

## GENERATIVE FERTIGUNGSVERFAHREN

und HOVADUR® K Hochleistungs-Kupferwerkstoffe  
für den Kunststoff-Formenbau

### HOVADUR® K und B

Extrem wärmeleitfähige  
Legierungen für den  
Kunststoff-Formenbau

### HOVADUR® K und SLM

Lasergenerierte Formeinsätze  
mit konturnaher Kühlung  
im Werkzeuginneren

### HOVADUR® K und LMD

Perfekte Verbindung –  
wärmeleitfähige Kupfer-  
Legierungen in Kombination  
mit besonders verschleiß-  
resistenten Werkstoffen



# HOVADUR® K und HOVADUR® B

Extrem wärmeleitfähige Legierungen –  
Schlüsseltechnologie für den Kunststoff-Formenbau

Die Forderung des globalisierten Marktes, insbesondere für alle in Hochlohnländern produzierenden Unternehmen und Formenbauer, ist so einfach wie gnadenlos. Eine exzellente Qualität des Spritzteils wird als selbstverständlich vorausgesetzt, und das bei einem ständig wachsenden Kostendruck.

Damit sind die Anforderungen, die an das Spritzgießwerkzeug gestellt werden klar:

„Optimale Spritzteilqualität bei gleichzeitig kürzester Zykluszeit“

Die **optimale Spritzteilqualität** erreicht man, wenn es gelingt, die über den Kunststoff eingebrachte Wärme so schnell wie möglich gleichmäßig entlang der Kavität zu verteilen, um so eine gleichmäßige Werkzeugwandtemperatur einzustellen.



Die **kürzeste Zykluszeit** erreicht man durch eine schnelle Wärmeableitung, um möglichst schnell von Einspritz- auf Entformungstemperatur abzukühlen.

Um die thermischen Anforderungen zu erfüllen, ist eine hohe Wärmeleitfähigkeit des gewählten Werkstoffes eine wichtige Voraussetzung.

Diese Voraussetzung erfüllen die hochwertigen Kupferlegierungen HOVADUR® K und HOVADUR® B.

Legierung	Zugfestigkeit Rm MPa	Streckgrenze Rp,2 MPa	Härte HB Stahl HRC	E-Modul GPa	Wärmeleitfähigkeit W/mk	Wärmeausdehnung 10 <sup>-6</sup> /K	Dichte g/cm <sup>3</sup>
<b>Berylliumfreie Legierung</b>							
K 220	650	500	190	140	200	16,2	8,8
<b>Berylliumhaltige Legierung</b>							
K 230	700	650	210	135	290	17,2	8,8
K 265	750	700	260	135	260	17,2	8,8
K 350	1.250	1.000	380	135	160	17,0	8,3
<b>Aluminium-Mehrstoffbronze</b>							
B 20	680	320	170	118	50	16	7,55
B 30	740	420	220	115	56	16	7,40
<b>Stahl</b>							
1.2343	1.600	1.400	54	216	24	9,7	7,85

Sowohl für die HOVADUR® K wie auch für die HOVADUR® B Werkstoffe hat Schmelzmetall die Unbedenklichkeitszertifizierung gemäß der in der EU gültigen Vorschrift Nr. 80.30, 1-3 (EG) des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzes erworben und hält entsprechende Zertifikate für seine Kunden bereit.

# HOVADUR® K und das SLM-Verfahren

Lasergenerierte Formeinsätze aus HOVADUR® K kombinieren hohe Wärmeleitfähigkeit mit konturnaher Kühlung im Werkzeug

**Die Zykluszeit eines Spritzgießprozesses wird von der Effizienz der Abkühlung (Einspritz-/Entformungstemperatur) bestimmt.**

Je schneller die Wärme abgeführt werden kann, umso schneller kann das Spritzteil entformt werden.

Neben der **hohen Wärmeleitfähigkeit** der eingesetzten Formwerkstoffe im Kavitätsbereich ist die **konturnahe Kühlung** ein wichtiges Element, um die Zykluszeit zu verringern.

