

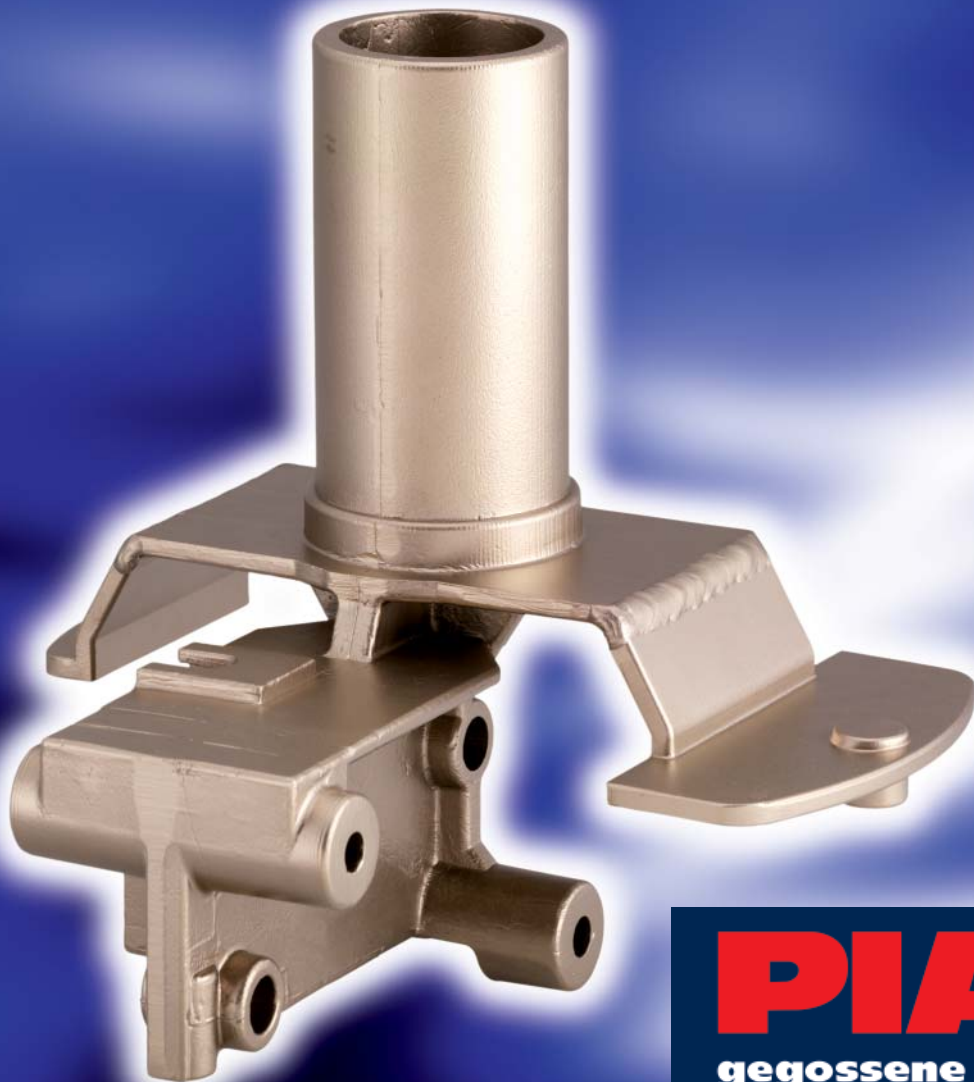
# konstruktions

Automation Antriebe Maschinenelemente Werkstoffe CAD

# praxis *Sonderdruck*

[www.konstruktionspraxis.de](http://www.konstruktionspraxis.de) InfoClick

aus konstruktionspraxis 4/2008



**PIAD**  
gegossene Präzision



In Schienenfahrzeugen eingesetzt: Ventilgehäuse, Federlaschenaufnahme und Hebellager aus Cu-Al-Legierungen

