



EOS NickelAlloy HX

Typische Anwendungen

Bei anspruchsvollen Temperaturbedingungen und hohem Oxidationsrisiko, z. B. Verbrennungskammern, Nachverbrenner und Abgasrohre in Gasturbinen (Luftfahrt u. am Boden), Flügelräder, Rollenherde und Ausbauelemente für Industrielle Öfen.

NickelAlloy HX ist ein hitze- und korrosionsbeständiges Nickel-Legierungspulver.

Bei NickelAlloy HX handelt es sich um eine Nickel-Chrom-Eisen-Molybdän Legierung in feiner Pulverform. Die Zusammensetzung entspricht UNS N06002. Während Guss- und Knet- Legierungsvarianten generell lösungsgeglüht sind, zeigen die lasergesinterten Materialien wie gebaut bereits hohe Festigkeiten und gute Dehnungswerte. Das Lösungs-glühen von lasergesinterten Materialien homogenisiert die Mikrostruktur, löst interne Materialverspannungen und verbessert die Dehnung bei geringfügiger Minderung der Festigkeit. Diesen Legierungstyp zeichnet eine hohe Festigkeit und Oxidationsbeständigkeit auch bei hohen Temperaturen aus und wird deshalb oft für einen Bereich bis 1200 °C eingesetzt. Aus diesen Gründen wird das Material in der Raumfahrttechnik, für Gasturbinen, etc. verwendet.

Die Standard Laserprozess-Einstellungen ergeben ein vollständiges Aufschmelzen über die kompletten Geometrie, bei einer typischen Schichtdicke von 20 µm. Aus EOS NickelAlloy HX gebaute Teile können nachträglich wärmebehandelt werden und so Materialeigenschaften in einem bestimmten Bereich variiert werden. In beiden Fällen, wie gebaut oder im gehärteten Zustand, können die Teile nach Bedarf maschinell bearbeitet, erodiert, geschweißt, mikro-gestrahlt, poliert und beschichtet werden. Unbelichtetes Material kann wiederverwendet werden.

Allgemeine Prozessdaten

Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]

- kleine Bauteile ca. +/- 40 - 60 µm
- größere Bauteile ca. +/- 0,2 %

Kleinste Wandstärke [2] typ. 0,3 - 0,4 mm

Oberflächenrauigkeit [3]

- nach Mikrostrahlen Ra 3 - 8 µm; Rz 13 - 40 µm
- nach Polieren Rz up to < 0,5 µm

Volumenrate [4] 2 mm³/s (7,2 cm³/h)

[1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. +/-40 µm, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder +/- 60 µm, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird. Bauteilgenauigkeit setzt geeignete Datenaufbereitung und Bauteilnachbearbeitung voraus, gemäß EOS-Schulung.

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

[3] Aufgrund des Schichtaufbaus hängt die Oberflächenbeschaffenheit stark von der Orientierung der Oberfläche ab, z. B. schräge und gekrümmte Flächen weisen einen Stufeneffekt auf. Die Werte hängen auch stark vom Messverfahren ab. Die Angaben hier geben einen Eindruck, welche Werte für waagerechte (nach oben weisende) sowie senkrechte Flächen erwartet werden können.

[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

Ni (Rest) / Cr (20,5 - 23,0 Gew.-%) / Fe (17,0 - 20,0 Gew.-%) / Mo (8,0 - 10,0 Gew.-%) / W (0,2 - 1,0 Gew.-%) / Co (0,5 - 2,5 Gew.-%) / C (\leq 0,1 Gew.-%) / Si (\leq 1,0 Gew.-%) / Mn (\leq 1,0 Gew.-%) / S (\leq 0,03 Gew.-%) / P (\leq 0,04 Gew.-%) / B (\leq 0,01 Gew.-%) / Se (\leq 0,005 Gew.-%) / Cu (\leq 0,5 Gew.-%) / Al (\leq 0,5 Gew.-%) / Ti (\leq 0,15 Gew.-%)

