

Wolfensberger

STAHLGUSS PRÄZISIONSGUSS ZERSPANUNG

TECHNISCHE INFORMATIONEN Nr. 3

**GIESSEN
TECHNIK
INNOVATION**



Warmfeste und hitzebeständige Eisen- und Stahlgusswerkstoffe

Eisen- und Stahlgusswerkstoffe, die warmfest und hitzebeständig sind, benötigen Legierungselemente, die gezielt auf die Einsatzbeanspruchung abgestimmt sind. Die Werkstoffspezialisten von Wolfensberger bieten hierzu kundenspezifische Lösungen an.



Warmfeste und hitzebeständige Eisen- und Stahlgusswerkstoffe Abgestimmt auf das Einsatzgebiet

Im realen Einsatz kann die Bauteilerstörung je nach Anwendung auf nur einem Hauptmechanismus beruhen oder aber durch ein mehr oder weniger komplexes Zusammenwirken mehrerer Faktoren bedingt sein. Gerade solche kombinierten Angriffe können sich sehr nachteilig auswirken. Unsere Spezialisten haben viel Erfahrung mit dem Verhalten der Legierungen bei unterschiedlichen Einsatzbereichen und helfen gerne bei der Ermittlung der für den jeweiligen Einsatzfall optimalen Lösung.

Hitzebeständigkeit – grundlegende Mechanismen

Letztlich entscheidend ist nicht die Temperatur, sondern die Chemie. In einer chemisch neutralen Umgebung bleiben die verwendeten Werkstoffe bis knapp unterhalb ihrer Schmelz- bzw. Erweichungstemperatur stabil. Zerstörend wirkt erst der durch die Hitze beschleunigte Angriff auf Grund chemischer Reaktionen. Feind Nr. 1 ist oft der Luftsauerstoff, der zur Bildung von Oxiden führt, doch gibt es auch weitere Schädlinge, z.B. die in Rauch- und Auspuffgasen enthaltenen Bestandteile Schwefel, Chlor oder Flugasche.

Wichtigste Verteidigungslinie der hitzebeständigen Werkstoffe ist die Herabsetzung der Geschwindigkeit des chemischen Angriffs durch Ausbildung einer fest haftenden «Schutzhaut» aus Reaktionsprodukten, meist Oxiden. Angreifende Reagenzien müssen diese Barriere zunächst durch Diffusion überwinden, bevor sie mit dem Metall reagieren können. Im Idealfall verlangsamt sich der Angriff durch das stetige Anwachsen dieser Schutzschicht immer weiter.



Störende Mechanismen

Zerstörend wirken alle Mechanismen, die zu ihrer lokalen oder gar großflächigen Zerstörung führen. Schäden können dabei durch mechanische Einflüsse – u.a. auch durch Themoschocks bei häufigen bzw. starken Temperaturwechseln – ebenso hervorgerufen werden wie durch Störstoffe, welche die Schutzschicht zersetzen oder durchdringen können. Ebenso nachteilig kann sich ein ständiger Wechsel zwischen oxidierender und reduzierender Atmosphäre auswirken.

Wichtig: Gefügebestandteile

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind Gefügebestandteile, die den angreifenden Stoffen als Diffusionspfade ins Gussteilinnere dienen können. Besonders nachteilig kann sich diesbezüglich das zusammenhängende Netzwerk der Graphitlamellen im Gusseisen auswirken, weil dieses anfällig für einen Angriff durch innere Oxidation ist. Deshalb wird in vielen Fällen solchen Werkstoffen der Vorzug gegeben, bei denen der Graphit in kugelig oder vermicularer Ausbildung vorliegt.

Legierungselemente als Schutzfaktoren

Legierungselement Silizium ...

führt im Gusseisen bei Gehalten über 4 % zur Ausbildung einer dichten und fest haftenden Oxidschicht, die den darunter liegenden Werkstoff auch bei Temperaturen oberhalb von ca. 550 °C schützt. Noch höhere Anteile bewirken darüber hinaus auch eine gute Beständigkeit z.B. gegen Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Chromsäure.

Legierungselement Chrom ...

oxidiert in reinem Zustand weder an der Luft noch unter Wasser. Als Legierungselement erhöht er ab Gehalten von 12 % die Korrosionsbeständigkeit durch Bildung einer dünnen Oxidschicht, die als Barriere gegen weitere Oxidation wirkt. Verstärkt werden kann dieser für nichtrostende Edeltähle typische Schutzmechanismus durch zusätzliche Beigaben von Aluminium und/oder Silicium.

