

Schleuderguß

Beim Schleuderguß wird das flüssige Metall in eine rotierende Form gegossen. Die Zentrifugalkraft wirkt auf das flüssige Metall und preßt es in den Formhohlraum, bis es erstarrt ist. Das Verfahren hat folgende Vorteile:

1. Es eignet sich gut für die Nutzbarmachung einer progressiven Erstarrung (in einem Erstarrungsband).
2. Oxidschaum und nichtmetallische Verunreinigungen bewegen sich wegen ihrer geringen Dichte zur Innenseite des Schleudergußstücks, wo sie beim Bearbeiten leicht entfernt werden können.
3. Es entwickelt extrem hohe Gießdrücke, die die Herstellung fehlerfreier Gußstücke infolge der wirksamen Speisung unter Druck und der geringen Gasvolumina, die eingeschlossen oder beim Erstarren freigesetzt werden, erleichtern.
4. Es eignet sich für die Verwendung von Kokillen, in denen Gußstücke mit feinkörnigem Gefüge und außergewöhnlicher Fehlerfreiheit und Gleichmäßigkeit hergestellt werden können.
5. Wegen der hohen Gießgeschwindigkeiten kann mit niedrigen Temperaturen gegossen werden.
6. Rohr- oder ringförmige Gußstücke können ohne Kern gefertigt werden.

Die Qualität jedes Schleudergußstücks hängt davon ab, inwieweit es möglich ist, alle diese Faktoren zu nutzen.

Verfahrensvarianten

Beim Schleudergießen unterscheidet man drei Verfahrensvarianten: den echten Schleuderguß, den Schleuderguß mit Kernen und den Schleuderformguß.

Der Schleuderformguß hat von den drei Varianten wahrscheinlich die geringere Bedeutung. Hier wird das Metall in einen zentralen, senkrechten Eingußkanal gegossen, dessen Mittellinie mit der Rotationsachse identisch ist. Die Formhöhlräume sind rund um die Drehachse angeordnet und durch Gießläufe und Anschnitte mit dem zentralen Eingußkanal verbunden; sie werden unter der Wirkung einer relativ niedrigen Zentrifugalkraft (bis 10 g, wobei g = Fallbeschleunigung) vom flüssigen Metall gefüllt. Diese Schleudergießanordnung wird zum Teil für Gießtrauben bei der Herstellung von Feinguß verwendet. Gebräuchlicher ist eine alternative Version des Schleuderformgusses, wie sie bei konventionellen Sandformen angewandt wird und in Bild 2-22 dargestellt ist. Dieses Verfahren eignet sich für Stapelgußformen ebenso wie für Einzelformen. Man erreicht dadurch eine rasche und gleichmäßige Formfüllung sowie hohe Konturenschärfe der Gußstücke unter der Wirkung der Zentrifugalkraft. Bei größeren Gußstücken und Eingußabmessungen kann es zu Schwierigkeiten durch Turbulenz in der Gießströmung kommen, die durch eine spiralförmige Gießlaufgestaltung bis zu einem gewissen Grad gemildert werden können.

Der Schleuderguß mit Kernen ist ähnlich wie der Schleuderformguß, weil das flüssige Metall in einen zentralen Eingußtrichter gegossen wird und die Zentrifugalkräfte in der Regel nur niedrig sind ($< 10\text{ g}$). Das Gußstück ist jedoch immer symmetrisch und konzentrisch mit der Form; alle Konturen sind durch die (Sand-)Form oder Kerne festgelegt. Auch hier ist wieder der Hauptzweck ein rasches Füllen der Form, eine sichere Dichtspeisung und eventuell die Erzielung einer gerichteten Erstarrung von außen nach innen. Ein typisches Beispiel zeigt Bild 2-23. Es können natürlich auch Gußstücke ohne zentralen Kern hergestellt werden, und häufig werden die übrigen