# Stahl-Alternative

## Eigenschaften von Kokillengussteilen aus Kupfer-Aluminium-Legierungen

Kokillengussteile aus Cu-Al-Legierungen finden heute in nahezu allen Industriezweigen ihren Einsatz. Dies hat viele Gründe: Ihre hohe Festigkeit prädestiniert sie als Konstruktionswerkstoffe im gesamten Maschinen-, Getriebe- und Fahrzeugbau. Für Entscheider der chemischen Industrie, im Pumpenbau und in der Nahrungsmittelindustrie ist die Korrosionsbeständigkeit vielfach der entscheidende Faktor. Werden funkenarme Werkzeuge benötigt, gibt es zu Cu-Al-Legierungen sogar kaum eine Alternative.

Dipl.-Ing. Albrecht Schupp\*

Die Vorgehensweise, Kupfer- und Kupferlegierungen, insbesondere Messing, in Kokille zu vergießen, ist nicht neu. So wurde das Verfahren der Firma Piel & Adey, Solingen, schon in den 20er Jahren patentiert. Diese Technologieführerschaft war und ist wichtige Basis für die Entwicklung weiterer innovativer Leistungen im Gießereiwesen.

Ein Hauptanwendungsgebiet ist noch heute die Elektrotechnik. Neben Werkstoffen mit hoher elektrischer- und Wärmeleitfähigkeit wurden folgerichtig bald Legierungen auf Kupferbasis entwickelt, die neben hoher Korrosionsbeständigkeit auch hohe Festigkeiten auf-

weisen. Kupfer-Aluminium-Legierungen, auch Aluminiumbronzen genannt, vereinen die charakteristischen Vorzüge des Präzisions-Kokillengusses (saubere Oberflächen, hohe Maßgenauigkeit und Maßhaltigkeit) und erschließen somit neue Anwendungsgebiete, die bisher nur legierten Stählen vorbehalten waren.

Bei Cu-Al-Legierungen wird zwischen Zweistoff- und Mehrstofflegierungen unterschieden:

- Zweistofflegierungen enthalten außer Kupfer einen Al-Anteil bis zu ca. 10 %
- Mehrstofflegierungen enthalten neben 7 bis 13 % Al noch weitere Bestandteile wie Ni, Fe und Mn.

Dadurch werden die mechanische Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit noch weiter verbessert.

### Die Bedeutung der Abkühlgeschwindigkeit für das Gussteil

Die große Abkühlgeschwindigkeit des Metalls beim Gießen in Kokille – hervorgerufen durch das hohe Wärmegefälle zwischen einfließendem Metall und den gut wärmeleitenden Kokillenzwänden – hat gerade für Kupfer-Aluminium-Werkstoffe eine besondere Bedeutung. Der rasche Wärmeentzug führt bei dem erstarrenden Gussteil zu

\*Dipl.-Ing. Albrecht Schupp, Leiter Produktentwicklung PIEL & ADEY

Werkstoffgruppen								
PIAD Werksbezeichnung	entsprechende EN Werkstoffnummer	entsprechendes EN Werkstoffkurzzeichen	0,2 – Grenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup> min.	Zugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup> min.	Bruchdehnung $A_5$ % min.	Brinellhärte HB 10 min.	Elektr. Leitfähigkeit m/(mm <sup>2</sup> ·s)	Dichte kg/dm <sup>3</sup>
M 0100	CC7675	CuZn38Al-C-GM	130	380	30	75	12	8,5
S 0100	CC7665	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	CC7645	CuZn34Mn3Al2Fe1-C-GM	260	600	10	140	8	8,6
S 0340	CC7655	CuZn35Mn2Al1Fe1-C-GM	200	475	18	110	8	8,6
S 0350	CC7625	CuZn25Al5Mn4Fe3-C-GM	480	750	8	180	7	8,2
S 0600	CC7615	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

Tabelle 1: Werkstoffeigenschaften von Messing, Sondermessing und Aluminiumbronzen; bei den angegebenen Werten handelt es sich um Mindestwerte

