

# Druckguss für die Elektromobilität: Dreiplattenwerkzeuge mit konturnaher StahlKupfer-Angusskühlung verkürzen den Gießzyklus um 30 %

| Autor Gerhard Betz

Mit der Dreiplattentechnik können Druckgussteile für die Elektromobilität besonders wirtschaftlich und nachhaltig hergestellt werden. Dies gilt insbesondere für dünnwandige und großflächige Struktur- und Karosserieteile wie beispielsweise Federbeinaufnahmen. Die kühltechnische Beherrschung des Gießsystems von Dreiplattenwerkzeugen, insbesondere des Angusskegels, ist bis heute jedoch unbefriedigend und stellt den Druckgießer vor große Herausforderungen. Hotspots führen zu Gießstörungen durch Aluminiumanklebung, Kühlkanalrisse im Stahl zu Wasserleckagen in die Form und die kurze Lebensdauer der Angussformeinsätze zwingt zu häufigen, mehrstündigen Produktionsunterbrechungen. Die hier vorgestellte Mecobond®-Technologie verwendet eine hocheffiziente, konturnahe StahlKupfer-Wasserkühlung, die sehr hohe Wärmeströme ableitet und gleichzeitig die gefürchteten Wasserschläge durch Kühlkanalrisse vermeidet. Eine Zyklusverkürzung um 30 % oder mehr, ein störungsfreies Gießen mit Minimalmengensprühung, eine lange Lebensdauer der Formeinsätze und eine hohe und gleichbleibende Gussteilqualität sind die Vorteile, die inzwischen in der Praxis an großen Gießserien nachgewiesen sind.

Schlüsselwörter: Druckguss, Formkühlung, Forminnenkühlung, Dreiplattenwerkzeuge, Werkstoffverbund

## Die Cast Parts for Electromobility: Three-Plate Tools with Close Contour SteelCopper-Sprue Cooling Shorten the Cycle by 30 %

With the three-plate technology, die cast parts for electromobility can be manufactured particularly economically and sustainably. This applies in particular to thin walled and large structural and body parts, such as shock absorber housings. The cooling control of the pouring system of three-plate mould, in particular the sprue cone, is still unsatisfactory and poses great challenges for the die caster. Hotspots lead to casting malfunctions due to aluminum sticking, cooling channel cracks to water leaks into the mould and the short service life of the sprue mould inserts necessitates frequent interruptions in production lasting several hours. The Mecobond® technology presented here uses highly efficient, contour close SteelCopper water cooling that dissipates very high heat flows and at the same time avoids the dreaded water hammer caused by cooling channel cracks. A cycle shortening by 30 % or more, trouble-free casting with minimum quantity spraying, a long service life of the mold inserts and a high and consistent casting quality are the advantages that have now been proven in practice on large casting series.

Keywords: die casting, mould cooling system, internal film cooling tooling insert, three-plate tools, composite material

### Aufgabenstellung

Dreiplattenwerkzeuge mit ihrem Zentralanguss verkürzen die Gießwege, vermindern den Kreislaufmaterialanteil und füllen die Formkavität sehr gleichförmig. Dünnwandige und großflächige Gussteile können sicherer beherrscht werden. Gerade die für

die Elektromobilität benötigten Druckgussteile wie Motorgehäuse, Getriebegehäuse, Getriebeinnenteile, sowie Struktur- und Karosseriegehäuse wie Federbeinaufnahmen dürften sich besonders gut für die Dreiplattentechnik eignen.

Beim dreigliedrigen Angussystem (Bild 1) ist der Angusskegel (1) kühltechnisch

die größte Herausforderung. Wird er ungenügend gekühlt, führt das zu einem langen Gießzyklus und es treten erhebliche Gießstörungen durch Anklebungen auf. Die verminderte Gussteilqualität ist hierbei auch ein großes Problem. Wird der Angusskegel von innen zu schroff gekühlt, tritt frühzeitig Wasser über Haarrisse im Stahl in die Form ein – der Gau für jeden Gießer.

Im Bereich der Gießlaufabwinkelung, im Ringformeinsatz (2), liegt der nächste Hotspot-Bereich, denn hier müssen die Gießläufe getrennt werden. Dies kann jedoch erst erfolgen, wenn der Gießlaufknoten durcherstarrt ist. Wird zu früh abgerissen oder mit dem Schermesser abgetrennt, spritzen Schmelzereste unter hohem Restdruck in die Kavität und beim nächsten Schließen kann sich die Form zerstören. Da man bei dünnwandigen und großflächigen Gussteilen dicke Gießläufe benötigt, kann dieser Gießlaufknoten zyklusbestimmend sein.