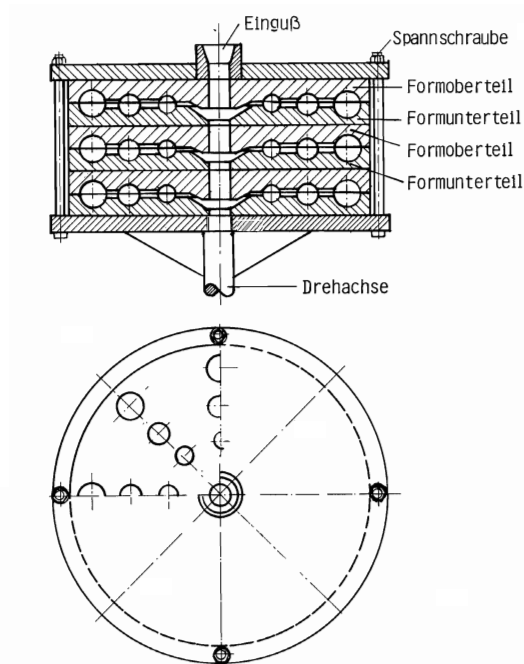


Bild 2-22. Schleuderformguß mit einem Stapel von drei Sandformen

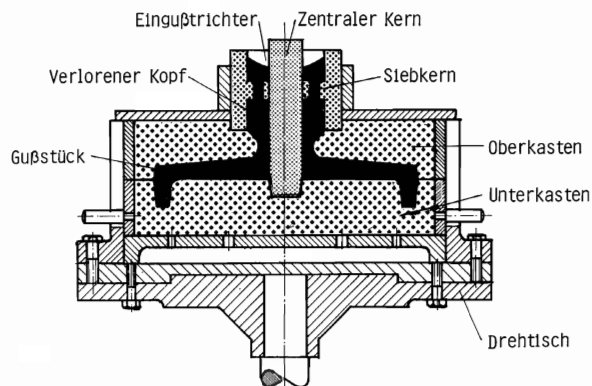


Bild 2-23. Schleuderguß mit Kern

Formteile als Kernformen gefertigt. Große Räder mit Speichen, die wie Gießläufe zum Radkranz führen, sind typische Beispiele für diese Art des Schleudergusses. Der auf die Radnabe gesetzte zentrale Einguß wirkt als Speiser und die freie Oberfläche des rotierenden flüssigen Metalls im Einguß nimmt die Form eines Paraboloids an. Aus diesem Grund muß der Einguß beträchtlich höher gezogen werden als beim normalen Gießen ohne Schleuderkräfte.

Ergänzend erwähnt sei noch der sog. *unechte Schleuderguß*, der dann vorliegt, wenn mit nur geringen Drehzahlen gearbeitet wird, bei denen kaum nennenswerte Zentrifugalkräfte wirksam werden können. Hierzu zählen jene Verfahren zur Herstellung gegossener Rohre und Büchsen, die einen feststehenden, senkrechten Zentralkern aus Stahl zur Ausformung der Rohr- oder Büchsenbohrung benutzen.

Den größten Anwendungsbereich hat jedoch der echte Schleuderguß. Die Drehachse der Form kann dabei horizontal, vertikal oder in einem beliebigen Winkel verlaufen. Sie ist dabei immer identisch mit der Gußstück-Mittelachse. Bei diesem Verfahren braucht man weder Eingußtrichter noch Gießläufe, denn das Metall wird direkt in die rotierende Form gegossen und an die Formwand geschleudert. Man erhält also stets rohrförmige Gußstücke. Es werden auch keine zentralen Kerne verwendet, so daß die Rohrdicke bzw. der Innendurchmesser des Gußstücks nur vom Volumen des vergossenen Metalls bestimmt wird. Bild 2-24 zeigt die Prinzipanordnung beim Horizontalschleuderguß und Bild 2-25 eine Maschine, wie sie zum Gießen von Zylinderlaufbüch-

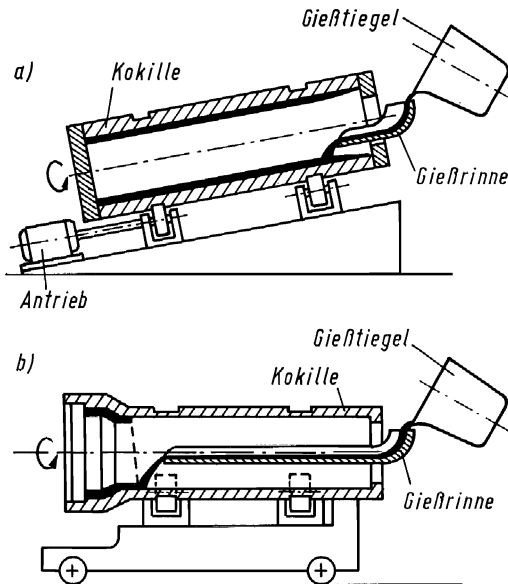


Bild 2-24. Prinzipanordnung beim Horizontalschleuderguß; a) Drehachse gegen die Horizontale geneigt, b) Drehachse horizontal und Kokille verfahrbar

