The Special Steel Foundries

Kurzeinführung in die Firmengeschichte

FAI-FTC, gegründet im Jahr 1977, ist eine Giesserei für rostfreie und hitzebeständige Spezialstähle. Die Firma produziert an zwei Standorten mit jeweils eigener Giesserei Formgussteile und Schleudergussrohre. Die Fertigung erfolgt projektbezogen und gemäss Kundenspezifikation.

Niderlassung Pontevico

Die Hauptzielmärkte sind die Stahlindustrie, die Wärmebehandlung, die Petrochemie und die Müllverbrennungsanlagen.
Produktqualität sowie Innovationen im Bereich des Kundenservice sind die Grundwerte unserer Firmenphilosophie. Dazu gehört ebenfalls ein gut funktionierendes Qualitätssicherungssystem, um eine kontinuierliche Verbesserung eben dieser Grundwerte zu garantieren. Bereits seit 1994 sind wir gemäss den entsprechenden ISO-Normen zertifiziert.
Seit den Anfängen ist FAI-FTC Mitglied in der Steel Founders' Society of America, die Vereinigung der amerikanischen Stahlgiessereien. Als solches sind wir ständig informiert über Innovationen und neue Forschungsergebnisse bezüglich Materialien und Produktionstechnologien.

Hauptsitz Manerbio

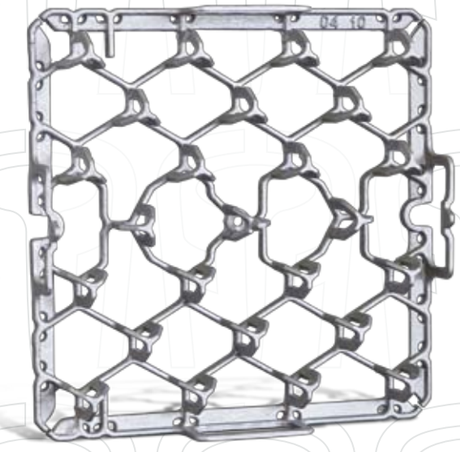
Warum ein Gussteil wählen

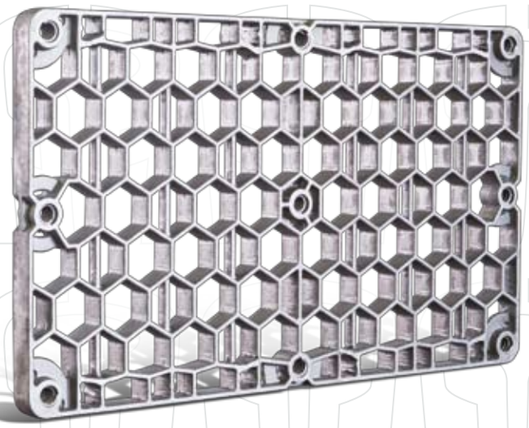
Die effektivste und schnellste Art, komplexe Formen in Stahl herzustellen, ist das Giessen. Hierbei besteht die Möglichkeit des Formgusses in einer festen Gussform oder des Schleudergusses in einer rotierenden Kokille.
Der Guss ist die einzige Wahl, wenn es heisst, Bauteile in Speziallegierungen herzustellen, die erhöhte physikalische und mechanische Eigenschaften besitzen sollen. Eben diese besonderen Eigenschaften der Speziallegierungen erlauben es nicht, das Material über Prozesse wie Walzen, Schmieden oder Ziehen zu verarbeiten. Das Giessen dagegen erlaubt es, komplexe Bauteile in den unterschiedlichsten Materialien herzustellen, indem man einfach die Legierungsbestandteile variiert. Aufgrund der hohen Flexibilität der Produktionsprozesse in der Giesserei kann der Endverbraucher ebenfalls nur geringe Stückzahlen bestellen und so hohe Lagerkosten vermeiden.
Die Qualität der komplexen Gussteile ist deutlich höher als vergleichbare Schweisskonstruktionen aus gewalztem Material. Bei einem korrekt projektierten Gussteil ist die Fehlerwahrscheinlichkeit deutlich geringer, was eine höhere Lebensdauer zur Folge hat. Insbesondere bei Rohren bestätigen Statistiken, dass die Kostenunterschiede zwischen einem gewalzten Rohr und einem Schleudergussrohr mit dem Durchmesser wachsen, d.h. je grösser der benötigte Durchmesser ist desto höher ist der Kostenvorteil des Schleudergussrohres gegenüber dem gewalzten Rohr.

Vorteile des Gusses gegenüber gewalzten Produkten oder Produkten anderer Produktionsprozesse

- Flexibilität bei der Projektierung: das Giessen ermöglicht die Herstellung von komplexen Formen
- Vielseitigkeit: der Giessprozess ermöglicht den Einsatz einer breiten Palette von unterschiedlichen Legierungen mit erhöhten mechanischen Eigenschaften
- Qualität: höhere Gleichmässigkeit der mechanischen Eigenschaften des Bauteiles
- Geringere Kosten: höhere Lebensdauer des Produktes, geringere Minimalstückzahl des Produktionsloses

MEMBER S.F.S.A.





Bestellung eines Gussteiles

Die Beziehung zwischen Kunde und Giesserei beginnt schon während der Projektierungsphase und erstreckt sich über alle Produktionsphasen hinweg bis hin zum Einsatz des Bauteils im Produktionsbetrieb. Sie ist von besonderer Bedeutung. Die enge Zusammenarbeit zwischen den technischen Büros bei der Definition und der Projektierung des Gussteiles wie auch die genaue Planung der Produktionszeiten führen zur Zufriedenheit aller Parteien und zur Optimierung des Ergebnisses.