Der dritte Hotspot-Bereich ist die Pressrestkavität. Auch dieser Bereich kann zyklusbestimmend sein, neigt zu Gießstörungen durch Anklebungen und verursacht oft Probleme durch Feuchtigkeitsausdampfungen aus Brandrissen. Die Angussplatte (3) benötigt deshalb eine effiziente Innenkühlung, zumal auch hier auf Wassersprühkühlung zu verzichten ist.

### Angusskegel

#### Problemanalyse

In den Kegel strömt über die Kegelfläche ein hoher Wärmestrom ins Innere, der zusätzlich durch die Reibungswärme erhöht wird. Die Wärmeableitung im Innern gestaltet sich schon wegen der Kegelform schwierig, denn hier ist eigentlich eine konturfolgende Kühlung gefordert. Bild 2 zeigt, dass bei dem bisherigen Kühlkonzept in der unteren Kegelhälfte ein großer Wärmestau entsteht. Ein Eintauchen der Flüssigkeitskühlung bis nahe zur Kegelspitze war bisher wegen entstehender Kühlkanalrisse im Stahl praktisch nicht möglich. Auch die Kühlfläche wäre bei einer dünnen Steigküh-

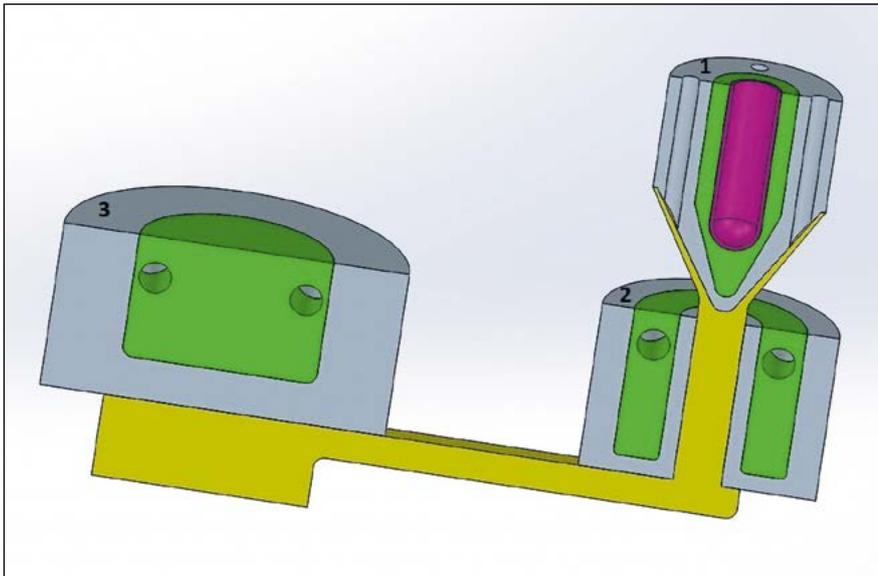


Bild 1: Gießsystem eines Dreiplattenwerkzeuges mit Angusseinsätzen in Mecobond®-Bauweise

lung verglichen mit der Wärmeeindringfläche sehr gering. In der Praxis wird bisher meist eine Ölkühlung verwendet, deren Wirkungsgrad jedoch recht gering ist verglichen mit einer Wasserkühlung. Auch die Ölkühlung darf wegen der Rissgefahr nicht in den Kegel eintauchen. Im Hinblick auf die in jüngerer Zeit verstärkten Forderungen nach Minimalmengensprühung versucht man mehr und mehr, zu Wasserkühlungen überzugehen, die teilweise sogar ein Stück in den Kegelbereich eintauchen. Da durch den Kegelbereich meist Ausstoßerbohrungen verlaufen, bilden sich bei schärferer Kühlung sehr frühzeitig Kühlkanalhaarrisse, die von Schuss zu Schuss kontinuierlich bis zur Formkavität durchlaufen und dann einen Wassereintritt in die Form zur Folge haben. Die Lebensdauer dieser Angusskegel liegt dann teilweise bei nur 5.000 bis 10.000 Abgüssen. Ist der Kegelanguss Bestandteil

eines sehr teuren, konturgebenden Formeinsatzes, so kommt bisher schon aus Kostengründen eine Wasserkühlung nicht in Frage. Ist hingegen ein verhältnismäßig kostengünstiger Angusskegel zu fertigen, so praktiziert man in letzter Zeit immer häufiger den regelmäßigen Tausch des Angusskegels, was natürlich einen störungsfreien und produktiven Seriengießprozess in Frage stellt.