Relative Dichte mit Standardparametern ca. 100 %

Dichte mit Standardparametern min. 8,2 g/cm³

Mechanische Eigenschaften der Bauteile (bei Raumtemperatur)

	Wie gebaut	Wärmebehandelt [7]
Zugfestigkeit [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	850 +/- 40 MPa	typ. 730 +/- 40 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	720 +/- 40 MPa	typ. 690 +/- 40 MPa
Streckgrenze, Rp0.2% [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	675 +/- 50 MPa	typ. 330 +/- 50 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	570 +/- 50 MPa	typ. 330 +/- 50 MPa
E-Modul [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 195 +/- 20 GPa	typ. 200 +/- 20 GPa
- in vertikaler Richtung (Z)	typ. 175 +/- 20 GPa	typ. 190 +/- 20 GPa
Bruchdehnung [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	29 +/- 8 %	typ. 45 +/- 6 %
- in vertikaler Richtung (Z)	39 +/- 8 %	typ. 52 +/- 6 %
Härte [6]		(175 HBW)

[5] Mechanische Festigkeit geprüft gemäß ISO 6892-1:2009 (B) Anhang D, Proportionalstäbe, Probendurchmesser 5 mm, Anfangsmesslänge 25 mm.

[6] Brinell Härtemessung gemäß EN ISO 6506-1 auf polierter Oberfläche. HBW 2.5/187.5

[7] Wärmebehandlung: Lösungsglühen bei 1177 °C, 1 h. Wärmebehandlung nach SAE AMS 2773 "Heat Treatment Cast Nickel Alloy and Cobalt Alloy Parts"



NickelAlloy IN625

Typische Anwendungen

Funktionsprototypen und Serienteile; hochtemperaturbeständige Turbinenbauteile

NickelAlloy IN625 ist ein hitze- und korrosionsbeständiges Nickel-Legierungspulver,

Aus NickelAlloy IN625 gebaute Teile entsprechen der chemischen Zusammensetzung von UNS N06625, AMS 5666F, AMS 5599G, W.Nr 2.4856 und DIN NiCr22Mo9Nb. Diese Art von Legierung zeichnet sich durch hohe Zug-, Kriech- und Bruchfestigkeit aus. Konventionelle Guss und Schmiedeteile aus dieser Nickel-Legierung haben typischerweise eine ausgezeichnete (Temperatur-) Dauerschwingfestigkeit, kombiniert mit einer guten Oxidationsbeständigkeit. NickelAlloy IN625 besitzt eine gute Korrosionsbeständigkeit in verschiedenen korrosiven Umgebungen. Besonders marine Anwendungen erfordern eine hohe Lochfraß-, Spalt- und Spannungsrisskorrosionsbeständigkeit gegen Chlorionen sowie hohe Zug- und Dauerschwingfestigkeiten in korrosiven Medien. Zur Überprüfung der Korrosionsbeständigkeit wird empfohlen, relevante Prüfungen durchzuführen bevor dieses Material in bestimmten korrosiven Medien eingesetzt wird. Aus NickelAlloy IN625 gebaute Teile können wärmebehandelt und die Materialeigenschaften in bestimmten Bereichen verändert werden. Die Bauteile können sowohl im wie gebauten Zustand als auch nach der Wärmebehandlung maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikro-gestrahlt, poliert und beschichtet werden. Aufgrund des Schichtaufbaus weisen die Bauteile anisotropische Eigenschaften auf.

