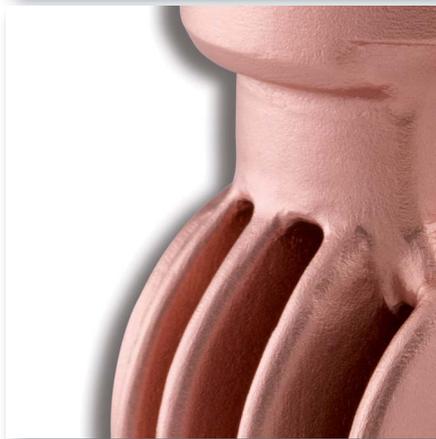
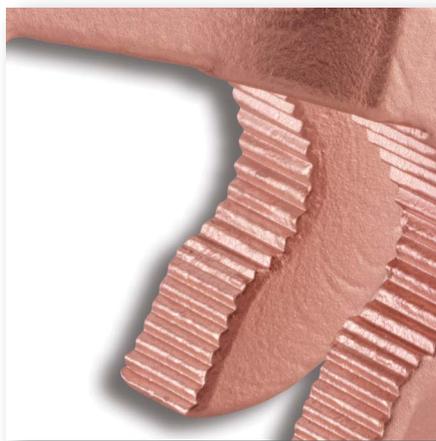


Kokillenguss

Gut in Form. Gut informiert.



Kokillenguss – Präzision der gegossenen Art

Präzisionsformteile aus Kupfer und seinen Legierungen erschließen Einsatzmöglichkeiten, die weit über die bereits bekannten Anwendungen hinausgehen. Im Kokillenguss lassen sich einbaufertige Konstruktionsteile herstellen, die exakt einstellbare Materialeigenschaften und zusätzlich wirtschaftliche Vorteile aufweisen. Werkstoffqualität und Maßgenauigkeit eröffnen dem Kokillenguss immer neue Anwendungsmöglichkeiten und damit größere Marktchancen. Heute müssen die Beschaffenheit und damit die Perspektiven für Schwermetall-Kokillenguss und seine Möglichkeiten grundlegend neu definiert werden.



Ziehsteinhalter
14-stufig
CuAl10Fe5Ni5-C-GM
4,370 kg
für den
Drahtziehmaschinenbau

Im Handumdrehen vom flüssigen Metall zum Gussteil

Beim Kokillenguss werden Werkstücke aus Kupfer oder Kupfer-Legierungen in metallische Dauerformen, auch Kokillen genannt, gegossen. Schwergewichtige Teile werden auf Kokillengießmaschinen produziert. Bei geringgewichtigen Teilen und kleinen Losgrößen hat sich zumeist der Hand-Kokillenguß bewährt. Dabei ist die Gießleistung abhängig von der eingesetzten Legierung und vom Schwierigkeitsgrad des Gussteils.



Gießen mit Gießmaschine

In Bestform aus der Gussform

Im Kokillengussverfahren werden äußerst präzise Formteile aus metallischen Werkstoffen hergestellt. Die Qualitätsmerkmale der fertigen Kokillengussteile sind überzeugend: perfekte Maßgenauigkeit und Maßhaltigkeit – auch bei dünnwandigen Teilen makellose Konturenwiedergabe und Oberflächengüte. Aufwendige, spanabhebende Nachbearbeitungen können entfallen, da die Kokillengussteile ein genaues Abbild der Formoberfläche der Kokille sind. Somit ist die Oberfläche von Kokil-

lengussteilen frei von Unebenheiten, mit Richtwerten im Bereich von RZ 25 bis RZ 45. Die Erstarrung des Gießmaterials vollzieht sich aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit der Kokille innerhalb weniger Sekunden. Das Gussteil zeichnet sich durch ein sehr feinkörniges, dichtes Gefüge aus. Die geringere Korngröße beim Kokillenguss führt im Vergleich zum Sandguss zu erhöhter mechanischer Belastbarkeit und eignet sich ganz besonders für stark beanspruchte Konstruktionsteile.



Gussteil aus Cu-C-GM beim Entformen auf Gießmaschine

Ein Höchstmaß an Flexibilität

Kokillengussteile verfügen über ein bemerkenswert breites Anwendungsspektrum: Die Stückgewichte liegen zwischen 3 g und 35 kg. Die Abmessungen können von wenigen Millimetern bis zu 500 mm betragen.

Bei kleinflächigen Teilen sind dünnste gieß- und einhaltbare Wanddicken von 1 mm möglich; im Normalfall jedoch 2 bis 3 mm. Aktuell werden ca. 35 vergießbare Werkstoffqualitäten eingesetzt, die unterschiedlichste

Kundenanforderungen erfüllen: Festigkeit, Dehnbarkeit, Härte, Korrosions- und Verschleißfestigkeit sowie elektrische und thermische Leitfähigkeit.

