

## Austenitischer nichtrostender Stahl

# Aperam 316A niedriger Kohlenstoffgehalt mit einer Kombination aus Molybdän und Silizium

### Chemische Zusammensetzung

Elemente (%)	C	Si	Cr	Ni	Mo	N
<b>316A</b>	0,025	1,00	18,00	9,50	0,50	0,065

Typische Werte

Sortenbezeichnung	Europäische Bezeichnung	Amerikanische Bezeichnung	IMDS Nr
<b>316A</b>	X2CrNiSi18-10/1.4682 <sup>(1)</sup> X2CrNi18-9/1.4307 <sup>(1)</sup>	UNS 30416	1165152410

<sup>(1)</sup> Gemäß EN10088-2

Diese Sorte entspricht folgenden Vorgaben:

- > Aperam Stainless Europe - Safety Information Sheet for Stainless Steel
- > Europäische Richtlinie 2000/53/EG (Altfahrzeuge) einschl. nachträglicher Änderungen
- > Norm NF A36-711 Nichtverpackungsstahl – Nichtrostender Stahl, vorgesehen für den Kontakt mit Lebensmitteln, Erzeugnissen und Getränken zum menschlichen und tierischen Verbrauch (non packaging steel), Stand August 2021
- > NSF/ANSI 51 International Standard für „Food Equipment Materials“ und FDA (United States Food and Drug Administration) in Bezug auf Materialien, die für den Kontakt mit Lebensmitteln verwendet werden, Stand 2023
- > Französisches Dekret Nr. 2007-766 vom 10. Mai 2007 und Verordnung Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen (Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG)
- > Französisches Regelwerk vom 13. Januar 1976 über Materialien und Gegenstände aus nichtrostendem Stahl, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen

- > 1.4682 kann daher je nach verwendeter Norm z.B. für die Konstruktion von Lagertanks nach ASME-Code oder API 620 oder API 650 ohne weiteres angewendet werden, während die Einführung der spezifischen Sorte in den verschiedenen Normen und Codes selbst noch andauert.

### Hauptmerkmale

Die wichtigsten Eigenschaften unserer Sorte 316A:

- > Eine einzigartige, kostengünstige Alternative zu 316L (1.4404)
- > Verbesserte Beständigkeit gegen Korrosion in Säuren und chloridhaltigen Medien sowie gegen Lochfraß, Spaltkorrosion und interkristalline Korrosion – auch nach dem Schweißen
- > Ausgezeichnete Schweißbarkeit und Polierbarkeit
- > Hohe Duktilität
- > Gute Tiefzieheignung

### Anwendungen

- > Heizung: Wärmetauscher, Schornsteine, Heizungspumpen
- > Mechanische Anlagenteile, Papierindustrie, Pumpen
- > Transport: Schiffbau, Straßentransport (IMO-Tanks, Wechselbrücken und Anhänger)
- > Chemische und pharmazeutische Industrie
- > Öl- und Gasindustrie
- > Wasserwirtschaft, Lebensmittelindustrie
- > Bauwesen, Rohre
- > ...

### Produktpalette

	Coils	Bleche/ Zuschnitte	Ronden	Präzisionsband			Präzisionsblech		Rohre
<b>Dicke (mm)</b>	0,30 bis 13	0,15 bis 13	0,38 bis 2,50	0,3 bis 2,5	0,07 bis 2,5	0,075 bis 2,5	0,5 bis 2,5	0,20 bis 2,5	0,80 bis 2
<b>Breite (mm)</b>	bis 2.000	80 bis 2.000	Ø 15 bis 1.000	5 bis 650			508 bis 3.000		Ø 8 bis 80
<b>Oberfläche</b>	2R / 2B / 2D / 1D	2R / 2B / 2D / 1D	2R / 2B / 2D / 1D	2B / 2D	2H	2R	2B / 2D	2R / 2H	2B / 2D

Für Flachstäbe oder andere Abmessungen wenden Sie sich bitte an uns.

