

Mechanische und physikalische Eigenschaften

Nachfolgend die von der Firma Modersohn häufig verarbeiteten Werkstoffgütern im Bereich Edelstahl Rostfrei:

Mechanische und physikalische Eigenschaften

bei Raumtemperatur (20°C)

bei unterschiedlichen Temperaturen

Werkstoff-Nr.	Zugfestigkeit MPa mind.	Dehngrenze Rp _{0,2} ² Lieferzustand ohne Kaltverfestigung, MPa mind. ¹	Bruchdehnung A in % mind. (längs, quer) $k = 5,65 \frac{L_0}{S_0}$	Elastizitätsmodul GPa gemäß DIN EN 1993-1-4 ⁴	Härte ³ HB max (typische Werte)	Elektrischer Widerstandswert W * mm ² m	Magnetsierbarkeit	Wärmeleitfähigkeit $\lambda = W/(m * K)$	Wärmeausdehnungs- koeffizient [10 ⁶ /K]	Kaltzähigkeitsver- halten, Empfehlung bei tragenden Konstruktionen mind. °C ⁴ bei Dicken > 3 mm	empfohlene maximale Einsatztemperatur an Luft bis °C ⁵ Deuerbelastung
1.4062	650	450	30	200	290 (225-235)	0,68	ja	15	13 (9,5) *6	-40	auf Anfrage
1.4162	650	450	30	200	290 (225-235)	0,75	ja	15	13	-40	auf Anfrage
1.4482	650	450	25	200	290 (220-255)	0,80	ja	13	13	-40	auf Anfrage
1.4362	600	400	25	200	260 (210-235)	0,80	ja	15	13	-40	auf Anfrage
1.4637	700	500	35	(205)	k. A.	0,80	ja	14,5	13	k. A.	auf Anfrage
1.4662	680	480	25	200	290 (230-250)	0,80	ja	15	13	-40	auf Anfrage
1.4462	650	450	25	200	270 (230-250)	0,80	ja	15	13	-40	250 (300)
1.4410	730	530	25	200	290 (250-270)	0,80	ja	14	13	-40	250 (300)
1.4501	730	530	25	200	270	0,80	ja	15	13	-40	250 (300)
1.4507	730	530	25	200	270	0,80	ja	15	13	-40	250 (300)
1.4658	920	700	25	(197)	320	0,80	ja	12	12,5	k. A.	k. A.
1.4003	450	240	20	220	200	0,60	ja	25	10,4	-40	300
1.4512	380	200	25	220	200	0,60	ja	25	10,5	+10	350
1.4016	400	240	20	220	200	0,60	ja	25	10	+10	400
1.4310	500	250	40	(195)	230	0,73	nein ⁷	15	17	k. A.	300
1.4301	500	190	45 / 35	200	215	0,73	nein ⁷	15	16	-200	450
1.4307	500	175	45 / 35	200	215	0,73	nein ⁷	15	16	-200	450
1.4541	500	190	40 / 30	200	215	0,73	nein ⁷	15	16	-273	500
1.4401	500	200	40 / 30	200	215	0,75	nein ⁷	15	16	-200	450
1.4404	500	200	40 / 30	200	215	0,75	nein ⁷	15	16	-200	450
1.4435	500	200	40 / 30	200	215	0,75	nein ⁷	15	16	-200	450
1.4571	500	200	40 / 30	200	215	0,75	nein ⁷	15	16,5	-273	500
1.4439	580	280	35 / 30	200	250	0,85	nein ⁷	14	16	-200	450
1.4539	530	230	35 / 30	195	230	1,00	nein ⁷	12	16	k. A.	500
1.4529	650	300	40 / 35	195	250	1,00	nein ⁷	12	16	k. A.	500
1.4547	650	300	40 / 35	195	260	0,85	nein ⁷	14	16,5	k. A.	500
1.4828	500	230	30	(196)	223	0,85	nein ⁷	15	16,5	k. A.	1.000
1.4841	550	230	30	(196)	223	0,90	nein ⁷	15	15,5	k. A.	1.120

Mechanische und physikalische Eigenschaften

* Klammerwerte = Werksangaben oder aus DIN EN 10088-1 (Richtwerte ohne Kaltverfestigung!)

¹ Die Dehngrenze Rp_{0,2} ist für die Tragwerksplanung mit der wichtigste mechanische Wert. Eine Kaltverfestigung kann die Werte erheblich erhöhen, wobei andere mechanische und physikalische Eigenschaften verändert werden. Wenn man eine Kaltverfestigung bei der Berechnung mitberücksichtigen möchte, muss man darauf achten, dass die Steifigkeit (also das E-Modul) abnimmt, und bei nachträglichen Hochtemperatureinflüssen die Kaltverfestigung wieder (je nach Temperaturhöhe), reduziert wird! Häufig wird die Kaltverfestigung durch z.B. Schweißen und thermisches Schneiden in den Wärmeinflusszonen komplett beseitigt und darf für das komplette Bauteil nicht mehr angesetzt werden! Dann ist nur mit der hier angegebenen Mindestdehngrenze Rp_{0,2} zu rechnen.