Freimaßtoleranzen für Schwermetall-Kokillengussteile (DIN 1687 Bl. 3)					
Nennmaßbereich (mm)		Genauigkeitsgrad nach GTA 15		Genauigkeitsgrad nach GTA 14	
über	bis	formgebunden	nicht formgebunden	formgebunden	nicht formgebunden
	10	± 0,3	± 0,4	± 0,18	± 0,28
10	18	± 0,35	± 0,45	± 0,22	± 0,32
18	30	± 0,4	± 0,5	± 0,26	± 0,36
30	50	± 0,5	± 0,6	± 0,31	± 0,41
50	80	± 0,6	± 0,8	± 0,37	± 0,57
80	120	± 0,7	± 0,9	± 0,44	± 0,64
120	180	± 0,8	± 1	± 0,5	± 0,7
180	250	± 0,95	± 1,1	± 0,6	± 0,8
250	315	± 1,1	± 1,4	± 0,65	± 0,95
315	400	± 1,2	± 1,5	± 0,7	± 1
400	500	± 1,3	± 1,6	± 0,8	± 1,1

Alle Maßangaben sind Millimeterangaben

Kokillenguss: Genauigkeit ist keine Hexerei

Die Maßgenauigkeit der Abgüsse ist von zahlreichen Faktoren wie Größe, Wanddicke und Schwierigkeitsgrad des Gussteils oder auch vom Gusswerkstoff abhängig. Allgemein gilt, dass die einzuhaltenden Toleranzen

gießtechnisch so eng wie nötig und so genau, wie es die Funktionsnotwendigkeit verlangt, sein sollten. Der Bereich der Bearbeitungszugaben für Schwermetall-Kokillengussteile liegt normalerweise zwischen

0,5 und 2 mm. Das endgültige Maß lässt sich jedoch auch jederzeit vom Anwender oder Konstrukteur in Abstimmung mit den Gießereitechnikern festlegen.

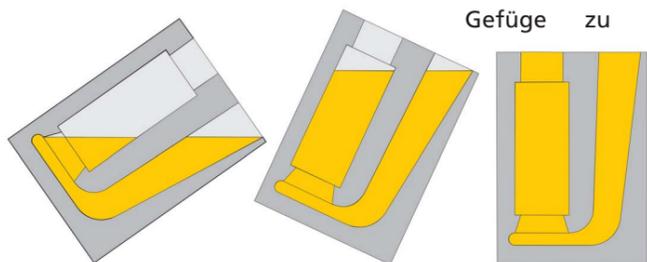
Die gießgerechte Konstruktion von Formteilen

Gussteile, die einem Druck von 140 bar und mehr – beispielsweise bei Ventilgehäusen für Hochdruckarmaturen – standhalten, unterliegen besonderen planerischen und konstruktiven Ansprüchen. So sollten erhebliche Wanddickenunterschiede

vermieden und vorgegebene Unterschiede durch sanfte Übergänge abgemildert werden. Die Wanddicken sind in Relation zur Größe des Gussteils zu wählen. Zudem sind Verrippungen dünner Wandungen gießtechnisch günstiger als dicke Wände

ohne Verrippungen. Kreuzknoten und spitzwinklig aufeinander treffende Wände sind ebenso zu vermeiden wie Werkstoffanhäufungen und Hinterschneidungen.

Kokillenfertigung und Gießtechnik – ein lösbares Optimierungsproblem



Schemaskizze des Gießverfahrens

Zur Nutzung der Verfahrensvorteile ist eine gießgerechte Konstruktion unverzichtbar. Um ein dichtes Gefüge zu erzielen, müssen

Verbindungsquerschnitte zum Anguss- oder Speisersystem gleich groß oder größer als der betrachtete Querschnitt

des Gussteils sein. Nur so kann das flüssige Metall in die erstarrende und schrumpfende Partie nachfließen. Aufschumpfende Konturen, die ohne Kern darzustellen sind, bedürfen einer Aushebeschräge von 5° bis 10°; Kernflächen müssen eine gewisse Neigung haben. Bei Bohrungen und Durchbrüchen liegt die Konizität bei 1:50.

Konstrukteure auf Kundenseite müssen keine Gussexperten sein

Um zusätzlichen Kostenaufwand – das Gussteil oder die Kokille betreffend – zu vermeiden, liefert der Kunde idealerweise die Konstruktion oder die Werkstückzeichnung. Diese wird dann von PIAD entsprechend den gießtechnischen Erfordernissen

komplettiert, etwa mit Formschrägen, Radien, Konizität, gebrochenen Kanten oder der Formteilung. Vom Konstrukteur des Kunden werden also keine besonderen gießtechnischen Vorkenntnisse gefordert.

Der Kokillenguss hat schon was auf Lager

Abhängig vom zu vergießenden Werkstoff und den jeweiligen Konstruktionserfordernissen lässt sich Kokillenguss wirtschaftlich bereits ab Losgrößen von einigen hundert Stück einsetzen. Die Standzeit einer aus hochhitzebeständigen Stählen gefertigten Kokille kann unter 1.000 Teilen aber auch bis zu 50.000 Teilen liegen. Nach der Produktion der geordneten Gussteilstückzahl wird jede

Kokille eingelagert. Der Kunde kann innerhalb einer gemeinsam verabredeten Anzahl von Jahren jederzeit auf seine Kokille zurückgreifen. Da für PIAD höchste Qualitätsansprüche bereits in der Phase der Produktionsplanung selbstverständlich sind, haben viele Kunden ihre Qualitätssicherung verstärkt in das Qualitätsmanagement des Kokillengusslieferanten verlagert.