## Physikalische Eigenschaften

### Kaltgewalzt und gegläht

Spezifisches Gewicht	d	kg/dm <sup>3</sup>	20 °C	7,9
Schmelztemperatur		°C	Liquidus	1.440
			20 °C	475
Spezifische Wärme	c	J/kg·K	600 °C	600
			1.200 °C	660
			20 °C	14
Wärmeleitfähigkeit	k	W/m·K	20 °C	14
			600 °C	23
Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient	α	10 <sup>-6</sup> /K	20-100 °C	18
			100-300 °C	18,5
			300-500 °C	19,5
Elektrischer Widerstand	ρ	Ω mm <sup>2</sup> /m	20 °C	0,76
Magnetischer Widerstand	μ	bei 0,8 kA/m DC oder AC	20 °C	1.005
Elastizitätsmodul	E	GPa	20 °C	200

Poissonzahl: 0,30

## Mechanische Eigenschaften

### Probe

Länge = 50 mm (Dicke < 3 mm)  
 Länge =  $5,65 \sqrt{S_0}$  (Dicke ≥ 3 mm)  
 Kaltgewalzt

### In geglähtem Zustand

Gemäß ISO-EN10088-2  
 Probe senkrecht zur Walzrichtung

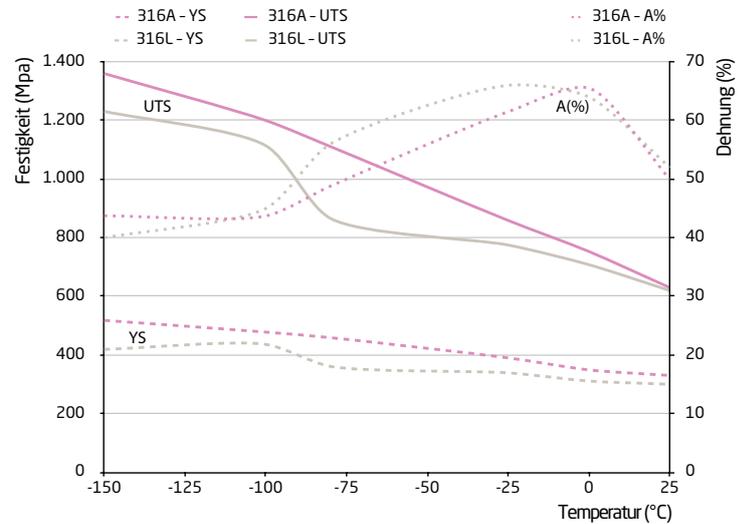
Sorten	Europäische Bezeichnung	ASTM A240	Rm <sup>(1)</sup> (MPa)	Rp <sub>0,2</sub> <sup>(2)</sup> (MPa)	A% <sup>(3)</sup>
304L	1.4307	304L	650	300	54
316L	1.4401/1.4404	316/316L	620	300	52
<b>316A</b>	<b>1.4682</b>	<b>UNS30416</b>	<b>630</b>	<b>330</b>	<b>50</b>
K44	1.4521	444	520	370	29
DX2205	1.4462	2205	840	620	29

1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> - Typische Werte

<sup>(1)</sup> Zugfestigkeit (UTS) – <sup>(2)</sup> Dehngrenze (YS) – <sup>(3)</sup> Bruchdehnung (A%)

## Mechanische Eigenschaften bei kryogenen Temperaturen

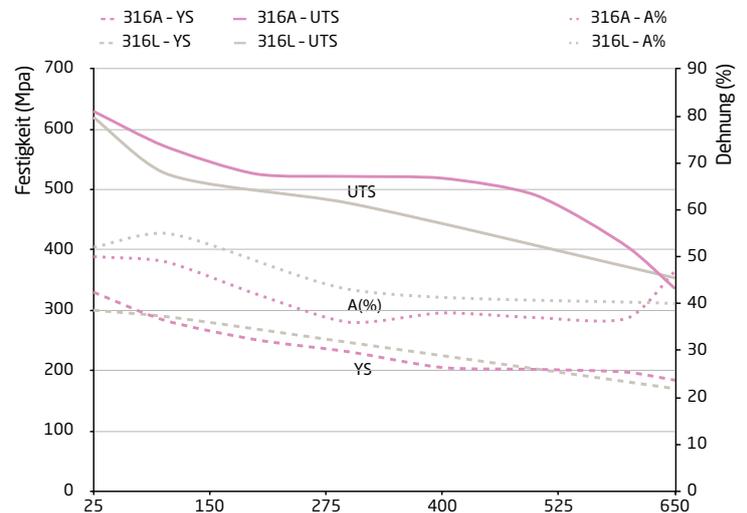
Höhere Festigkeit von 316A im Vergleich zu 316L bei nahezu gleicher Bruchdehnung



Methode: 10 x 80 Probekörper  
 Vorspannung = 50 MPa / Elastische Verformung =  $8,810^{-5} \text{ s}^{-1}$   
 Plastische Verformung =  $6,4710^{-4} \text{ s}^{-1}$ .

## Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur bis 650 °C

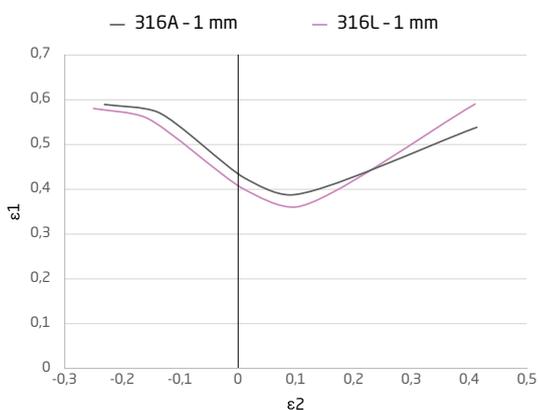
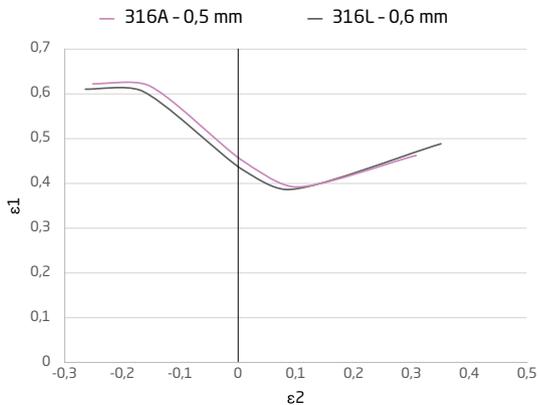
Höhere Zugfestigkeit von 316A im Vergleich zu 316L bei annähernd gleicher Bruchdehnung  
 Geringere Dehnung von 316A gegenüber 316L



Methode: 10 x 27 Probekörper  
 Vorspannung = 30 MPa / Elastische Verformung =  $0,5\% \text{ min}^{-1}$   
 Plastische Verformung =  $2\% \text{ min}^{-1}$

## Umformung

Im geglähten Zustand lässt sich unsere Sorte 316A mit allen Standardverfahren (Biegen, Konturformung, Ziehen, Tiefziehen, Drückwalzen und Strecken) problemlos kaltumformen.



### Plastische Umformbarkeit (Swift-Test)

Der Swift-Test wird zur Bestimmung des Grenzziehverhältnisses (Limit Drawing Ratio, LDR) verwendet. Der LDR-Wert ist definiert als das maximale Verhältnis zwischen dem Rohlingsdurchmesser (variabel) und dem Stempeldurchmesser (fest), bei dem der Ziehvorgang erfolgreich durchgeführt werden kann.

Sorten	Dicke (mm)	rN	LDR
316A	0,5	1,17	2,14
	1	1,06	2,17
316L	0,6	1,10	2,21
	1	1,14	2,14

### Tiefziehfähigkeit (Erichsen-Test)

Das Streckzieh-Verhalten wird durch die Kuppelhöhe (h) des Erichsen-Tests, auch bekannt als EI-Index, charakterisiert.

Sorten	Dicke (mm)	Erichsen Index
316A	0,5	11,7
	1	12,3
316L	0,6	11,2
	1	11,9

## Biegen

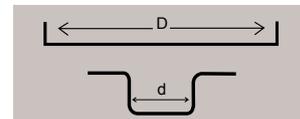
Unser 316A verfügt über eine gute Biegefähigkeit bis zu 180° und ermöglicht bei Dicken unter 0,8 mm sehr kleine Biegeradien. Für größere Dicken wird ein Biegeradius von mindestens der halben Blechdicke empfohlen. Beim Biegen des Werkstoffs muss immer die elastische Rückfederung berücksichtigt werden.

Sorten	Europäische Bezeichnung	ASTM A240	LDR*	EI** (mm)
304L	1.4307	304L	1,91	11,4
316L	1.4401/1.4404	316/316L	2,01	11,5
<b>316A</b>	<b>1.4682</b>	<b>UNS30416</b>	<b>2,2</b>	<b>12,0</b>
K44	1.4521	444	2,10 - 2,15	8,6
DX2205	1.4462	2205	1,9 - 1,95	9,5

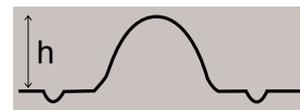
\* Grenzziehverhältnis LDR (Limiting Drawing Ratio)

\*\* Erichsen Index - Schmiermittel = Mobilux EP00 – Die typischen Werte wurden bei einer Dicke von 0,8 mm ermittelt.