Reduktion der Zykluszeit um bis zu **40%** durch die Kombination beider Technologien



Foto: SLM

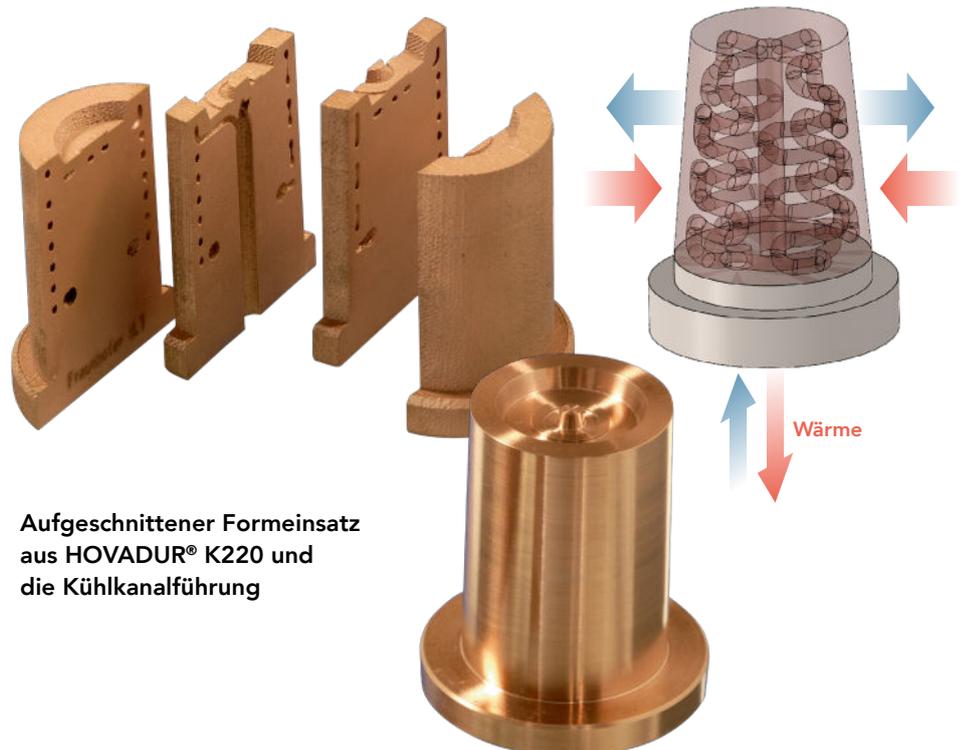
Das SLM-Verfahren ermöglicht eine nahezu grenzenlose Konturfreiheit, selbst im Inneren des Werkzeugs

**Im Rahmen mehrerer F&E Projektes wurde das Lasergenerieren (Selective Laser Melting SLM), auch als Laserformen oder LaserCUSING bekannt, für die HOVADUR®-Legierungen K150 und K220 entwickelt und so ein objektiver Vergleich von konventionell gefertigten Formeinsätzen mit generativ gefertigten Formeinsätzen ermöglicht.**

Damit gibt es erstmals die Möglichkeit, die hohe Wärmeleitfähigkeit mit konturnaher Kühlung zu kombinieren. Beim Pulverbett-Verfahren werden Bauteile mittels Laser aus Pulver Schicht für Schicht (Schichtdicke von 30 - 50 µm) aufgebaut.

Die Arbeiten im Projekt wurden an einem am Süddeutschen Kunststoffzentrum vorhandenen Vierfach-Werkzeug (Teelichtbecher-Werkzeug) in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik in Aachen ausgeführt.

In Abhängigkeit von der Laserleistung ist es gelungen, **Dichten von über 99,5% gesichert zu realisieren.**

