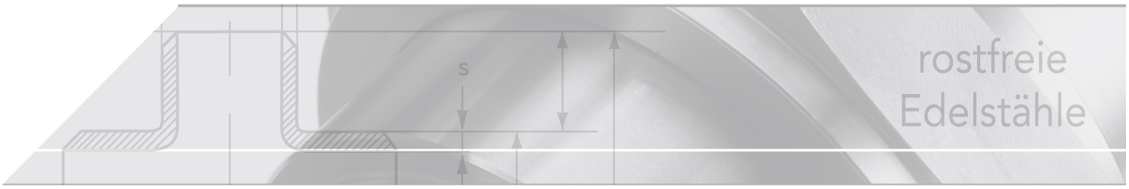
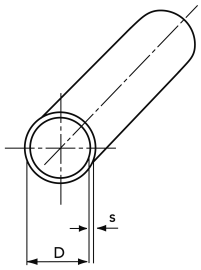


Geschw. Rohr, ungeglüht

DIN 2463/17457

Kurzbezeichnung: RO*



Technisches Produktblatt

D	s	kg	Art.-Nr.
12,0	1,0	0,394	RO-012-010
15,0	1,0	0,347	RO-015-010
16,0	2,0	0,000	RO-016-020
17,0	1,0	0,401	RO-017-010
17,5	2,0	0,770	RO-017-020
18,0	1,0	0,426	RO-018-010
20,0	1,0	0,476	RO-020-010
20,0	2,0	0,901	RO-020-020
21,3	1,0	0,500	RO-021-010
21,3	2,0	0,967	RO-021-020
21,3	2,6	1,217	RO-021-026
22,0	1,0	0,526	RO-022-010
22,0	2,0	1,002	RO-022-020
25,0	1,5	0,883	RO-025-015
25,0	2,0	1,160	RO-025-020
26,0	1,0	0,725	RO-026-010
26,9	2,0	1,247	RO-026-020
26,9	3,0	1,800	RO-026-030
27,0	1,0	0,650	RO-027-010
28,0	1,0	0,676	RO-028-010
30,0	1,0	0,726	RO-030-010
30,0	1,5	1,070	RO-030-015
30,0	2,0	1,402	RO-030-020
30,0	3,0	0,000	RO-030-030
32,0	1,0	0,800	RO-032-010
33,0	1,0	0,804	RO-033-010
33,7	2,0	1,588	RO-033-020
33,7	3,0	2,300	RO-033-030
33,7	3,2	2,444	RO-033-032
34,0	1,0	0,826	RO-034-010
35,0	1,5	1,258	RO-035-015
36,0	3,0	2,486	RO-036-030
38,0	1,0	0,926	RO-038-010
40,0	3,0	2,779	RO-040-030
42,4	2,0	2,023	RO-042-020
42,4	3,0	3,100	RO-042-030