² S₀ = Ausgangsquerschnitt

L₀ = Anfangslänge

k = Internationaler Faktor (5,65)

Beim Kaltverformen ist bei den ferritischen Chromstählen und den Duplexstählen aufgrund der geringeren Bruchdehnung immer ein Mindestradius einzuhalten.

Bis 3 mm Materialdicke bei Flacherzeugnisse gilt r (Innenradius) = t (Dicke).

Darüber wird auf Basis der Werkzeugeigenschaften mit nebenstehender Tabelle gerechnet:

Siehe dazu die aktuelle „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 5. März 2018 unter Punkt 4.4 (Seite 14)

³ Dieser Wert dient nur zur Orientierung. Je nach Wärmebehandlung und Walzung kann der Wert schwanken.

⁴ Der Temperaturwert zum Kaltzähigkeitsverhalten ist insbesondere für die Befestigungstechnik eine der wichtigsten Entscheidungsgrundlagen, ob ein Werkstoff für tragende Konstruktionen in normaler Umgebungsatmosphäre (mit Winterphase, Europa bis max. -40°C), geeignet ist oder nicht. Für die bauaufsichtliche Zulassung werden die Werkstoffe mit dem Kerbschlagbiegeverfahren bei -40°C, und einem mindestens zu erreichenden Energiewert von 40 Joule, getestet. Die ferritischen Chromstähle schneiden dabei in der Regel schlecht ab, insbesondere im Temperatureinflussbereich von Schweißnähten. Außerdem hat die eingesetzte Materialdicke großen Einfluss auf ein Versagen durch Kaltversprödung. Grundsätzlich gilt, umso dicker das Material, desto schneller bekommt man glasbruchähnliche Versagensfälle, insbesondere bei mechanisch stark belasteten und unter Spannung stehenden Bauteilen. Daher sollte man die meisten ferritischen Chromstähle nur als Feinblech mit max. 2,99 mm Materialdicke einsetzen, wenn die Anwendung in Temperaturbereichen unter 10°C stattfindet. Die austenitischen Stähle dagegen haben aufgrund des hohen Nickelgehaltes keine Probleme und können sogar für kryotechnische Anwendungen genutzt werden.

Duplexstähle liegen mit den Kaltzähigkeitswerten in einem noch guten Bereich für normale atmosphärische Anwendungen. Dabei sind Duplexstähle mit höherem Nickelgehalt, wie z.B. der 1.4462 oder 1.4362 im Vorteil. Diese können auch durchaus bei -50° oder -60°C noch problemlos tragende Lasten aufnehmen.

⁵ Werte für andauernde Hochtemperaturbelastung. Die Festigkeitswerte, insbesondere die der austenitischen Stahlsorten, nehmen mit steigender Temperatur stark ab. Vorteil der austenitischen Stahlsorten ist die weiterhin hohe Zähigkeit auch bei hohen Temperaturen. Molybdänhaltiger Duplex Rostfrei Stahl wird bei steigender Temperatur sogar noch fester (Wärmefestigkeit), neigt aber über 300°C zur Versprödung, das liegt an der sog. „475°C Versprödung“. Es gibt Beispiele, wo Wärmetauscher auch bei Temperaturen von 350°C über viele Jahre einwandfrei funktioniert haben, jedoch auch Einzelfälle, wo es in Schweißverbindungen nach etwa 30.000 - 40.000 Stunden und Temperaturen über 250°C zu erheblichen Versprödungen gekommen ist. (Quelle: Brücken 1997).

Die neuen Lean Duplex Stähle ohne Molybdän schneiden bei der empfohlenen maximalen Einsatztemperatur deutlich besser ab.

⁶ Klammerwert für Werksangabe ArcelorMittal Stainless Steel Europe Print 2009 (Aperam), im Vergleich zum Wert aus der EN 10088-1.

⁷ Geringe Mengen von Ferrit und/oder Martensit führen bei Kaltverformung zur Erhöhung der Magnetsierbarkeit, leicht magnetisch nach Kaltumformung.

$$r = (4,2 - A_3/10) \cdot t$$

r = Mindestinnenradius

A₃ = Mindestbruchdehnung in % (unverfestigt)

t = Blechdicke oder Durchmesser von Rundstäben

