



## EOS StainlessSteel 316L

### Typische Anwendung

StainlessSteel 316L ist eine korrosionsresistente, auf Eisen basierende Legierung. Bauteile aus Stainless Steel 316L entsprechen in ihrer chemischen Zusammensetzung der ASTM F138 "Standard-Schmiede-Qualität für 18Cr-14Ni-2.5Mo Edelstahlteile und Draht für Chirurgische Implantate (UNS S31673)". Diese Form von Edelstahl zeichnet eine gute Korrosionsbeständigkeit aus und die Bestätigung dass es keine laugungsfähigen Substanzen in zytotoxischen Konzentrationen enthält.

Dieses Material ist ideal für den Bereich

- Lifestyle/Consumer, z.B. Uhren, Schmuck, Brillengestelle, Dekoration
- Automobil/Industrie
- Lebensmittel- und Chemieanlagen, z.B. für nicht korrodierende Bauteile
- Luft- und Raumfahrt
- Kraftwerk- und Turbinenindustrie
- Einstiegsmaterial für die Laser Sinter Technologie, z.B. Befestigungsteile, Wärmetauscher,

Funktionsbauteile bei Elektronikgehäusen und Zubehör

Aus Stainless Steel 316L gebaute Teile können im wie gebaut oder spannungsarm geglähten (AMS2759) Zustand maschinell sowie mit Mikrostrahlen weiter bearbeitet und poliert werden. Ein Lösungsglühen ist nicht notwendig, da die mechanischen Eigenschaften bereits im wie gebaut Zustand den Erwartungen entsprechen (ASTM A403). Der Einsatz von 316L Bauteilen ist in einem Temperaturbereich von 427 °C bis 816 °C nicht geeignet, weil hier eine Ausscheidung von Chrom-Karbiden erfolgt. Auf Grund des schichtweisen Aufbauprozesses weisen die Bauteile eine bestimmte Anisotropie auf, die sich in den mechanischen Eigenschaften zeigt.

### Technische Daten

#### Allgemeine Prozess Daten

	EOS StainlessSteel 316L
Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]	
kleine Bauteile	ca. $\pm 20 - 50 \mu\text{m}$
größere Bauteile	ca. $\pm 0.2 \%$
Kleinste Wandstärke [2]	ca. 0,3 – 0,4 mm
Schichtdicke	20 $\mu\text{m}$
Oberflächenrauigkeit [3]	
nach dem Bau	Ra 13 $\pm 5 \mu\text{m}$ ; Rz 80 $\pm 20 \mu\text{m}$
nach dem Mikrostrahlen	Ra 5 $\pm 2 \mu\text{m}$ ; Rz 30 $\pm 10 \mu\text{m}$
nach dem Polieren	Rz bis zu $< 1 \mu\text{m}$
Volumenrate [4]	2 mm <sup>3</sup> /s (7,2 cm <sup>3</sup> /h)



- [1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. Bsp.  $\pm 40 \mu\text{m}$  wenn für bestimmte Teilgruppen Parameter optimiert werden können oder  $\pm 60 \mu\text{m}$ , wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird.
- [2] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung.
- [3] Auf Grund des schichtweisen Aufbaus hängt die Oberflächenstruktur stark von der Orientierung der Oberfläche ab, so zeigen beispielsweise geneigte und runde Oberflächen einen Stufen-Schritt Effekt. Die Messwerte hängen ebenfalls von der angewendeten Messmethode ab. Die hier angegebenen Werte geben einen Anhaltspunkt für vertikale Oberflächen.
- [4] Die Volumenrate ist ein Maß für die Baugeschwindigkeit während der Laserbelichtung, Die gesamte Baugeschwindigkeit ist abhängig von der durchschnittlichen Volumenrate, der Beschichtungsdauer (je nach Anzahl der Schichten) und anderen Faktoren wie z. B. DMLS-Einstellungen.

