

Ressourceneffiziente Gießtechniken im Zinkdruckguss

Resource efficient innovative Casting Technologies for Zinc Die Casting



Dr.-Ing. Sabina Grund,

Geschäftsführung der Initiative Zink in der Wirtschaftsvereinigung Metalle, Düsseldorf.

Sabina Grund koordiniert seit 1998 die Aktivitäten der Initiative Zink, in der sich die Unternehmen der in Deutschland ansässigen Zinkindustrie zur gemeinsamen Öffentlichkeitsarbeit rund um den Werkstoff Zink zusammengeschlossen haben. Die Initiative Zink ist zentraler Ansprechpartner für Unternehmen, Anwender, Behörden und Journalisten.

Sabina Grund ist Absolventin der Fachrichtung Metallhüttenkunde an der RWTH Aachen und bringt aus ihrer freiberuflichen Tätigkeit Erfahrungen aus zahlreichen Auslandsaufenthalten und Projekten für unterschiedliche Unternehmen der NE-Metallindustrie in die Arbeit für die Initiative Zink ein.

Neben ihrer Tätigkeit für die Initiative Zink koordiniert Sabina Grund Projekte für den Weltzinkverband (IZA) und den europäischen Verband der NE Metallindustrie (Eurometaux).

Schlüsselwörter: Zinkdruckguss, Heißkanaltechnik, FGS-Frech Gating System, Angussfreiheit, Dünnwandguss, Schaumguss, Wirtschaftlichkeit

Ressourcen- und energieeffizient zu arbeiten, ist für Gießereien seit jeher eine Selbstverständlichkeit. Sowohl Ressourcen als auch Energie sind immer auch mit Kosten verbunden, so dass es vor allem wirtschaftliche Gründe dafür gibt, weder das eine noch das andere unbedacht oder gar verschwenderisch einzusetzen. Wenn aber heute verstärkt die Frage gestellt wird, ob es nicht noch effizienter geht, ob nicht auch lange bewährte Technologien doch noch Raum für weitere Optimierungen bieten oder ob es möglich ist, in ganz neuen Techniken zu arbeiten, so liegt das an der Erkenntnis, dass in unserer globalen und vernetzten Welt ein „sehr gut“ noch immer nicht gut genug ist. Die wachsende Weltbevölkerung, der steigende Lebensstandard in den aufstrebenden Regionen der Erde und die Notwendigkeit, nicht nur regional, sondern international wettbewerbsfähige Angebote vorlegen zu können, zwingen uns dazu, vieles neu zu denken und technische Herausforderungen zu meistern. Am Beispiel des angussarmen und angussfreien Zinkdruckguss lässt sich zeigen, wie so eine kleine technische Revolution in der Umsetzung aussehen kann.

Zinkdruckguss

Bauteile aus Zinkdruckguss sind Hightech-Produkte, die für unterschiedlichste Einsatzzwecke in vielen Bereichen des täglichen Lebens, z. B. im Automobil-, Ma-

schinen- und Apparatebau, in der Elektrotechnik und Elektronik sowie im Bauwesen eingesetzt werden. In der Praxis haben sich vor allem die Legierungen ZL 0400, ZL 0410 und ZL 0430 durchgesetzt. Ihre Basis bildet Feinzing mit einer Reinheit von 99,995 % Zink. Aluminium, Kupfer und Magnesium sind weitere Bestandteile, die das Eigenschaftsprofil der Legierungen erheblich beeinflussen. Gleichzeitig reduziert Aluminium bei Temperaturen unterhalb von 450 °C die Reaktivität eisenhaltiger Materialien im Kontakt mit der flüssigen Schmelze drastisch. Dadurch sind alle Zink-Aluminium-Legierungen im schnellen und hochproduktiven Warmkammer-Druckgießverfahren verarbeitbar. Im Druckgießverfahren werden Gussteile aus Aluminium-, Magnesium- und Zink-Legierungen hergestellt, die in großen Stückzahlen benötigt werden. Bei diesem Gießverfahren wird die Schmelze nicht direkt in den Formhohlraum gegossen, sondern zunächst in die Gießkammer einer Druckgießmaschine gefüllt und von dort mittels Kolben über einen oder mehrere Kanäle in den Formhohlraum gepresst [5]. Das Warmkammerverfahren hat den Vorteil, dass eine Oxidation der Schmelze verhindert wird.