#### Konturnahe StahlKupfer-Wasserkühlung (Mecobond®)

Der konturfolgende Wärmeentzug erfolgt durch ein Kupferinsert, welches diffusiv mit dem Stahl verbunden ist, wie aus der Schnittdarstellung in Bild 1 ersichtlich. Im Inneren des Kupferinserts befindet sich ein Edelstahl-Liner, der ebenfalls diffusiv mit dem Kupfer verbunden ist. Innerhalb der Edelstahlhülse läuft die Wasser-Steigküh-

lung. Bild 3 zeigt die phänomenale Kühlwirkung dieser StahlKupfer-Wasserkühlung. Betrug im vorgestellten Beispiel die Temperatur in der Kegelspitze bei der bisherigen konventionellen Kühlung mehr als 440 °C (Bild 2), so liegt sie jetzt bei etwa 180 °C. Die Zyklusverkürzung, die bei einem zylindrischen Großserienteil hiermit seit vier Jahren praktiziert wird, beträgt 24 Sekunden. Das Gießen verläuft völlig störungsfrei und die Gussteilqualität hat sich enorm verbessert. So konnte der Ausschussanteil von 15 % auf unter 1 % gesenkt und die Maßgenauigkeit dieses Präzisionsgussteiles entscheidend verbessert werden. Die Lebensdauer des hier betrachteten Formeinsatzes mit Angusskegel liegt bei 200.000 Schuss und erreicht die Formlebensdauer. Diese Verbesserungen werden ermöglicht durch den StahlKupfer-Edelstahl-Verbund. Das hochwärmeleitende Kupfer verläuft konturnah und vergrößert die Kühlfläche. Die Gefahr einer Wasserleckage durch Rissbildung ist durch die Verbundbauweise und zusätzlich den Sandwichtaufbau mit Edelstahl gebannt. Vom Kühlkanal ausgehende Risse entstehen überhaupt nicht mehr und möglicherweise von außen eindringende Risse werden durch die Edelstahleinlage abgefangen. Das Ergebnis ist eine hocheffiziente, konturfolgende Kühlung und eine der Formlebensdauer angepasste Lebensdauer des thermisch hoch beanspruchten Formeinsatzes. Selbstverständlich kommt hier nur noch eine Minimalmengensprühung infrage.