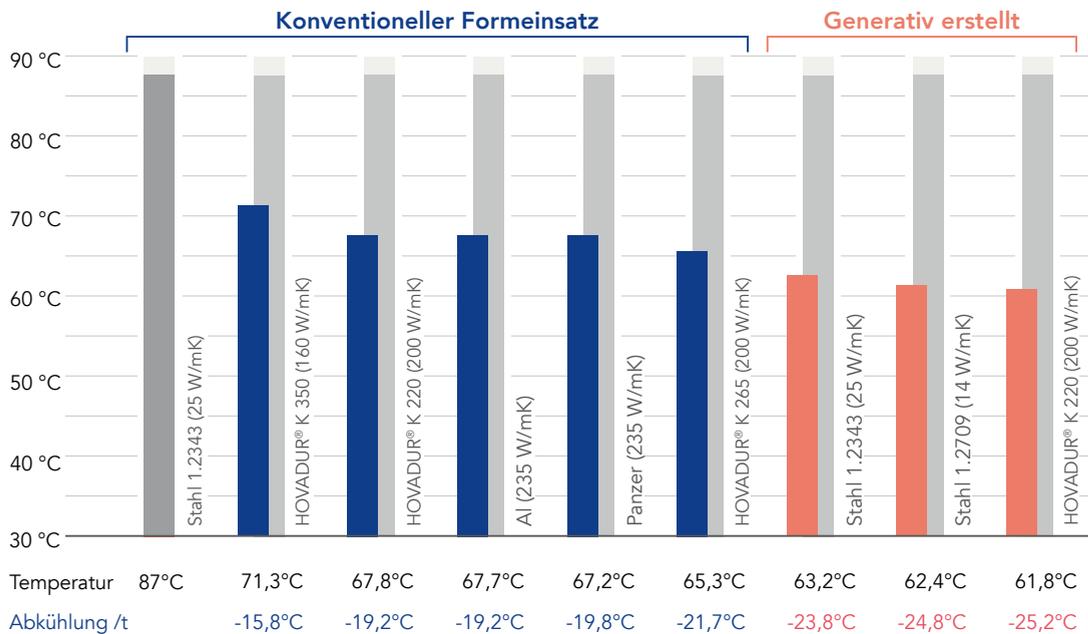


**Aufgeschnittener Formeinsatz aus HOVADUR® K220 und die Kühlkanalführung**

Die Vergleichsuntersuchungen zur Entformungstemperatur wurden für verschiedene Zykluszeiten durchgeführt. Begonnen mit 27,2 Sekunden, wurde diese auf 10,8 Sekunden gesenkt. Verarbeitet wurde ein Polypropylen PP504P der

Firma Sabic. Deutlich zeigte sich, dass bereits mit konventionellen Formeinsätzen aus einer HOVADUR®-Legierung die Zykluszeit gegenüber Einsätzen aus Stahl **um bis zu 30% gesenkt** werden kann. Vergleicht man zudem den konventio-

nellen Formeinsatz aus HOVADUR® K220 mit dem generierten Formeinsatz aus HOVADUR® K220 mit eingearbeiteten Kühlkanälen, so erkennt man, dass eine **weitere Zykluszeitreduktion von bis zu 10%** möglich ist.



Reduktion der Zykluszeit bereits um **30%**

mit Formeinsätzen aus HOVADUR® im Vergleich zu Einsätzen aus Stahl

Reduktion der Zykluszeit um weitere **10%**

durch Einsatz von generativ hergestellten Formeinsätzen mit eingearbeiteten Kühlkanälen

Mit der entsprechend angepassten Wärmebehandlung lassen sich gesichert Eigenschaften in generativ gefertigten Werkzeugkomponenten erzielen, die den oberen Datenblatt-Werten für HOVADUR® K150 und K220 entsprechen.

Neben den thermischen Untersuchungen wurde auch das Verschleißverhalten generativ gefertigter Formeinsätze untersucht.

Zu diesem Zweck wurde ein Polyamid (PA 6) mit 50% Glasfaseranteil verarbeitet. Die Formkerne wurden mittels Ätztechnik funktionalisiert. Es wurden Rauten an der Stirn- und Mantelfläche erzeugt, beschichtet und mittels µ-Scan, einem berührungslosen Oberflächenmessgerät, vermessen. Das beste Verschleißverhalten wurde an Formeinsätzen ermittelt, die mit „Chemisch Nickel“ (CNBV) der Firma NovoPlan beschichtet wurden.

Formeinsatzherstellung via SLM – Heute schon rentabel?

