

# Stahl für den gezielten Einsatz

Ob teure und hochwärmeleitende Stähle halten, was sie versprechen – dies war die Frage hinter einem Versuch bei Schaufler Tooling.

Die Tendenz im Druckguss geht zu immer größeren und komplexeren Teilen. Für die Qualität solcher Teile steigt die Bedeutung einer guten Kühlung und Temperierung der Druckgießform. Und diese wiederum hängt unter anderem auch davon ab, wie gut die eingesetzten Werkzeugstähle die Wärme ableiten, die durch das zunächst flüssige Leichtmetall eingebracht wird, vor allem dann, wenn die Kühlbohrungen nicht optimal konturnah gelegt werden können. Auf dem Markt werden nun Stähle angeboten, deren Hersteller eine wesentlich höhere Wärmeleitfähigkeit gegenüber den üblichen Warmarbeitsstählen versprechen. So zum Beispiel der HS 130 des Spanischen Stahllieferanten Romalva oder HTR von KIND & CO. Sie sind allerdings um ein mehrfaches teurer als konventionelle Stähle.

Für ein Unternehmen wie die Schaufler Tooling GmbH & Co. KG in Laichingen, das vor allem Formen für komplexe Teile wie Motorblöcke oder Strukturteile im Automobil herstellt, ist es daher durchaus von Interesse, ob der Einsatz solch teurer Stähle Vorteile bietet. So wäre ihr Einsatz in solchen Formpartien denkbar, wo die Füll- und Erstarrungssimulation Problembereiche identifiziert, also dickwandige Bereiche des Teils, bei denen es besonders auf eine schnelle Wärmeabfuhr ankommt, um zum Beispiel Lunker oder Hot Spots zu reduzieren. Interessant wäre ein Stahl, bei dem man in einer Zykluszeit die Wärme so abführen kann, dass nicht durch Sprühen gekühlt werden muss, was sich – wie bekannt – negativ auf die Standzeiten der Formen auswirkt.

## Zeit für Wärmetransport

Wie schnell der Wärmetransport in einem Stahl erfolgt, kann mit der FOURIERSchen Wärmeleitgleichung und den spezifischen Werten dieses Stahls berechnet werden. Für den Warmarbeitsstahl 1.2343 von KIND & CO. ergeben sich beispielweise folgende Werte: Nach 0,18 Sekunden wird die eingebrachte

Wärme 1 mm in den Stahl transportiert. Für 10 mm braucht es 18,3 Sekunden, bei 20 mm bereits 73 Sekunden, bei einer Entfernung der Kühlbohrung von 40 mm dauert der Wärmetransport bis zur Kühlbohrung bereits 293 Sekunden. Der ermittelte Zeitbedarf bis ein Wärmetransport nach einem „Schuss“ zwischen Oberfläche der Kavität bis zur Kühlbohrung erreicht, nimmt quadratisch zu und liegt bei größeren Abständen sehr schnell außerhalb der Zykluszeit. Vor allem dann, wenn die Kühlbohrungen nicht nah an die Kavität gebracht werden können, ist der Wärmehaushalt der Form nicht mehr in allen Bereichen kontrollierbar. Eine Lösung könnte es in diesen Bereichen sein, einen Warmarbeitsstahl mit hoher Wärmeleitfähigkeit einzusetzen.

## Versuchsanordnung

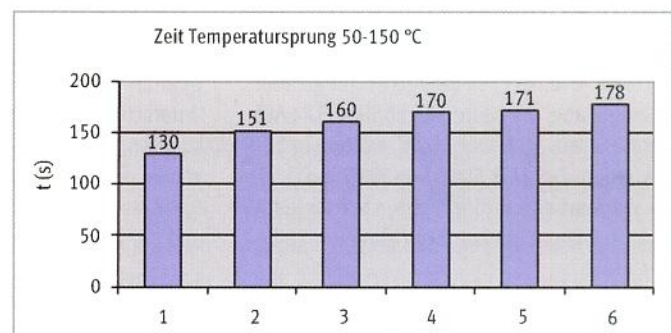
Eine Versuchsreihe in der Lehrwerkstatt von Schaufler Tooling sollte daher zeigen, wie groß die Unterschiede im thermischen Verhalten der bekanntesten Warmarbeitsstähle und der angebotenen Stähle mit hoher Wärmeleitfähigkeit

in der Praxis sind. Die Versuchsanordnung erfolgte dabei mit den zur Verfügung stehenden Mitteln. Ein Anspruch auf exakte quantitative Messergebnisse und auf Wissenschaftlichkeit sollte nicht erhoben werden.

Für den Versuch wurden die klassischen Warmarbeitsstähle Dievar von Uddeholm (3) HP1 von KIND & CO. (4), ADC3 Stahlschmidt (5) und 1.2343 von KIND & CO. (6) ausgewählt. Hinzu kamen der HTR von KIND & CO. und HS 130 von Romalva. Interessant ist der HTR deshalb, weil der Hersteller angibt, den Stahl gerade für solche Zwecke mit einer höheren Wärmeleitfähigkeit entwickelt zu haben. Auch Romalva wirbt mit einer ungewöhnlich hohen Leitfähigkeit ihres Produktes.