2 Faltnitnehmer
CuAl10Fe5Ni5-C-GM
0,347 kg und 0,200 kg
für Verpackungsmaschinen



Hebellager
CuAl11Fe6Ni6-C-GM
0,279 kg
für Bremssysteme in
Schienenfahrzeugen



Werkstoffgruppen								
PIAD Werksbezeichnung	entsprechende EN Werkstoffnummer	entsprechendes EN Werkstoff-Kurzzeichen	0,2 – Grenze R _{p0,2} N/mm ² min.	Zugfestigkeit R _m N/mm ² min.	Bruchdehnung A ₅ % min.	Brinellhärte HB 10 min.	Elektr. Leitfähigkeit m/(mm ² ·Ω)	Dichte kg/dm ³
C 0110	CC040A	Cu-C-GM	40	150	25	40	55	8,9
C 0210	CC140C	CuCr1-C-GM	200	300	10	95	45	8,9
C 0300	nicht genormt	ähnl. CuNi2Si	360	460	12	150	20	8,9
C 0310	nicht genormt	ähnl. CuNi3Si	490	550	3	180	15	8,8
M 0100	CC767S	CuZn38Al-C-GM	130	380	30	75	12	8,5
S 0100	CC766S	CuZn37Al1-C-GM	170	450	25	105	8	8,5
S 0120	nicht genormt	Leitmessing	70	470	30	100	20	8,5
S 0121	nicht genormt	Leitmessing	125	410	30	100	18	8,5
S 0200	nicht genormt	Lagermessing	175	330	10	80	3	8,5
S 0300	CC764S	CuZn34Mn3Al2Fe1-C-GM	260	600	10	140	8	8,6
S 0340	CC765S	CuZn35Mn2Al1Fe1-C-GM	200	475	18	110	8	8,6
S 0350	CC762S	CuZn25Al5Mn4Fe3-C-GM	480	750	8	180	7	8,2
S 0600	CC761S	CuZn16Si4-C-GM	300	500	8	130	3	8,6
S 0700	nicht genormt	Neusilber	250	510	10	115	6	8,5
A 0100	CC330G	CuAl9-C-GM	180	500	20	100	5	7,5
A 0110	CC331G	CuAl10Fe2-C-GM	250	600	20	130	5	7,5
A 0200	CC334G	CuAl11Fe6Ni6-C-GM	380	750	5	185	2	7,6
A 0210	CC333G	CuAl10Fe5Ni5-CGM	280	650	7	150	4	7,6
A 0220	CC332G	CuAl10Ni3Fe2-C-GM	250	600	20	130	6	7,5
B 0100	CC480K	CuSn10-C-GM	160	270	10	80	7	8,7
B 0120	CC483K	CuSn12-C-GM	150	270	5	80	6	8,6
B 0121	ähnl. CC484K	ähnl. CuSn12Ni2-C	180	300	8	95	6	8,6

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Mindestwerte

Nur einbaufertige Ausführungen vergleichen

Beim Vergleich von Konstruktionsteilen nach verschiedenen Fertigungsverfahren und Werkstoffen muss auf die Gleichwertigkeit der Lösungen geachtet werden. Aussagefähig ist nur ein Vergleich, der sich auf bearbeitete, einbaufertige Ausführungen

bezieht. Die Kokillengießtechnik bietet fraglos viele Vorteile: geringe mechanische Bearbeitung, höhere Präzision und Qualität, reduzierte Oberflächenbehandlung, die meist beträchtliche Kosteneinsparungen ermöglicht.

Leitwerkstoffe

Für das Denken in Guss unterscheidet PIAD zwei verschiedene Werkstoff-Kategorien, die sich durch spezifische Merkmale auszeichnen: Leitwerkstoffe und Konstruktionswerkstoffe. Entsprechend ihrer Eigenschaften sind sie für unterschiedliche Anforderungen geeignet.



Beweglicher Kontakt, Cu-C-GM, 2,100 kg
Kontakt für Hochspannungsanwendung
partiell versilbert, Oberfläche nach
dem Versilbern definiert kaltverfestigt

Kupfer-Kokillenguss: Ein idealer Werkstoff für die Elektrotechnik

In der Elektrotechnik wird Kupfer aufgrund seiner elektrischen Leitfähigkeit vielfältig eingesetzt: als Draht, Blech, Band und Profil oder als spanend bearbeitetes Werkstück. Entsprechende Formteile wurden lange Zeit im Sandguss hergestellt, obwohl dieses Verfahren bei Bauteilen für die Elektrotechnik gravierende Mängel aufweist: Die gegossenen Materialien büßen erheblich an Leitfähigkeit ein. Und die Sandfor-

men sind nur einmal benutzbar. Grund genug, den Sandguss durch den Kokillenguss zu ersetzen. Dieses Verfahren ist nach jahrzehntelanger Entwicklung so ausgereift, dass es auf das gesamte Programm der Kupfer-Legierungen anwendbar ist. Die besondere Spezialität dabei: Im Kokillenguss kann Kupfer ohne Desoxydationselemente vergossen werden. Eine Leitfähigkeit von mindestens 55 m/mm² Ω ist garantiert.

Kein Problem mit der Desoxydation von Kupfer

Das Vergießen von reinem Kupfer ist noch nicht lange möglich, da die besonderen Eigenschaften des Kupfers eine oxydierende Schmelzweise erfordern – die Schmelze enthält Sauerstoff, der aus dem flüssigen Kupfer mittels Desoxydationselementen (P, Ca, Mg) entfernt werden musste. Aus metallurgischen Gründen war es früher jedoch unumgänglich, diese Elemente im Überschuss zuzugeben. Die unvermeidliche Folge: Ein Teil davon blieb im Kupfer gelöst, und seine Leitfähigkeit wurde dadurch auf Werte um 45 m/mm² Ω begrenzt. Beim Cu-Sandguss liegen die Werte bis heute in diesem Bereich.