#### Ringformeinsatz

##### Problemanalyse

Die Gießlaufabtrennung am Übergang von der Festplatte zur Zwischenplatte erfolgt

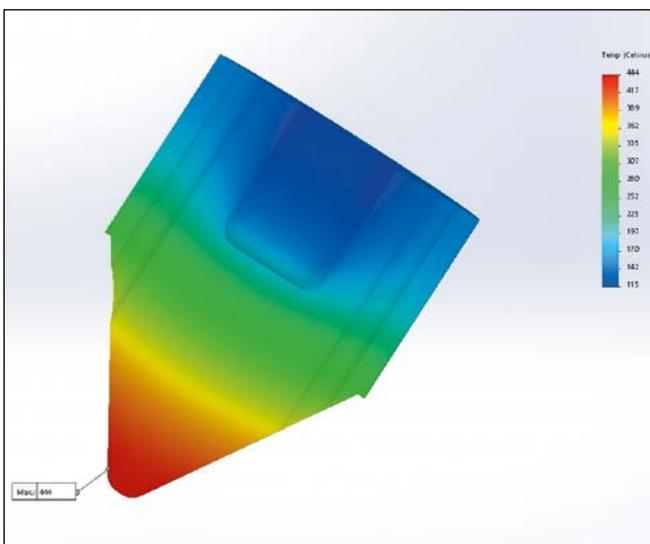


Bild 2: Angusskegel (1) mit konventioneller Kühlung

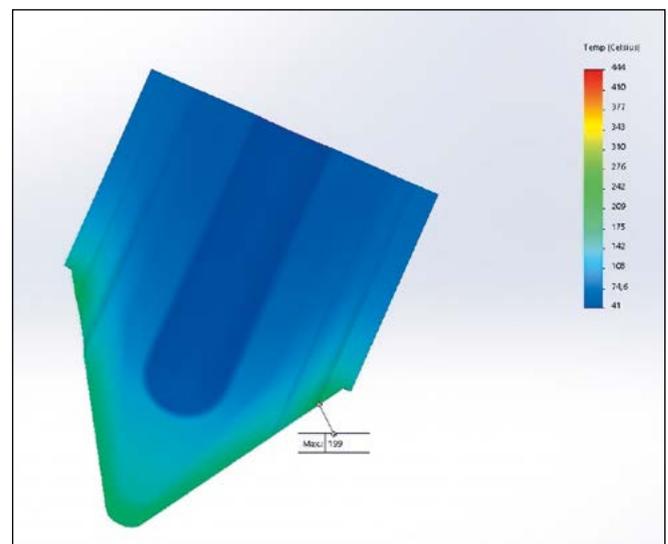


Bild 3: Angusskegel (1) mit Mecobond®-Kühlung

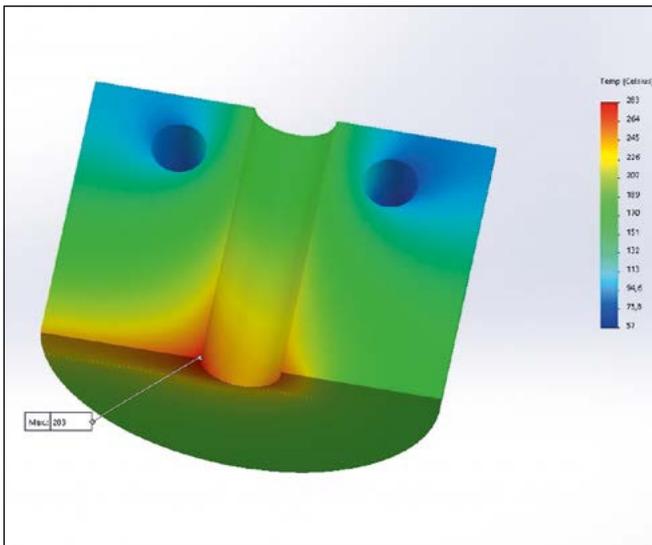


Bild 4: Angussring (2) mit konventioneller Kühlung

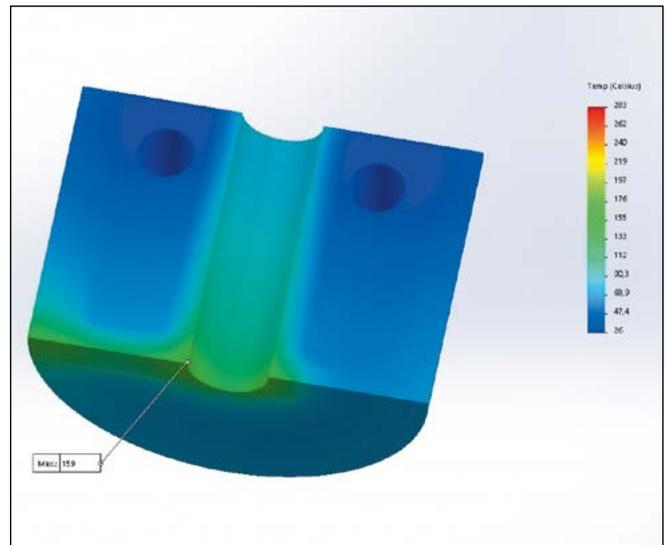


Bild 5: Angussring (2) mit Mecobond®-Kühlung

heute nicht nur bei größeren Gussteilen immer häufiger durch eine Messerabschabung. Die **Bilder 1 und 4** zeigen die Problematik einer ausgeprägten Hotspot-Zone im 90°-Abwinkelbereich, in dem sich die Materialanhäufung befindet und in dem der spätere Abscher- oder Abreißvorgang erfolgt. Zur Erzielung einer kurzen Zykluszeit ist eine rasche Durcherstarrung der gerade für dünnwandige Gehäuse- und Strukturteile recht dickwandigen Gießläufe erforderlich.