Zinkdruckguss zeichnet sich in der Verarbeitung, bedingt durch die niedrige Schmelztemperatur (380 – 390 °C), durch sehr kurze Zykluszeiten, sehr lange Formstandzeiten und somit durch eine hohe Wirtschaftlichkeit aus. Seit über 60 Jahren wird Zink in Warmkammerdruckgießmaschinen verarbeitet. Dabei wurde das Verfahren stets weiterentwickelt. Heute werden für den Zinkdruckguss Maschinen mit 20 bis 500 t hydraulischer Schließkraft angeboten. Moderne Gießmaschinen arbeiten mit einem hohen Grad an Automatisierung durch Echtzeitregelung und Visualisierung sowie vernetzt mit Peripheriegeräten. Für das Energiemanagement stehen modernste Methoden und Geräte zur Verfügung.

Eine neue Gießanlage bietet heute ganz nach Kundenwunsch gute Voraussetzungen dafür, auf dem neuesten Stand der Technik höchste Qualitäten zu gießen, aber ganz im Sinne einer Kreislaufwirtschaft, wie sie sich die EU Kommission vorstellt [1] ist es durchaus auch eine Option, vorhandene Anlagen zu modernisieren und nachzurüsten. Welche Lösung sinnvoller ist, ist dann immer eine Einzelfallbetrachtung und eines gilt nach wie vor: Qualitativ hochwertiger Zinkdruckguss setzt Fachwissen und Erfahrung voraus, welche die beste Maschine nicht ersetzen kann.

Der „Anguss“

Beim Warmkammer-Druckgießverfahren wird die Schmelze über einen oder mehrere Kanäle in die Kavitäten, d.h. in den aus Matrize und Kern gebildeten Hohlraum gefüllt. Bei der gleichzeitigen Herstellung mehrerer Gussteile muss das Kanal- bzw. Angussystem so gestaltet sein, dass die Formteile gleichzeitig

und gleichmäßig mit einer Schmelze gleichen Drucks und gleicher Temperatur befüllt werden. Dies führt zu einem oftmals komplexen Angussystem, das nach dem Erkalten des Metalls vom Gussteil abgetrennt wird. Der Angussanteil kann bis zu 100% des Teilegewichts ausmachen und wird sortenrein als Neuschrott wieder eingeschmolzen. Das Recycling des Angusses (Neuschrott) ist zwar möglich und üblich, erfordert aber Energie und Arbeitsaufwand. Zudem werden Materialverluste durch Abbrand in Kauf genommen [2].

Um den Energieaufwand für das wiederholte Aufschmelzen des Angussmaterials und die zur Kreislauf-führung erforderlichen Arbeitsschritte sowie den damit verbundenen Zeitaufwand zu reduzieren, wurden inzwischen Verfahren entwickelt, die mit minimalen Angüssen oder sogar ganz ohne diese auskommen. Auch wenn es bisher noch nicht möglich ist, alle Zinkdruckgussteile ohne Anguss herzustellen, so sind doch mittlerweile mehrere Techniken mit den ersten Gussteilen in Serienproduktion [6, 8, 9].

Angussarmer Zinkdruckguss

Am Beispiel einer Gehäuseklappe, die als Abdeckung für eine Kommunikationseinheit verwendet wird, können die Einsparpotenziale bei Zinkdruckguss unter Verwendung eines Heißkanalsystems verdeutlicht werden.



Abb. 1: Gehäuseklappe: Durch den serienmäßigen Einsatz eines Heißkanalsystems (FGS) wurden erhebliche Energieeinsparungen realisiert sowie die Taktzeit nahezu halbiert und in Summe die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens deutlich gesteigert. [Initiative Zink/Power-Cast Ortmann]