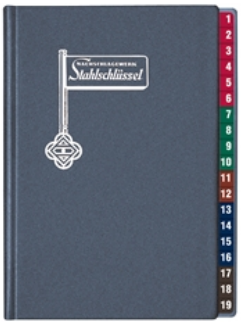
D	s	kg	Art.-Nr.
42,4	3,2	3,186	RO-042-032
43,0	1,0	1,055	RO-043-010
43,0	1,5	1,560	RO-043-015
44,0	3,0	3,100	RO-044-030
44,5	3,0	3,127	RO-044-029
45,0	1,5	1,612	RO-045-015
48,3	1,5	1,877	RO-048-015
48,3	2,0	2,319	RO-048-020
48,3	3,0	3,400	RO-048-030
50,0	1,0	1,227	RO-050-010
50,0	3,0	3,531	RO-050-030
51,0	3,0	3,768	RO-051-030
52,0	1,0	1,277	RO-052-010
55,0	1,0	1,339	RO-055-010
55,0	3,0	3,918	RO-055-030
60,0	3,0	4,255	RO-060-030
60,3	2,0	2,929	RO-060-020
60,3	3,0	4,255	RO-060-030
60,3	5,0	6,920	RO-060-050
63,0	3,0	4,000	RO-063-030
64,0	2,0	3,105	RO-064-020
65,0	2,0	3,165	RO-065-020
68,0	1,5	2,505	RO-068-015
70,0	2,0	3,405	RO-070-020
76,1	1,5	2,820	RO-076-015
76,1	2,0	3,722	RO-076-020
76,1	3,0	5,320	RO-076-030
76,1	3,6	6,535	RO-076-036
82,5	3,0	0,000	RO-082-030
88,9	2,0	26,100	RO-088-020
88,9	3,0	6,473	RO-088-030
101,6	2,0	4,988	RO-101-020
101,6	3,0	7,410	RO-101-030
101,6	4,0	9,800	RO-101-040
101,6	8,0	21,450	RO-101-080
114,3	3,0	8,365	RO-114-030
116,0	6,0	0,000	RO-116-060
133,0	3,0	9,800	RO-133-030
133,0	4,0	15,574	RO-133-040
139,7	2,6	8,925	RO-139-026
139,7	3,0	10,300	RO-139-030
139,7	4,0	13,592	RO-139-040
159,0	4,0	15,525	RO-159-040
162,0	6,0	41,000	RO-162-060
168,3	3,0	12,547	RO-168-030
168,3	6,0	24,460	RO-168-060
168,3	8,0	33,620	RO-168-080
204,0	3,0	10,150	RO-204-030
210,0	3,0	15,550	RO-210-030
219,1	3,0	16,285	RO-219-030
219,1	4,0	21,613	RO-219-040
219,1	6,0	32,118	RO-219-060
273,0	3,0	20,290	RO-273-030
273,0	6,0	40,110	RO-273-060
323,9	3,0	24,180	RO-323-030
323,9	8,0	63,480	RO-323-080
355,0	3,0	26,600	RO-355-030
355,6	3,0	26,600	RO-355-030

D	s	kg	Art.-Nr.
406,4	8,0	78,300	RO-406-080

Verfügbare Werkstoffe: 1.4828

Montagematerial › Rohre › rund › geschweißt › Sonderwerkstoffe › hitzebeständig

*Tipp: Die Eingabe der Kurzbezeichnung in das Suchenfeld auf unserer Website ermöglicht Ihnen den Direktaufruf einer Artikelgruppe. Alternativ hier klicken



Rohre aus austenitschen, hitzebeständigen Stählen

Hitzebeständige Stähle sind speziell für den Einsatz bei hohen Temperaturen entwickelt worden. In Form von Rohren werden sie z.B. für den Bau von Wärmetauschern verwendet.

Charakteristik der hitzbeständigen Stähle

Als hitzebeständig gelten Stähle, die bei guten mechanischen Eigenschaften bei Kurz- und Langzeitbeanspruchung aufgrund ihres erhöhten Legierungsgehaltes an Chrom, Nickel, Silizium und Aluminium besondere Beständigkeit gegen die Einwirkung heißer Gase und Verbrennungsprodukte sowie Salz- und Metallschmelzen bei Temperaturen etwa oberhalb der 550°C aufweisen. Das Ausmaß ihrer Beständigkeit ist jedoch sehr stark von Angriffs-bedingungen abhängig und kann durch kein Prüfverfahren gekennzeichnet werden.

Zunderbeständigkeit in der Luft

Tabelle 1

Stahlsorte	Werkstoff	Temperatur*
X12 CrNiTi18 9	1.4878	850°C
X15 CrNiSi 20 12	1.4828	1000°C
X 12 CrNi 25 21	1.4845	1050°C
X 15 CrNiSi 25 20	1.4841	1150°C
X 10 NiCrAlTi 32 20	1.4876	1100°C

Chemische Zusammensetzung

Tabelle 2

Werkstoff	C %	Si %	Mn max.	P max	S max	Al %	Cr %	Ni %
1.4878	≤0,12	≤1,0	2,0	0,045	0,030		17,0-19,0	9,0-12,0
1.4828	≤0,20	1,5-2,5	2,0	0,045	0,030		19,0-21,0	11,0-13,0
1.4845	≤0,15	≤0,75	2,0	0,045	0,030		24,0-26,0	19,0-22,0
1.4841	≤0,20	1,5-2,5	2,0	0,045	0,030		24,0-26,0	19,0-22,0
1.4876	≤0,12	≤1,0	2,0	0,030	0,020	0,15-0,6	19,0-23,0	30,0-34,0

Die Zunderbeständigkeit der hochlegierten Chrom-Nickel-Stähle wird durch eine schützende Deckschicht bewirkt, die vorwiegend aus Chromoxid aufgebaut ist. Weitere Zusätze, insbesondere von Aluminium und Silizium, fördern zusätzliche Schutzwirkung.