#### Konturnahe StahlKupfer-Wasserkühlung (Mecobond®)

Das Kühlungsoptimum kann durch eine den gesamten Erstarrungsbereich umschließende konturnahe und großflächige Innenkühlung erreicht werden, wie dies bautechnisch in **Bild 1** für Formeinsatz 2 dargestellt ist. **Bild 5** zeigt das Ergebnis in der wärmetechnischen Simulationsberechnung. Der exakt konturfolgende Verlauf der inneren Kühlfläche sowie das sehr hohe

Wärmeleit- und Wärmespeichervermögen des Kupferinserts gewährleisten für jeden Abtrennvorgang wiederholbare Temperaturverhältnisse. Es werden so der kürzest mögliche Gießzyklus und gleichzeitig eine sichere und störungsfreie Gießkanalabtrennung erreicht. Die Gefahr einer Wasserleckage durch Haarrisse ist auch hier durch die Verbundbauweise gebannt.

### Angussplatte

#### Problemanalyse

Die dem Gießkolben gegenüberliegende Angussplatte ist eine kühltechnisch große Herausforderung. **Bild 6** zeigt dies in einer Simulationsdarstellung. Um den Gießzyklus kurz zu halten und Anklebungen zu vermeiden, werden diese Angussplatten zusätzlich durch Wassersprühung an der Oberfläche abgekühlt, was jedoch rasch zu Brandrisen und in deren Gefolge zu Feuchtigkeitsausdampfungen in das einströmende Gießmetall führt.

#### Konturnahe StahlKupfer-Wasserkühlung (Mecobond®)

Anzustreben ist eine Kavitäts-Oberflächentemperatur zwischen 120 und 160 °C unter der Maßgabe einer Minimalmengensprühung. Dieses Ziel kann durch eine den stirnseitigen Erstarrungsbereich umschließende konturnahe und großflächige Innenkühlung erreicht werden, wie dies in **Bild 1** für Formeinsatz 3 dargestellt ist. Das Simulationsergebnis in **Bild 7** zeigt die große Verbesserung. Es wird mit dieser Mecobond®-Bauweise der kürzest mögliche Gießzyklus erreicht. Die Gefahr einer Wasserleckage durch Haarrisse ist auch hier durch die Verbundbauweise gebannt.



#### Dr.-Ing. Gerhard Betz

Geschäftsführender Gesellschafter der Mecobond Dr. Betz GmbH, Mülheim an der Ruhr  
www.mecobond.de

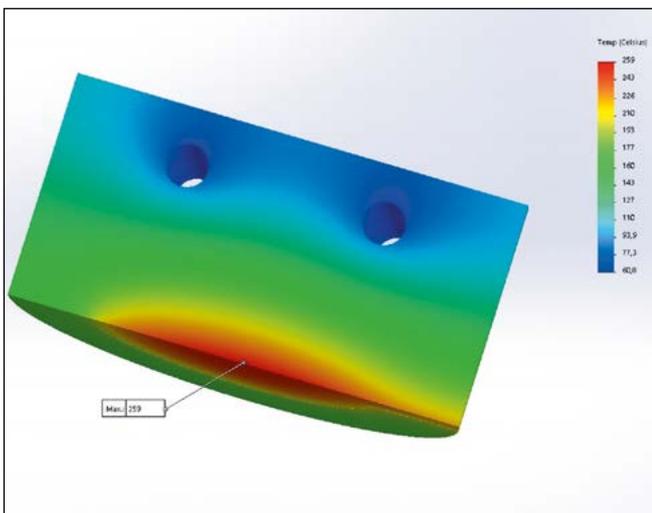


Bild 6: Angussplatte (3) mit konventioneller Kühlung

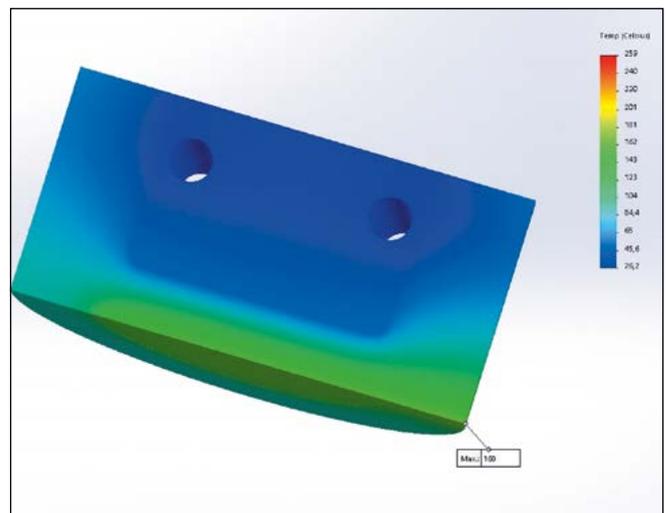


Bild 7: Angussplatte (3) mit Mecobond®-Kühlung