

TL 4

**Liefervorschrift für Sonderwerkstoffe
Delivery Specification for Super Alloys**

Inhalt	Materialeigenschaften im Anlieferungszustand für diverse Sonderlegierungen
Content	Material properties of various special alloys in delivery condition
Mitgeltende Unterlagen Related documents	siehe Text look at text

*Unterschriften sind im Original einsehbar!
Signatures can be seen in original sheet!*

	Erstellt / Issued	Geprüft / Checked	Freigegeben / Approved
	Frau Funken, PPA	Herr Ludwicki, QM	Herr Albrecht, GF
Unterschrift / Signature			

Qualität / Quality:	Nickelbasislegierungen und Sondermaterialien / Nickel alloys and special material
Sorten/ Grades:	Inconel, Hastelloy, Nimonic, Phynox, Elgiloy, Monel, Titan in diversen Variationen / in various variations Federbronze / phosphorus bronze.
Einsatzzweck /Application:	Herstellung von kaltgewickelten Druck-, Zug- und Schenkelfedern / production of cold coiled compression, tension and torsion springs
Anlieferungszustand / as received condition:	Federhart gezogen, gleitgünstig in Ringen oder Drahtbündeln / spring tempered in coils or bars
Oberflächenausführung /Surface condition:	Die Oberfläche muss glatt und frei von Ungängen sein, die die Verwendung des Drahtes beeinträchtigen können. The surface must be flat and free of discontinuities that may affect the use of wire
Chemische Analyse / Chemical analysis:	nach den gültigen AMS Normen (Quelle: www.alloywire.com) oder Kundenforderung. Federbronze nach DIN EN 12166:1998 /acc. to actual AMS standards (origin: www.alloywire.com), or customers´demands; phosphorous bronze acc. to EN 12166:1998

Prüfumfang // Test Scope

Erforderliche Prüfungen am Federdraht je Schmelze, Abmessung und
Wärmebehandlungslos.

Necessary tests on spring wire per charge number, dimension and heat-treatment lot :

- a) Chem. Analyse je Charge / chem. analysis per charge number

- b) Festigkeitprüfung des Vormaterials zur Ermittlung der Zugfestigkeit.
strength test on raw material for determination of tensile strength

- c) (Angabe der Streckgrenze oder 0,2% Dehngrenze/
Yield strength or 0,2% proof strength)
- d) (Angabe der Bruchdehnung in %/
Elongation in %)
- e) Bei Draht 0,5 bis 1,5 mm kann der Wickelversuch durchgeführt werden.
for wire 0,5 to 1,5 mm a wrap test can be performed
- f) Sichtkontrolle der Oberflächenbeschaffenheit
visual control surface condition
- g) Werkstoffverwechslungsprüfung nach einem geeignetem Verfahren.
material identification by suitable procedure
- h) Bestätigung des Wärmebehandlungszustandes.
Confirmation of heat treatment condition

Weitere Prüfungen, wenn in der Norm EN 10270-3 gefordert
Die erforderlichen Prüfungen a bis f sind in einem WAZ 3.1 zu dokumentieren
Further tests if required in EN 10270-3.
The necessary tests a to f has to be documented in inspection certificate 3.1

Draht / wire

Eine Schmelze pro Lieferlos.

Schweißstellen sind zu kennzeichnen, der Ringanfang ist ebenfalls zu kennzeichnen
/one heat per delivery lot, welds and start of coil have to be marked

Stabmaterial /bars

Eine Schmelze pro Lieferlos / one heat per delivery lot

Stababbildung / binding of bars

Ringabbildung /Binding of the coils Jeder Ring ist 3 x fest mit Bandeisen abzubinden.