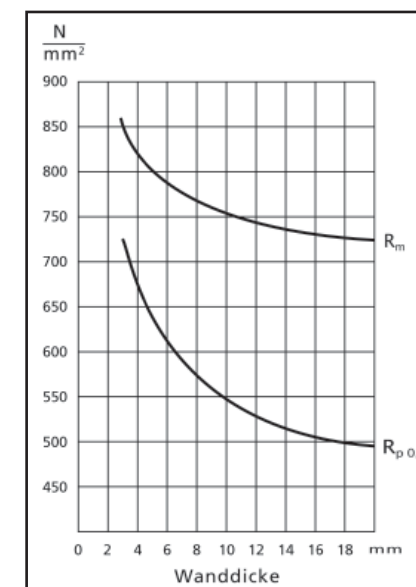


Bild 1: Einfluss der Abschreckgeschwindigkeit auf Zugfestigkeit und Streckgrenze der Legierung CuAl10Fe5Ni5-C-GM in Abhängigkeit von der Wanddicke

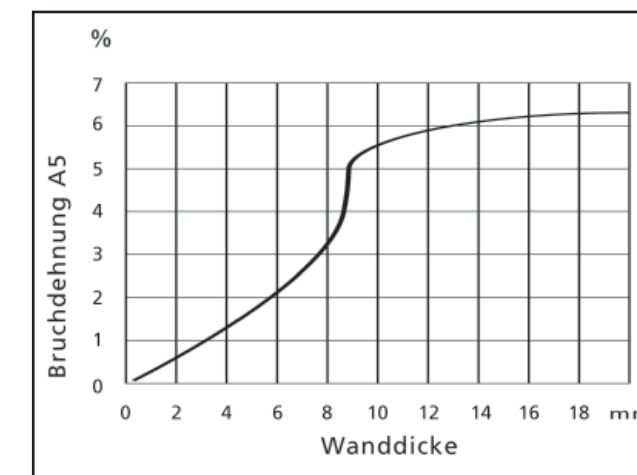


Bild 2: Dehnung des Werkstoffs CuAl10Fe5Ni5-C-GM in Abhängigkeit von der Wanddicke

einer feinkörnigen Gefügeausbildung. Das Kokillengussgefüge erhöht die Dehnung sowie die Dauer- und Abriebfestigkeit der Werkstoffe. Die Löslichkeit von Aluminium in Kupfer ist stark temperaturabhängig, so dass bei langsamer Abkühlung – durch die geringere Löslichkeit bei niedrigeren Temperaturen – Phasenumwandlungen auftreten. Ein beschleunigter Abkühlungsvorgang führt jedoch dazu, dass ein bestimmter Gefügestand gewissermaßen „eingefroren“ wird. Diese „Erstarrung“ des Gefüges wirkt sich in der Regel vorteilhaft aus, da höhere Festigkeits- und Härtewerte erzielt wer-

den, wenngleich die Dehnung dabei abnimmt. Diese Abkühlgeschwindigkeit ist gleichfalls abhängig von der Formgebung und vor allem von den Wanddicken des Gussteils. Sie ist geringer bei dicken und größer bei dünnen Wandungen. Demzufolge sind Härte, Festigkeit und Dehnung ebenfalls wanddickenabhängig. An Gussteilen mit starken Wanddickenunterschieden treten also unterschiedliche Festigkeitswerte auf, die sich jedoch nur selten nachteilig auswirken. Eine Homogenisierung, etwa durch Glühen, ist daher kaum nötig. Das Diagramm in Bild 1 visualisiert den Einfluss der Wanddicke auf die

Festigkeit des Werkstoffs CuAl10Fe5Ni5-C-GM. Bild 2 zeigt die entsprechende Veränderung der Dehnung.