Technische Daten

Allgemeine Prozessdaten

Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]

- kleine Bauteile
- größere Bauteile

ca. +/- 40 – 60 µm
ca. +/- 0,2 %

kleinste Wandstärke [2]

typ. 0,3 – 0,4 mm

Oberflächenrauigkeit [3]

- nach Mikrostrahlen
- nach Polieren

Ra 4 – 6,5 µm, Rz 20 - 50 µm
Rz bis zu < 0,5 µm

Volumenrate [4]

2 mm³/s
7,2 cm³/h

- [1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. +/- 40 µm, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder +/- 60 µm, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird. Bauteilgenauigkeit setzt geeignete Datenaufbereitung und Bauteilnachbearbeitung voraus, gemäß EOS-Schulung.
- [2] Mechanische Stabilität abhängig von der Geometrie (Wandhöhe usw.) und Anwendung
- [3] Aufgrund des Schichtaufbaus hängt die Oberflächenbeschaffenheit stark von der Orientierung der Oberfläche ab, z. B. schräge und gekrümmte Flächen weisen einen Stufeneffekt auf. Die Werte hängen auch stark vom Messverfahren ab. Die Angaben hier geben einen Eindruck, welche Werte für waagerechte (nach oben weisende) sowie senkrechte Flächen erwartet werden können.
- [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 Ni (Rest, $\geq 58,00$ Gew.-%) / Cr (20,00 - 23,00 Gew.-%) / Mo (8,00 - 10,00 Gew.-%) / Nb (3,15 - 4,15 Gew.-%) / Fe ($\leq 5,00$ Gew.-%) / Ti ($\leq 0,40$ Gew.-%) / Al ($\leq 0,40$ Gew.-%) / Co ($\leq 1,0$ Gew.-%) / C ($\leq 0,10$ Gew.-%) / Ta ($\leq 0,05$ Gew.-%) / Si, Mn (je $\leq 0,50$ Gew.-%) / P, S (je $\leq 0,015$ Gew.-%)

Relative Dichte ca. 100 %

Dichte min. 8,4 g/cm³

Mechanische Eigenschaften der Bauteile bei 20 °C

	Wie gebaut	Spannungsarmgeglüht [6]
Zugfestigkeit [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 990 \pm 50 MPa	min. 827 MPa typ. 1040 \pm 100 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	typ. 900 \pm 50 MPa	min. 827 MPa typ. 930 \pm 100 MPa
Streckgrenze, Rp0.2% [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 725 \pm 50 MPa min. 414 MPa	typ. 720 \pm 100 MPa
- in vertikaler Richtung (Z)	typ. 615 \pm 50 MPa min. 414 MPa	typ. 650 \pm 100 MPa
E-Modul [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 170 \pm 20 GPa	typ. 170 \pm 20 GPa
- in vertikaler Richtung (Z)	typ. 140 \pm 20 GPa	typ. 160 \pm 20 GPa
Bruchdehnung [5]		
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. (35 \pm 5) %	min. 30 % typ. (35 \pm 5) %
- in vertikaler Richtung (Z)	(42 \pm 5) %	min. 30 % typ. (44 \pm 5) %
Härte [7]		ca. 30 HRC (287 HB)

[5] Mechanische Festigkeit geprüft gemäß ISO 6892-1:2009 (B) Anhang D, Proportionalstäbe, Probendurchmesser 5mm, Anfangsmesslänge 25mm.

[6] Spannungsarmglühen: ausglühen bei 870 °C für 1 Stunde, schnelles Abkühlen

[7] Rockwell C (HRC) Härtemessung gemäß EN ISO 6508-1 auf polierter Oberfläche. Zu beachten ist, dass die gemessene Härte sehr stark von der Art der Probenvorbereitung abhängen kann.