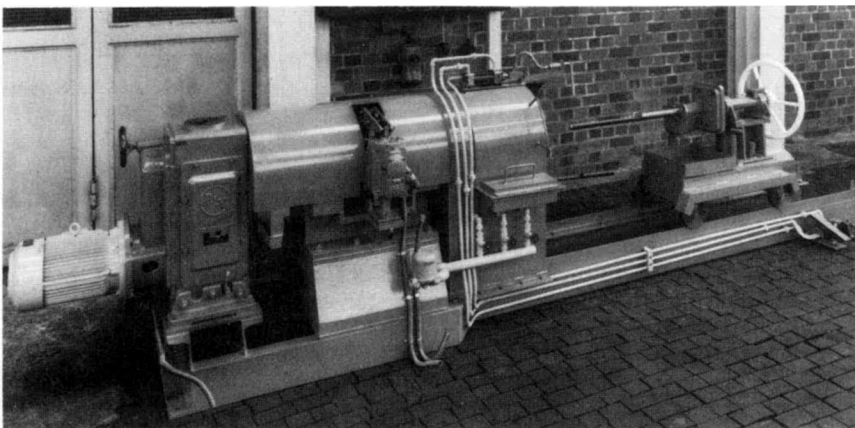


Bild 2-25. Horizontalschleudergießmaschine zur Herstellung von Zylinderlaufbüchsen (H. Fink, Völklingen-Ludweiler)

sen verwendet wird. Typische Beispiele solcher Gußstücke sind Gußeisenrohre für den Wasserleitungs- und Kanalbau, aber auch Schleudergußrohre aus Kupferlegierungen, wie sie z. B. in großen Abmessungen für Schiffswellenbezüge oder für Saugwalzen von Papiermaschinen hergestellt werden, die z. T. bis zu 12 m lang und über 20 t schwer sein können.

Beim horizontalen Schleudergießen liegt das eingegossene Metall zunächst an der Unterseite der rotierenden Form an, bis es die Rotationsgeschwindigkeit angenommen hat; von diesem Zeitpunkt ab fließt es rasch auseinander über die gesamte Forminnenwand. Wenn dies soweit ist, stellt sich anfangs ein sehr hoher Temperaturgradient in der Form ein, und daher ist es wichtig, daß die Gießgeschwindigkeit zu Gießbeginn hoch genug gewählt wird, um Kaltguß und ähnliche Fehler zu vermeiden. Das flüssige Metall läßt man normalerweise auf die abwärts gerichtete Innenseite der Form ablaufen (Bild 2-24a), damit es rasch auf die Umfangsgeschwindigkeit der rotierenden Schleudergießform kommt. Man kann aber auch die Form während des Gießens vom Eingußbereich wegfahren (Bild 2-24b) oder umgekehrt die Gießrinne aus der Form langsam zurückziehen (Bild 2-25).

Wenn die Rotationsgeschwindigkeit zu niedrig ist, bleibt das Metall zu lange an der Formunterseite und breitet sich nicht aus, so daß Überlappungen und Oxideinschlüsse entstehen können. Die kritische Geschwindigkeit, bei der das flüssige Metall „mitgenommen“ wird und auseinanderzuströmen beginnt, steigt mit der Menge der Schmelze, also z. B. mit der Dicke des Schleudergußrohres. In der Praxis ist dies meist kein Problem, da die Rotationsgeschwindigkeiten in der Regel so hoch sind, daß Zentrifugalkräfte von 50 bis 100 g erzeugt werden. Noch höhere Geschwindigkeiten sind ohne Vorteil.

