

Angebot martensitischer Edelstahl

Stahlsorten MA2 - MA3 - MA3M - MA4 - MA5



Chemische Zusammensetzung

Stahlsorten	C	Si	Mn	Cr	Mo	N
MA2	0,22	0,35	0,35	13,3	-	0,03
MA3	0,32	0,35	0,35	13,7	-	0,03
MA3M	0,38	0,35	0,35	14,0	0,8	0,09
MA4	0,46	0,35	0,35	13,8	-	0,03
MA5	0,35	0,35	0,35	16,0	-	0,15

Typische Werte

MA2	MA3	MA3M	MA4	MA5
Europäische Bezeichnung ⁽¹⁾				
1.4021	1.4028	1.4419 *	1.4034	-
Amerikanische Bezeichnung ⁽²⁾				
AISI 420	AISI 420	-	-	-

⁽¹⁾ Gemäß NF EN 10088-2 - ⁽²⁾ Gemäß ASTM A240 - * ähnlich Norm

Diese Stahlsorten stimmen mit folgenden Normen überein:

- > Material Sicherheitsdatenblatt von Stainless Europe für Edelstahl (Europäische Richtlinie 2001/58/EC)
- > Richtlinie 2013/28/UE der Europäischen Kommission für Altfahrzeuge sowie Anhang II
- > Norm NFA 36 711 für «Edelstahl zum Zweck der Verwendung in Kontakt mit Nahrungsmitteln, Produkten und Getränken zum Verzehr für Mensch und Tier» (nicht Verpackungsstahl)
- > Norm NSF/ANSI 51 für «Material für Nahrungsmittelanlagen» und den Auflagen der F.D.A. (US-Arzneimittelzulassungsbehörde) bezüglich Materialien, die mit Nahrungsmitteln in Berührung kommen
- > Französische Anordnung Nr. 92-631 vom 8. Juli 1992 und Bestimmung Nr. 1.935/2004 des Europäischen Parlaments und der Ratsversammlung vom 27. Oktober 2004 bezüglich Materialien und Produkten, die bestimmungsgemäß mit Nahrung in Kontakt kommen
- > Französische Anordnung vom 13. Januar 1976 bezüglich Materialien und Produkten aus Edelstahl, die mit Nahrungsmitteln in Berührung kommen
- > Italienische Verordnung vom 21. März 1973: eine Liste der rostfreien Stahltypen, die den «Hygienevorschriften für Verpackungen, Behälter und Geräte, die für den Kontakt mit für den Verzehr bestimmten Substanzen oder für den persönlichen Gebrauch vorgesehen sind» entsprechen

- > Der Empfehlung des EDQM (European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare); Buch „Metals and alloys used in food contact materials and articles - A practical guide for manufacturers and regulators - 1st edition 2013“

Allgemeine Eigenschaften

Die Eigenschaft dieser martensitischen Stahlsorten ist deren Aushärtbarkeit durch Wärmebehandlungen. Somit erreichen diese im vergüteten Zustand eine hohe mechanische Festigkeit, die sich für die Fertigung von Klingen eignet. Zusammen mit der hohen Korrosionsbeständigkeit entspricht diese Fähigkeit den Anforderungen zahlreicher Anwendungen.

Anwendungen

- > Klingen für Messer und unterschiedliche Utensilien für die Zubereitung von Lebensmitteln.
- > Klingen für industrielle Anlagen.
- > Schneidwerkzeuge.
- > Mechanische Teile und diverse Werkzeuge.

Für Küchenmesser und Utensilien, die bei der Zubereitung von Lebensmitteln zum Einsatz kommen, werden die Stahlsorte MA3M mit Molybdän sowie die Stahlsorte MA5 mit einem hohen Anteil an Chrom besonders empfohlen, da diese eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit sowie einen besseren Härtegrad im vergüteten Zustand aufweisen.

Sortiment

Geglühte Produkte

Form : Bleche, Coils, Bänder.