Das in diesem Fall verwendete Frech Gating System (FGS) besteht aus temperaturgeregelten Verteilerelementen in der Druckgießform, die durch eine intelligente Verknüpfung mit der Prozess- und Ablaufsteuerung in der Druckgießmaschine verbunden sind [6, 7]. Durch die eingesparten Gießläufe entsteht mehr freie Sprengfläche und Gießvolumen. Dadurch passen deutlich mehr Kavitäten auf die gleiche Maschinengröße. Alternativ kann eine kleinere Gießmaschine zum Einsatz kommen. Im Beispiel der Gehäuseklappe wurde bei der Umstellung von einer Vierfachform mit kon-

ventionellem Angussystem auf eine Sechsfachform mit Heißkanaltechnik das Schussgewicht nahezu gleichgehalten. Das Kreislaufgewicht wurde durch den Einsatz der neuen Technik um 66% reduziert. Gleichzeitig wurde die Taktzeit von 1,6 auf 0,9 Sekunden pro Bauteil und damit um 47% erheblich gesenkt, da der konventionelle Verteiler nicht gefüllt und abgekühlt werden muss, bevor die Form geöffnet wird. Auf den Einsatz von Überlaufbohlen konnte in diesem Fall verzichtet werden. Auf diese Weise wurde die Energieeffizienz deutlich gesteigert. In Summe wurde bei einem Bedarf von 1 Million Bauteilen pro Jahr eine Energieeinsparung von fast 20.000 kWh erzielt und es werden rund 35.000 kg CO₂ eingespart, was der Laufleistung eines PKWs der mittleren Oberklasse von 297.000 km entspricht.

In einem nächsten Entwicklungsschritt ist es jetzt gelungen, zwei Angussverteiler in eine Form einzubringen. Denkbar ist es, dadurch zwei Formen in einer Form unterzubringen.

Durch den Einsatz der Heißkanaltechnik kann so die Wirtschaftlichkeit des Zinkdruckgussverfahrens gesteigert werden. Es wird wettbewerbsfähiger und neue Einsatzbereiche können erschlossen werden. Welche Gussstücke sich zur Umsetzung im angussarmen Zinkdruckguss eignen, hängt von mehreren Faktoren ab.

Angussfreier Zinkdruckguss

Eine Weiterentwicklung zum angusslosen Guss wird heute durch die von der Ferrofacta GmbH, Allendorf, zusammen mit der Adolf Föhl GmbH & Co.KG entwickelten Heißkanaldüse umgesetzt. Dabei wird die Schmelze durch die, für den Zinkdruckguss neu entwickelte Heißkanaldüse direkt auf das Teil eingespeist [8]. So können Zinkdruckgussteile ganz ohne Verteiler gegossen werden. Durch den Wegfall des kompletten Giesslaufs wird die Porosität des Bauteils weiter reduziert. Trotz geringer Wandstärken von 0,9 mm wird ein sehr geringer Porenanteil von nur ca. 2,3% erzielt. Außerdem können durch den Einsatz der Heißkanaldüse komplexe Geometrien gegossen werden, die durch konventionelle Anbindungen bisher nicht herstellbar waren. Eine Mehrfachauslegung wird durch die Verwendung von einer Heißkanaldüse für jedes einzelne



Abb. 2: Flansch als Motorabdeckung zur effizienten Gestaltung des Luftstroms, gegossen mit neu entwickelter Heißkanaldüse für Zinkdruckguss. Einsparung von 100.000 kg Zink/Jahr [Föhl]

Bauteil ermöglicht. Zudem kann durch die Verwendung von zwei oder mehr Düsen für ein Bauteil mehr Material direkt in das Werkzeug eingebracht werden. Hierdurch erreicht man ein gleichmäßiges Abkühlverhalten des Bauteils und vermeidet Schwindungslunker und Spannungen.

Die Positionierung der Heißkanaldüse auf dem Bauteil erlaubt eine punktuelle Einspeisung des Materials. Dadurch ergibt sich, ähnlich wie beim Punktanguss im Kunststoffspritzguss, eine Vereinfachung, so dass Fließwege und Distanzen des Materials im Werkzeug gleichmäßig und kurz gehalten werden können. Entsprechend sind runde Bauteile prädestiniert, da keine Abflachung für einen etwaigen Anschnitt des Angussverteilersystems benötigt wird und darüber hinaus die Distanzen für den Materialweg im Werkzeug (nahe dem Mittelpunkt des Bauteils) verkürzt werden. Der Materialweg im Werkzeug entspricht dann nicht dem Durchmesser des Bauteils, sondern dem Radius.

Ist die optimale Angussposition gefunden, so ergeben sich weitere Vorteile durch die Reduktion der Sprengfläche/ der benötigten Schließkraft. Durch den Wegfall des Angussverteilersystems kann der entstehende Platz für zusätzliche Kavitäten genutzt werden. Zudem ergibt sich die Möglichkeit, bei gleicher Auslegung auf die nächstkleinere Maschine mit geringerer Schließkraft und kürzeren Zyklusgeschwindigkeiten zu wechseln.