Von jeder Stahlart wurde ein Rundmaterial mit 60 mm Durchmesser und 200 mm Länge hergestellt. Dieses wurde mit einer Durchgangsbohrung von 10 mm Durchmesser für die Temperierung versehen. Auf beiden Seiten wurden Hydraulikanschlüsse angebracht. Zum Aufheizen der Probe wurde ein Temperiergerät Tool Temp TT-380/2 verwendet. Es wurde eine Öltemperatur von 200 °C gewählt. Gemessen wurde mit einem digitalen Thermometer und einer Stoppuhr. Dabei wurde zu Beginn des Versuchs die Ausgangstemperatur der Proben festgestellt. Die Zeit vom Öffnen des Absperrventils der Temperierbohrung bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Temperatur an der Oberfläche der Proben

Bild 1: Interpolierte Werte für den Temperatursprung von 50° auf 150° Celsius



## Summary

The trend in pressure die casting is increasingly toward larger more complex component parts. To ensure good quality of such parts, die cooling and temperature control are more crucial than ever before. They are dependent, amongst other factors, on the thermal dissipation efficiency of the toolsteels, that is to say how efficient is the heat removed that has been previously induced through the liquid light metal. Especially in those cases, where cooling channels cannot

be optimally laid out in close proximity to the contours. Currently, only steels are available in market, whose manufacturers promise a considerably increased thermal transfer efficiency compared to standard hot-work die steels such as HS 130 of the Spanish steel supplier Romalva or HTR manufactured by KIND & CO. These steels, however, are several times more expensive than conventional steels.





Bild 2: Aufheizung der Proben mit dem Temperiersystem Tool Temp TT 380/2

150 °C betrug, wurde festgestellt. Für die Auswertung wurde die Zeit des Aufheizens der Proben von 50 °C bis auf eine Temperatur von 150 °C aus den Messwerten interpoliert, um Ungenauigkeiten beim Start des Temperiervorganges nicht in die Auswertung einfließen zu lassen.

### Versuchsergebnisse

Auf der Grundlage dieser Messungen konnte nun ermittelt werden, in welchen Zeiten sich die Oberfläche der Stahlproben um wie viel Grad erwärmen. Je schneller sich die Oberfläche erwärmt, umso besser ist die Wärmeleitfähigkeit des Stahls. Der Warmarbeitsstahl HS 130 von Rovalma (1 in der Auswertungstabelle) zeigt dabei die besten Ergebnisse. Die Aufwärmung von 50 °C auf 150 °C erfolgte in 130 Sekunden. Der HTR Stahl von KIND & CO. (2) als Warmarbeitsstahl mit guten Wärmeleitfähigkeiten liegt auf Platz 2 mit einer um 20 Se-

kunden längeren Zeit. Mit jeweils 10 Sekunden Abstand folgen auf den HTR folgende Proben: Dievar von Uddeholm (3) und die klassischen Warmarbeitsstähle HP1 von KIND & CO. (4), ADC3 Stahlschmidt (5) und 1.2343 von KIND & CO. (6). Diese Stähle, die mehr auf Festigkeitseigenschaften ausgelegt sind, liegen was die Wärmeleitfähigkeit angeht dicht beisammen.

Bei den beiden Spitzenreitern konnte also die Wärmeleitfähigkeit gegenüber dem 1.2343 um etwa 15 Prozent beim HTR und um 27 Prozent beim HS 130 gesteigert werden. Dies ist für viele Anwendungen bereits eine spürbare Verbesserung, die das Erstarrungsverhalten des Druckgussteils und damit seine Qualität maßgeblich beeinflussen kann. Die Unterschiede zwischen den beiden Stählen könnten sich aus ihrer Zusammensetzung ergeben. Beide haben einen Anteil von etwa 5 Prozent an den Schwermetallen Molybdän und Wolfram, die an sich eine hohe Wärme-

leitfähigkeit haben. Dabei verfügt der HS 130 von Romalva über einen höheren Gehalt an Molybdän, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Wolfram besitzt. HTR beinhaltet dafür mehr Wolfram, was sich auf die Festigkeit positiv auswirken könnte, da Wolfram in punkto Festigkeit dem Molybdän überlegen ist. Die Ergebnisse des Versuches geben allerdings keinen Hinweis darauf, ob beide Stähle die gleiche Festigkeit haben. Über Standzeiten, auch im Vergleich zu den übrigen getesteten Warmarbeitsstählen, kann daher keine Aussage gemacht werden.

Der Versuch kann also nur Hinweise liefern. Letztendlich müssen Erfahrungen aus der Praxis mit den Stählen zeigen, wann sich Vor- und Nachteile aufwiegen und in welchen konkreten Fällen sich Lösungen mit dem einen oder anderen Stahl positiv auf die Qualität der Gussteile auswirken. ◀

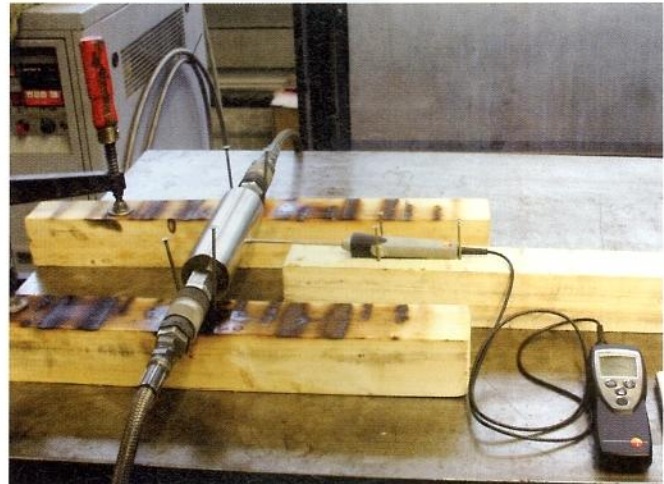


Bild 3: Versuchsanordnung: Rundmaterial wird auf 150° C erhitzt, die dafür notwendige Zeit wird gemessen.