Stärke: 0,4 mm bis 6 mm.

Breite: bis 1000 mm, je nach Stärke

Oberflächenausführung: kalt- oder warmgewalzt, je nach Stärke.

Kaltverfestigtes Material

Festigkeitsklasse C700 - C850

Physikalische Eigenschaften

Kaltgewalzte Bleche

Dichte	d		4 °C	7,7
Schmelztemperatur	Tf	°C		1400 1420
Spezifische Wärme	c	J/kg.K	20 °C	460
Wärmeleitfähigkeit	k	W/m.K	20 °C 200 °C	30 31
Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient	α	10 ⁻⁶ /K	20-200 °C 20-400 °C	11 12
Elektrischer Widerstand	ρ	Ω .m	20 °C	6,2.10 ⁻⁷
Magnetische Permeabilität	μ	H=800 A/m	20 °C	700
Elastizitätsmodul	E	GPa	20 °C	215

Mechanische Eigenschaften

Nach dem Glühen (Lieferzustand)

In Übereinstimmung mit ISO 6892-1, Teil 1

Prüfkörper quer zur Walzrichtung.

Lo: 80 mm (Stärke < 3 mm), 5,65 \sqrt{So} (Stärke \geq 3 mm)

Stahlsorten	Rm ⁽¹⁾ (MPa)	Rp _{0,2} ⁽²⁾ (MPa)	A ⁽³⁾ %	HRB
MA2	580	340	25	81
MA3	610	330	24	85
MA3M	680	400	21	89
MA4	670	390	21	89
MA5	680	390	21	89

Typische Werte - ⁽¹⁾ Zugfestigkeit (Rm) - ⁽²⁾ Streckgrenze (Rp_{0,2}) - ⁽³⁾ Dehnung (A)

Nach der Austenitisierung, Vergütung

Stahlsorten	In Übereinstimmung mit EN 10088 ⁽⁴⁾		Typische Werte ⁽⁵⁻⁶⁾	
	HRC	HV	HRC	HV
MA2	44 - 50	440 - 530	52	546
MA3	45 - 51	450 - 550	54	585
MA3M	-	-	57	636
MA4	49 - 55	510 - 610	56	609
MA5	-	-	58	653

⁽⁴⁾ Austenitisierung bei 950-1050 °C für MA2 und MA3, bei 1000-1100 °C für MA4 und Anlassen bei 200-350 °C.

⁽⁵⁾ Austenitisierung, 10 Minuten bei 1025 °C - Jet-Kühlung bis auf 20 °C - Anlassen für 1 Std. bei 180 °C.

⁽⁶⁾ Werte ohne Gewähr, da diese nach der Wärmebehandlung im Labor erhalten wurden und hierbei die Temperatur des Metalls und nicht die des Ofens berücksichtigt wurde.

Wärmebehandlung

Der Lieferzustand ist ein geglühter Zustand mit einer Ferrit- und Karbidstruktur.

Martensitischer Edelstahl verfügt über eine hohe mechanische Beständigkeit nach der vollständigen Wärmebehandlung mit Austenitisierung, schneller Kühlung und Anlassen.

Empfohlen wird die Glühbehandlung über 10 Minuten bei 1025 bis 1050 °C, gefolgt von einer Kühlung innerhalb von weniger als 1 Minute auf 20 °C in einer reduzierenden Atmosphäre aus Stickstoff und Wasserstoff, gefolgt von einem Anlassen über 1 Stunde bei 180 °C. Hierbei handelt es sich um die Wärmebedingungen, die auf das Teil einwirken. Eine Ladung mit übermäßiger Überlappung der Teile ist zu vermeiden, da dies die Einhaltung dieser Bedingungen erschwert