$$LDR = \frac{D_{max}}{d}$$



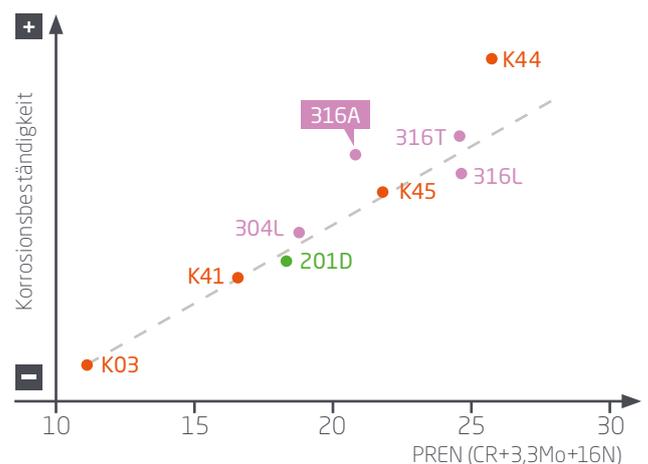
$$EI =$$



## Korrosionsbeständigkeit

Unsere Sorte 316A bietet eine ausgezeichnete Beständigkeit in sauren Lösungen sowie eine gute Beständigkeit in chloridhaltigen Medien und eignet sich gut für die Herstellung von Teilen, die mit Meerwasser von niedriger Temperatur in Berührung kommen.

### Lochfraß



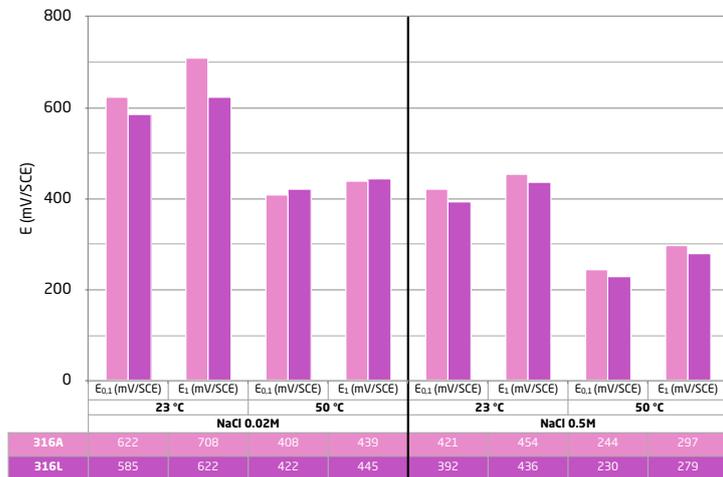
Die auf der Zusammensetzung basierende rechnerische Wirksamkeit (PREN) spiegelt nicht die tatsächliche Korrosionsbeständigkeit wider. Die faktisch äquivalente Wirksamkeit liegt bei 24.

## Lochfraßpotential

Schwankt in Abhängigkeit von der Temperatur und der Chloridkonzentration

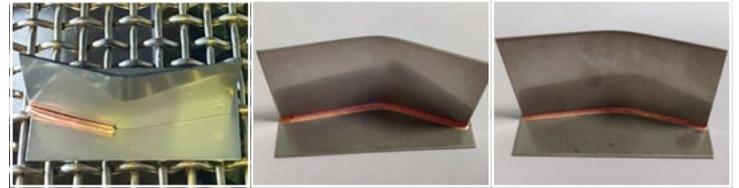
Sorten	NaCl 0,02M/23 °C	NaCl 0,02M/50 °C
316A	625 mV	410 mV
304L	540 mV	385 mV
316L	585 mV	425 mV

Typische Werte



## Löten

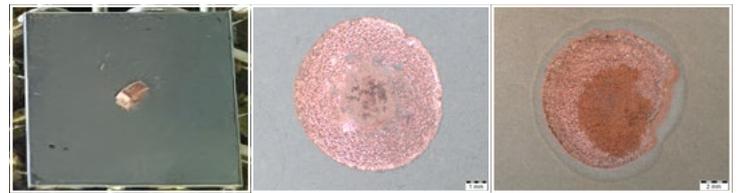
316A lässt sich ausgezeichnet mit Kupfer löten und gewährleistet eine wohldosierte Benetzung und Kapillarität in der Lötstelle. Wie 316L weist es eine minimale Kupferpenetration entlang der Korngrenzen auf.



T-Lötttest

316A

316L



Sessile-Drop-Test

316A

316L

## Spaltkorrosion

Depassivierungs-pH in 2 M NaCl unter Entlüftungsbedingungen bei 23 °C



Spaltkorrosion tritt in zwei Phasen auf. In der ersten Phase (Initiation) sammelt sich Chlorid an und die Versauerung beginnt. Dies führt schließlich zur Depassivierung im Spaltbereich. Ein Depassivierungs-pH-Wert ist die kritische Bedingung für das Versagen der Passivschicht.