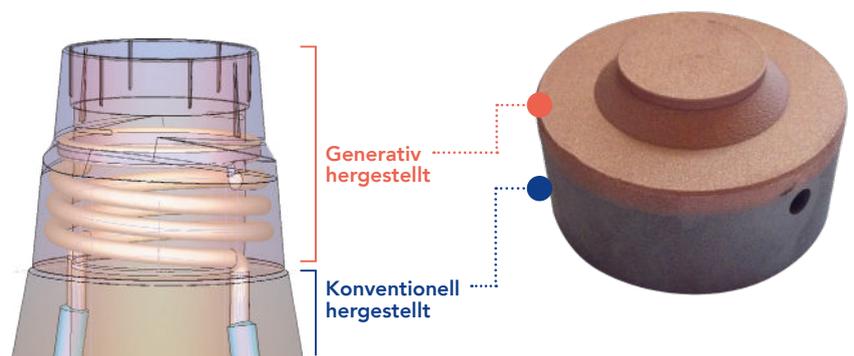
Gegenwärtig liegen die Aufbauraten für HOVADUR® K150 und K220 bei ca. 4 cm³/Stunde.

Dies ist jedoch nur eine Momentaufnahme. Die Aufbauraten werden steigen und der SLM-Prozess für unsere HOVADUR®-Legierungen somit sukzessive wirtschaftlicher.

Hybride Herstellung von Formeinsätzen mit hocheffizienter Kühlung – die wirtschaftliche Alternative

**Vielfach ist eine konturnahe Kühlung nur in dem Bereich notwendig, wo diese auch gebraucht wird.**

So lassen sich Formeinsätze auf hybride Weise herstellen. Konventionelle, gepaart mit generativer Fertigung, ermöglicht eine wesentlich wirtschaftlichere Herstellung. **Und dies nicht nur artgleich sondern auch in der Kombination mit angepassten Stählen.** So lassen sich neben der Zykluszeitreduktion gegebenenfalls auch Energieeinsparungen erreichen.



# HOVADUR® K und das LMD-Verfahren

Die perfekte Verbindung – wärmeleitfähige HOVADUR® K-Legierungen in Kombination mit verschleißarmen Werkstoffen

**Das Laserstrahl-Auftragsschweißen (LMD) ermöglicht es, das Potential der hochwärmeleitfähigen HOVADUR® K-Legierungen auch bei verschleißintensiven Anwendungen zu nutzen.**

Wie kann das Potential, das ohne Frage in den HOVADUR®-Legierungen steckt, weiter genutzt und ausgebaut werden?

Häufig wird der Wunsch geäußert, die hochwärmeleitfähigen HOVADUR®-Legierungen einsetzen zu können, wenn es gelingt, diese auch entsprechend verschleißgeschützt auszuführen. Und dies im Idealfall auch nur partiell, exakt auf die individuelle Anwendung ausgerichtet – für uns Anforderung und Herausforderung zugleich.

Gerade hier bietet das Laserstrahl-Auftragsschweißen, auch Laser Metal Deposition (LMD) genannt, vielfältige Möglichkeiten.

Durch gezielte langjährige Entwicklungstätigkeit ist es Schmelzmetall gelungen, dieses Verfahren auch für die HOVADUR®-Legierungen nutzbar zu machen. Bei diesem Verfahren wird mittels eines Schutzgasstromes, z.B. Metallpulver zugeführt. Grundwerkstoff und Auftragswerkstoff werden durch einen Laser aufgeschmolzen und dadurch metallurgisch verbunden.

Die Möglichkeiten bei den Auftragswerkstoffen sind vielfältig. So kann durchaus auch eine Pulver-Mischung aus einer Kupferlegierung und Hartstoffpartikel gezielt aufgeschweißt werden. Nebenstehende Bilder einer Maschinendüse und einer Angussdüse zeigen beispielhaft die sich ergebenden Ansätze.



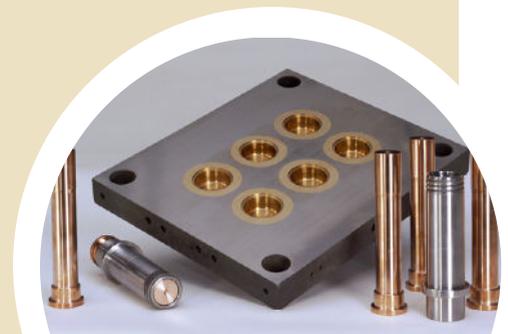
**Einsatz des LMD-Verfahrens am Beispiel einer Maschinendüse aus wärmeleitfähiger HOVADUR® K-Legierung**