Legierungselement Nickel ...

ist bezüglich seiner Korrosionsbeständigkeit selbst dem Kupfer überlegen. Seine Legierungen zeichnen sich durch hervorragende Warmfestigkeit und Hitzebeständigkeit aus. In Verbindung mit Chrom wird Nickel in großem Umfang als Heizleiterlegierung eingesetzt. Als Legierungsbestandteil steigert Nickel die Hitze- und Korrosionsbeständigkeit und stabilisiert außerdem den Austenit.



1 Turbinenzufließgehäuse (SiMo-Gusseisen)



1 SiMo-Gusseisen – die beliebte Grundsorte
Bewährtes «Arbeitspferd» bei nicht allzu extremen Anforderungen sind die so genannten SiMo-Gusseisen mit um die 3–5 % Si und 0,5–1,0 % Mo. Typisches Einsatzgebiet dieser Sorten, sind u.a. Turboladergehäuse, Auspuffkrümmer oder Abgasleitungen. Bei besonders hohen Ansprüchen an die Warmfestigkeit empfiehlt sich eine Anhebung des Molybdängehalts.

2 Ni-Resist – der vielseitige Profi

Der Grundtyp der Ni-Resist-Werkstoffe sind Gusseisen, deren Gefüge durch Zusätze von 13–35 % Nickel austenitisch vorliegen. Bei den höherwertigen Werkstoffen kombinieren sich die guten mechanischen Eigenschaften des Gusseisens mit Kugelgraphit mit der hervorragenden Korrosions- und Hitzebeständigkeit des Nickels. Neben hoher Festigkeit weisen sie auch sehr gute Zähigkeitseigenschaften auf und sind zudem thermoschockbeständig. Ni-Resist-Werkstoffe sind je nach Legierungstyp hitze- und zunderbeständig bis etwa 1050 °C. Typische Einsatzgebiete sind u.a. Turboladergehäuse und Auspuffkrümmer. Auf Grund ihres hohen Nickel- und – je nach Legierungstyp – Mangangehalts haben sie ein austenitisches Gefüge, sind

2 Gehäuse (Ni-Resist)



nicht magnetisierbar und besitzen eine hervorragende Kaltzähigkeit bis zu rund Minus 195 °C.

3 Hitzebeständiger Stahlguss – fest, selbst im Feuer

Er kommt oberhalb von 600 °C zum Einsatz. Hauptmerkmal ist seine gute Beständigkeit gegen Verzunderung, was durch die Bestandteile Chrom, Nickel und Silizium erreicht wird. Ein weiteres Kriterium ist die Kriechfestigkeit. Je nach Zusammensetzung gibt es Sorten mit ferritischem, oder austenitischem Gefüge.

3 Roststab (Hitzebeständiger Stahlguss)



Die Wahl der «richtigen» Legierung kann die Lebensdauer der Bauteile beeinflussen. Sie erfordert viel Sorgfalt sowie viel Knowhow, beides kann Ihnen Wolfensberger bieten.

4 Nickel- und Kobaltwerkstoffe – für den extremen Einsatz

Nickel und seine Legierungen zeichnen sich durch höchste Festigkeit und Beständigkeit bei extremen Temperaturen aus. Besonders bewähren sich Nickelbasiswerkstoffe mit rund 20 % Chrom und 9 % Molybdän sowie Zusätzen von Kobalt oder Niob. Diese Werkstoffe sind heiss-gaskorrosionsbeständig und bis zu rund 1050 °C dynamisch belastbar. Typische Einsatzgebiete sind Triebwerksteile für Dampf- und Gasturbinen sowie Rotoren für Abgas-Turbolader. Auch Kobaltbasislegierungen weisen sehr hohe Warmfestigkeit und Beständigkeit gegen Heissgaskorrosion auf. Man setzt sie häufig für hoch beanspruchte Teile von Gasturbinen ein-gesetzt.

4 Turbinenleitapparat (Kobaltlegierung)



Legierungselement Molybdän ...

lässt im Bereich der Korngrenzen feingeweilte und kompakte Molybdänoxidcarbide entstehen. Diese Carbide erhöhen die Warmfestigkeit und die Zeitstandeigenschaften. Bei nichtrostenden Stählen bewirkt Molybdän eine Erweiterung des Passivitätsbereiches. Zudem erhöht sich die Korrosionsbeständigkeit bereits im aktiven Zustand und der Widerstand gegen Lochfrasskorrosion verbessert sich.