Derzeit wird der Schmelzprozess im Kokillenguss so geführt, dass eine begrenzte Menge Sauerstoff in Form von Kupferoxid „Cu₂O“ anwesend bleiben kann. Kupfer und Kupferoxid bilden ein Eutektikum, das mit Hilfe metallographischer Untersuchung gut nachweisbar ist. So kann der Gehalt an Sauerstoff in der Schmelze abgeschätzt und eingestellt werden. Das Ergebnis: **Beim Elektrolyt-Kupfer sind Leitfähigkeitswerte bis 58,0 m/mm² Ω realisierbar!**



Kontaktarm, Cu-C-GM, 9,060 kg, in Schaltgeräten für den Mittelspannungsbereich

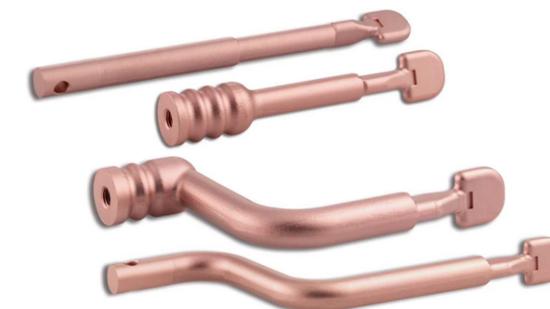
Für Strom hat Kupfer beste Übertragungsqualitäten

Da der Kokillenguss die guten Eigenschaften des Werkstoffes Cu nicht schmälert, findet besonders das reine Kupfer Cu-C-GM nach EN 1982 als hochleitendes Einsatzmaterial ein breites Anwendungsspektrum in der Elektroindustrie. Schließlich überträgt Kupfer elektrische Ströme mit extrem geringem Widerstand. Durch seine nicht minder hohe thermische Leitfähigkeit ist es auch für Wärmetauscher und Kühlelemente bestens geeignet.

Reines Kupfer zeigt Festigkeiten um 150 N/mm² bei einer Härte von ca. 40 HB 10. Bei den folgenden physikalischen Eigenschaften handelt es sich um Minimalwerte:

· Leitfähigkeit	55 m/mm ² Ω
· Festigkeit	150 N/mm ²
· Streckgrenze	40 N/mm ²
· Dehnung	25%
· Härte	40 HBW 5/250

Kontakte, Cu-C-GM
Kontaktmesser nach dem Gießen
kaltverfestigt, für Mittelspannungsschaltgeräte



Die Werte zeigen, dass die Oxidpartikel keinen negativen Einfluss auf die mechanische Festigkeit ausüben, so lange sie sich in bestimmten Grenzen bewegen. Hinzu kommt, dass in Kokillen gegossene Werkstücke aus reinem Kupfer ihre endgültige Form in den meisten Fällen bereits durch den Gießprozess erhalten. Selbstverständlich ist eine anschließende mechanische Bearbeitung ohne weiteres möglich.

Kupfer-Chrom-Legierungen für härtere Fälle

Die Kupfer-Chrom-Legierung CuCr1-C-GM nach EN 1982 zeichnet sich durch hohe elektrische Leitfähigkeit in Verbindung mit höherer Festigkeit und Härte aus. Diese Legierung mit Chromgehalten zwischen 0,4% und 1,2% lässt sich nach Lösungsglühen und Abschrecken bei Temperaturen um 550°C aushärten. Das führt zu einer beträchtlichen Festigkeit und Härte.

· Leitfähigkeit	45 m/mm ² Ω
· Festigkeit	300 N/mm ²
· Streckgrenze	200 N/mm ²
· Dehnung	10%
· Härte	95 HBW 5/250

Fester und beweglicher Kontakt
CuCr1-C-GM
0,390 kg
für Mittelspannungsschaltgeräte



Der Anwendungsbereich der Kupfer-Chrom-Legierung ist dem des reinen Kupfers sehr ähnlich. Schließlich trägt die elektrische Leitfähigkeit dieses Materials mehr als 80% des reinen Kupfers. Die Verschleiß- und Abriebfestigkeit der Legierung ist jedoch wegen der höheren Härte um ein Vielfaches verbessert – ebenso der Widerstand gegen Verformung. Daher ist der Werkstoff CuCr1-C-GM gerade im Schalterbau nahezu universell einsetzbar. Und nebenbei bemerkt: Die Streckgrenze der Kupfer-Chrom-Legierung liegt sogar sechsmal höher als die des reinen gegossenen Kupfers.



Klemme
CuCr1-C-GM
0,746 kg
für Mittelspannungsschaltgeräte



Kugelschlussbolzen und Elektrodenhalter
CuCr1-C-GM und ähnl. CuNi3Si
0,280 kg bis 1,080 kg
Sicherheitsausrüstung für Hochspannungs-
anlagen und Punktschweißanlagen

Kupfer-Nickel-Silizium- und Kupfer-Zink-Legierungen (Leitmessing) für höhere Festigkeit bei gleichzeitig hoher Leitfähigkeit

Wenn die Anforderungen an Härte und Festigkeit noch höher sind, werden entweder Kupfer-Nickel-Silizium- oder Kupfer-Zink-Legierungen eingesetzt. Kupfer-Nickel-Silizium enthält im wesentlichen 3% Nickel und 1% Silizium und ermöglicht sehr hohe Härten. Dabei bleibt die elektrische Leitfähigkeit für die in Frage kommenden Anwendungen immer noch ausreichend gut.

Kupfer-Nickel-Silizium ist als Kokillengusswerkstoff nicht genormt. Der Grund dafür liegt in der Warmrissanfälligkeit dieses Werkstoffs; das wiederum bedeutet, dass nur relativ einfache Gussteile erfolgreich in Kokille gegossen werden können.

- Leitfähigkeit 17 m/mm² Ω
- Festigkeit 460 N/mm²
- Streckgrenze 360 N/mm²
- Dehnung 12%
- Härte 150 HBW 5/250

3 Lager
ähnl. CuNi3Si
0,068 bis 0,097 kg
Vakuumschalter
für den Mittelspannungsbereich



Diese spezielle Kupfer-Zink-Legierung entspricht ungefähr der in EN 1982 genormten CuZn38Al-C-GM mit erhöhtem Zinkanteil.