Unabhängig vom Formverfahren sind folgende Daten wichtig für die Produktion eines Gussteiles:

- der Entwurf (Zeichnung, Masstoleranzen, Angaben zur mechanischen Bearbeitung)
- die Anzahl der Stücke
- das Material
- Angaben zu den erforderten Abnahmeprüfungen
- Zusätzlich geforderte Prüfungen wie
  - Farbeindringprüfung
  - Röntgenkontrolle
  - Zulässigkeitsgrenzen, geforderte Bewertungsgruppen
- alle zusätzlichen Angaben, die für die optimale Ausführung des Gussteiles und die Funktion von Bedeutung sind

Alle sachdienlichen Informationen müssen sowohl in der Anfrage als auch in der Auftragsbestätigung festgelegt werden.

MEMBER
S.F.S.A.

Die Qualität eines Gussteiles

Die Qualität des Gussteiles bestimmt seine effektiven Kosten: je höher die Qualität des Gussteiles ist, desto geringer sind seine effektiven Kosten. Die effektiven Kosten eines Gussteiles entsprechen nicht nur dem Einkaufspreis sondern sind zusätzlich abhängig von der Einsatzdauer und den Rüstkosten der Anlage.

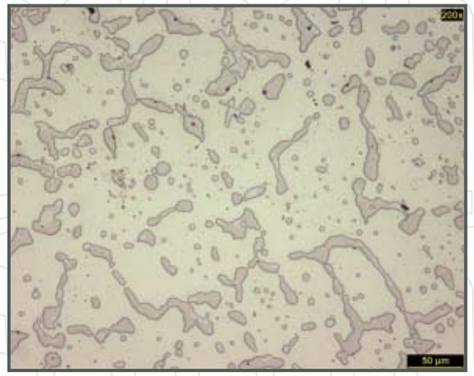
$$\textit{Effektive Kosten} = \frac{\textit{KostenEinkauf} + \textit{Nr. Rüsten x KostenRüsten}}{\textit{Einsatzdauer}}$$

Ein qualitativ hochwertiges Gussteil hat eine höhere Einsatzdauer und reduziert demzufolge die Rüstzeiten der Anlage, die zum Ersetzen der verschlissenen Bauteile notwendig sind. Deshalb ist die Qualitätskontrolle der Gussteile während des Produktionsprozesses von besonderer Bedeutung. Dennoch sollte darauf geachtet werden, keine unnötigen Kontrollen zu fordern, da diese den Endpreis des Gussteiles unnötig in die Höhe treiben.

Im Allgemeinen gibt es zwei einfache und kostengünstige Methoden zur Überprüfung der Qualität eines Gussteiles:

- Sicht- und Dimensionskontrolle
  Diese unmittelbare und sehr kostengünstige Form der Kontrolle ermöglicht das sofortige Erkennen von Oberflächenfehlern wie Porositäten, Rissen, Einschlüssen, usw.
- Farbeindringprüfung
  Diese einfache und kostengünstige Form der Kontrolle ermöglicht das Aufzeigen derjenigen Oberflächenfehler, die mit blossem Auge nicht zu erkennen sind.

Eine Sonderstellung nimmt die Röntgenkontrolle ein. Hierbei handelt es sich um eine sehr kostenintensive Art der Qualitätskontrolle, die nur bei der Prototypenfertigung zur Anwendung kommen sollte.



Empfehlungen für den Einsatz von Gussteilen

Die Lebensdauer von Gussteilen in hitzebeständigen Stählen kann erhöht werden durch die Einhaltung einiger einfacher Regeln:

- Sorgfältiger und vorsichtiger Umgang mit den Gussteilen während dem Auspacken, der Lagerung und der Montage sind von besonderer Bedeutung. Hitzebeständige Legierungen haben eine geringe Dehnbarkeit bei Raumtemperatur. Stösse jeglicher Art können das Bauteil beschädigen
- Vor dem Einbau des Gussteiles in den Ofen ist die Oberfläche von Verunreinigungen (Öle, Fette, Lacke, usw.) zu befreien, da diese sonst bei hohen Temperaturen zu einer korrosiven Ofenatmosphäre führen können.
- Während des Einsatzes der Gussstücke ist der Oberflächenzustand regelmässig zu kontrollieren. Nur so kann das Auftreten einer Unregelmässigkeit rechtzeitig erkannt werden und man kennt so die Einsatzdauer des Bauteiles, nach der es zu der Unregelmässigkeit gekommen ist. Es ist in diesem Fall empfehlenswert, den Lieferanten sofort zu unterrichten, um gemeinsam den Grund des Schadens herauszufinden und Massnahmen zu ergreifen, die weitere Schäden hinauszögern oder sogar vermeiden.
- Sollte es notwendig sein, die Einsatzbedingungen des Ofens zu ändern, sollte der Lieferant informiert werden.

Im Allgemeinen kann der kontinuierliche Informationsaustausch zwischen Anwender und Giesserei zur Verbesserung des Produktes beitragen, auch unter den schwersten Einsatzbedingungen.

Wahl der am besten geeigneten Legierung

Hitzebeständige Stähle

Hitzebeständige Gussstähle werden in Anlagen eingesetzt, in denen die Betriebstemperatur von 650°C (1.200°F) überschritten wird. Diese Stähle sind einsatzfähig bis 1.220°C (2.228°F).