Dünnwand- und Schaumguss

Bereits länger am Markt sind Entwicklungen, die auf die Reduzierung des Gussteilgewichts unter Beibehaltung mechanischer oder optischer Eigenschaften abzielen und so zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Zinkdruckguss beitragen bzw. mit denen Zinkdruckguss zur Ressourceneffizienz von Autos beiträgt.

Ausgehend von den bewährten Zinkdruckgusslegierungen gibt es heute Weiterentwicklungen der Legierungen und des Gießverfahrens. Die Reduktion des Gussteilgewichts ohne eine wesentliche Veränderung der Werkstoffeigenschaften ist dabei vor allem für die Automobilindustrie von besonderem Interesse. Grundsätzlich werden dabei zwei Wege besprochen:

- Beim Gießen von Zinkschaum im Zinkdruckgießverfahren kann eine Material- und damit auch eine Gewichtsersparnis von über 50 % erzielt werden. Während das Gussteilinnere gewollte Poren enthält, weist das Teil außen eine geschlossene, polier- und galvanisierbare Oberfläche auf [3].
- Durch die Anpassungen der Legierungszusammensetzung unter anderem durch die Verwendung kornfeinerer Elemente wurde das Fließ- und Formfüllvermögen so optimiert, dass insbesondere bei sehr dünnwandigen Bauteilen (serienmäßig bis 0,3 mm) oder hohen Oberflächenansprüchen höchste Qualitätsanforderungen verwirklicht werden können [4].

Fazit

Zinkdruckguss hat sich seit Jahrzehnten in vielen Anwendungsfeldern etabliert. Bedingt durch die niedrige Schmelztemperatur und die damit verbundenen sehr kurzen Zykluszeiten bei gleichzeitig langen Formstandzeiten weist das Verfahren eine gute Wirtschaftlichkeit auf. Gute mechanische Werkstoffkennwerte, eine hohe Oberflächenqualität und der endkonturnahe Guss runden das positive Bild ab. Weiterentwicklungen der bewährten Legierungen haben den Dünnwandguss in Zink heute salonfähig gemacht, so dass die Branche bei gleicher oder sogar steigender Tonnage eine überproportional gestiegene Anzahl an Gussteilen herstellt.

Die jetzt zur Serienreife gebrachten Entwicklungen für den Zinkdruckguss unter Einsatz von Heißkanal- und Heißdüsen-Systemen hat die Energieeffizienz des Verfahrens sowie dessen Wirtschaftlichkeit nochmals deutlich gesteigert. Zinkdruckguss wird so noch wettbewerbsfähiger. Neue Einsatzbereiche können erschlossen werden.

Literatur

- [1] „Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft“, Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, 2. Dezember 2015
- [2] „Einrichtung zur Herstellung von Metall-Druckgussteilen, insbesondere aus NE-Metallen“ EP 1201335 A1, <http://www.google.com/patents/EP1201335A1?cl=de>
- [3] „Zincopor – galvanisierbarer Zinkschaum“, Robert Seiler, Vortrag im Rahmen der „Oberflächentage 2013“
- [4] „Ultra thin zinc die casting alloys“, Broschüre herausgegeben von der International Zinc Association IZA 2013
- [5] http://www.kug.bdguss.de/giessverfahren_inhalte/druckguss/
- [6] <http://www.frech.com/fileadmin/content/Documents/Prospekte/ProspektFGS.pdf>
- [7] „6. Zinkdruckguss-Wettbewerb: Preisträger ausgezeichnet“, Pressemitteilung der Initiative Zink vom 18. Januar 2016
- [8] <http://www.foehl.de/de/technologien#section-119>
- [9] „Sprue reduced zinc-high pressure die-casting with hot-cast@: a field report“, Robert Seiler, International Zinc Die Casting Conference 2016, 22-23 September, Brescia, Italy

Kontaktadresse:

INITIATIVE ZINK im Netzwerk der WVMetalle
Am Bonnhof 5 | D-40474 Düsseldorf
Tel.: +49 (0)211 4796166
Fax: +49 (0)211 479625166,
E-Mail: sabina.grund@initiative-zink.de
www.zink.de | www.initiative-zink.de