.

Bei der Zunderbeständigkeit haben vor allem Oxidation, Aufschwefelung, Aufkohlung, Aufstickung sowie Reaktionen mit Aschen und anderen festen oder geschmolzenen Ablagerungen technische Bedeutung. Die Reaktionen können je nach den vorliegenden Bedingungen allein oder gemeinsam ablaufen und dementsprechende unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeiten bewirken.

..

Die in Tabelle 1 angegebenen Zundergrenztemperaturen gelten sowohl für Luft als auch annähernd für schwefelfreie Verbrennungsgase. Bei hohen Wasserdampfgehalten kann die tatsächliche Zundergrenze niedriger liegen. Bei vollständig verbrannten, schwefelfreien Gasen muss je nach Zusammensetzung des Gases mit einer Herabsetzung der Zunderbeständigkeit um 100 bis 200°C gerechnet werden.

...

In schwefelhaltigen Verbrennungsgasen wird beim Vorliegen eines Luftüberschusses die Zunderbeständigkeit nicht wesentlich beeinflusst. In vollständig verbrannten, schwefelhaltigen Gasen wird die Zundergrenze aufgrund von Sulfidbildung jedoch erheblich herabgesetzt. Hochnickelhaltige Legierungen können oberhalb des Nickel-Nickelsulfid-Eutektikums, das bei ca. 640°C liegt, stark verzundern.

....

Bei Einwirkung von unvollständig verbrannten Gasen kann eine Aufkohlung der hitzebständigen Stähle eintreten. Hierbei kann eine Abbindung des Chroms zu einer Verarmung dieses Elements als Mischkristall führen, die sich in einer verminderten Zunderbeständigkeit zeigt. Die austenitischen Chrom-Nickel-Stähle, besonders die hochnickelhaltigen, sind weniger empfindlich als die entsprechenden ferritischen Chrom-Stähle.

.....

Bei reduzierenden, stickstoffhaltigen Verbrennungsgasen ist das Verhalten der Stähle ähnlich wie bei der Aufkohlung.

Bei Ablagerungen aus den Verbrennungsgasen können sich auf dem Stahl durch Reaktion mit der Zunderschicht niedrigschmelzende Eutektika ausbilden, die zu einer schnellen Zerstörung des Werkstoffes führen. Die zulässigen Grenztemperaturen sind dabei stark von der Zusammensetzung der Ablagerungen abhängig und liegen im Allgemeinen sehr niedrig, wie z.B. bei Vorhandensein von Alkalisulfaten, Phosphaten, Metallen und/oder Schwermetalloxiden. Die Sulfidierung wird am stärksten durch Schwefelwasserstoff gefördert. Aluminium und Silizium verbessern die Beständigkeit gegen Sulfidierung. Nickel und Silizium verbessern die Aufkohlungsbeständigkeit.

.

Beim An- und Abfahren von Anlagen und Stillstandzeiten können Verbrennungsprodukte kondensieren. Falls diese Kondensate schwefelige Säure oder Schwefelsäure enthalten, muss mit einem stärkeren Angriff gerechnet werden.

..

Die hitzebeständigen Stähle werden im allgemeinen bei Temperaturen eingesetzt, bei denen der Werkstoff unter Belastungen kriecht. Für die Berechnung von Anlagen müssen daher Werte der Zeitstandfestigkeit bzw. Zeitdehnungszeit eingesetzt werden, die in Tabelle 4 wiedergegeben sind.

Normengegenüberstellung

Tabelle 3

Werkstoff	AISI	AFNOR	UNI	GOST	SBB*
1.4878	321	Z 6 CNT 18-10	X 6 CrNiTi1811	12 Ch 48 N 10 T	A700
1.4828	309	Z15 CNS 20-12	-	20 Ch 20 N 14 S	H550
1.4845	310S	Z12 CN 25-20	X 22 CrNi 25 20	-	H522
1.4841	314	Z 12 CNS 25-20	X 16 CrNiSi 25 2	20 Ch 25 N 20 S	H525
1.4876	-	Z 8 NC 32-21	-	ChN 32 T	H500

(*)=Werksbezeichnung Schöller-Bleckmann Böhler

Beim Einsatz von hitzebeständigen Stählen muss in bestimmten Temperaturbereichen mit Werkstoffveränderungen gerechnet werden, die nach Abkühlung auf Raumtemperatur zu einer Verminderung der Zähigkeit führen können. Das Verhalten des Werkstoffes bei Betriebstemperatur wird in der Regel dadurch nicht beeinträchtigt.