Für die korrekte Auswahl der Legierung sind folgende Betriebsbedingungen der Anlage von Bedeutung und dementsprechend zu berücksichtigen:

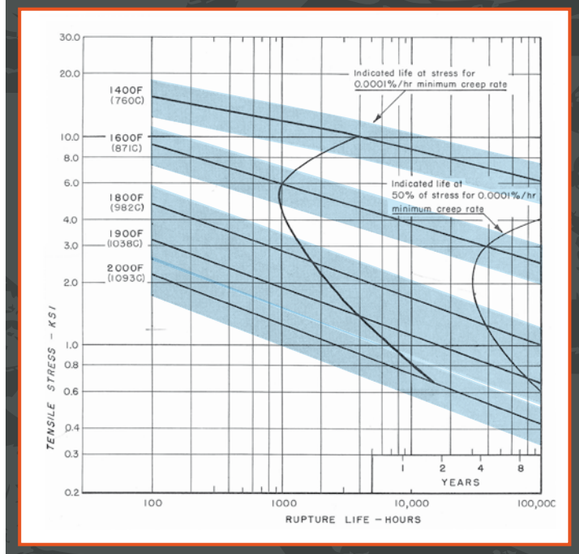
- normale Betriebstemperatur des Ofens
- minimale und maximale Betriebstemperatur des Ofens
- minimale und maximale Temperatur in der Nähe des Bauteiles
- Häufigkeit und Dauer von Temperaturzyklen
- Wärmeausdehnung der Bauteile
- Gesamtbelastung des Bauteils
- Belastungsart, Lagertyp und sonstige äussere Einschränkungen
- Geforderte Minimallebensdauer (Vorderung, die auf Abwägungen der Kosten und Lebensdauer des Gussteiles basiert)
- Erlaubter Verformungsgrad
- Betriebsatmosphäre / Ofenatmosphäre

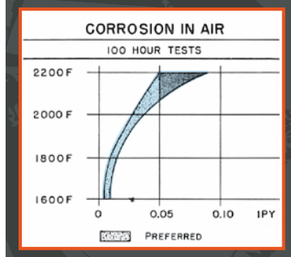
Aufbauend auf diesen Daten wählt der Konstrukteur die am besten geeignete Legierung aus,

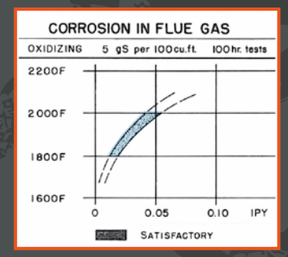
- welche ausreichende Temperatur- und Korrosionsfestigkeit für den Einsatzzweck besitzt
- welche eine kontrollierte Verformung aufweist und mit den strukturellen Einschränkungen kompatibel ist
- deren Creep (Kriechverhalten) für die Belastung des Bauteils geeignet ist
- die eine ausreichende Zugfestigkeit besitzt

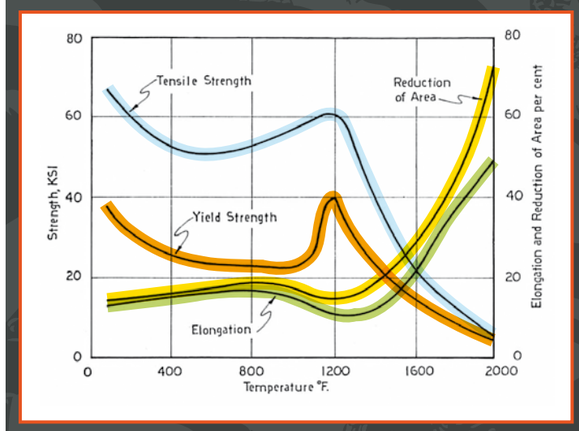
Die einschlägige Literatur bietet eine grosse Menge an Daten und Versuchsergebnissen, denen die Konstrukteure genügend Informationen entnehmen können, um die Auswahl des geeigneten Werkstoffes für die unterschiedlichsten auch noch so komplexen Betriebsbedingungen treffen zu können. In dieser Phase ist es von ganz besonderer Bedeutung, dass der Kunde dem Lieferanten so viele Informationen wie möglich zukommen lässt.

Folgend einige Tabellen mit den Schlüsselelementen, welche bei der Wahl der Gussstähle in den unterschiedlichen Einsatzgebieten Berücksichtigung finden.









Ferritische Stähle

	Bezeichnung		Analyse											Wärmebehandlung		Zugversuch			Härte	Dichte	Spezifische Wärme	Wärmeleitfähigkeit		
	Name	Werkstoff-nummer	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P max. [%]	S max. [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Nb [%]	Co [%]	Sonstige	Symbol	Temperatur [°C]	$R_{p0,2}$ [Mpa][a] min.	Rm [Mpa][a] min.	A [%] min.	[HB] max.	[kg/dm3]	[J/(kg*K)] bei	[W/(mK)] bei		
																0,2% Streckgrenze	Zugfestigkeit	Dehnung			20°C	20°C	100°C	800°C
Ferritische und austenitisch-ferritische Sorten	GX 30 CrSi 7b	1.4710	0,20 bis 0,35	1,00 - 2,50	0,50 - 1,00	0,035	0,030	6,00 - 8,00	max. 0,15	max. 0,50	-	-	-	+A[c]	800 - 850	-	-	-	300	7,7	460	24	-	-
	GX 40 CrSi 13	1.4729	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 1,00	0,040	0,030	12,00 - 14,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-	+A[c]	800 - 850	-	-	-	300	7,7	460	24	24,8	30
	GX 40 CrSi 17	1.4740	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 1,00	0,040	0,030	16,00 - 19,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-	+A[c]	800 - 850	-	-	-	300	7,7	460	-	20	-
	GX 40 CrSi 24	1.4745	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 1,00	0,040	0,030	23,00 - 26,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-	keine Wärmebehandlung		-	-	-	d	7,6	500	18,8	-	-
	GX 40 CrSi 28	1.4776	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 1,00	0,040	0,030	27,00 - 30,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-			-	-	-	d	7,6	500	18,8	21	-
	GX 130 CrSi 29	1.4777	1,20 bis 1,40	1,00 - 2,50	0,50 bis 1,00	0,035	0,030	27,00 - 30,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-			-	-	-	d	7,6	500	18,8	-	-
	GX 160 CrSi 18	1.4743	1,40 bis 1,80	1,00 - 2,50	max. 1,00	0,040	0,030	17,00 - 19,00	max. 0,50	max. 1,00	-	-	-			-	-	-	d	7,7	500	18,8	-	-
	GX 40 CrNiSi 27-4	1.4823	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 1,50	0,040	0,030	25,00 - 28,00	max. 0,50	3,00 - 6,00	-	-	-			250	550	3	d	7,6	500	16,7	21	35