### Vorzüge der Kupfer-Aluminium-Werkstoffe

Die Dichte der Kupfer-Aluminium-Legierungen ist abhängig vom Al-Gehalt und liegt durchschnittlich bei 7,5 bis 7,6 g/cm<sup>3</sup>. Die Farbe der Werkstoffe schwankt, abhängig von den Legierungsbestandteilen, zwischen Goldtönen und gelben Farbnuancen. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, erzielt man Festigkeiten von bis zu mehr als 750 N/mm<sup>2</sup> sowie Härten von über 185 HB. Die gute Korrosionsbeständigkeit →

→ erklärt sich aus der leichten Oxidierbarkeit des Aluminiums: Auf den Gussteilen bildet sich eine feste Oxidhaut, die, obwohl nicht sichtbar, vor Korrosion schützt.

Wird diese Schutzschicht verletzt, so baut sie sich im Laufe der Zeit von selbst wieder auf. Voraussetzung ist Sauerstoff in der Umgebung.

Bemerkenswert sind auch die Kavitations- und Verschleißfestigkeitseigenschaften der Kupfer-Aluminium-Legierungen. Die Werkstoffe zeigen bei Temperaturen von bis zu + 200 °C nur leicht fallende Festigkeitswerte, während bei niedrigen Temperaturen bis – 200 °C steigende Festigkeitswerte auftreten. Die Dehnung bleibt hierbei erhalten.

Die elektrische Leitfähigkeit der Aluminium-Bronzen ist relativ gering; sie verringert sich mit wachsendem Al-Anteil und liegt dann zwischen 3 und 7 m/mm<sup>2</sup> Ω (die Wärmeleitfähigkeit verhält sich proportional zur elektrischen Leitfähigkeit).

### Festigkeit und Schweißbarkeit der Cu-Al-Legierungen überzeugen

Cu-Al-Legierungen sind bezüglich der Zerspanung ohne Weiteres mit Stählen gleicher Festigkeit zu vergleichen. Die gute Schweißbarkeit stellt für eine

**INFO KOMPAKT**

## Viele Legierungsmöglichkeiten

Konstrukteure können zwischen einer Reihe von verschiedenen Kupfer-Aluminium-Guss-Legierungen wählen, die in EN 1982 genormt sind (Tab. 1 zeigt die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der gebräuchlichen Werkstoffe). Die Auswahl wird dabei durch die Ansprüche in Festigkeit, Härte, Dehnung, Abriebfestigkeit, Korrosions- sowie Zunderbeständigkeit etc. bestimmt. Die Gießbarkeit, die Fließeigenschaften und das Formfüllungsvermögen sind im Allgemeinen sehr gut, so dass auch komplizierte Gussteile präzise hergestellt werden können.

Reihe von technischen Anwendungsfällen einen weiteren Verfahrensvorteil dar. Die Werkstoffe können nach dem WIG-Verfahren sowohl miteinander als auch mit Stahl verschweißt werden. Als Schweißzusatzwerkstoffe werden dabei artgleiche Cu-Al-Werkstoffe, NiCr oder NiCu verwendet (Hart- und Weichlöten sollte dagegen vermieden werden).

Die Erfahrung zeigt, dass qualifizierte Spezialisten, wie z.B. PIEL & ADEY, jedem Entscheider für seine individuelle Anforderung Verfahrenslösungen anbieten können, die oftmals signifikante Vorteile zu bisherigen „Stahl-Lösungen“ bieten. Voraussetzung dafür ist lediglich ein ernsthaftes Briefing-Gespräch, vorzugsweise in der frühen Entwicklungsphase. (qui)

PIAD

Tel. +49(0)212 206310

**konstruktions  
praxis.de**

Mehr Infos zum Kokillenguss Aluminium Bronze

Mehr zum Kokillenguss Sondermessing

Mehr zum Kokillenguss Messing

Hinweise zur gießgerechten Konstruktion von Formteilen mit Kokillenguss

Infos zum Ein- und Umgießen von Fremdteilen

InfoClick

246110