Im Schnell-Überblick

Warmfeste und hitzebeständige Eisen- und Stahlgusswerkstoffe sowie Nickel- und Kobaltlegierungen

1 Silizium- und Molybdän legiertes Gusseisen mit Kugelgraphit

Kurzbezeichnung nach EN/DIN	Werkstoff Nr.	Alte Bezeichnungen	Legierungsbestandteile	Mechanische Eigenschaften					
				Streckgrenze Rp 0,2 (N/mm ²)	Zugfestigkeit Rm (N/mm ²)	Bruchdehnung A5 (%)	Kerbschlagarbeit Av (ISO-V) J	Härte HB	Wärmebehandlung
EN-GJS-XSiMo 4.05		GGG SiMo 4.05	Si 4 %, Mo 0.5 %	420	550	8		200-250	G/A
EN-GJS-XSiMo 4.10		GGG SiMo 4.01	Si 4 %, Mo 1.0 %	480	550	5		200-250	G
EN-GJS-XSiMo 5.10		GGG SiMo 5.01	Si 5 %, Mo 1.0 %	450	600	8		230-280	G

2 Austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit EN 13835

Kurzbezeichnung nach EN/DIN	Werkstoff Nr.	Alte Bezeichnungen	Legierungsbestandteile	Mechanische Eigenschaften					
				Streckgrenze Rp 0,2 (N/mm ²)	Zugfestigkeit Rm (N/mm ²)	Bruchdehnung A5 (%)	Kerbschlagarbeit Av (ISO-V) J	Härte HB	Wärmebehandlung
EN-GJSA-XNiCr20-2	EN-JS3011	GGG-NiCr 20 2	Ni 20 %, Cr 2 %	210	370	7	13	140-255	A
EN-GJSA-XNi22	EN-JS3041	GGG-Ni 22	Ni 22 %	170	370	20	20	130-170	A
EN-GJSA-XNiSiCr30-5-5	EN-JS3091	GGG-NiSiCr 30 5 5	Ni 30 %, Si 5 %, Cr 5 %	240	390			170-250	A
EN-GJSA-XNi35	EN-JS3051	GGG-Ni 35	Ni 35 %	210	370	20		130-180	A
EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2	EN-JS3061	GGG-NiSiCr 35 5 2	Ni 35 %, Si 5 %, Cr 2 %	200	370	10		130-170	A

3 Warmfester und hitzebeständiger Stahlguss EN 10213-2 und EN 10295

Kurzbezeichnung nach EN/DIN	Werkstoff Nr.	Chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozenten, Richtwerte							Mechanische Eigenschaften					
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Amdere	Streckgrenze Rp 0,2 (N/mm ²)	Zugfestigkeit Rm (N/mm ²)	Bruchdehnung A5 (%)	Kerbschlagarbeit Av (ISO-V) J	Härte HB	Wärmebehandlung
G17CrMo5-5	1.7357	0.17	0.50	0.60	1.30			0.50	315	490-690	20	27	145-205	V
G17CrMoV5-10	1.7706	0.17	0.50	0.60	1.30			1.00 V=0.25	440	590-780	15	27	175-230	V
GX23CrMoV12-1	1.4931	0.23	0.30	0.60	12.0	0.90		1.00 V=0.30	540	740-880	15	27	220-260	V
GX40CrSi28	1.4776	0.40	1.70	0.80	29.0			< 0.5					240-290	A
GX25CrNiSi18-9	1.4825	0.25	1.70	0.80	18.0	9.00		< 0.5	230	450	15		130-180	A
GX40CrNiSi27-4	1.4823	0.40	1.70	0.80	27.0	4.00		< 0.5	250	550	3		160-210	A
GX40CrNiSi22-10	1.4826	0.40	1.80	1.00	22.0	10.0		< 0.5	230	450	8		130-180	A

4 Zunderbeständige und warmfeste Nickel- und Kobaltlegierungen

Kurzbezeichnung nach EN/DIN	Werkstoff Nr.	Chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozenten, Richtwerte							Mechanische Eigenschaften					
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Amdere	Streckgrenze Rp 0,2 (N/mm ²)	Zugfestigkeit Rm (N/mm ²)	Bruchdehnung A5 (%)	Kerbschlagarbeit Av (ISO-V) J	Härte HB	Wärmebehandlung
Hastelloy X	2.4665	0.15	0.80	0.80	21.0	Basis	9.0	Co=1.5 W =0.60 Fe = 18.0		410	12		ca. 150	L/A
Inconel 625	2.4856	0.06	0.40	0.40	21.0	Basis	9.0	Nb=3.5	275	485	25		130-160	L/A
Alloy 718	2.4668	0.05	0.30	0.30	19.0	52.0	3.0	Nb=5.0 Ti = 0.9 Al = 0.5	1030	1230	12		265	L/A
GX12CrCoNi21-20	1.4971	0.12	0.80	1.00	21.0	20.0	3.0	Co=20.0 W = 2.5 Nb=1.0 N = 0.15	230	440	8		160-200	L/A

Behandlungszustand :

A = Gusszustand

G = gegläht

L = lösungsgeglüht und abgeschreckt

V = vergütet

Das komplette Werkstoffprogramm finden Sie unter:
www.wolfensberger.ch

Unser Motto: Wir passen den Werkstoff Ihren spezifischen Bedürfnissen an!





