchens besonders häufig; wegen der frühzeitigen Erstarrung der Oberflächenkruste konnten sie nicht alle bis zur Oberfläche aufsteigen. — Bohrt man ein solches Blöckchen an verschiedenen Stellen an, so wird man bei der Analyse der Bohrspäne ganz verschiedene Zusammensetzungen finden. Im unteren Teile des Blöckchens wird der Antimongehalt nahezu 13% sein; in dem oberen Teil, wo die Antimonkriställchen stark überwiegen, wird man wesentlich höhere Gehalte als 20%, vielleicht bis zu 60% Antimon finden; in den Stellen dicht unter der Oberflächenkruste

wird sich ein mittlerer Antimongehalt bei der Analyse ergeben. Die eingetretene Entmischung der Legierung ist grob.

Entmischungsvorgänge der geschilderten Art nennt man „Seigerungen“. Der Ausdruck stammt her von „sickern“.

Nicht seigern können Stoffe, die kongruent erstarren, also z. B. reine Metalle, eutektische Legierungen usw. Auch Legierungen, die in der Nähe der eutektischen Zusammensetzung liegen, haben keine Neigung zur Seigerung. Dagegen können oft kleine Verunreinigungen reiner Metalle bereits zu ausgeprägten Seigerungserscheinungen führen.

Ein nahe liegendes Mittel, die Seigerung zu vermindern, ist möglichst rasche Abkühlung während der Erstarrung, so daß z. B. bei der oben besprochenen Blei-Antimonlegierung den Antimonkriställchen nicht genügend Zeit bleibt, nach oben zu steigen, da sie von dem gleich hinterher erstarrenden Eutektikum festgehalten werden. Es ist deswegen auch üblich, Legierungen, die im wesentlichen aus Blei- und Antimon bestehen (wie z. B. Lettermetalle), in dünnem Strahl in kalte metallene Formen einzuspritzen, damit sie in Berührung mit der kalten Formwand möglichst rasch zur Erstarrung gelangen.

143. Die Entmischung (Seigerung) braucht nun nicht notwendigerweise in der Richtung der Schwerkraft vor sich zu gehen. Bei der Herstellung von Flußeisenblöcken ist es beispielsweise üblich, das flüssige Metall in große gußeiserne Blockformen (Kokillen) einzugießen. Durch das gute Wärmeleitungsvermögen der eisernen Formwände wird der geschmolzenen Legierung von der Oberfläche her rasch Wärme entzogen; die äußerste Schicht der Legierung wird kälter als die innere Masse. Sie wird daher auch zuerst auf die Temperatur des Erstarrungsbeginns gebracht. Die sich hierbei zuerst ausscheidenden Kristalle setzen sich an den Wänden der Blockform an und drängen den noch flüssigen Teil der Legierung nach innen zu. Ist die Erstarrung nicht kongruent, so hat die nach innen gedrängte flüssige Phase andere Zusammensetzung als die ausgeschiedenen Kristalle. Beim Flußeisen sind z. B. die zuerst ausgeschiedenen Kristalle ärmer an den Legierungsbestandteilen Kohlenstoff, Mangan, Phosphor, Schwefel. Die äußere Kruste des Blockes ist sonach an diesen Stoffen ärmer als die nach innen getriebene Schmelze. Allmählich wächst infolge weiterer Abkühlung die Dicke der erstarrten Kruste, bis zuletzt nur noch ein kleiner Teil der Schmelze im Innern flüssig ist, in dem sich die Verunreinigungen besonders anreichern können.

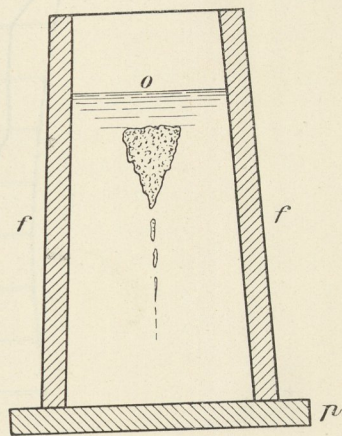


Abb. 92.

Wenn die Blockform, wie es gewöhnlich geschieht, auf einer eisernen Unterlage *p* aufruhrt, so ist die Wärmeentziehung am stärksten von den Seiten *f* und *p* aus (s. Abb. 92). Die Oberfläche *o* des gegossenen Metalls kühlt wegen der Berührung mit der schlecht wärmeleitenden Luft oder mit dem noch schlechter wärmeleitenden Sand, der vielfach aufgebracht zu werden pflegt, langsamer ab. Die Folge hiervon ist, daß zu einer bestimmten Zeit nach dem Guß die erstarrten Blockwandungen bei *f* und *p* stärker sind als die erstarrte Oberflächenkruste *o*. Das heißt, die bis zuletzt flüssig gebliebene Masse liegt nicht in der Blockmitte, sondern mehr nach dem oberen Teil zu, wie es in Abb. 92 durch die punktierte Fläche angedeutet ist. Dieser flüssige Rest ist angereichert an Kohlenstoff, Mangan, Phosphor, Schwefel usw. Nach seiner Erstarrung wird also an dieser Stelle das Eisen die größte Menge an den gegebenen Stoffen aufweisen.

Die Stelle stärkster Seigerung findet sich dort, wo die Legierung am längsten flüssig geblieben ist.