Mechanische Eigenschaften

Tabelle 4

Stahlsorte	Härte	Dehnungsgrenze*	Zugfestigkeit	Bruchdehnung**
(Werkstoff)	(HB)	(N/mm²)	(N/mm²)	(L0=5Da längs)
1.4878	130-190	min. 210	500-750	min. 40%
1.4828	150-210	min. 230	500-750	min. 30%
1.4845	130-190	min. 210	500-750	min. 35%
1.4841	150-210	min. 230	550-800	min. 30%
1.4876	139-190	min. 210	500-750	min. 30%

Die Werte gelten für kaltgefertigte Rohre mit Wanddicken von 0,5 bis 5 mm

(*)=0,2% Dehnungsgrenze

(**)=Die Werte gelten für Probendicken ≥ 3 mm.

In austenitischen Stählen mit höheren Cr-Gehalten kann sich im Temperaturbereich von 550 bis 900°C die Ω-Phase bilden. Die Ω-Phase ist eine spröde intermetallische Verbindung zwischen Eisen und Chrom und anderen Übergangsmetallen, die zwar in Betriebs-temperaturen keine unzulässige Veränderung der Zähigkeit ergibt, aber nach Abkühlung auf Raumtemperatur zu einer Versprödung des Werkstoffes führen kann. Si und Cr fördern, Ni und Al behindern diese Ausscheidungsvorgänge. Praktische Bedeutung hat die Ω-Phase nur bei 1.4821 und 1.4841. Die Ω-Phase kann durch glühen bei Temperaturen > 900°C wieder aufgelöst werden.

Anhaltsangaben über das Langzeitverhalten bei hohen Temperaturen

1-%-Zeitdehngrenze*

Tabelle 5

Werkstoff	Temperatur	für 1.000h	für 10.000h
1.4878	600 °C	110 N/mm²	85 N/mm²
	700 °C	45	30
	800 °C	15	10
1.4828	600 °C	120	80
	700 °C	50	25
	800 °C	20	10
	900 °C	8	4
1.4841	600 °C	150	105
	700 °C	53	37
	800 °C	23	12
	900 °C	10	5,7
1.4876	600 °C	130	90
	700 °C	70	40
	800 °C	30	15
	900 °C	13 N/mm²	5 N/mm²

(*)=Die auf den Ausgangsquerschnitt bezogene Spannung, die nach 1000 oder 10000h zu einer bleibenden Dehnung vo 1% führt

Zeitstandfestigkeit*

Tabelle 6

Werkstoff	Temperatur	für 1.000h	für 10.000h	für 100.000h
1.4878	600 °C	185 N/mm²	115 N/mm²	65 N/mm²
	700 °C	80	45	22
	800 °C	35	20	10
1.4828	600 °C	190	120	65
	700 °C	75	36	16
	800 °C	35	18	7,5
	900 °C	15	8,5	3
1.4841	600 °C	230	160	80
	700 °C	80	40	18
	800 °C	35	18	7
	900 °C	15	8,5	3
1.4876	600 °C	200	152	114
	700 °C	90	68	47
	800 °C	45	30	19
	900 °C	20 N/mm²	11 N/mm²	4 N/mm²

(*)=Die auf den Ausgangsquerschnitt bezogene Spannung, die nach 1000, 10000 oder 10000h zum Bruch führt.

Physikalische Eigenschaften

Mittlerer linearer Ausdehnungskoeffizient zwischen 20°C und ...