- Leitfähigkeit 20 m/mm² Ω
- Festigkeit 470 N/mm²
- Streckgrenze 70 N/mm²
- Dehnung 20%
- Härte 100 HBW 5/250

Kontaktbügel
CuCr1-C-GM
0,520 kg
Sicherheitsausrüstung
für Hochspannungs-
anlagen



Kontaktbügel
CuZn37Al1-C-GM
0,497 kg
Sicherheitsausrüstung
für Hochspannungs-
anlagen



Konstruktionswerkstoffe

Neben den Leitwerkstoffen vergießt PIAD Konstruktionswerkstoffe in Kokille: Messinge, Sondermessinge, Aluminiumbronzes und in geringem Umfang Zinnbronzes werden aufgrund ihrer hohen mechanischen Belastbarkeit in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt. Da auch ganze Bauteile aus diesen Werkstoffen produziert werden, ist der Kokillenguss eine lohnende Fertigungsalternative für diese Konstruktionswerkstoffe.

Neue Ideen statt alter Vorstellungen

Das Segment der allgemein bekannten Konstruktionswerkstoffe ist nach wie vor von Eisen und Stahl geprägt. Obgleich Kupfer-Gusswerkstoffe bereits in den unterschiedlichsten Bauteilen zum Einsatz kommen, sind die konstruktiven Möglichkeiten bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Neben den – aufgrund seiner hohen Leitfähigkeit – prädestinierten

Anwendungsbereichen von Kupfer entwickeln Konstrukteure zunehmend neue Ideen und Anforderungen, die auf Basis innovativer Legierungselemente neue, moderne Kupfer-Werkstoffe hervorbringen.



Federlaschenaufnahme
CuAl10Fe5Ni5-C-GM
0,624 kg
für den Schienen-
fahrzeugbau

Schnelle Anpassung an veränderte Marktbedingungen

Ohne Schwermetall-Kokillenguss sind viele technische Entwicklungsprojekte und Konstruktionsaufgaben kaum denkbar. Im Kokillenguss sind Bauteile mit Fertigteilcharakter darstellbar; spanabhebende Bearbeitung, Einzelmontage oder andere kostenintensive Fertigungsverfahren entfallen. Unter Berücksichtigung werkstoffgerechter, gieß- und fertigungstechnischer Konstruktions-

erfordernisse können die Einsatzmöglichkeiten von Präzisionsformgussteilen aus Kupfer und Kupfer-Legierungen optimiert werden. Durch den intensiven Erfahrungsaustausch mit den Gießereifachleuten werden so auch die Anwenderkonstrukteure in das Kokillengussverfahren eingebunden. Da sich konstruktive Änderungen am Produkt sehr schnell umsetzen lassen, können sich Kokillengießereien rasch auf veränderte Kundenwünsche und Marktbedingungen einstellen. Denn: Die Kokille lässt sich in relativ kurzer Zeit anpassen und umbauen! Die Gussproduktion kann nach Musterfreigabe ohne zusätzliche Rüstzeiten wieder aufgenommen werden.

Zahnstange
CuZn37Al1-C-GM
0,271 kg
für die Medizintechnik



Zahnstange
CuAl11Fe6Ni6-C-GM
0,350 kg
für Torantriebe

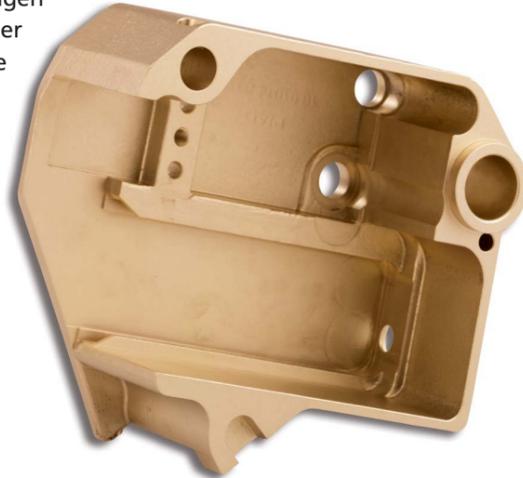


Messing – ein Werkstoff mit guten Festigkeitswerten

Die Gruppe der Messingwerkstoffe wird durch Legieren des reinen Kupfers mit Zink gebildet. Sondermessinge enthalten zusätzliche Legierungselemente. Entgegen der verbreiteten Auffassung, dass Messing nur geringen Festigkeitsanforderungen Genüge leisten kann, wird diese Legierungsgruppe für Konstruktionsteile mit mittlerer bis hoher Festigkeit verwandt. Die Festigkeiten reichen von etwa 380 N/mm² bis zu

750 N/mm² bei Sondermessingen mit Aluminium, Mangan oder Eisen. (Bleihaltige Messinge wurden nicht berücksichtigt.) Darüber hinaus lässt sich Messing sehr gut gießen, ist somit auch für komplizierte Formteile geeignet und zeichnet sich durch gute Korrosionsbeständigkeit aus.

Gehäuse
CuZn38Al-C-GM, 2,550 kg
für den Druckmaschinenbau



Führung
CuZn37Al1-C-GM
0,910 kg
für Reinigungsmaschinen

Allrounder: Messing und Sondermessinge

Messing und Sondermessinge werden in fast allen Bereichen der Investitionsgüterindustrie und im Maschinenbau z.B. als Gehäuse, Hebel, Getriebeelemente und Schaltgabeln eingesetzt. Außerdem eignen sich Messing-Werkstoffe bei Teilen mit fertig gegossener Verzahnung (Zahn- und Kegelräder) besonders gut.