NickelAlloy IN718

Typische Anwendungen

Funktionsprototypen und Serienteile; hochtemperaturbeständige Turbinenbauteile

NickelAlloy IN718 ist ein hitze- und korrosionsbeständiges Nickel-Legierungspulver, Aus NickelAlloy IN718 gebaute Teile entsprechen der chemischen Zusammensetzung von UNS N07718, AMS 5662, AMS 5664, W.Nr 2.4668 und DIN NiCr19Fe19NbMo3. Diese ausscheidungshärtbare Nickel-Chrom-Legierung zeichnet sich durch sehr gute Zug-, Dauer-, Kriech- und Bruchfestigkeit bei Temperaturen bis zu 700 °C aus. Dieses Material ist ideal für viele Hochtemperaturanwendungen, wie Teile von Gasturbinen, Mess-, Energie- und Prozesstechnik usw. Das Material hat außerdem hohes Potenzial für kältetechnische Anwendungen. Aus EOS NickelAlloy IN718 gebaute Teile können auf einfache Weise durch Ausscheidungshärtung nachgehärtet werden. In beiden Fällen, wie gebaut oder im gehärteten Zustand, können die Teile nach bedarf maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden. Aufgrund des Schichtaufbaus weisen die Bauteile anisotropische Eigenschaften auf – siehe technische Daten für Beispiele.

Technische Daten

Allgemeine Prozessdaten

Typisch erreichbare Bauteilgenauigkeit [1]

- kleine Bauteile

approx. +/- 40 – 60 µm

- größere Bauteile

approx. +/- 0,2 %

Kleinste Wandstärke [2]

typ. 0,3 – 0,4 mm

Oberflächenrauigkeit [3]

- nach Mikrostrahlen

Ra 4 – 6,5 µm, Rz 20 - 50 µm

- nach Polieren

Rz bis < 0,5 µm

Volumenrate [4]

2 mm³/s (7,2 cm³/h)

[1] Erfahrungswert von Anwendern bezüglich Maßgenauigkeit typischer Geometrien, z. B. +/- 40 µm, wenn für bestimmte Teilegruppen Parameter optimiert werden können oder +/- 60 µm, wenn eine neue Geometrie zum ersten Mal gebaut wird. Bauteilgenauigkeit setzt geeignete Datenaufbereitung und Bauteilnachbearbeitung voraus.

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

[3] Aufgrund des Schichtaufbaus hängt die Oberflächenbeschaffenheit stark von der Orientierung der Oberfläche ab, z. B. schräge und gekrümmte Flächen weisen einen Stufeneffekt auf. Die Werte hängen auch stark vom Messverfahren ab. Die Angaben hier geben einen Eindruck, welche Werte für waagerechte (nach oben weisende) sowie senkrechte Flächen erwartet werden können.

[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

Ni (50 - 55 Gew.-%) / Cr (17,0 - 21,0 Gew.-%) / Nb (4,75 - 5,5 Gew.-%) / Mo (2,8 - 3,3 Gew.-%) / Ti (0,65 - 1,15 Gew.-%) / Al (0,20 - 0,80 Gew.-%) / Co (≤ 1,0 Gew.-%) / Cu (≤ 0,3 Gew.-%) / C (≤ 0,08 Gew.-%) / Si, Mn (je ≤ 0,35 Gew.-%) / P, S (je ≤ 0,015 Gew.-%) / B (≤ 0,006 Gew.-%) / Fe (Rest)

Relative Dichte approx. 100 %

Dichte min. 8,15 g/cm³

Mechanische Eigenschaften der Bauteile bei 20 °C

	Wie gebaut	Wärmebehandelt nach AMS 5662 [5]	Wärmebehandelt nach AMS 5664 [6]
Zugfestigkeit [7]			
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 1060 ± 50 MPa		
- in vertikaler Richtung (Z)		min. 1241 MPa	min. 1241 MPa



	typ. 980 ± 50 MPa	typ. 1400 ± 100 MPa	typ. 1380 ± 100 MPa
Streckgrenze (Rp 0.2 %) [7]			
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 780 ± 50 MPa		
- in vertikaler Richtung (Z)		min. 1034 MPa	min. 1034 MPa
Bruchdehnung [7]	typ. 634 ± 50 MPa	typ. 1150 ± 100 MPa	typ. 1240 ± 100 MPa
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. (27 ± 5) %		
- in vertikaler Richtung (Z)		min. 12%	min. 12%
E-Modul [7]	typ. (31 ± 5) %	typ. (15 ± 3) %	typ. (18 ± 5) %
- in horizontaler Richtung (XY)	typ. 160 ± 20 GPa		
- in vertikaler Richtung (Z)		170 ± 20 GPa	170 ± 20 GPa
Härte [8]	ca. 30 HRC	ca. 47 HRC	ca. 43 HRC
	ca. 287 HB	ca. 446 HB	ca. 400 HB