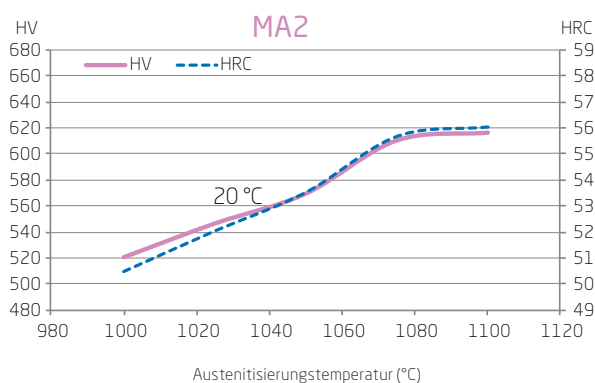
und somit die Korrosionsbeständigkeit sowie den Härtegrad der Teile beeinträchtigen könnte.

Eine Austenitisierungstemperatur unter 1025 °C ist möglich, beeinträchtigt jedoch den Härtegrad. Umgekehrt ermöglicht eine Austenitisierungstemperatur über 1050 °C (wobei 1100 °C nicht überschritten werden dürfen) den Härtegrad der martensitischen Stahlsorten zu verbessern. Bei der Stahlsorte MA5 muss hierbei jedoch der Stahl kaltgewalzt werden, um den restlichen Austenit zu begrenzen..

Die Anlasstemperatur kann bis maximal 225 °C erhöht werden, um die Schlagfestigkeit zu erhöhen, dies beeinträchtigt jedoch den Härtegrad. Es wird jedoch davon abgeraten, die Temperaturgrenze von 180 °C zu unterschreiten, um das Teil nicht zu schwächen..

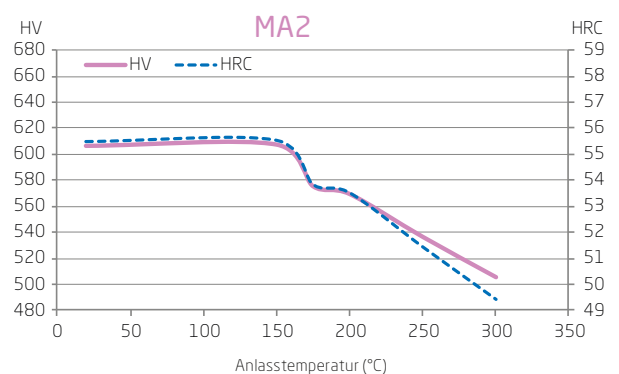
Einfluss der Austenitisierungstemperatur auf den Härtegrad

Austenitisierung, Härtung bei 20 °C oder -80 °C und Anlassen über 1 Stunde bei 180 °C.



Einfluss der Anlasstemperatur auf den Härtegrad

Austenitisierung bei 1050 °C, Härtung bei 20 °C und Anlassen.