Riemenlasche
CuZn25Al5Mn4Fe3-C-GM
0,221 kg
für die Medizintechnik

Kokillen-Gussteile aus Kupfer-Aluminium-Legierungen sind verschleißfest, korrosionsbeständig und nicht spröde

Die Festigkeiten der Kupfer-Aluminium-Legierungen, besser bekannt als Aluminiumbronzes, beginnen bei 500 N/mm² und lassen sich über 750 N/mm² steigern. Bei der Verschleißfestigkeit erreichen Kupfer-Aluminium-Legierungen Werte deutlich oberhalb von Baustählen und werden zumeist im allgemeinen

Maschinenbau, im Fahrzeugbau, Elektromotorenbau, in der Feinmechanik, Medizintechnik sowie im Verpackungs-, Druck- und Textilmaschinenbau eingesetzt. Außerdem ist bei Kupfer-Aluminium-Legierungen eine weitere, für den Konstrukteur wichtige Werkstoffeigenschaft gegeben: Aufgrund der

sehr günstigen Kombination von Festigkeit und Dehnung kann bei extremer Belastung Energie absorbiert werden, ohne dass das Bauteil zu Bruch geht. Diese Eigenschaft bleibt auch bei sehr tiefen Temperaturen erhalten; bis -200°C tritt keine nennenswerte Versprödung auf.

Steigende Aluminiumgehalte führen zu steigenden Festigkeits- und Härtewerten, wobei die Dehnung allerdings abnimmt. Durch Zulegieren

von Eisen und Mangan können die Festigkeitswerte noch weiter erhöht werden. Zugleich bietet diese Werkstoffgruppe hervorragende Korrosionsbeständigkeit gegenüber leicht sauren bis schwach alkalischen Salzlösungen und industriellen Abwässern. Bei Zugabe von Nickel kann die ohnehin gute Korrosionsbeständigkeit noch gesteigert werden.

Ventilgehäuse
CuAl10Fe5Ni5-C-GM
1,022 kg
für den Schienenfahrzeugbau



2 Ventilgehäuse (unterschiedliche Ausführungen aus ein und derselben Kokille)
CuAl10Fe5Ni5-C-GM, 1,540 kg und 1,190 kg
für den Schienenfahrzeugbau



Schwenklager (die nach unten gekröpften Laschen sind angeschweißt)
CuAl11Fe6Ni6-C-GM, 5,542 kg
für die Medizintechnik

Sie sind fürs Schweißen gemacht ohne zu verzundern

Kupfer-Aluminium-Legierungen zeichnet eine weitere positive Besonderheit aus, die für Konstrukteure von besonderem Interesse sein kann: Diese Werkstoffgruppe lässt sich untereinander und sogar mit Stahl verschweißen. Das Verbindungsschweißen von Aluminiumbronzes-Gussteilen mit Fremtteilen aus beispielsweise St37, Automatenstahl oder Chrom-Nickelstahl wird vorzugsweise bei Gussteilen angewandt, die mit wesentlich größeren, sperrigen Bauteilen unlösbar verbunden werden müssen. Dabei ist das WIG-Verfahren beson-

ders günstig, bei dem unter inerter Atmosphäre geschweißt wird. Durch entsprechende Lichtbogenführung können die unterschiedlichen Schmelzpunkte von Stahl und Aluminiumbronzes berücksichtigt werden.

Ihrer Warmfestigkeit entsprechend können Kupfer-Aluminium-Legierungen bei Temperaturen von bis zu 300°C eingesetzt werden und auch die Hochtemperatur-Oxydationsbeständigkeit ist mehr als überzeugend – ein Verzundern lässt sich erst ab 800°C beobachten.

Kupfer-Zinn-Legierungen werden substituiert

Wegen des großen Erstarrungsintervalls sind Kupfer-Zinn-Legierungen und Zinnbronzes warmrisanfällig und daher für Konstruktionsteile im Kokillenguss-Verfahren weniger gut geeignet. Durch Messing und Aluminiumbronzes lassen sich Zinnbronzes gezielt substituieren.



2 Pleuel
CuSn12-C-GM
0,475 kg und 0,376 kg
für Hydraulikmotoren

Verbundkonstruktionen

Der Anwendungsbereich der Kupferguss-Legierungen lässt sich durch Verbundguss mit eingegossenen und umgossenen Fremdteilen erweitern; denn das Einbringen, Positionieren und Festhalten der Eingießteile erfolgt gerade im Kokillenguss sehr präzise. Diese Fertigungsverfahren bezeichnet PIAD als Verbundkonstruktion.



Schwenkhebel und Federhebel (vorne) jeweils mit eingegossenen Bolzen CuAl10Ni3Fe2-C-GM und CuZn25Al5Mn4Fe3-C-GM, 2,050 kg und 0,700 kg, für den Waggonbau und den Mittelspannungsschaltgeräteebau

Nichts ist unmöglich: Ein- und Umgießen

Grundsätzlich lassen sich Fremdteile vorzugsweise aus metallischen Werkstoffen umgießen. Die Oberfläche der Teile muss metallisch sauber sein. Der Schmelzpunkt darf nicht niedriger sein als der des Gusswerkstoffes – das gilt auch für galvanische oder sonstige Überzüge. Daher lassen sich verzinkte, verzinnte oder kadmierte Stücke nicht eingießen. Verchromte oder vernickelte Stücke können dagegen problemlos verwendet werden.