#### Materialzusammensetzung Element Min Max

Fe Rest / Cr 17,00 - 19,00 / Ni 13,00 - 15,00 / Mo 2,25 - 3,00 / C 0,030 / Mn 2,00 / Cu 0,50 / P 0,025 / S 0,010 / Si 0,75 / N 0,10

Relative Dichte bei Standardparametern

ca. 100 %

Dichte bei Standardparametern

min. 7,9 g/cm<sup>3</sup>

Mechanische Eigenschaften der Bauteile (bei Raumtemperatur)

wie gebaut

Maximale Zugfestigkeit [5]

in horizontaler Richtung (XY)

640  $\pm$  50 MPa

in vertikaler Richtung (Z)

540  $\pm$  55 MPa

Streckgrenze, Rp0.2% [5]

in horizontaler Richtung (XY)

530  $\pm$  60 MPa

in vertikaler Richtung (Z)

470  $\pm$  90 MPa

Young's modulus [5]

in horizontaler Richtung (XY)

typ. 185 GPa

in vertikaler Richtung (Z)

typ. 180 GPa

Bruchdehnung [5]

in horizontaler Richtung (XY)

40  $\pm$  15 %

in vertikaler Richtung (Z)

50  $\pm$  20 %

Härte [6]

typ. 85 HRB

[5] Erstellung und Test der Prüfstäbe nach ISO 6892/ASTM EBM, proportionale Prüfkörper, Durchmesser des Querschnittsbereichs 5mm (0,2inch), Messlänge 4D = 20,0mm (0,79 inch), Stressrate 10MPa/s, Belastungsgeschwindigkeit im Kunststoffbereich 0.375 1/min.

[6] Rockwell Härte (HRB) Messung nach EN ISO 6508-1 auf polierter Oberfläche.



## EOS StainlessSteel GP1

### Typische Anwendungen

Funktionsprototypen und Serienteile; Maschinenbau und Medizintechnik

- Industrieanwendungen einschließlich Funktionsteilen, Kleinserien, Unikaten oder Ersatzteilen

- Teile, die eine hohe Korrosionsbeständigkeit, Sterilisierbarkeit, etc. erfordern

- Teile, die eine besonders hohe Festigkeit und Duktilität erfordern

StainlessSteel GP1 ist ein vorlegierter Edelstahl in feiner Pulverform. Seine chemische Zusammensetzung entspricht der US-Stahlklassifikation 17-4 PH und der europäischen Werkstoffnummer 1.4542.

Diese Art Stahl zeichnet sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit, gute mechanische Eigenschaften und besonders durch eine hervorragende Duktilität ohne weitere Nachbehandlung aus. Sie findet weite Verbreitung bei Industrieanwendungen. Dieser Werkstoff ist ideal für viele Teilebau-Anwendungen (DirectPart) wie Funktionsteile, Kleinserien, Unikate oder Ersatzteile. Standardparameter bewirken ein vollständiges Schmelzen des Werkstoffs im gesamten Bauteil bei einer Schichtdicke von 20 µm. Um den Bauprozess zu beschleunigen, ist es auch möglich die Hülle/Kern-Bauweise anzuwenden. Bei Standardparametern sind die mechanischen Eigenschaften in allen Richtungen annähernd identisch. Bauteile aus EOS StainlessSteel GP1 können maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikro-gestrahlt, poliert und beschichtet werden.

### Technische Daten

Allgemeine Prozess- und geometrische Daten

Empfohlene minimale Schichtdicke (µm)	20 µm
Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit (µm)	
- kleine Bauteile [1]	+/- 20 – 50 µm
- größere Bauteile [2]	+/- 0,2 %
Kleinste Wandstärke (mm) [3]	0,3 - 0,4 mm
Oberflächenrauigkeit (µm)	
- nach Mikrostrahlen	Ra 2,5 – 4,5 µm, Ry 15 - 40 µm
- nach Polieren	Rz bis zu < 0,5
Volumenrate (mm <sup>3</sup> /s) [4]	
- Standardparameter (volle Dichte)	2 mm <sup>3</sup> /s
- Hülle/Kern-Parameter	4 mm <sup>3</sup> /s

[1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. +/- 20 µm, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder +/- 50 µm, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird.

[2] Bei größeren Bauteilen kann die Genauigkeit durch Nachtempern bei 650°C für 1 Stunde verbessert werden.

[3] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung

[4] Die Volumenrate ist ein Maß für die Baugeschwindigkeit während der Laserbelichtung. Die gesamte Baugeschwindigkeit ist abhängig von der durchschnittlichen Volumenrate, der Beschichtungsdauer (je nach Anzahl der Schichten) und anderen Faktoren wie z.B. DMLS-Einstellungen.