	Wärmeausdehnung	Langzeiteigenschaften																							Höchste Temperatur in Luft
		Temperatur	600°C			700°C			800°C			900°C			1000°C			1100°C							
	[10^{-6}*K^{-1}] zwischen 20°C und	Spannung	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	σ_r^e		$\sigma_{1\%}^f$	[°C]
	1000°C	Zeit [h]	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	
	-		-	-	19	-	-	8	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750
	-		120	75	22	28	21	9	10	7	3,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	850
	-		-	-	22	-	-	9	-	-	3,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900
	-		-	-	22	-	-	9	-	-	3,5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1050
	-		-	40	26	25	21	11	-	-	5	8	6,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1150
	-			-	26	-	-	11	12	11	5	7	5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1100
	-			-	25	-	-	10	-	-	4	-	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900
	39,6		100	80	28	45	-	15	25	-	8	15	5	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1100

(a) 1 Mpa = 1 N/mm2

(b) Diese Sorte kann auch für verschleißbeständige Gussstücke verwendet werden; sie darf dann ohne Wärmebehandlung geliefert werden.

(c) +A bedeutet "Glühen".

(d) Die Gussstücke können auch im geglühten Zustand geliefert werden; in diesem Falle kann ein Höchstwert für die Härte vereinbart werden.

(e) σ_r - Mittlere Spannung für Bruch nach 100h und 1.000h.

(f) $\sigma_{1\%}$ - Mittlere Spannung für 1%-Dehnung nach 10.000h.

(g) max. 1100 °C bei zyklischer Erwärmung.

(h) max. 950°C bei Ölascheeinwirkung.

Austenitische Stähle

Austenitische Sorten

keine Wärmebehandlung

Bezeichnung		Analyse											Wärme-behandlung		Zugversuch			Härte	Dichte	Spezifische Wärme	Wärmeleit-fähigkeit			Wärme-ausdehnung						Langzeiteigenschaften																		Höchste Tem-peratur in Luft
																													Tem-peratur	600°C			700°C			800°C			900°C			1000°C			1100°C			
Name	Werk-stoff-nummer	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P max. [%]	S max. [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Nb [%]	Co [%]	Sonstige	Symbol	Tempera-tur [°C]	$Rp_{0,2}$ [Mpa] [a] min.	Rm [Mpa] [a] min.	A [%] min.	[HB] max.	[kg/dm3]	[J/ (kg*K)] bei	[W/(m*K)] bei			[10^{-6}*K^{-1}] zwischen 20°C und						Span-nung	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	σ_r [e]		$\sigma_{1\%}$ [f]	[°C]
															0,2% Streck-grenze	Zug-festig-keit	Deh-nung			20°C	20°C	100°C	800°C	1000°C	400°C	800°C	1000°C	Zeit [h]	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	100	1000	10000	
GX 25 CrNiSi 18-9	1.4825	0,15 bis 0,35	0,50 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	17,00 - 19,00	max. 0,50	8,00 - 10,00	-	-	-			230	450	15	-	7,8	500	14,8	15,5	26	30	17,4	18,3	18,8		-	220	78	120	90	44	60	50	22	40	30	9	-	-	-	-	-	-	900
GX 40 CrNiSi 22-10	1.4826	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	21,00 - 23,00	max. 0,50	9,00 - 11,00	-	-	-			230	450	8	-	7,8	500	14	15	25,4	28,8	17,2	18,3	18,8		-	-	82	-	-	46	-	-	23	-	-	10	-	-	-	-	-	-	950
GX 25 CrNiSi 20-14	1.4832	0,15 bis 0,35	0,50 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	19,00 - 21,00	max. 0,50	13,00 - 15,00	-	-	-			230	450	10	-	7,8	500	14	15	25,4	28,8	17,2	18,3	19,3		-	-	82	-	-	46	-	-	23	-	-	10	-	-	-	-	-	-	950
GX 40 CrNiSi 25-12	1.4837	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	24,00 - 27,00	max. 0,50	11,00 - 14,00	-	-	-			220	450	6	-	7,8	500	14	15	25,4	28,8	17,5	18,4	19,3		-	-	-	100	80	50	70	40	26	45	25	13	26	15	6	-	-	-	1050
GX 40 CrNiSi 25-20	1.4848	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	24,00 - 27,00	max. 0,50	19,00 - 22,00	-	-	-			220	450	8	-	7,8	500	14,6	16,7	25	28	17	18	19		-	-	-	100	80	65	75	50	36	47	28	17	28	16	7	12	6	2,5	1100
GX 40 CrNiSiNb 24-24	1.4855	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	23,00 - 25,00	max. 0,50	23,00 - 25,00	0,80 - 1,80	-	-			220	450	4	-	8,0	500	14	15,5	24,5	27,7	16,8	18	18,5		-	-	-	170	125	80	97	70	46	60	45	22	32	23	7,5	-	10	-	1050
GX 35 NiCrSi 25-21	1.4805	0,20 bis 0,50	1,00 - 2,00	max. 2,00	0,040	0,030	19,00 - 23,00	max. 0,50	23,00 - 27,00	-	-	-			220	430	8	-	8,0	500	-	14	23,8	27,7	16,4	17,5	18,2		-	-	-	-	-	80	-	70	45	-	45	22	-	23	7,5	-	10	-	1000
GX 40 NiCrSi 35-17	1.4806	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	max. 0,50	34,00 - 36,00	-	-	-			220	420	6	-	8,0	500	12	12,3	23	26,8	15,3	17	17,6		-	-	-	-	-	80	55	90	50	30	48	30	17	28	17	6	-	6	3	1000
GX 40 NiCrSiNb 35-18	1.4807	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	17,00 - 20,00	max. 0,50	34,00 - 36,00	1,00 - 1,80	-	-			220	420	4	-	8,0	500	12	12,3	23	26,8	15,3	17	17,6		-	-	-	180	140	-	110	70	-	60	35	-	35	20	-	18	10	-	1000
GX 40 NiCrSi 38-19	1.4865	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	18,00 - 21,00	max. 0,50	36,00 - 39,00	-	-	-			220	420	6	-	8,0	500	12	12,2	23,3	26,5	15,3	17	17,6		-	-	-	-	-	80	55	90	50	32	48	30	18	28	17	7	-	6	3	1020
GX 40 NiCrSiNb 38-19	1.4849	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	17,00 - 20,00	max. 0,50	34,00 - 36,00	1,00 - 1,80	-	-			220	420	4	-	8,0	500	12	12,3	23,3	26,5	15,3	17	17,6		-	-	-	-	-	93	60	93	-	38	49	36	20	-	-	8	-	-	-	1020
GX 10 NiCrSiNb 32-20	1.4859	0,05 bis 0,15	0,50 - 1,50	max. 2,00	0,040	0,030	19,00 - 21,00	max. 0,50	31,00 - 33,00	0,50 - 1,50	-	-			180	440	20	-	8,0	500	12,8	13	25,1	-	17,6	18,7	19,5		-	-	-	135	105	64	84	60	36	49	36	15,5	26	14	5	-	-	-	1050
GX 40 NiCrSi 35-26	1.4857	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	24,00 - 27,00	max. 0,50	33,00 - 36,00	-	-	-			220	440	6	-	8,0	500	12,8	13	23,8	27,7	15,7	17,4	18,3		-	-	-	-	-	70	-	-	40	-	-	20	-	-	8	-	-	-	1100
GX 40 NiCrSiNb 35-26	1.4852	0,30 bis 0,50	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	24,00 - 27,00	max. 0,50	33,00 - 36,00	0,80 - 1,80	-	-			220	440	4	-	8,0	500	12,8	13	23,5	27,7	16	17,8	18,6		-	-	-	-	-	155	120	72	90	70	41	49	38	22	30	9	15	8,3	3	1100
GX 50 NiCrCo 20-20-20	1.4874	0,35 bis 0,65	max. 1,00	max. 2,00	0,040	0,030	19,00 - 22,00	2,50 - 3,00	18,00 - 22,00	0,75 - 1,25	18,50 - 22,00	W: 2,00 - 3,00			320	420	6	-	8,0	460	-	13,8	25	-	15,2	16,5	17		-	-	-	-	-	-	135	100	-	80	60	27	-	32	17	-	-	-	1150
GX 50 NiCrCoW 35-25-15-5	1.4869	0,45 bis 0,55	1,00 - 2,00	max. 1,00	0,040	0,030	24,00 - 26,00	-	33,00 - 37,00	-	14,00 - 16,00	W: 4,00 - 6,00			270	480	5	-	8,2	500	10	12,6	-	28	-	-	17,3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	6	1200
GX 40 NiCrNb 45-35[b]	1.4889[b]	0,35 bis 0,45	1,50 - 2,00	1,00 - 1,50	0,040	0,030	32,50 - 37,50	-	42,00 - 46,00	1,50 - 2,00	-	-			240	440	3	-	8,0	500	-	11,3	30,6	36,1	14,3	15,3	15,7		-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	35	-	25	20	8	13	9	-	1160

(a) 1 Mpa = 1 N/mm²

(b) Für Betriebstemperaturen unter 1000 °C, kann es ratsam sein, die Grenzen für den Massenanteil Cr auf 29,00 % bis 32,00 % und für den Massenanteil Si auf 1,00 % bis 1,50 % einzuschränken, da ungünstige Bedingungen zu Versprödung führen können

(e) σ_r - Mittlere Spannung für Bruch nach 100h und 1.000h

(f) $\sigma_{1\%}$ - Mittlere Spannung für 1%-Dehnung nach 10.000h

Korrosionsbeständige Stähle

	Bezeichnung		Analyse											
	Name	Werkstoff-nummer	C max [%]	Si max [%]	Mn max [%]	P max [%]	S max [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	N [%]	Cu [%]	Nb [1] [%]	W [%] max.
Martensitische Sorten	GX 12 Cr 12	1.4011	0,15	1,0	1,0	0,035	0,025	11,5-13,5	max. 0,5	max. 1,0	-	-	-	-
	GX 7 CrNiMo 12-1	1.4008	0,1	1,0	1,0	0,035	0,025	12,0-13,5	0,20-0,50	1,00-2,00	-	-	-	-
	GX 4 CrNi 13-4	1.4317	0,06	1,0	1,0	0,035	0,025	12,0-13,5	max. 0,7	3,50-5,00	-	-	-	-
	GX 4 CrNiMo 16-5-1	1.4405	0,06	0,8	1,0	0,035	0,025	15,0-17,0	0,70-1,50	4,00-6,00	-	-	-	-
	GX 4 CrNiMo 16-5-2	1.4411	0,06	0,8	1,0	0,035	0,025	15,0-17,0	1,50-2,00	4,00-6,00	-	-	-	-
	GX 5 CrNiCu 16-4	1.4525	0,07	0,8	1,0	0,035	0,025	15,0-17,0	max. 0,8	3,50-5,50	max. 0,05	2,50-4,00	max. 0,35	-
Austenitische Sorten	GX 2 CrNi 19-11	1.4309	0,03	1,5	2	0,035	0,025	18,0-20,0	-	9,00-12,00	max. 0,20	-	-	-
	GX 5 CrNi 19-10	1.4308	0,07	1,5	1,5	0,040	0,030	18,0-20,0	-	8,00-11,00	-	-	-	-
	GX 5 CrNiNb 19-11	1.4552	0,07	1,5	1,5	0,040	0,030	18,0-20,0	-	9,00-12,00	-	-	8*%C ≤1,0	-
	GX 2 CrNiMo 19-11-2	1.4409	0,03	1,5	2	0,035	0,025	18,0-20,0	2,00-2,50	9,00-12,00	max. 0,20	-	-	-
	GX 5 CrNiMo 19-11-2	1.4408	0,07	1,5	1,5	0,040	0,030	18,0-20,0	2,00-2,50	9,00-12,00	-	-	-	-
	GX 5 CrNiMoNb 19-11-2	1.4581	0,07	1,5	1,5	0,040	0,030	18,0-20,0	2,00-2,50	9,00-12,00	-	-	8*%C ≤1,0	-
	GX 5 CrNiMo 19-11-3	1.4412	0,07	1,5	1,5	0,040	0,030	18,0-20,0	3,00-3,50	10,00-13,00	-	-	-	-
	GX 2 CrNiMoN 17-13-4	1.4446	0,03	1,0	1,5	0,040	0,030	16,5-18,5	4,00-4,50	12,50-14,50	0,12-0,22	-	-	-
Voll Austenitische Sorten	GX 2 NiCrMo 28-20-2	1.4458	0,03	1,0	2	0,035	0,025	19,0-22,0	2,00-2,50	26,00-30,00	max. 0,20	max. 2,00	-	-
	GX 4 NiCrCuMo 30-20-4	1.4527	0,06	1,5	1,5	0,040	0,030	19,0-22,0	2,00-3,00	27,50-30,50	-	3,00-4,00	-	-
	GX 2 NiCrMoCu 25-20-5	1.4584	0,025	1,0	2	0,035	0,020	19,0-21,0	4,00-5,00	24,00-26,00	max. 0,20	1,00-3,00	-	-
	GX 2 NiCrMoN 25-20-5	1.4416	0,03	1,0	1	0,035	0,020	19,0-21,0	4,50-5,50	24,00-26,00	0,12-0,20	-	-	-
	GX 2 NiCrMoCuN 29-25-5	1.4587	0,03	1,0	2	0,035	0,025	24,0-26,0	4,00-5,00	28,00-30,00	0,15-0,25	2,00-3,00	-	-
	GX 2 NiCrMoCuN 25-20-6	1.4588	0,025	1,0	2	0,035	0,020	19,0-21,0	6,00-7,00	24,00-26,00	0,10-0,25	0,50-1,50	-	-
	GX 2 CrNiMoCuN 20-18-6	1.4557	0,025	1,0	1,2	0,030	0,010	19,5-20,5	6,00-7,00	17,50-19,50	0,18-0,24	0,50-1,00	-	-
Austenitisch-ferritische Sorten	GX 6 CrNiN 26-7	1.4347	0,08	1,5	1,5	0,035	0,020	25,0-27,0	-	5,50-7,50	0,10-0,20	-	-	-
	GX 2 CrNiMoN 22-5-3	1.4470	0,03	1,0	2	0,035	0,025	21,0-23,0	2,50-3,50	4,50-6,50	0,12-0,20	-	-	-
	GX 2 CrNiMoN 25-6-3	1.4468	0,03	1,0	2	0,035	0,025	24,5-26,5	2,50-3,50	5,50-7,00	0,12-0,25	-	-	-
	GX 2 CrNiMoCuN 25-6-3-3	1.4517	0,03	1,0	1,5	0,035	0,025	24,5-26,5	2,50-3,50	5,00-7,00	0,12-0,22	2,75-3,50	-	-
	GX 2 CrNiMoN 25-7-3	1.4417	0,03	1,0	1,5	0,030	0,020	24,0-26,0	3,00-4,00	6,00-8,50	0,15-0,25	max.1,00	-	1,00
	GX 2 CrNiMoN 26-7-4	1.4469	0,03	1,0	1	0,035	0,025	25,0-27,0	3,00-5,00	6,00-8,00	0,12-0,22	max.1,30	-	-

	Festigkeitswerte bei Raumtemperatur								
Dicke	Zugversuch				Kerbschlag-biegeversuch	Spezifische Wärme	Wärmeleitfähigkeit		Mittlere Wärmeausdehnung		
[mm] max.	$Rp_{0,2}$ [Mpa][a] min.	$Rp_{1,0}$ [Mpa][a] min.	Rm [Mpa][a] min.	A [%] min.	KV [J] min.	[J/(kg*K)] a	[W/(m*K)] a		[10^{-6}*K^{-1}] tra 20°C e		
	0,2% Streck-grenze	1% Streck-grenze	Zugfestig-keit	Dehnung	Kerbschlagarbeit	20°C	50°C	100°C	100°C	300°C	500°C
150	450		620	15	20	440	25	26	10,5	11,3	12
300	440		590	15	27	460	25	26	10,5	11,3	12
300	550b	-	760b	15b	50b	460	26	27	10,5	11	12
300	540		760	15	60	460	17	18	10,8	11,5	12
300	540		760	15	60	460	17	18	11	11,8	12,3
300	750b	-	900b	12b	20	460	17,5	18,5	11,8	12,8	13,4
150	185	210	440	30	80	530	15,2	16,5	16,8	17,9	18,6
150	175	200	440	30	60	530	15,2	16,5	16,8	17,9	18,6
150	175	200	440	25	40	530	15,2	16,5	16,8	17,9	18,6
150	195	220	440	30	80	530	14,5	15,8	15,8	17	17,7
150	185	210	440	30	60	530	14,5	15,8	15,8	17	17,7
150	185	210	440	25	40	530	14,5	15,8	15,8	17	17,7
150	205	230	440	30	60	530	14,5	15,8	15,8	17	17,7
150	210	235	440	20	50	530	13,5	15	16	18	19
150	165	190	430	30	60	500	16	17	14,5	16,2	17
150	170	195	430	35	60	500	15	16	14,5	16,2	17
150	185	210	450	30	60	500	17	21	14,5	15,8	17
150	185	210	450	30	60	450	12,2	13,2	15,1	15,8	16,6
150	220	245	480	30	60	500	17	21	14,5	15,8	17
50	210	235	480	30	60	500	15	16	16,5	17,5	18,5
50	260	285	500	35	50	500	15	16	16,5	17,5	18,5
150	420	-	590	20	30	500	15	-	12,5	13,5	14,5
150	420	-	600	20	30	450	18	19	13	14	-
150	480	-	650	22	50	450	17	18	13	14	-
150	480	-	650	22	50	450	17	18	13	14	-
150	480	-	650	22	50	450	17	18	13	14	-
150	480	-	650	22	50	450	17	18	13	14	-

1) Der Wert für den Massenanteil an Niob gilt für die Summe von Niob und Tantal.