Beim Ein- oder Umgießen entsteht kein Verbundguss im Sinne einer metallischen Verbindung. Durch die Aufschumpfung des erkalteten Gusswerkstoffes kommt es zu einer sogenannten Schrumpfung. Die entstehenden Spannungen sind hinreichend groß, so dass ein fester Sitz erzielt wird. Im Verhältnis zur Belastbarkeit des Gusswerkstoffes sind sie jedoch sehr gering. Die Spannungen sind mit denen vergleichbar, die beim Eintreiben eines Bolzens in eine entsprechend enge Bohrung entstehen.

Mit Sicherheit kein Drehen und Verschieben

Entsprechend seiner Beanspruchung ist es zweckmäßig am Eingießteil einen Formschluss herzustellen, damit eine Sicherung gegen Drehen und Verschieben gegeben ist. Beim Eingießen von gehärteten Stahlteilen ist zu berücksichtigen, dass das Eingießteil im Eingießbereich eine Teilenthärtung erfahren kann. Die erreichbaren Toleranzen der einge-

gossenen Teile entsprechen den nicht formgebundenen Abweichungen nach DIN 1687 oder liegen sogar noch günstiger. Bei Eingießteilen ist die Bearbeitung nach dem Eingießen nicht mehr nötig, aber dennoch möglich! Denn die Genauigkeit, mit der die Teile eingegossen werden, liegt innerhalb sehr eng gesetzter Toleranzen.

Zahnrad CuAl10Fe2-C-GM 0,238 kg für den Nutzfahrzeugbau



Eingießrohr mit Nuten und Rändel für zusätzlichen Formschluss im Eingießbereich

Daher ist die gründliche Vorbereitung und genaue Absprache zwischen Konstrukteur und Gussexperte nötig, um optimale Ergebnisse zu erzielen und gleichzeitig Zeit und Geld zu sparen. Denn mit steigendem Genauigkeitsgrad steigen in der Regel auch die Kosten.



Federführung mit eingegossenem Rohr CuZn37Al1-C-GM 0,074 kg für die Elektrotechnik (Mittelspannung)

Greifer mit eingegossenem Rohr CuAl10Fe5Ni5-C-GM 0,232 kg für Öl-Wasser-Separatoren

Das Umgießverfahren

Kränze für Zahn-, Stirn- oder Schneckenräder werden in erster Linie durch Umgießen von Naben aus Grauguss oder Stahl hergestellt.

Das Verfahren wird meist erst bei einem Nenndurchmesser von 100 mm interessant, wenn sich die Einsparung von teuren, metallischen Werkstoffen wie z.B. Zinnbronze oder Aluminiumbronze besonders lohnt. Zum Einlegen in die Kokille werden solche Naben nur seitlich und in der Bohrung bearbeitet, um festen Sitz zu erzielen. Erhöhungen auf dem Außendurchmesser zur Herstellung des Formschlusses betragen unabhängig vom Durchmesser 3 bis 4 mm.

Die Kokille passt wie angegossen zum Kostenbewusstsein

Bei der Beurteilung, ob das Ein- und Umgießen von Komponenten in Kokillengussteile bei einem bestimmten Bauteil ratsam ist, stehen nicht nur wirtschaftliche Beurteilungskriterien im Vordergrund. Die Frage nach der besten konstruktiven Lösung, für den Einsatz von Kupfer und Kupfer-Legierungen entscheidet sich durch Einsparungen in der weiteren mechanischen Bearbeitung und durch mögliche weitere Prozesskostenvorteile.

Die Eingießtechnik von Fremdteilen

Bolzen, Gewindestifte, Gewindeeinsätze, Kühlrohre und Bleche lassen sich optimal eingießen. Dabei richtet sich die Eingießtiefe nach der späteren Beanspruchung: Bei Bolzen, Buchsen und vergleichbaren Bauteilen sollte sie mindestens dem einfachen bis anderthalbfachen Durchmesser der Teile entsprechen.

Um einwandfreien, festen Sitz zu erzielen, werden die Eingießteile zum Beispiel mit Nuten versehen, die so tief sein sollten, dass sie vom Gusswerkstoff gut gefüllt werden können. Bei dünnen Bolzen bis ca. 10 mm Durchmesser ist eine

Tiefe von 1 bis 2 mm und eine Breite von 1 bis 4 mm ausreichend. Anstelle von Nuten können auch Rändelungen angebracht werden, die über die gesamte Eingießtiefe reichen.

Bei schwereren, größeren Eingießteilen aus schweißbaren Werkstoffen ab ca. 40 mm Durchmesser werden für optimierte Sicherheit zum Beispiel Schweißraupen aufgebracht. Diese Raupen sollten einen halbkreisförmigen Querschnitt von etwa 6 mm bei einer Länge von ca. 20 mm haben.

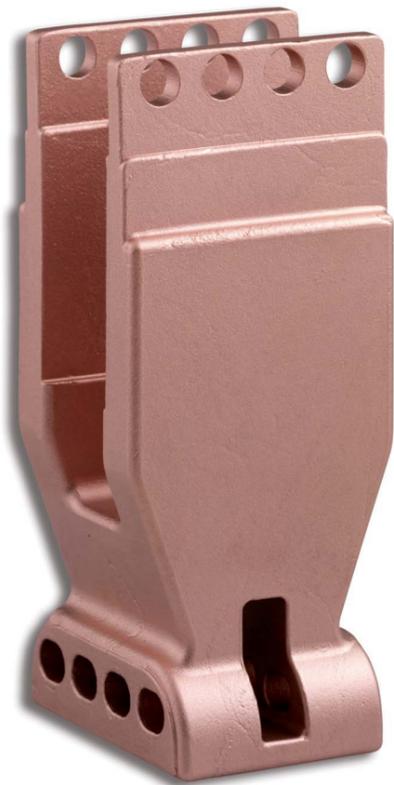
Werden mehrere Bolzen oder Buchsen in ein Gussteil eingegossen, so ist immer ein Mindestabstand zu wahren. Nur dann kann das Metall wirklich voll ausfließen, bevor es infolge allzu raschen Abkühlens sein Fließvermögen verliert. Dieser Abstand ist abhängig von Größe, Wanddicke und Gestaltung des Gussteiles, und er liegt im Allgemeinen zwischen 4 und 10 mm. Konstrukteur und Gießer sollten den Abstand genau absprechen, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen.