Tabelle 7

Werkstoff	...400°C	...800°C	...1000°C
1.4878	18,00	19,00	-
1.4828	17,50	18,50	19,50
1.4845	17,00	18,00	19,00
1.4841	17,00	18,00	19,00
1.4876	16,00	17,50	18,50

(10 ⁶ mm) : (m x °C)

Wärmeleitfähigkeit

Tabelle 8

Werkstoff	20°C	500°C
1.4878	0,15	0,21
1.4828	0,15	0,21
1.4845	0,14	0,19
1.4841	0,14	0,19
1.4876	0,12	0,19

(W) : (cm x °C)

Sonstige Anhaltsangaben

Tabelle 9

Werkstoff	Dichte*	Spez. Wärme**	p***
1.4878	7,9	0,50	0,75
1.4828	7,9	0,50	0,85
1.4845	7,9	0,50	0,85
1.4841	7,9	0,50	0,90
1.4876	8,0	0,50	1,00

(*)=g/cm³

(**)=J : (g x °C)

(***)=Spezifischer elektrischer Widerstand bei (O x mm²) : m

Verarbeitung

Die hitzebeständigen austenitischen CrNi-Stähle zeichnen sich neben der guten Zunder-beständigkeit durch hohe Warmfestigkeit asu. Sie können deshalb grundsätzlich für solche Zwecke verwendet werden, für die neben Zunderbeständigkeit eine hohe mechanische Belastbarkeit gefordert wird. Durch den Zusatz von Titan und Aluminium zum Werkstoff 1.4876 wird dessen Warmfestigkeit verbessert, so dass bei diesem Werkstoff über 600°C die Langzeitwerte vergleichsweise hoch sind.

.

Bedingt durch den NI-Gehalt sind diese Stähle besonders in nicht oxidierender Atmosphäre empfindlicher gegen schwefelhaltige Gase. Andererseits haben sie gegenüber den ferritischen Stählen eine bessere Betsändigkeit gegen Aufkohlung und Aufstickung.
Der Werkstoff 1.4841 sollte aufgrund seiner Neigung zur Ω-Phase-Verspödung im Dauerbetrieb nicht unter 900°C eingesetzt werden.

..

Eine Warmformgebung der hitzebeständigen austenitischen Stähle beum Verbraucher dürfte nur in wenigen Fällen notwendig sein.
Die Warmformgebungstemperatur: 1150 - 800°C

...

Die austenitischen Stähle lassen sich infolge ihrer niedrigliegenden Streckgrenze und ihres großen Dehnungsvermögens gut kaltumformen. Nach sehr starken Umformungen kann die entstandene Kaltverfestigung durch eine anschließende Wärmebehandlung mit schneller Abkühlung rückgängig gemacht werden.

....

Eine Glühung der austenitischen Stähle bei 900°C Luft wirkt sich gegenüber dem abgeschrecktenZustand auf die spanabhebende Bearbeitung vorteilhaft aus.
Beim Lösungsglühen erfolgt die Abkühlung in Wasser oder Luft, bei kleiner Wanddicke in Luft oder Schutzgas.

.....

Bei der Bearbeitung der austenitischen Stähle ist wegen ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit für ausreichende Kühlung zu sorgen. Ihr starkes Kaltverfestigungsverhalten, das bei Nutzung stumpfer Werkzeuge oder bei Spantiefe eine Bearbeitung erschweren kann, erfordert die Verwendung scharfer Werkzeuge und die richtige Bemessung der Spantiefe

und Schnittgeschwindigkeit.

Schweißen

Die hitzebständigen austenitischen Stähle sind, entsprechende Qualifikation vorausgesetzt, zum Schweißen nach allen bekannten Verfahren geeignet. Die Lichtbogenschweißung ist jedoch der Gasschmelzschweißung vorzuziehen.

Die Schweißschlacken sind zu entfernen. Ihre Anwesenheit führt vor allem bei schwefelhaltigen Ofengasen durch Bildung niedrigschmelzender Korrosionsprodukte zu hohen Abtragsraten.

Eine Vorwärmung und eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist im allgemeinen nicht erforderlich.

Schweißzusatzwerkstoffe

Tabelle 10

Grundwerkstoff	Elektrode bzw. Schweißdraht
1.4878	1.4551/1.4829
1.4828	1.4829
1.4845	1.4842
1.4841	1.4842
1.4876	2.4806/2.4807

Lieferprogramm

Aus hitzebeständigen Stählen liefern wir nahtlos warmgewalzte und kaltgefertigte sowie geschweißte Rohre in Abmessungen und Toleranzen in Anlehnung an DIN 2462 und DIN 2463.

Abnahme

Es kann für die hitzebeständigen Rohre ein Abnahmeprüfzeugnis nach DIN 50049/3.1 zur Verfügung gestellt werden. Die Abnahme erfolgt nach dem Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 470.