## Physikalische und chemische Eigenschaften der Bauteile

Materialzusammensetzung Stahl mit Legierungselementen

Cr (15 – 17,5 Gew.-%) / Ni (3 - 5 Gew.-%) / Cu (3 - 5 Gew.-%) / Mn (max. 1 Gew.-%) / Si (max. 1 Gew.-%) / Mo (max. 0,5 Gew.-%) / Nb (0,15 – 0,45 Gew.-%) / C (max. 0,07 Gew.-%)

Relative Dichte bei Standardparametern (%) ca. 100 %    Dichte bei Standardparametern (g/cm<sup>3</sup>) 7,8 g/cm<sup>3</sup>

Mechanische Eigenschaften der Bauteile [5]                      wie gebaut                      nach Tempern bei 650°C für 1 Stunde

Zugfestigkeit nach MPIF 10 (MPa)

- in horizontaler Richtung (XY)	min 850 MPa typisch 930 ± 50 MPa	typisch 1100 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	min 850 Mpa typisch 960 ± 50 MPa	typisch 980 MPa

Streckgrenze

(ReL, untere Streckgrenze)

- in horizontaler Richtung (XY)	min 530 Mpa typisch 590 MPa	typisch 586 ± 50 MPa
---------------------------------	--------------------------------	----------------------

- in vertikaler Richtung (Z)

min 530 Mpa typisch 550 MPa	typisch 570 ± 50 MPa
--------------------------------	----------------------

(ReH, Obere Streckgrenze)

- in horizontaler Richtung (XY)	min 595 typisch 634 MPa	typisch 645 ± 50 MPa
---------------------------------	----------------------------	----------------------

- in vertikaler Richtung (Z)

min 580 Mpa typisch 595 MPa	typisch 630 ± 50 MPa
--------------------------------	----------------------

E-Modul

170 ± 30 GPa	typisch 180 GPa
--------------	-----------------

Reißdehnung (%)

- in horizontaler Richtung (XY)	min 25 % typisch 31 ± 5 %	typisch 29 %
---------------------------------	------------------------------	--------------

- in vertikaler Richtung (Z)

min 25 % typisch 35 ± 5 %	typisch 31 %
------------------------------	--------------

Härte [6]

- wie gebaut	ca. 230 ± 20 HV1
- geschliffen und poliert [7]	ca. 250 - 400 HV1

[5] Mech. Prüfung nach ISO 6892:1998(E) Anhang C, proportionale Prüfteile, Durchmesser des schmalen Bereiches 5 mm, Maßstab 25 mm

[6] Härteprüfung durch Vickers (HV) entsprechend DIN EN ISO 6507-1. Zu beachten ist, dass je nach angewandter Messmethode der gemessene Härtewert niedriger als die normale Härte sein kann abhängig von der Oberflächenrauheit. Um ungenaue Ergebnisse zu vermeiden, sollte die Härte auf einer polierten Oberfläche gemessen werden.

[7] Material härtet sich lokal bei Bearbeitung.

Thermische Eigenschaften der Bauteile Wärmeausdehnungskoeffizient (m/m°C)                      14 x 10<sup>-6</sup>

Wärmeleitfähigkeit / (W/m°C)

- bei 100 °C	14
- bei 200 °C	15
- bei 300 °C	16





## StainlessSteel PH1

### Typische Anwendungen

Funktionsprototypen und Serienteile; Maschinenbau und Medizintechnik

- Industrieanwendungen einschließlich Funktionsteilen, Kleinserien, Unikaten oder Ersatzteilen
- Teile, die eine hohe Korrosionsbeständigkeit, Sterilisierbarkeit, etc. erfordern
- Teile, die eine besonders hohe Festigkeit und Härte erfordern

StainlessSteel PH1 ist ein vorlegierter Edelstahl in feiner Pulverform. Die chemische Zusammensetzung von StainlessSteel PH1 entspricht DIN 1.4540 und UNS S15500.

Diese Art Stahl zeichnet sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit und exzellente mechanische Eigenschaften aus, vor allem im gehärteten Zustand. Dieser Stahl ist weit verbreitet in der Medizin, der Luft- und Raumfahrt und anderen Industrieanwendungen, die hohe Härte, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit voraussetzen. Dieser Werkstoff ist ideal für viele Teilebau-Anwendungen (DirectPart) wie Funktionsteile, Kleinserien, individualisierte Produkte oder Ersatzteile. Standardparameter bewirken ein vollständiges Schmelzen des Werkstoffs im gesamten Bauteil bei einer Schichtdicke von 20 µm. Um den Bauprozess zu beschleunigen kann aber auch eine Schichtdicke von 40 µm gewählt werden. Bei Standardparametern sind die mechanischen Eigenschaften in allen Richtungen annähernd identisch. Bauteile aus StainlessSteel PH1 können maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.