Düsenhalterung CuZn38Al-C-GM, 0,213 kg für den Textilmaschinenbau

Kokillenguss – das haben Sie davon!

Vielfach sind Kupfer und Kupfer-Legierungen nur als „Buntmetalle“ bekannt, aus denen Armaturen oder Baubeschläge gefertigt werden. Die positiven Eigenschaften dieser Werkstoffe als Kokillengussteile kennen immer noch viel zu wenige Konstrukteure und Entscheider. Dennoch erlangen der Kokillenguss und seine Werkstoffe immer größere Bekanntheit in den relevanten Branchen. Zahlreiche namhafte Hersteller setzen – mit steigender Tendenz – Bauteile aus dem Kokillengussverfahren ein: in der Elektrotechnik zu 40%, im Maschinenbau und in der Druckmaschinenherstellung zu jeweils 20%. Auch in anderen Industriezweigen ist der Kokillenguss auf dem Vormarsch: Fahrzeug-, Medizin- und Verpackungstechnik, Textilmaschinenbau, Feinmechanik und Optik.



Kontakt
Cu-C-GM, 3,759 kg, für die Mittelspannungstechnik



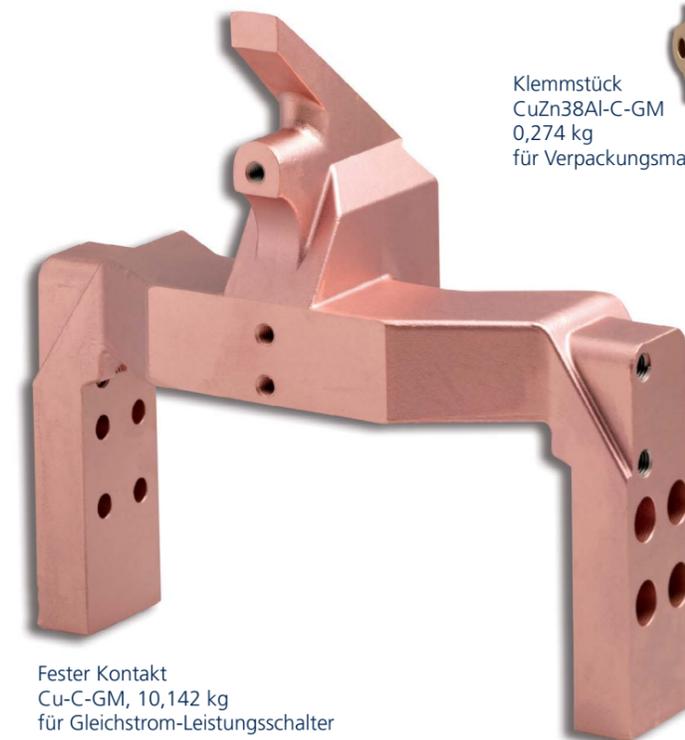
Unterer Anschluss
Cu-C-GM
9,215 kg
für die Mittelspannungstechnik



Kontakthalter
Cu-C-GM
1,458 kg
für die Mittelspannungstechnik



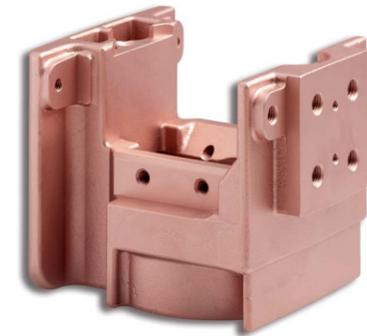
Unterer Anschluss, Cu-C-GM, 11,120 kg
für die Mittelspannungstechnik



Fester Kontakt
Cu-C-GM, 10,142 kg
für Gleichstrom-Leistungsschalter



Motorplatte
CuZn34Mn3Al2Fe1-C-GM
Motorhalterung für
Kernbohrgeräte



Kontakthalter
Cu-C-GM
8,795 kg
Leistungsschalter für die
Mittelspannungstechnik



Unterer Anschluss
Cu-C-GM (versilbert)
2,644 kg
für die Mittelspannungstechnik



Scheideteller
CuAl10Ni3Fe2-C-GM
1,290 kg
für Öl-Wasser-Separatoren



Klemmstück mit Deckel
CuZn38Al-C-GM
0,420 kg und 0,100 kg
für Verpackungsmaschinen



Klemmstück
CuZn38Al-C-GM
0,421 kg
für Verpackungsmaschinen



Klemmstück
CuZn38Al-C-GM
0,274 kg
für Verpackungsmaschinen



Klemmstück Deckel
CuZn38Al-C-GM
0,100 kg
für Verpackungsmaschinen



Klemmstück
CuZn38Al-C-GM
0,420 kg
für Verpackungsmaschinen

PIAD

Member of the **Breuckmann Group**

PIAD GmbH
Dieselstraße 26
D-42579 Heiligenhaus
Tel.: +49 212 20631-0
Fax: +49 212 20631-29
info@piad.de
www.piad.de

Betriebsstätte:
Lehner Straße 19 - 23
D-42665 Solingen