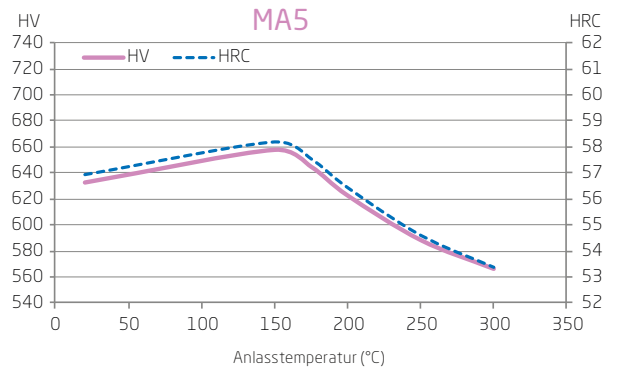
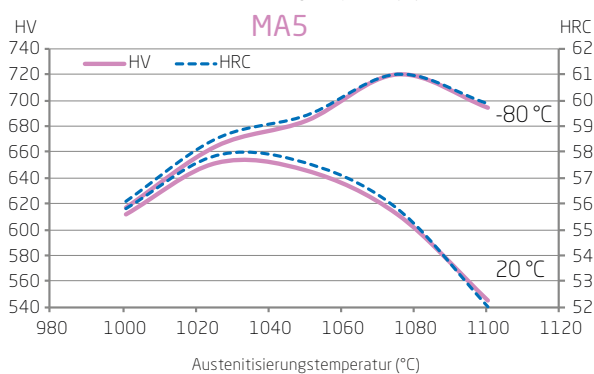
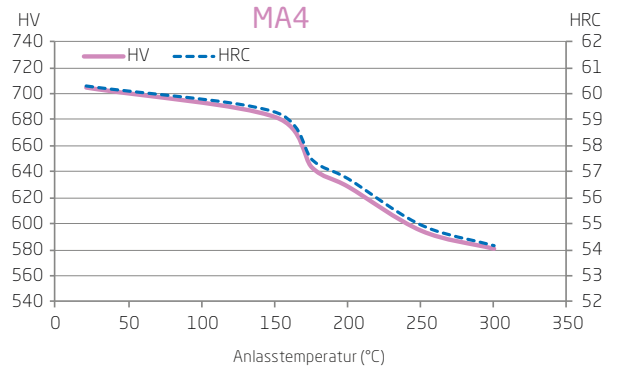
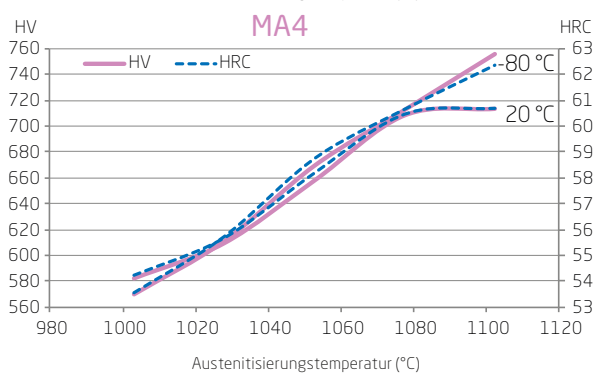
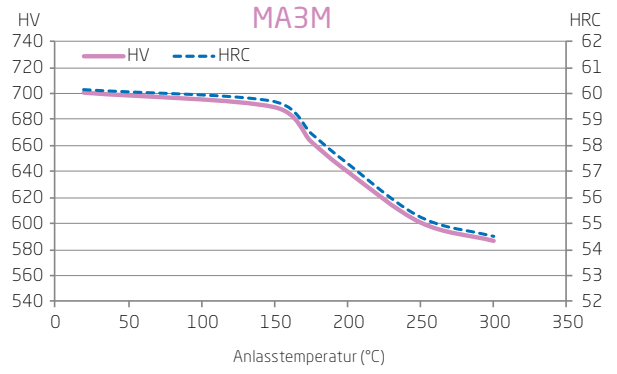
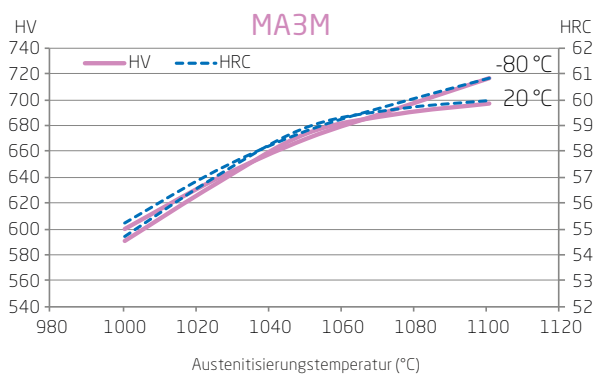
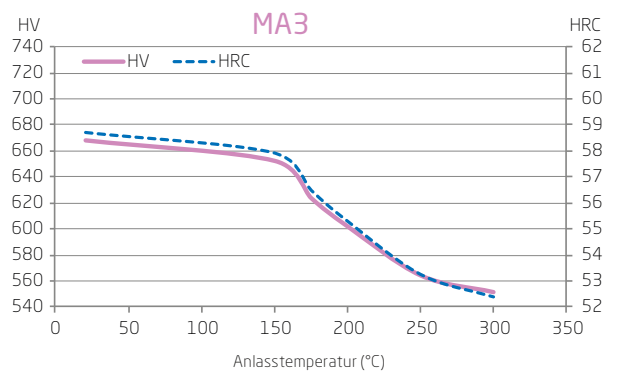
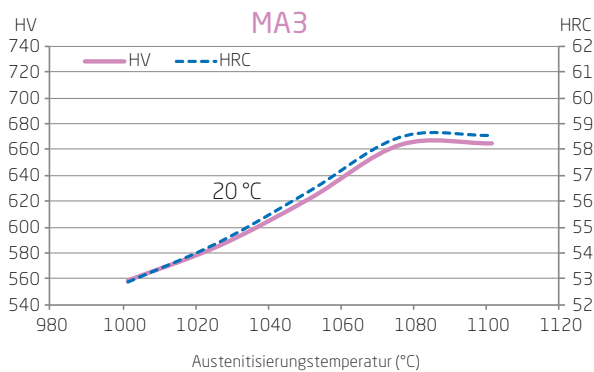