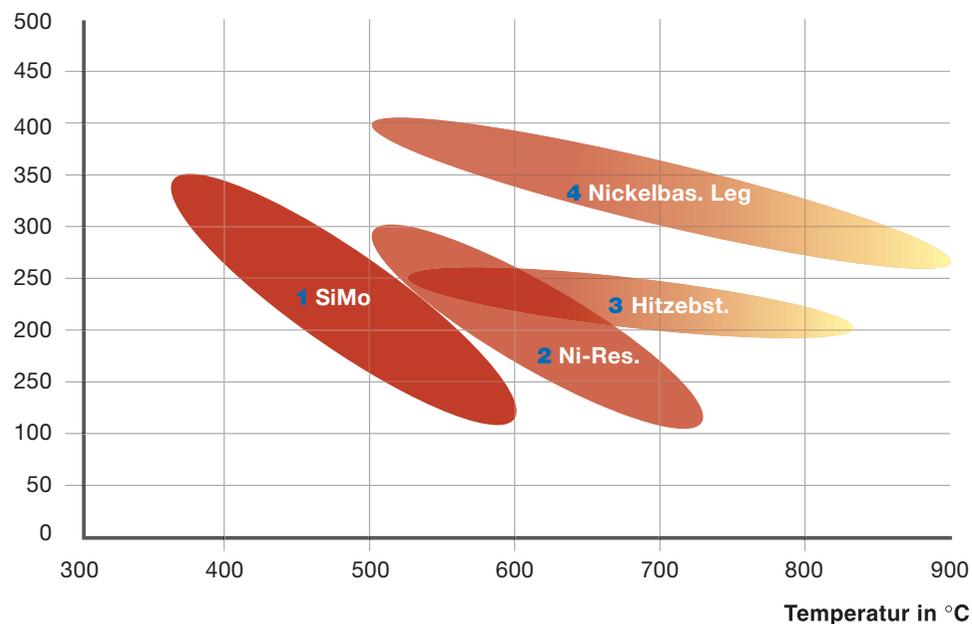
Standfest bis zu höchsten Temperaturen

Wenn sich Hitze und Korrosion verbünden, sind die «Dickhäuter» unter den Gusswerkstoffen gefragt. Bei der Auslegung von Konstruktionen für hohe Temperaturen spielen die mechanischen Eigenschaften oft nicht mehr die wichtigste Rolle. Oberhalb von 600 °C hängt die Bauteilhaltbarkeit vielmehr davon ab, wie gut der Werkstoff Oxidations- bzw. Korrosionsangriffen widerstehen kann. Deren Geschwindigkeit nimmt mit steigendem Temperaturniveau rasant zu. Man spricht auch von Heissgaskorrosion (v.a. in Verbrennungsmaschinen oder Abgassystemen). Eine entscheidende Rolle spielen dabei oft auf die jeweilige Hochtemperaturapplikation sorgfältig abgestimmte Schutzmechanismen.

Abgestimmt auf den spezifischen Anwendungsfall: Warmfeste und hitzebeständige Eisen- & Stahlgusswerkstoffe in der Übersicht.

(Werte als Grenzbeispiele)

0,2-Dehngrenze (N/mm²)



Werkstoff Know-how entscheidend

Wolfensberger mit seinen Werkstoff- und Giespezialisten garantiert eine ganzheitliche Beratung wenn es um die Auswahl von geeigneten Gusswerkstoffen geht. Die über 80-jährige Gieserfahrung und breite Werkstoffpalette von mehr

als 100 Eisen- und Stahlgusswerkstoffen ist das Fundament einer kundenorientierten und anwendungsgerechten Werkstoffberatung.