[5] Wärmebehandlungsprozedur nach AMS 5662:

1. *Lösungsglühen* bei 980 °C für 1 Stunde, Luft (/Argon)-Kühlung.
2. *Ausscheidungshärten*; halten auf 720 °C für 8 Stunden, Ofenabkühlung auf 620 °C über 2 Stunden, halten auf 620 °C 8 Stunden, Luft (/Argon)-Kühlung.

[6] Wärmebehandlungsprozedur nach AMS 5664:

1. *Lösungsglühen* bei 1065 °C für 1 Stunde, Luft (/Argon)-Kühlung.
2. *Ausscheidungshärten*; halten auf 760 °C für 10 Stunden, Ofenabkühlung auf 650 °C über 2 Stunden, halten auf 650 °C für 8 Stunden, Luft (/Argon)-Kühlung

[7] Mechanische Festigkeit geprüft gemäß ISO 6892-1:2009 (B) Anhang D, Proportionalstäbe, Probendurchmesser 5 mm, Anfangsmesslänge 25 mm.

[8] Rockwell C (HRC) Härtemessung gemäß EN ISO 6508-1 auf polierter Oberfläche. Zu beachten ist, dass die gemessene Härte sehr stark von der Art der Probenvorbereitung abhängen kann.

Mechanische Eigenschaften der Bauteile bei hohen Temperaturen (649 °C)

	Wärmebehandelt nach AMS 5662 [5]	Wärmebehandelt nach AMS 5664 [6]
Zugfestigkeit (Rm) [9]		
- in vertikaler Richtung (Z)	min. 965 MPa typ. 1170 ± 50 MPa	typ. 1210 ± 50 MPa
Streckgrenze (Rp 0.2 %) [9]		
- in vertikaler Richtung (Z)	min. 862 MPa typ. 970 ± 50 MPa	typ. 1010 ± 50 MPa
Bruchdehnung [9]		
- in vertikaler Richtung (Z)	min. 6 % typ. (16 ± 3) %	typ. (20 ± 3) %
Zeitstandfestigkeit [10]		
- in vertikaler Richtung (Z)	Ru, 23h, 649°C = 689 MPa 51 ± 5 Stunden (Maximalspannung 792,5 MPa)	81 ± 10 Stunden (Maximalspannung 861,5 MPa)

[9] Hochtemperatur Zugfestigkeitsprüfung bei 649 °C gemäß der Norm EN 10002-5 (92)

[10] Geprüft bei 649 °C gemäß der Norm ASTM E139 (2006) für glatte Prüflinge. Testmethode wie in AMS 5662 (3.5.1.2.3.3) beschrieben: "Die Belastung zur Erzeugung einer axialen Startspannung von 689 MPa (100ksi) soll bis zum Bruch der Probe oder aber für 23 Std. beibehalten werden. Nach Ablauf der 23 Stunden wird in Zeitintervallen von mindestens 8 Stunden die Spannung um 34,5 MPa (5 ksi) erhöht."

Thermische Eigenschaften von lasergesinterten Bauteilen

	Wärmebehandelt nach AMS 5662 [4]
Wärmeausdehnungskoeffizient	
- über 25 - 200 °C	ca. 12,5 – 13,0 x 10 ⁻⁶ m/m°C
- über 25 - 750 °C	ca. 16,6 – 17,2 x 10 ⁻⁶ m/m°C
Maximale Betriebstemperatur für Teile unter Last	ca. 650 °C
Oxidationsresistent bis zu [11]	ca. 980 °C



[11] Basierend auf Literatur zu konventionellen Ni-Legierungen mit identischer Zusammensetzung.