In der zweiten Phase (Propagation) beginnt sich das Metall aufzulösen. Dieser Prozess kann durch molybdän- und nickelhaltige Sorten verlangsamt werden, da beide Elemente bekanntermaßen die Geschwindigkeit der Propagation verringern.

## Interkristalline Korrosion

Diese Sorte wird empfohlen, wenn ein Risiko für interkristalline Korrosion besteht, sofern die folgenden Anforderungen der Standardtests für interkristalline Korrosion erfüllt werden: EN ISO 3651-2 (Sensibilisierungsbehandlungen T1 und T2), ASTM A 262, ex-DIN 50914.

## Schweißverfahren

Schweißverfahren	Ohne Schweißzusatzwerkstoff	Mit Schweißzusatzwerkstoff		Schutzgas		
		Typische Dicken	Dicken		Zusatzwerkstoff	
					Stab	Draht
Beständigkeit: Punkt, Naht	≤ 2 mm					
TIG	< 1,5 mm	> 0,5 mm	ER 316 L	ER 316 L	Ar Ar + 5% H <sub>2</sub> Ar + He	
PLASMA	< 1,5 mm	> 0,5 mm		ER 316 L	Ar Ar + 5% H <sub>2</sub> Ar + He	
MIG		> 0,8 mm		ER 316 L (Si)	Ar + 2% CO <sub>2</sub> Ar + 2% O <sub>2</sub> Ar + 2% CO <sub>2</sub> + 1% H <sub>2</sub> Ar + 2% CO <sub>2</sub> + He	
SAW		> 2 mm		ER 316 L		
Elektrode		Reparaturschweißungen	E 316 L			
Laser	< 5 mm				Ar Unter bestimmten Umständen: N <sub>2</sub>	

Im Allgemeinen ist eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen nicht erforderlich. Um jedoch die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffs vollständig wiederherzustellen, müssen die Schweißnähte mechanisch oder chemisch gereinigt und passiviert werden. Bei Anwendungen bei Temperaturen über 500 °C muss ein spezieller Schweißzusatzwerkstoff verwendet werden, um einen Ferritgehalt von unter 8 % in der Schweißnaht zu gewährleisten.

## Wärmebehandlung und chemische Nachbehandlung

### Glühen

Nach der Kaltumformung (Kaltverfestigung) und dem Schweißen wird durch eine mehrminütige Glühbehandlung bei  $1.050 \pm 25$  °C mit anschließender Luft- oder Wasserabschreckung das Gefüge wiederhergestellt (Rekristallisation und Auflösung von Karbiden) und innere Spannungen werden beseitigt. Nach dem Glühen ist ein Beizen mit anschließender Passivierung erforderlich.

### Beizen

- > Salpetersäure-Fluorwasserstoffsäure-Gemisch (10 % HNO<sub>3</sub> + 2 % HF) bei Raumtemperatur oder bis zu 60 °C
- > Schwefelsäure-Salpetersäure-Gemisch (10 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,5 % HNO<sub>3</sub>) bei 60 °C
- > Verwendung von Beizpasten für die Schweißbereiche

### Passivierung

- > 20-25%ige HNO<sub>3</sub>-Lösung (36° Baumé) bei 20 °C
- > Verwendung von Passivierungspasten für die Schweißbereiche

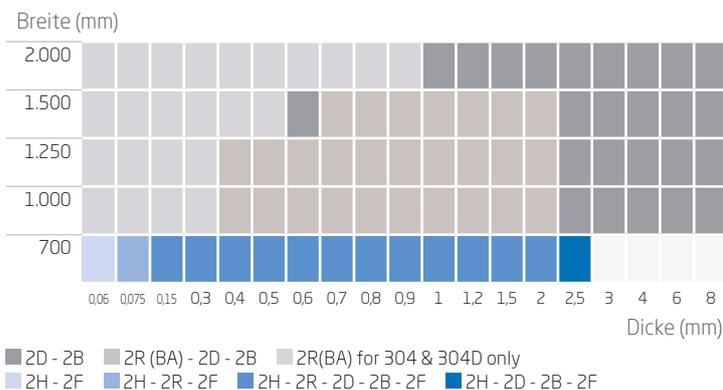
### Polieren

Die Oberfläche von 316A eignet sich für alle Arten der Oberflächenbearbeitung (Schleifen, Scotchbrite, Elektropolieren).

## Abmessungsbereich

Die verfügbaren Abmessungen sind abhängig von unseren jeweiligen Produktionskapazitäten. Bitte kontaktieren Sie uns für aktuelle Informationen zu den angebotenen Sorten.

### Kaltgewalzt



### Warmgewalzt / HRC