### Technische Daten

#### Allgemeine Prozess- und geometrische Daten

Empfohlene minimale Schichtdicke	20 µm 0.8 mil
Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]	
- kleine Bauteile	± 20 – 50 µm 0.8 – 2.0 mil
- große Bauteile	± 0.2 %
Kleinste Wandstärke [3]	0.3 - 0.4 mm 0.012 - 0.016 in
Oberflächenrauigkeit	
- nach Mikrostrahlen	Ra 2.5 - 4.5 µm, Ry 15 - 40 µm Ra 0.1 - 0.2 mil, Ry0.6 - 1.6 µm
- nach Polieren	Rz up to < 0.5 µm
Volumenrate [3]	
- Standardparameter (20 µm Schichtdicke, volle Dichte)	1.8 mm <sup>3</sup> /s 0.40 in <sup>3</sup> /h
- 40 µm Schichtdicke (volle Dichte)	3.2 mm <sup>3</sup> /s 0.70 in <sup>3</sup> /h

[1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. ± 20 µm, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder ± 50 µm, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird.

[2] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung

[3] Die Volumenrate ist ein Maß für die Baugeschwindigkeit während der Laserbelichtung. Die gesamte Baugeschwindigkeit ist abhängig von der durchschnittlichen Volumenrate, der Beschichtungsdauer (je nach Anzahl der Schichten) und anderen Faktoren wie z.B. DMLS-Einstellungen.



## Physikalische und chemische Eigenschaften der Bauteile

Materialzusammensetzung / Stahl mit Legierungselementen

Fe (Rest) / Cr (14 – 15.5 Gew.-%) / Ni (3.5 – 5.5 Gew.-%) / Cu (2.5 – 4.5 Gew.-%) / Mn (max. 1 Gew.-%) / Si (max. 1 Gew.-%) / Mo (max. 0.5 Gew.-%) / Nb (0.15 - 0.45 Gew.-%) / C (max. 0.07 Gew.-%)

Relative Dichte bei Standardparametern ca. 100 %

Dichte bei Standardparametern 7.8 g/cm<sup>3</sup>  
0.28 lb/in<sup>3</sup>

## Mechanische Eigenschaften der Bauteile [4]

	Wie gebaut	Gehärtet [6] (H900 Wärmebehandlung)
Ultimate tensile strength - in horizontaler Richtung (XY)	1150 ± 50 MPa	min. 1310 MPa  (typisch 1450 ±100 Mpa)
- in vertikaler Richtung (Z)	1050 ±50 MPa	min 1310 MPa  (typisch 1450 ±100 Mpa)
Streckgrenze (Rp 0.2 %) - in horizontaler Richtung (XY)	1050 ±50 MPa	min. 1170 MPa  (typisch 1300 ±100 Mpa)
- in vertikaler Richtung (Z)	1000 ±50 MPa	min. 1170 MPa  (typisch 1300 ±100 MPa)
Reißdehnung - in horizontaler Richtung (XY)	16 % ± 4 %	min 10 %  (typisch 12 % ± 2 %)
- in vertikaler Richtung (Z)	17 % ± 4 %	min 10 %  (typisch 12 % ± 2 %)
Härte [5] wie gebaut	30-35 HRC	40-45 HRC

[4] Mechanische Festigkeit geprüft gemäß ISO 6892:1998(E) Anlage C, Proportionalstäbe, Probendurchmesser 5mm, Anfangsmesslänge 25mm, Proben in 20µm Schichten gefertigt.

[5] Rockwell Härte (HRC) nach DIN EN ISO 6508-1. Zu beachten ist, dass je nach angewandter Messmethode der gemessene Härtewert niedriger als die normale Härte sein kann – abhängig von der Oberflächenrauheit. Um ungenaue Ergebnisse zu vermeiden, sollte die Härte auf einer polierten Oberfläche gemessen werden.

[6] Die mechanische Eigenschaften werden hier mit Minimalwerten angegeben, um darzustellen, dass die Mechanischen Eigenschaften größer sind als die minimale geforderten Material-Spezifikationen in ASTM A564-04 (XM12), ASTM A693-06 (XM12). Härten von EOS StainlessSteel PH1 erfolgt mit einer modifizierter H900 Wärmebehandlung (die Haltezeit für das Ausscheidungshärten verlängert sich von 1h auf 4h bei einer Temperatur von 482°C).

# Femec AG

PRÄZISION. PERFEKTION. INNOVATION.

Hightech-CNC-Teilefertigung und 3D - metal-printing - selective laser melting

---