Beim Senkrechtschleuderguß wird eine dosierte Menge flüssiges Metall in eine um die senkrechte Achse rotierende Form gegossen. Das Metall wird in der Form beschleunigt und auf der Formwand verteilt. Schaum, Schlacke und andere nichtmetallische Verunreinigungen werden wegen ihrer geringeren Dichte nur an die Innenseite des rohrförmigen Gußstücks geschleudert. Anders als beim horizontalen Schleuderguß ist es beim Vertikal-Schleuderguß nicht möglich, eine gleichmäßige innere Rotationsfläche zu erhalten, weil die Fallbeschleunigung senkrecht gerichtet ist, die durch die

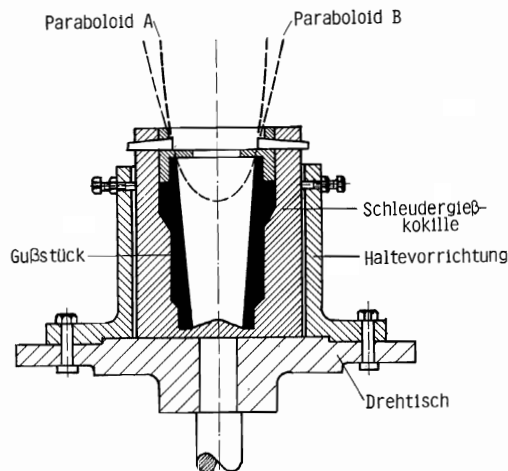


Bild 2-26. Senkrechter Schleuderguß und Einfluß der Rotationsgeschwindigkeit auf die Gußstückinnenfläche (Paraboloid A bei hoher, B bei niedriger Drehzahl)

Rotation der Form erzeugten Zentrifugalkräfte aber horizontal wirken. Der resultierende Kraftvektor ändert sich daher von oben nach unten, so daß das Schleudergußstück eine innere Rotationsfläche entsprechend einem Rotationsparaboloid erhält. Daher ist das untere Ende eines zylindrischen Gußstücks stets etwas dicker als das obere. Der Einfluß der Rotationsgeschwindigkeit ist aus Bild 2-26 ersichtlich. Hohe Drehzahlen ergeben Rotationsparaboloide der Form A und niedrigere solche der Form B. Je höher die Drehzahl, desto weniger konisch sind die Innenwände. Dies kann für die Herstellung von Büchsen mit konischen Innenflächen von Vorteil sein.

Der Senkrechtschleuderguß eignet sich wegen dieser Besonderheiten nicht sehr gut für die Herstellung längerer rohrförmiger Teile. Das Hauptanwendungsgebiet liegt bei relativ kurzen Schleudergußbüchsen bzw. -ringen.

Theoretische Grundlagen des Schleudergusses sowie Gefüge und Eigenschaften

Die mathematische Behandlung der Kräfte, die beim Schleudergießen durch die Rotation der Gießform auftreten, ist auf zwei Annahmen aufgebaut: 1. das Metall rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit und 2. das Metall rotiert mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Form.

Beide Annahmen treffen zumindest für das Anfangsstadium des Schleudergießprozesses zu, wo noch gute Bedingungen für das „Gleiten“ des flüssigen Metalls an der Formwand bestehen.

Für die beim echten Schleuderguß auf einen beliebigen Punkt der Schmelze wirkende Zentrifugalkraft gilt:

$$F_c = \frac{m \cdot v_u^2}{r}$$

Hierin bedeuten:

F_c = Zentrifugalkraft (N),

m = Masse (kg) des flüssigen Metalls,

v_u = Umfangsgeschwindigkeit (m/s),

r = Innenradius (m) der Gießform.

Die Umfangsgeschwindigkeit an der Innenseite der mit der Drehzahl n (min^{-1}) rotierenden Gießform ist

$$\begin{aligned} v_u &= 2\pi n \text{ [m/min]} \\ &= \frac{r\pi n}{30} \text{ [m/s]} \end{aligned} \quad (2)$$

und somit die erzielte Zentrifugalkraft

$$F_c = \frac{m \cdot r \cdot \pi^2 \cdot n^2}{900} \approx 0,011m \cdot r \cdot n^2 \quad (3)$$

Die Zentrifugalkraft (Dimension $N = m \cdot \text{kg/s}^2$) ist das Produkt aus Masse und Zentrifugalbeschleunigung. Somit ergibt sich aus Gleichung 3 für die Zentrifugalbeschleunigung a_c (in m/s^2) der Ausdruck

$$a_c \approx 0,011r \cdot n^2 \quad (4)$$

In der Praxis ist die Zentrifugalbeschleunigung beim Schleudergießen ein Mehrfaches der Fallbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Man kann also die Zentrifugalbeschleunigung auch als Faktor von g ausdrücken: