

Werkstoffauswahl

Standardlieferprogramm korrosions- und hitzebeständiger Stähle und Legierungen

Bezeichnung			EN 10095 Höchste Anwendungs- temperatur in Luft	Farb- markierungen	Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur	
Werkstoff- nummer EN 10027-2	Kurzname EN 10027-1	AISI			Zugfestigkeit R_m N/mm ²	Streckgrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²
1.0116	S235J2G3 4.8 (St37)	A570	-	verkupfert	360-510	340
1.5415	16Mo3	A204 Gr.A	530	blank	440-570	265
1.4301	X5CrNi18-10	304	<800°C ¹⁾	orange	500-700	195
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	316Ti	<800°C ¹⁾	blau	500-730	210
1.4541	X6CrNiTi18-10	321	850°C	rot	500-730	200
1.4878	X10CrNiTi18-10				500-720	190
1.4828	X15CrNiSi20-12	309	1.000°C	schwarz	550-750	230
1.4841	X15CrNiSi25-21	314	1.150°C	grün	500-750	230
1.4845	X8CrNi25-21	310S	1.050°C	grün	500-700	210
1.4864	X12NiCrSi35-16	330	1.100°C	gelb	550-750	230
1.4876	X10NiCrAlTi32-21	B163	1.100°C	gelb	450-680	170
2.4851	NiCr23Fe	601	1.200°C	lila	650-850	300

¹⁾ Die Verzunderungstemperatur liegt zwar relativ hoch, jedoch werden die mech.. u. techn. Eigenschaften über 550°C sehr stark herabgesetzt (Grobkombildung).

Auswahlhilfe für die gebräuchlichsten Legierungen

Bei Auswahl der geeigneten Legierung sind der jeweilige Anwendungsfall zu berücksichtigen und die sich daraus ableitenden spezifischen Anforderungen an den Werkstoff. Nachfolgend werden die charakteristischen Eigenschaften einiger häufig nachgefragten Legierungen aufgeführt:

1.4301

Diese vollaustenitische Legierung zeichnet sich bei konstanten Einsatztemperaturen von bis zu 800°C durch gute Korrosionsbeständigkeit aus. Die mechanisch-technologischen Eigenschaften werden bei hohen Temperaturen jedoch sehr stark herabgesetzt (Grobkornbildung). Starke Temperaturwechselbeanspruchungen können schnell zur Versprödung führen.

1.4828

Diese Legierung wird vorzugsweise bei mittleren Temperaturen bis max. 1.000°C eingesetzt. Durch den geringen Nickelgehalt bei gleichzeitig hohem Chromgehalt ist der Werkstoff relativ gut gegen schwefelige Atmosphäre beständig. Besonders gut eignet sich die Legierung für kontinuierlich betriebene Öfen mit Temperaturen <1.000°C.

1.4841

Unter den hitzebeständigen Stählen wird diese Legierung häufig als Standardwerkstoff bezeichnet. Das optimale Einsatzgebiet reicht bis zu 1.150°C. Die guten mechanischen Eigenschaften sind zu vergleichen mit den Festigkeitswerten der Legierung 1.4828. Dieser Werkstoff ist ebenso anfällig gegen Sigma-Phasen-Versprödung.

1.4845

Diese Legierung besitzt ähnliche Eigenschaftswerte wie der 1.4841, ist aber aufgrund seines niedrigen Gehaltes an Silizium weniger der Sigma-Phasen-Versprödung ausgesetzt. Die Beständigkeitsgrenztemperatur in Luft ist etwas geringer bei ca. 1050°C anzusetzen.

1.4864

Diese hitzebeständige Legierung kann bis zu 1.100°C in oxidierender Atmosphäre eingesetzt werden. Sie unterliegt nicht der Sigma-Phasen-Versprödung und besitzt eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Temperaturwechseln. Daher eignet sich der Werkstoff besonders gut für zyklisch betriebene Anlagen.

2.4851

Diese Nickellegierung ist optimal einsetzbar bei erheblichen Temperaturwechselbeanspruchungen bei Anwendungstemperaturen bis zu 1.200°C. Dieser Werkstoff ist unempfindlich gegenüber der Sigma-Phasen-Versprödung. Daher kommt er bei hohen Temperaturen in Verbindung mit häufigen Temperaturwechseln bei zyklisch betriebenen Anlagen zum Einsatz.

Chemische Zusammensetzung (Schmelzenanalyse)¹⁾

ferritische hitzebeständige Stähle

Stahlbezeichnung Kurzname	W-stoff-Nr	C [%]	Si [%]	Mn max [%]	P max [%]	S max [%]	Cr [%]	Al [%]	Andere [%]
X10CrAlSi7	1.4713	max 0,12	0,50 - 1,00	1,00	0,040	0,015	6,00 - 8,00	0,50 - 1,00	N: 0,15 - 0,25 0,2+4(C+N)≤Ti≤0,8
X10CrAlSi13	1.4724	max 0,12	0,70 - 1,40	1,00	0,040	0,015	12,00 - 14,00	0,70 - 1,20	
X10CrAlSi18	1.4742	max 0,12	0,70 - 1,40	1,00	0,040	0,015	17,00 - 19,00	0,70 - 1,20	
X10CrAlSi25	1.4762	max 0,12	0,70 - 1,40	1,00	0,040	0,015	23,00 - 26,00	1,20 - 1,70	
X18CrN28	1.4749	0,15 - 0,20	max 1,00	1,00	0,040	0,015	26,00 - 29,00		
X3CrAlTi18-2	1.4736	max 0,04	max 1,00	1,00	0,040	0,015	17,00 - 18,00	1,70 - 2,10	

austenitische hitzebeständige Stähle

Kurzname	Werkstoff-Nr.	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P max [%]	S max [%]	Cr [%]	Ni [%]	N [%]	Andere [%]
X10CrNiTi18-10	1.4878	max 0,10	max 1,0	max 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	9,00 - 12,00		Ti: 5x % C ≤ 0,80
X15CrNiSi20-12	1.4828	max 0,20	1,50 - 2,00	max 2,00	0,045	0,030	19,00 - 21,00	11,00 - 13,00	max 0,11	
X9CrNiSiNce21-11-2	1.4835	0,05 - 0,12	1,40 - 2,50	max 1,00	0,045	0,015	20,00 - 22,00	10,00 - 12,00	0,12 - 0,20	Ce: 0,03 - 0,08
X12CrNi23-13	1.4833	max 0,15	max 1,00	max 2,00	0,045	0,030	22,00 - 24,00	12,00 - 14,00	max 0,11	
X8CrNi25-21	1.4845	max 0,10	max 1,50	max 2,00	0,045	0,030	24,00 - 26,00	19,00 - 22,00	max 0,11	Al: 0,15 - 0,60 Ti: 0,15 - 0,60 Al: max 0,025 Ce: 0,05 - 0,10 Nb: 0,60 - 1,00
X15CrNiSi25-21	1.4841	max 0,20	1,50 - 2,50	max 2,00	0,045	0,030	24,00 - 26,00	19,00 - 22,00	max 0,11	
X12NiCrSi35-15	1.4864	max 0,15	1,00 - 2,00	max 2,00	0,045	0,030	15,00 - 17,00	33,00 - 37,00	max 0,11	Ce: 0,03 - 0,08 Ce: 0,03 - 0,08
X10NiCrAlTi32-21	1.4876	max 0,12	max 1,00	max 2,00	0,030	0,015	19,00 - 23,00	30,00 - 34,00	max 0,11	
X6NiCrNbCe32-27	1.4877	0,04 - 0,08	max 0,30	max 1,00	0,020	0,010	26,00 - 28,00	31,00 - 33,00		
X25CrMnNiN25-9-7	1.4872	0,20 - 0,30	max 1,00	8,00 - 10,00	0,045	0,030	24,00 - 26,00	6,00 - 8,00	0,20 - 0,40	
X6CrNiSiNce19-10	1.48..	0,04 - 0,08	1,00 - 2,00	max 1,00	0,045	0,015	18,00 - 20,00	9,00 - 11,00	0,12 - 0,20	
X6NiCrSiNce35-25	1.48..	0,04 - 0,08	1,20 - 2,00	max 2,00	0,040	0,015	24,00 - 26,00	34,00 - 36,00	0,12 - 0,20	

austenitisch-ferritische hitzebeständige Stähle

Kurzname	W-stoff-Nr	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	N [%]	Andere [%]
X15CrNiSi25-4	1.4821	0,10 - 0,20	0,8 - 1,5	max 2,00	0,040	0,030	24,50 - 26,50	3,50 - 5,50	max 0,11	

Nickel-Legierungen

Kurzname	Werkstoff-Nr.	C [%]	Mn [%] max	Si [%] max	P [%] max	S [%] max	Ni [%]	Cr [%]	Co [%] max	Fe [%]	Mo [%]	Al [%]	Ti [%]	Cu [%] max	Nb + Ta [%]	B [%] max
NiCr15Fe8	2.4816	max 0,10	1,00	0,50	0,020	0,015	min 72,00	14,00 - 17,00	²⁾	6,00 - 10,00		max 0,30	max 0,30	0,50		
NiCr20Ti	2.4951	0,08 - 0,15	1,00	1,00	0,020	0,015	Rest	18,00 - 21,00	5,00	max 5,00		max 0,30	0,20 - 0,60	0,50		
NiCr22Mo9Nb	2.4856	max 0,10	0,50	0,50	0,020	0,015	min 58,00	20,00 - 23,00	1,00	max 5,00	8,00 - 10,00	max 0,40	max 0,40	0,50	3,15 - 4,15	
NiCr23Fe	2.4851	max 0,10	1,00	0,50	0,020	0,015	58,00 - 63,00	21,00 - 25,00	²⁾	max 18,00		1,00 - 1,70	max 0,50	0,50		0,006

¹⁾ In der Tabelle nicht aufgeführte Elemente dürfen der Legierung, außer zum Fertigbehandeln der Schmelze, ohne Zustimmung des Bestellers nicht absichtlich zugesetzt werden. Es sind alle angemessenen Vorkehrungen zu treffen, um die Zufuhr solcher Elemente aus dem Schrott und anderen bei der Herstellung verwendeten Stoffen zu vermeiden, welche die mechanischen Eigenschaften und die Verwendbarkeit der Legierung beeinträchtigen.

²⁾ Ein Höchstwert von 1,5 % Co, das als Nickel gezählt wird, ist erlaubt. Das Ausweisen von Cobalt ist nicht erforderlich.

Mechanische Eigenschaften

bei Raumtemperatur für die hitzebeständigen Stähle und Legierungen im üblichen Lieferzustand

Bezeichnung Kurzname		Erzeugnisform	Dicke a o. Durch- messer d mm	Wärme- behand- lung	HB max 1)	R _{p0,2} N/mm ² min 2)	R _{p1,0} N/mm ² min 2)	R _m N/mm ² 1)	A % min			
									Lang- erzeug- nisse	Flacherzeugnisse		
										5 ≤ a < 3 l, q	3 ≤ a l	q
ferritische hitzebeständige Stähle												
X10CrAlSi7	1.4713	Flacherzeugnisse	a ≤ 12	A	192	220		420 - 620	20	-	20	15
X10CrAlSi13	1.4724	Stäbe	d ≤ 25	A	192	250		450 - 650	15	13	15	15
X10CrAlSi18	1.4742			A	212	270		500 - 700	15	13	15	15
X10CrAlSi25	1.4762	Draht und Profile	d ≤ 25	A	223	280		520 - 720	10	13	15	15
X18CrN28	1.4749			A	212	280		500 - 700	15	13	15	15
X3CrAlTi18-2	1.4736			A	200	280		500 - 650	-	25	25	25
austenitische hitzebeständige Stähle												
X10CrNiTi18-10	1.4878	Flacherzeugnisse	a ≤ 75	AT	192	190	225	500 - 720	40 ¹⁾	40	40	
X15CrNiSi20-12	1.4828			AT	223	230	270	550 - 750	30 ¹⁾	28	30	
X9CrNiSiN21-11-2	1.4835	Stäbe	d ≤ 160	AT	210	310	350	650 - 850	40 ¹⁾	37	40	
X12CrNi23-12	1.4833			AT	192	210	250	500 - 700	35 ¹⁾	33	35	
X8CrNi25-21	1.4845			AT	192	210	250	500 - 700	35 ¹⁾	33	35	
X15CrNiSi25-21	1.4841	Draht und Profile	d ≤ 25	AT	223	230	270	550 - 750	30 ¹⁾	28	30	
X12NiCrSi35-16	1.4864			AT	223	230	270	550 - 750	30 ¹⁾	28	30	
X10NiCrAlTi32-21	1.4876	Flacherzeugnisse	a ≤ 12	AT	192	170	200	450 - 680	30 ¹⁾	28	30	
X6NiCrNbCe32-27	1.4877			AT	223	185	215	500 - 750	35 ¹⁾	-	-	
X25CrMnNiN25-9-7	1.4872			AT	311	500	540	850 - 1050	25 ¹⁾	-	-	
X6CrNiSiN25-9-7	1.48..	Stäbe	d ≤ 60	AT	210	290	330	600 - 800	40 ¹⁾	30	40	
X6NiCrSiN25-9-7	1.48..			AT	210	300	340	650 - 850	40 ¹⁾	40	40	
X15CrNiSi25-4	1.4821			Draht	d ≤ 25	AT	235	400	600 - 850	16	-	16
hitzebeständige Legierungen												
NiCr15Fe8	2.4816	Flacherzeugnisse	a ≤ 75	AT		240		500 - 800		30	30	
		Stäbe	d ≤ 160						30			
NiCr20Ti	2.4951	Flacherzeugnisse	a ≤ 75	AT		240		650 - 850		30	30	
		Stäbe	d ≤ 160						30			
NiCr22Mo9Nb	2.4856	Draht	d ≤ 25									
		Stäbe	100 < d ≤ 250	AT		345		760 - 1000	25			
NiCr23Fe	2.4851	Flacherzeugnisse	a ≤ 75	AT		300		650 - 850		30	30	
		Stäbe	d ≤ 160						30			
		Draht	d ≤ 25									

¹⁾ Die maximalen HB- Werte können um 100 Einheiten erhöht werden oder der maximale Zugfestigkeitswert kann um 200 N/mm² erhöht und der Mindestdehnungswert auf 20% verringert werden bei kalt nachgezogenen Profilen und Stäben in Dicken ≤ 35mm.
²⁾ Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte.

Physikalische Eigenschaften der Stähle (Anhaltsangaben)

Bezeichnung		Dichte kg/dm ³	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient 10 ⁻⁶ K ⁻¹					Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)		Spezifische Wärmekapazität kJ (kg·K)	Widerstand Ωmm ² /m	Magnetisierbarkeit
			zwischen 20 °C und					bei 20	bei 500			
Kurzname	W-stoff-Nr		200	400	600	800	1000			bei 20°C	bei 20°C	
ferritische hitzebeständige Stähle												
X10CrAlSi7	1.4713	7,7	11,5	12,0	12,5	13,0		23	25	0,45	0,70	ja
X10CrAlSi13	1.4724	7,7	10,5	11,5	12,0	12,5		21	23	0,50	0,75	ja
X10CrAlSi18	1.4742	7,7	10,5	11,5	12,0	12,5	13,5	19	25	0,50	0,93	ja
X10CrAlSi25	1.4762	7,7	10,5	11,5	12,0	12,0	13,5	17	23	0,50	1,10	ja
X10CrN28	1.4749	7,7	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	17	23	0,50	0,70	ja
X3CrAlTi18-2	1.4736	7,7	10,5	10,8	12,0	12,5	13,0	21	23	0,50	0,80	ja
austenitische hitzebeständige Stähle												
X10CrNiTi18-10	1.4878	7,9	17,0	18,0	18,5	19,0		15		0,50	0,73	nein ¹⁾
X15CrNiSi20-12	1.4828	7,9	16,5	17,5	18,0	18,5	19,5	15	21	0,50	0,85	nein ¹⁾
X9CrNiSiNc21-11-2	1.4835	7,8	17,0	18,0	18,5	19,0	19,5	15	21	0,50	0,85	nein ¹⁾
X12CrNi23-13	1.4833	7,9	16,0	17,5	18,0	18,5	19,5	15	19	0,50	0,78	nein ¹⁾
X8CrNi25-21	1.4845	7,9	15,5	17,0	17,5	18,5	19,0	15	19	0,50	0,85	nein ¹⁾
X15CrNiSi25-21	1.4841	7,9	15,5	17,0	17,5	18,0	19,0	15	19	0,50	0,90	nein ¹⁾
X12NiCrSi35-16	1.4864	8,0	15,0	16,0	17,0	17,5	18,5	12,5	17	0,55	1,00	nein ¹⁾
X10NiCrAlTi32-21	1.4876	8,0	15,0	16,0	17,0	17,5	18,5	12	17	0,55	1,00	nein ¹⁾
X6NiCrNbCe32-27	1.4877	8,0	15,5	16,5	16,5	17,7	18,4	12	20	0,45	0,96	nein ¹⁾
X25CrMnNiN25-9-7	1.4872	7,8	16,5	18,0	18,5	19,0	19,5	14,5	20	0,50	0,75	nein ¹⁾
X6CrNiSiNc19-10	1.48..	7,8	16,5	18,0	18,5	19,0	20,0	15	21	0,50	0,85	nein ¹⁾
X6NiCrSiNc35-25	1.48..	7,9	15,5	16,5	17,0	17,5	18,0	11	18,5	0,45	1,00	nein ¹⁾
austenitisch-ferritische hitzebeständige Stähle												
X15CrNiSi25-4	1.4821	7,7	13,0	13,5	1,0	14,5	15,0	17	23	0,50	0,90	ja
hitzebeständige Legierungen												
NiCr15Fe8	2.4816	8,4	13,9	14,5	15,3	16,2	16,8	15	22	0,46	1,03	2)
NiCr20Ti	2.4951	8,4	12,7	13,9	15,0	16,5	18,2	12	20	0,46	1,09	2)
NiCr22Mo9Nb	2.4856	8,4	11,1	12,6	13,8	14,9	15,8	10	17	0,41	1,29	2)
NiCr23Fe	2.4851	8,1	14,4	14,8	15,7	16,7	17,7	11,3	19,2	0,45	1,19	2)

¹⁾ Schwach magnetisch, wenn kaltverformt
²⁾ Paramagnetisch

Langzeitwarmfestigkeit (Anhaltsangaben)

Abgeschätzte Durchschnittswerte der Zeitstandfestigkeit bei erhöhten Temperaturen¹⁾

Spannung in N/mm²

Bezeichnung Kurzname W-stoff-Nr		Wärme- behand- lung	1%-Zeitstandfestigkeit für 1.000 h [°C]					1%-Zeitstandfestigkeit für 10.000 h [°C]					1%-Zeitstandfestigkeit für 100.000 h [°C]								
			500	600	700	800	900	1000	500	600	700	800	900	1000	500	600	700	800	900	1000	
ferritische hitzebeständige Stähle																					
X10CrAlSi7	1.4713																				
X10CrAlSi13	1.4724																				
X10CrAlSi18	1.4742																				
X10CrAlSi25	1.4762	A	100	55	17	7,5	3,6			100	35	9,5	4,3	1,9			55	20	5	2,3	1,0
X18CrN28	1.4749																				
X3CrAlTi18-2	1.4736																				
austenitische hitzebeständige Stähle																					
X10CrNiTi18-10	1.4878	AT		200	86	30				142	48	15					65	22	10		
X15CrNiSi20-12	1.4828	AT		190	75	35	15			120	36	18	8,5				65	16	7,5	3	
X9CrNiSiNc21-11-2	1.4835	AT		238	105	50	24	(12)		157	63	27	13	(7)			88	35	15	8	(4)
X12CrNi23-13	1.4833	AT		190	75	35	15			120	36	18	8,5				65	16	7,5	3	
X8CrNi25-21	1.4845	AT		170	80	35	15			130	40	18	8,5				80	18	7	3	
X15CrNiSi25-21	1.4841	AT		170	90	40	20	5		130	40	20	10				80	18	7	3	
X12NiCrSi35-16	1.4864	AT		180	75	35	15			125	45	20	8				75	25	7	3	1,5
X10NiCrAlTi32-21	1.4876	AT		200	90	45	20			152	68	30	10				114	48	21	8	
X6NiCrNbCe32-27	1.4877	AT						3,5		175	80	24	10				140	52	16	5	3
X25CrMnNiN25-9-7	1.4872	AT			80	26	11				45	12	5								
X6CrNiSiNc19-10	1.48..	AT		238	105	46	18	7		157	63	25	10	(4)			88	35	14	5	(1,5)
X6NiCrSiNc35-25	1.48..	AT		200	84	41	22	12		127	56	28	15	8			80	36	18	9,2	4,8
austenitisch-ferritische hitzebeständige Stähle																					
X15CrNiSi25-4	1.4821	AT		160	55	17	7,5	3,6		100	35	9,5	4,3	1,9							
hitzebeständige Legierungen																					
NiCr15Fe8	2.4816	AT		160	96	38	22	11		120	66	26	15	7			97	42	17	7	
NiCr20Ti	2.4951	AT				37	20	11		100	36	17	10	6			68	23	11,5	7	5
NiCr22Mo9Nb	2.4856	AT			280	103	38				175	76	20								
NiCr23Fe	2.4851	AT		264	153	60	20			205	101	31	10	5			156	55	17	4	2