Dies ist eine allgemeine Regel. Sie gewährt auch die Mittel, um die Seigerung im Block an eine Stelle zu verlegen, wo sie weniger schädlich ist, z. B. in den obersten Teil (Kopf) des Blockes, der dann vor der Weiterverarbeitung zu Fertigerzeugnissen entfernt werden kann.

Würde man z. B. die langsame Abkühlung des Blockes von der Oberfläche o her noch mehr begünstigen, als es durch das Aufbringen von Sand geschieht, z. B. dadurch, daß man den oberen Teil des Blockes (Kopf) künstlich heizt, so wird die zuletzt erstarrende Stelle im Block noch weiter nach der Oberfläche o zu rücken, als in Abb. 92 gezeichnet ist. Dann wird auch die Stelle stärkster Seigerung dahin rücken und man erhält einen größeren Teil des Blockes, der arm ist an Seigerungsstellen.

In Abb. 93 ist ein Längsschnitt durch einen großen Flußeisenblock von 560×460 mm Seitenlänge und 1700 mm Höhe dargestellt. Längs der Mittellinie

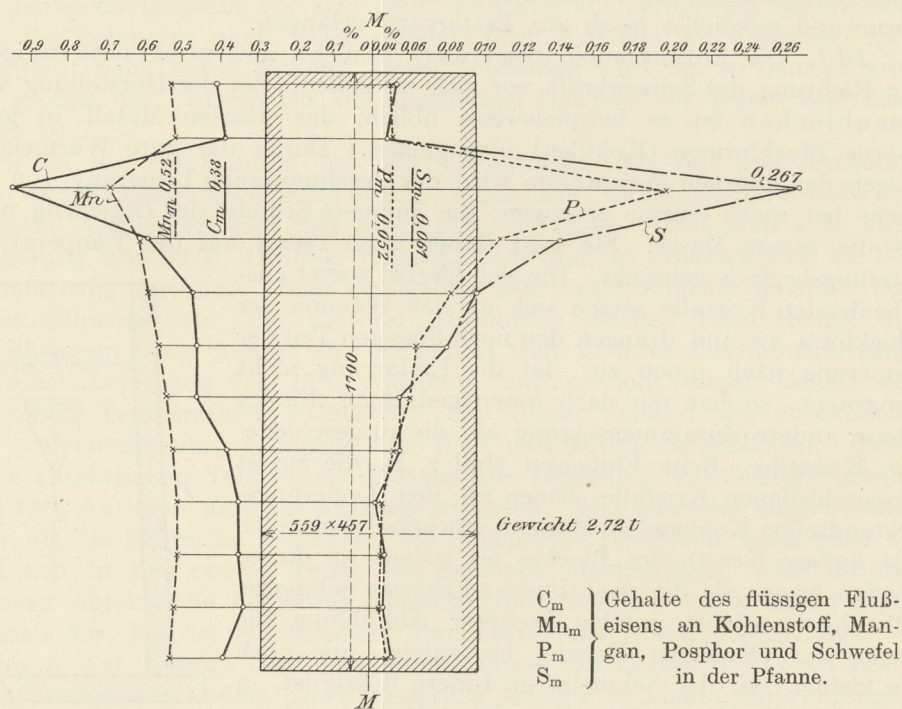


Abb. 93. Seigerung in Flußeisenblöcken.

MM wurden in Abständen von etwa 150 mm mehrere etwa 19 mm tiefe Löcher gebohrt. Die dabei fallenden Späne wurden analysiert. Die gefundenen Gehalte an Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel sind schaubildlich als Ordinaten nach rechts und nach links von der als Abszisse gewählten Mittellinie MM aus aufgetragen, und zwar nach rechts die Gehalte an Phosphor und Schwefel, nach links die an Kohlenstoff und Mangan. Die durchschnittliche Zusammensetzung des flüssigen Flußeisens in der Pflanze ist in der Abb. 93 durch Parallele zur Mittellinie MM im entsprechenden Abstand angegeben. Sie war: Kohlenstoff (C_m) 0,38%, Mangan (Mn_m): 0,52%, Phosphor (P_m): 0,052%, Schwefel (S_m): 0,061%. Die Stelle größter Seigerung liegt etwa 300 mm unter der oberen Blockkante; die Seigerung ist besonders stark ausgeprägt für Phosphor und Schwefel, weniger

stark für Kohlenstoff und noch geringer für Mangan. An der Stelle größter Seigerung ist die Zusammensetzung folgende: Kohlenstoff 0,95%, Mangan 0,70%, Phosphor 0,197% und Schwefel 0,267%. Setzt man die Gehalte an den einzelnen Stoffen im flüssigen Flußeisen in der Pfanne gleich 100, so erhält man folgende Verhältniszahlen: Mangan 135, Kohlenstoff 250, Phosphor 379, Schwefel 437. Das Flußeisen ist im Martinofen auf saurem Herde gewonnen. Das Beispiel ist entlehnt von B. Talbot (*L*₁ 26).

144. Die Seigerung ist, wenn die Legierung überhaupt zur Seigerung neigt, um so stärker ausgeprägt, je größer die erstarrenden Massen der Legierung sind. Mit der Masse steigt der Unterschied zwischen der Temperatur der äußeren Kruste und dem Inneren der Masse.