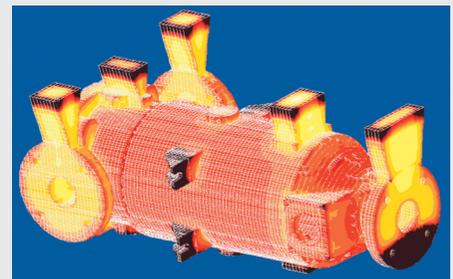
Fragen Sie uns, wir beraten Sie gerne:

Tel. +41 (0)52 396 11 11



Hitzebeständig konstruieren – einige Tipps:

Bei der Auslegung von hitzebeanspruchten Bauteilen ist neben der Hochtemperaturkorrosion oft auch die mechanische Belastbarkeit bei Betriebstemperatur zu beachten. Dabei spielen die für Raumtemperatur geltenden Kennwerte prak-



tisch keine Rolle, statt dessen wird das Kriechverhalten des Werkstoffs bei Einsatztemperatur zum wesentlichen Kriterium. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die Beachtung der teilweise recht erheblichen Dimensionsänderungen durch thermische Ausdehnung. Diese sollte möglichst nicht behindert werden, da sich sonst u.U. störende Spannungen ausbilden, die den Werkstoff zusätzlich schädigen. Bei einseitiger thermischer Beanspruchung sollte außerdem der auftretende Verzug in Betracht gezogen werden. Generell sollte der Konstrukteur daher darauf achten, zu starre Konstruktionen zu vermeiden, grössere Komponenten nach Möglichkeit zu unterteilen und Versteifungen wie z.B. Rippen gegeneinander versetzt anzuordnen





Ihr Partner für überzeugende Lösungen aus einem Guss.



Der Hauptsitz von Wolfensberger.
Seit 1924 in Bauma nahe Zürich.

Wolfensberger: Aus Tradition innovativ

- Gründung 1924
- Rechtsform: Familien-Aktiengesellschaft
- Zwei Werke in Bauma mit rund 300 Mitarbeitenden (Giesserei und Zerspanung)
- Rund 2000 Tonnen vergossene Stahl- und Eisengusswerkstoffe pro Jahr
- Zufriedene Kunden: ABB Turbo Systems AG, MAN B&W Diesel AG, Voith Turbo GmbH, Alstom Schweiz AG, Bühler AG, Coperion Buss AG, Siemens Schweiz AG etc.
- Philosophie: ausgewiesene Fachkompetenz und hohe Qualität



Unser Motto: Arbeiten mit Kopf, Herz und Hand.

Beratung durch Gussprofis

Wir fördern vom ersten Kontakt an eine aktive Zusammenarbeit und beraten Sie in der Konstruktion (Optimierung am Gussteil) und bei der Auswahl des richtigen Werkstoffes (Optimierung betreffend Verschleiss, Korrosionsbeständigkeit, besserer Giessbarkeit etc).

Sandguss

- Kleinere und mittlere Serien
- Hand- oder maschinengeformt mit kaltherzgebundenem Sand
- Grosses Angebot an Eisen- und Stahlgusswerkstoffen
- Gewichte: 5 bis 2500 kg



Werk 2 mit Zerspanung und Gussnachbearbeitung.

Keramischer Genauguss Exacast®

- Vorteile: kleine und mittlere Serien mit höheren Gewichten in Feingussqualität!
- Geeignet für Teile mit hohen Ansprüchen an Masstoleranzen, Oberflächengüte und dünnwandige Partien
- Grosses Angebot an Eisen- und Stahlgusswerkstoffen
- Gewichte: 2 bis 400 kg



Gemeinsam an einer Lösung arbeiten: Der eigene Modellbau sorgt für massgeschneiderte Lösungen.

Vielfältiges Werkstoffprogramm

- Breiter Erfahrungsschatz über Metallurgie, Giesstechnik und Materialauswahl
- Gut eingerichtetes Labor
- Werkstoffprogramm mit rund 100 Werkstoffen

Zerspanungstechnik im Haus

- Wir liefern vor- oder einbaufertig bearbeitete Gussteile
- CNC-Maschinen bearbeiten rotationssymmetrische und kubische Teile
- Eigene Flach- und Profilschleiferei

Laufend optimiert: die Qualitätssicherung

- Wolfensberger setzt auf ein prozessorientiertes Managementsystem nach ISO 9001: 2000. Zu den ständig aktualisierten Instrumenten gehören u.a.:
- EDV-unterstützte Planung und Steuerung
 - Metallurgisches Labor
 - Zerstörungsfreie Prüfungen PT, MT, UT, RT

Auch für die Logistik der richtige Partner

Wir übernehmen Ihre gesamte Logistik und/oder die Montage von Bauteilegruppen.

Wolfensberger

STAHLGUSS PRÄZISIONSGUSS ZERSPANUNG



Wolfensberger AG
Bäretswilerstrasse 45
CH-8494 Bauma
T +41 52 396 11 11
F +41 52 396 15 50
www.wolfensberger.ch
wag@wolfensberger.ch