(a) 1 Mpa = 1 N/mm^2

(b) Durch Variation der Wärmebehandlung können unterschiedliche Werte erreicht werden.

Superlegierungen

Nickel- und Cobaldbasislegierungen

Bezeichnung: Name	Bezeichnung: Werkstoffnummer	Analyse: C [%]	Si [%]	Mn [%]	P max. [%]	S max. [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]	Nb [%]	Co [%]	Sonstige	Wärmebehandlung: Symbol	Wärmebehandlung: Temperatur [°C]	Zugversuch: $R_{p0,2}$ [Mpa] [a] min. 0,2% Streckgrenze	Zugversuch: R_m [Mpa] [a] min. Zugfestigkeit	Zugversuch: A [%] min. Dehnung	Härte [HB] max.	Dichte [kg/dm3]	Spezifische Wärme [J/(kg*K)] bei 20°C
G-NiCr 28 W	2.4879	0,35 bis 0,55	1,00 - 2,00	max. 1,50	0,040	0,030	27,00 - 30,00	max. 0,50	47,00 - 50,00	-	-	Fe: rest W:4,00 - 6,00	keine Wärmebehandlung		240	440	3	-	8,2	500
G-CoCr28	2.4778	0,05 bis 0,25	0,50 - 1,50	max. 1,50	0,040	0,030	27,00 - 30,00	max. 0,50	max. 4,00	max. 0,50	48,00 - 52,00	Fe: rest			235	490	6	-	8,1	500
G-NiCr 50 Nb	2.4680	max. 0,10	max. 1,00	max. 0,50	0,020	0,020	48,00 - 52,00	max. 0,50	Rest	1,00 - 1,80	-	Fe: max. 1,00 N: max. 0,16			230	540	8	-	8,0	450
G-NiCr 15	2.4815	0,35 bis 0,65	1,00 - 2,50	max. 2,00	0,040	0,030	12,00 - 18,00	max. 1,00	58,00 - 66,00	-	-	Fe: Rest			200	400	3	-	8,3	460

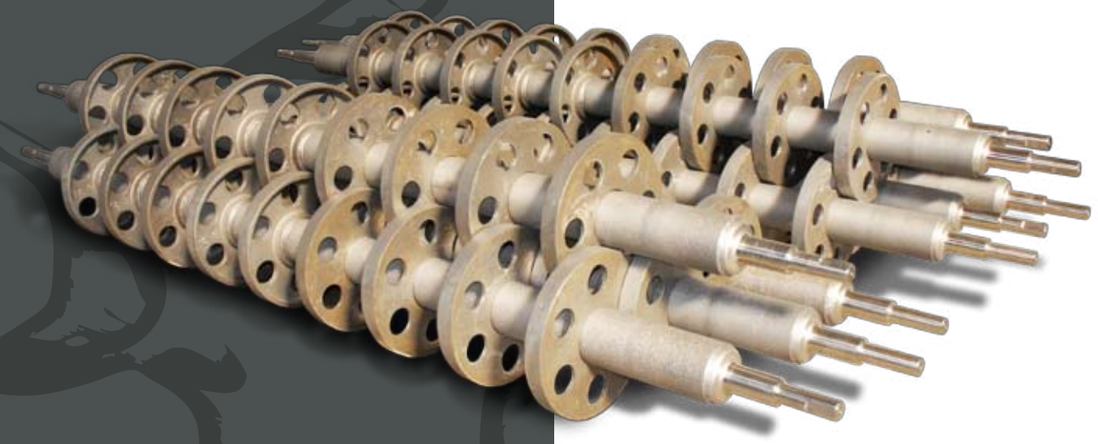
Name	Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)] bei 20°C	100°C	800°C	1000°C	Wärmeausdehnung [10^{-6}*K^{-1}] tra 20°C und 400°C	800°C	1000°C	temperatur / Spannung / Zeit [h]	600°C σ_r [e] 100	600°C 1000	600°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	700°C σ_r [e] 100	700°C 1000	700°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	800°C σ_r [e] 100	800°C 1000	800°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	900°C σ_r [e] 100	900°C 1000	900°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	1000°C σ_r [e] 100	1000°C 1000	1000°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	1100°C σ_r [e] 100	1100°C 1000	1100°C $\sigma_{1\%}$ [f] 10000	Höchste Temperatur in Luft [°C]
G-NiCr 28 W	11	11,3	30,6	36,1	14,4	15,7	16,3		-	-	-	-	-	70	-	80	41	-	45	22	-	23	10	-	10	4	1150
G-CoCr28	8,5	-	21	-	15	16	17		-	-	-	-	-	70	-	-	34	48	25	16	23	12	9,5	-	-	4	1200[g]
G-NiCr 50 Nb	14,2	-	-	-	13	15	15		-	-	-	170	110	71	105	70	38	60	38	18	30	15	6,8	-	6	-	1050[h]
G-NiCr 15	-	12,5	24	27,5	13,3	15,3	16,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	24	-	20	13	-	-	-	-	1100