Einfluss der Austenitisierungstemperatur auf den Härtegrad

Austenitisierung, Härtung bei 20 °C oder -80 °C und Anlassen über 1 Stunde bei 180 °C.

Einfluss der Anlasstemperatur auf den Härtegrad

Austenitisierung bei 1050 °C, Härtung bei 20 °C und Anlassen.



Korrosionsbeständigkeit

Die Korrosionsbeständigkeit hängt von der ausgeführten Vergütung und hauptsächlich von der Abkühlgeschwindigkeit nach der Austenitisierung ab. Unterhalb der kritischen Abkühlgeschwindigkeit (etwa 10 °C/s) ist eine Beeinträchtigung der Korrosionsbeständigkeit durch die Lochkorrosion zu beobachten, die auf die Ausscheidung von Karbiden und Chromnitriden zurückzuführen ist, was zu Chromverlust um die Löcher herum führt. Praktisch bedeutet dies, dass die Kühlung durch Luft vermieden werden sollte, und dass eine Kühlung durch reduzierendes Impulsgas oder im Ölbad zu bevorzugen ist. Eine Anlasstemperatur über 300 °C ist ebenfalls zu vermeiden, da dies zur Ausscheidung von Karbiden und Chromnitriten führt.

Beim lokalen Erhitzen durch abschließende Arbeiten (Schleifen, Schärfen, Polieren oder Rändeln) darf die jeweils empfohlene Temperatur nicht überschritten werden.

Korrosionsbeständigkeit (Fortsetzung)

Abschließend ist der Oberflächenzustand ein weiterer Faktor, der die Korrosionsbeständigkeit beeinflussen kann: Beim Polieren ist eine geringe Oberflächenrauheit zu bevorzugen.

Die Korrosionsbeständigkeit hängt von der chemischen Zusammensetzung der martensitischen Edelstahlsorten ab. Die empfehlenswerten chemischen Elemente sind Chrom, Molybdän und Stickstoff. Von Kohlenstoff ist abzuraten, da dieses chemische Element Chrom in Form von Chromkarbiden verbraucht, die sich bei der Austenitisierung nicht vollständig auflösen. Die folgende Formel bringt die Auswirkung dieser

chemischen Elemente auf die Korrosionsbeständigkeit ordnungsgemäß zum Ausdruck: % Cr + 3,3 % Mo + 16 % N - 5 % C.

Die Lochfraßempfindlichkeit wird durch einen elektrochemischen Test der Löcher gemessen, der das Lochfraßpotential ergibt. Die Lochkorrosionsbeständigkeit steigt mit dem Lochfraßpotential an.

Es können somit die martensitischen Stahlsorten mit mittelmäßiger Korrosionsbeständigkeit (MA2, MA3 und MA4) von den martensitischen Stahlsorten mit guter Korrosionsbeständigkeit (MA3M und MA5) unterschieden werden.

Korrosionsbeständigkeit	MA4	MA3	MA2	MA3M	MA5
% Cr + 3,3 % Mo + 16 % N - 5 % C	12,0	12,6	12,7	16,2	16,7
Lochfraßpotential $E_{0,1}$ (mV/ECS) - NaCl 0.02M, 23 °C, pH 6.6	300 - 350	300 - 350	300 - 350	420	470

Schweißverfahren

Einige Vorsichtsmaßnahmen müssen beim Schweißen von martensitischem Edelstahl getroffen werden, da die Martensitumwandlung bei Temperaturen unter 400 °C zu Rissen führen kann (manchmal verzögert). Es wird deshalb empfohlen, die Teile vor den Schweißarbeiten auf 200 °C zu erwärmen.

Bei Schweißarbeiten mit Verwendung von Schutzgas (WIG, MIG, Plasma) ist der Einsatz von Wasserstoff bzw. Stickstoff strengstens untersagt. Martensitischer Edelstahl kann durch Schweißpunkte bzw. -nähte aber auch durch Lichtbögen verbunden werden.

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen wird für Stahlsorten empfohlen, deren Kohlenstoffgehalt über 0,2 % liegt.

Beim Schweißen ohne Zusatzmetall können folgende Wärmebehandlungen nach dem Schweißen verwendet werden:

- > Weichglühen zwischen 650 und 800 °C, in diesem Fall wird die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt.
- > Austenitisierungsglühen bei 1025 °C, gefolgt von einem Anlassen bei 180 °C.

Beim Schweißen mit Zusatzmetall kann Folgendes gewählt werden:

- > Eine Legierung mit derselben Zusammensetzung wie das Grundmetall (homogenes Schweißen mit Elektrode AWS 420 oder Draht) mit Wärmebehandlung nach dem Schweißen, wie zuvor beschrieben, falls derselbe Härtegrad für Grund- und Zusatzmetall gewünscht wird
- > Eine Legierung unterschiedlicher Zusammensetzung als das Grundmetall (heterogenes Schweißen mit Elektrode oder Austenit-Draht vom Typ ER 308L, 309L oder 316L, gemäß EN-ISO 14343) jedoch weiterhin mit Wärmebehandlung nach dem Schweißen, um die Schwächung der WEZ (Wärmeeinflusszone) zu verhindern

Beizbehandlung

Die Schweißnähte müssen gebeizt und erneut passiviert werden, um wieder die Korrosionsbeständigkeit des Grundmetalls zu erreichen.

Das Beizen kann im Säurebad oder lokal mit spezifischen Pasten ausgeführt werden, die sich für Edelstahl eignen.

Für das Beizen kann eine Mischung aus Salpetersäure und Flußsäure (15 % HNO₃ + 1 % HF) verwendet werden.

Für die Passivierung kann 25%ige Salpetersäure (2 Stunden bei 20 °C oder 10 Min. bei 50 °C), gefolgt von einer Spülung mit reichlich kaltem Wasser verwendet werden.

Schweißverfahren	Ohne Schweißzusatz	Mit Schweißzusatz		Schutzgas	
	Typische Stärke	Typische Stärke	Hartlot		
			Stab		Draht
Widerstand: Punkt, Naht	≤ 2 mm				
TIG	≤ 1,5 mm	> 0,5 mm	ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾	ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾	Ar, Ar + He
PLASMA	≤ 1,5 mm	> 0,5 mm		ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾	Ar
MIG		> 0,8 mm		ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾	Ar + 2 % CO ₂ oder Ar + 2 % O ₂
S.A.W.		> 2 mm		ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾	
Elektrode		Reparatur	ER 309 L (Si) ER 420 ⁽¹⁾		
Laser	≤ 5 mm				He

⁽¹⁾ Das homogene Zusatzmetall ER 420 sollte während der anschließenden Härtung und des Anlassens verwendet werden, um denselben Härtegrad für Schweißnaht und Grundmetall zu erreichen.