¹⁾ Die Werte in den Klammern sind über die Zeit und / oder die Spannung extrapoliert.

Langzeitwarmfestigkeit (Anhaltsangaben)

Mittelwerte der 1%-Zeitdehngrenze bei erhöhten Temperaturen¹⁾

Bezeichnung		Wärme- behand- lung	Spannung in N/mm ²																	
			1%-Zeitstandfestigkeit für 1.000 h						1%-Zeitstandfestigkeit für 10.000 h						1%-Zeitstandfestigkeit für 100.000 h					
Kurzname	W-stoff-Nr		[°C]						[°C]						[°C]					
			500	600	700	800	900	1000	500	600	700	800	900	1000	500	600	700	800	900	1000
ferritische hitzebeständige Stähle																				
X10CrAlSi7	1.4713																			
X10CrAlSi13	1.4724																			
X10CrAlSi18	1.4742																			
X10CrAlSi25	1.4762	A	80	27,5	8,5	3,7	1,8							50	17,5	4,7	2,1	1,0		
X18CrN28	1.4749																			
X3CrAlTi18-2	1.4736																			
austenitische hitzebeständige Stähle																				
X10CrNiTi18-10	1.4878	AT		110	45	15				85	30	10								
X15CrNiSi20-12	1.4828	AT		120	50	20	8			80	25	10	4							
X9CrNiSiNCE21-11-2	1.4835	AT		170	66	31	15,5	(8)		126	45	19	10	(5)	80	26	11	6	(3)	
X12CrNi23-13	1.4833	AT		100	40	18	8			70	25	10	5							
X8CrNi25-21	1.4845	AT		100	45	18	10			90	30	10	4							
X15CrNiSi25-21	1.4841	AT		105	50	23	10	3		95	35	10	4							
X12NiCrSi35-16	1.4864	AT		105	50	25	12			80	35	15	5		40	22	4	1,5		
X10NiCrAlTi32-21	1.4876	AT		130	70	30	13			90	40	15	5							
X6NiCrNbCe32-27	1.4877	AT																		
X25CrMnNiN25-9-7	1.4872	AT			55	15	4				34	8	2							
X6CrNiSiNCE19-10	1.48..	AT		147	61	25	9	(2,5)		126	42	15	5	(1,7)	80	26	9	3	(1,0)	
X6NiCrSiNCE35-25	1.48..	AT		150	60	26	12,5	6,5		88	34	15	8	4,5	52	21	9,7	5,1	3,0	
austenitisch-ferritische hitzebeständige Stähle																				
X15CrNiSi25-4	1.4821	AT	80	27,5	8,5	3,7	1,8		50	17,5	4,7	2,1	1,0							
hitzebeständige Legierungen																				
Ni Cr15Fe8	2.4816	AT							153	91	43	18	8		126	66	28	12	4	

¹⁾ Die Werte in den Klammern sind über die Zeit und / oder die Spannung extrapoliert.