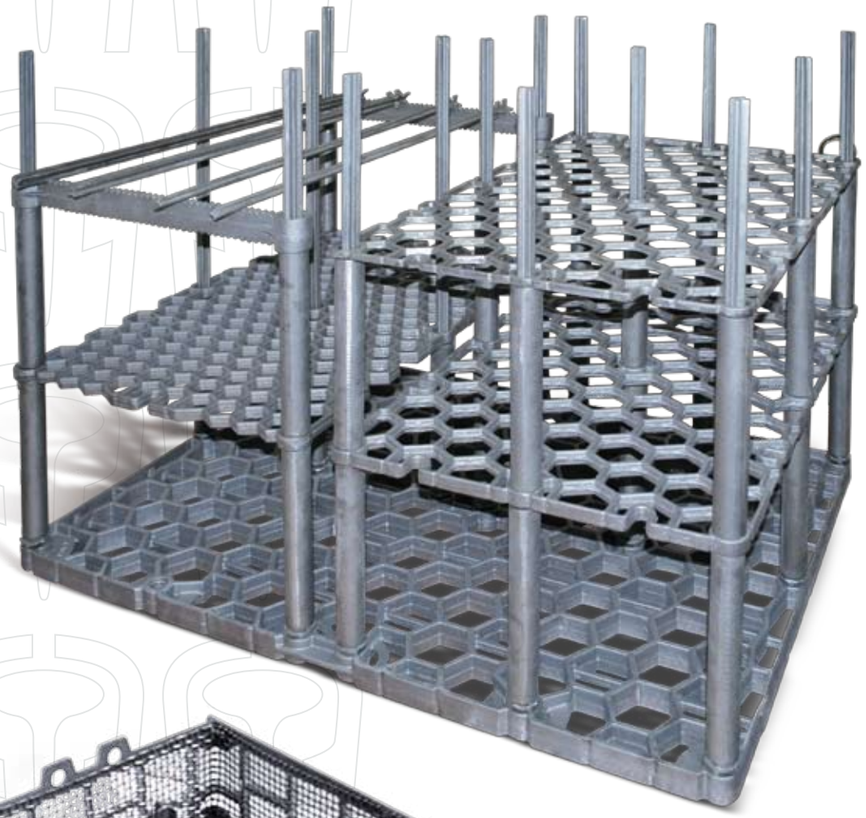
(a) 1 Mpa = 1 N/mm²

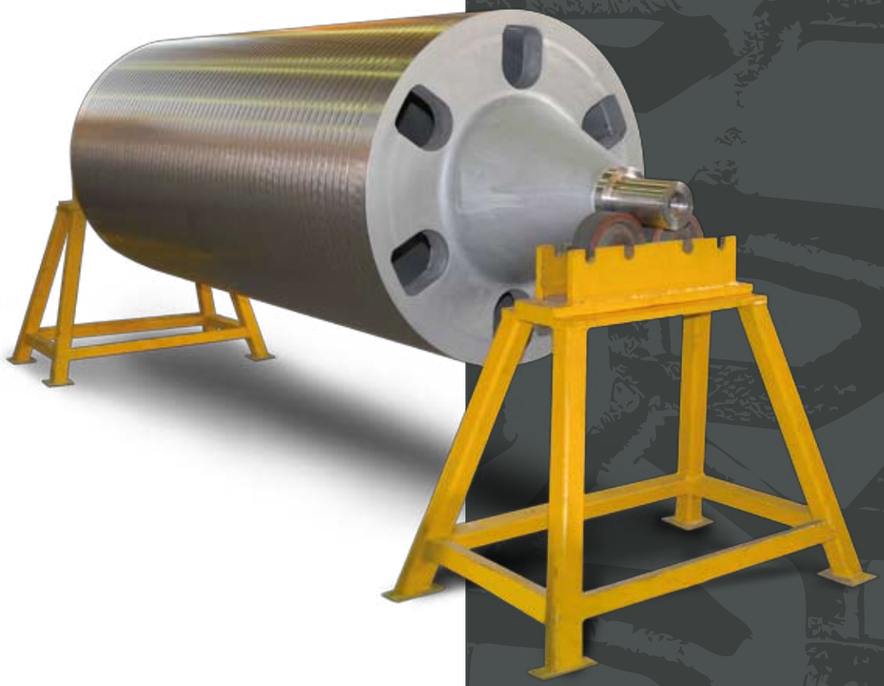
(e) σ_r - Mittlere Spannung für Bruch nach 100h und 1.000h

(f) $\sigma_{1\%}$ - Mittlere Spannung für 1%-Dehnung nach 10.000h

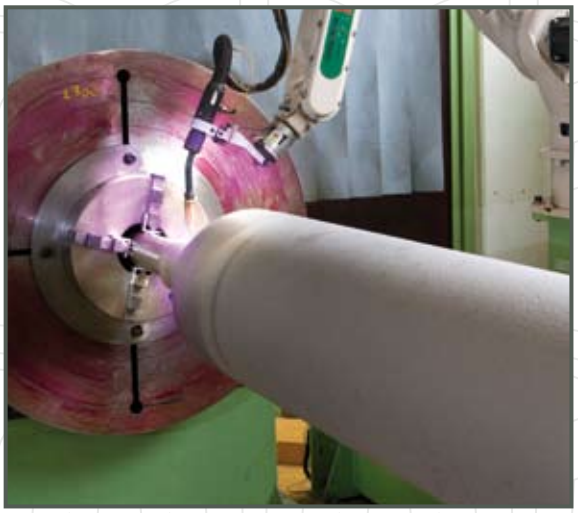
Einige unserer Produkte







Unsere Verpflichtung

Mit Ethik und Leidenschaft gehen wir an unsere Arbeit, an die wir fest glauben. Hierbei sind unsere Grundprinzipien ein roter Leitfaden:

- Maximale Aufmerksamkeit in Bezug auf die Sicherheit unserer Produktionsanlagen wie auch besonderes Umweltbewusstsein.
- Kontinuierliche Weiterbildung unseres Personals.
- Kontinuierliches Bestreben, die Produktqualität und den Kundenservice zu verbessern durch
    - Investitionen in innovative Produktionsanlagen
    - Benutzung von Spezial-Software zur Berechnung komplexer Parameter bei der Dimensionierung der Speiser-und Giesssysteme
    - Zusammenarbeit mit Forschungszentren