## Spezialwerkstoffe und Schlüsseltechnologien im Werkzeugbau

**Um die an die heutigen Spritzgießwerkzeuge gestellten Anforderungen erfüllen zu können, müssen vielfältige Aspekte bei deren Konstruktion bedacht werden. Es gilt, die an die jeweiligen Werkzeugkomponenten gestellten Ansprüche und die auf diese einwirkenden Beanspruchungen zu erkennen und die geeigneten Maßnahmen abzuleiten.**

In vielen Fällen können Kupferlegierungen einen sehr großen Beitrag zur Erfüllung der Forderung nach bester Spritzteilqualität und kürzester Zykluszeit erbringen. Mitunter ist eine Kombination verschiedener Werkstoffe der ideale Weg. Dies kann durch Beschichtungen oder Verbundtechnologien erreicht werden.

Zudem bieten die generativen Fertigungsverfahren wie Laser Metal Deposition (LMD), auch als Laserauftragsschweißen bekannt, und das Selektive Laser Melting (SLM), auch als Lasercusing oder Laserschmelzen bekannt, enorme Möglichkeiten, die es zu nutzen gilt, um wettbewerbsfähig zu bleiben.



**Das Team der Schmelzmetall Deutschland GmbH steht Ihnen hierzu jederzeit gerne beratend zur Seite und begleitet die Umsetzung bis zur Serienreife. Zudem ist Schmelzmetall ein Partner, der sehr innovativ neue Wege beschreitet, um auch in der Zukunft die richtigen Antworten geben zu können.**

## SCHMELZMETALL – Know-how und Entwicklung sind Basis, Herausforderung und Zukunftsperspektive zugleich

Die Schmelzmetall AG wurde im Jahre 1959 in Gurtellen im Kanton Uri/Schweiz gegründet. Von Beginn an lag der Fokus auf der Entwicklung von Kupfer-Legierungen mit den für diese Legierungen bestmöglichen Eigenschaften.

Heute ist die Schmelzmetall AG und die gesamte Schmelzmetall-Gruppe ein führender Hersteller von **Ausscheidungshärtenden Hochleistungs-Kupfer-Legierungen**. Zur Schmelzmetall-Gruppe gehören die Werke: Schmelzmetall AG, Gurtellen, Schmelzmetall Deutschland GmbH, Steinfeld-Hausen und die Schmelzmetall Hungaria Kft. in Budapest. Unsere Produktionsstätten sind die Werke in der Schweiz und in Ungarn.

Die von der Schmelzmetall AG hergestellten HOVADUR®-Legierungen werden in einer Einheit im Vakuum erschmolzen und vergossen. Zudem werden den Legierungen keine externen Schrotte beigemischt. Hierdurch erreichen wir die bestmöglichen Eigenschaften. Schmelzmetall wurde so zum einzigen zertifizierten Hersteller für die Legierung der Brennkammer der Ariane 5-Rakete.

In unserer deutschen Niederlassung befinden sich neben dem zentralen Lager der Zuschnitt-Service, der CNC-Bearbeitungsbereich sowie ein 3D-Metalldrucker.



Start einer Ariane 5 Trägerrakete vom Weltraumbahnhof Kourou. Schmelzmetall ist massgeblich an der Legierung für die Brennkammern beteiligt, welche seit 1996 bei der Ariane 5 zum Einsatz kommen. (Bild EADS)

[www.schmelzmetall.com](http://www.schmelzmetall.com)



### Schmelzmetall Deutschland GmbH

Raiffeisenstrasse 8  
DE-97854 Steinfeld-Hausen  
Telefon: +49 9359 9720-0  
Telefax: +49 9359 9720-40  
E-mail: [info@schmelzmetall.com](mailto:info@schmelzmetall.com)

### Schmelzmetall AG

Fabrikstrasse 13  
CH-6482 Gurtellen/UR  
Telefon: +41 41 886 80 40  
Telefax: +41 41 886 80 41  
E-mail: [info@schmelzmetall.com](mailto:info@schmelzmetall.com)

### Schmelzmetall Hungária Kft.

P.O. Box 93/199  
HU-1751 Budapest  
Telefon: +36 1 278 51 40  
Telefax: +36 1 278 28 58  
E-mail: [info@schmelzmetall.com](mailto:info@schmelzmetall.com)