Abbindung ist so durchzuführen, dass hierdurch keine Beschädigungen an der Mantelfläche des Drahtes entstehen. / Each coil is to bind together with strip iron 3 times without generating partial damages

Etikettierung / Labeling:

An jedem Ring ist ein Etikett anzubringen, welches mit mindestens folgenden Daten zu versehen ist: /
Each coil must be labeled with following data at least
- Hersteller / producer

- Chargennummer / heat number
- Werkstoff / material
- Wärmebehandlungszustand / heat treatment
- Abmessung / dimension
- **Gewicht / weight**

Maßtoleranz: Als Maßtoleranz hat die EN 10270-3: 2001, Tabelle 5 Gültigkeit. Falls besondere Anforderungen an die Toleranz gestellt werden, sind diese gesondert bei der schriftlichen Bestellung aufgeführt.

Tolerances: Tolerances are due to EN 10270-3:2001, table 5

Sonstiges / other items: Zu jeder Lieferung ist ein Werkszeugnis nach EN 10204-3.1 und ein Herstellerzeugnis beizufügen, mit Angabe der Erschmelzungsart und der Referenzwerte bezüglich der Materialeigenschaften und der Werkstoffnorm nach ASME III und ASTM. /

Bestätigung der Oberflächenbesichtigung und Werkstoffverwechslung im 3.1 Zeugnis neben der Werkstoffnummer muss auch die AISI-Nummer im 3.1-Zeugnis mit aufgeführt werden

A works certificate acc. To EN 10204-3.1 and a manufacturer's certificate must be added on each delivery containing melting conditions and reference values due to material properties and material standard in accordance to ASME III and ASTM material number. / **indication of surface check and material id-test in 3.1 documentation/ indication of AISI-number must also be in 3.1-documentation**

Inconel 718

1.) Chemische Analyse / Chemical analysis

Ni+Co	Cr	Fe	Nb+Ta	Mo	Ti	Al	C	Mn	Si
50 - 55	17 - 21	bal	4,75–5,5	2,8–3,3	0,65–1,15	0,2 – 0,8	< 0,08	< 0,35	< 0,35
P	S	Co	B	Cu	Pb	Bi	Se		
< 0,015	< 0,015	< 1,0	< 0,006	< 0,3	< 0,0005	< 0,00003	< 0,0003		

2.) Lieferzustand / Condition of supply

Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

- | | |
|---|---|
| No 1 Spring Temper/Spring Temper | <ol style="list-style-type: none"> 1. Solution Anneal at 980°C (1800°F) for 1 hour and air cool and 2. Age harden at 720°C (1330°F) for 8 hours and furnace cool to 620°C (1150°F) and hold at 620°C (1150°F) for a total age hardening time of 18 hours and air cool. |
| No.1 Spring Temper/Spring Temper
(NACE MRO175) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 1010°C (1870°F) 2 hours and air cool. and 2. 790°C (1455°F) 6 hours and air cool. |

ZUSTAND //CONDITION	Temperaturbereich // APPROX SERVICE TEMPERATURE		
Annealed	800-1000 N/mm ²	-	-
No 1 Spring Temper	1000-1200 N/mm ²	-	-
No 1 Spring Temper + Annealed + Aged	1250-1450 N/mm ²	-200° to +550°C	-330° to +1020°F
Spring Temper	1300-1500 N/mm ²	-	-

NORMEN //STANDARDS				
AMS 5663	AMS 5832	AMS 5962	AMS 5662	ASTM B637
Spring Temper + Annealed + Aged	1250-1450 N/mm ²	-200° to +550°C	-330° to +1020°F	

Werte aus / values taken from www.alloywire.com

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

Inconel X 750 / SAE AMS 5699G / 2.4669

1.) Materialzustand / Material condition: Spring Temper

1.a) Drahtdurchmesser nach AMS 5699

2.) Anwendungsbereich / Range of application: bis / up to 15,88 mm (0,625 inch)

3.) Chemische Analyse / Chemical analysis:

C	Mn	Si	S	Cr	Ni	Nb	Ti	Al	Fe
<0,08	<1	<0,50	<0,01	14-17	>70	0,7-1,2	2,25-2,75	0,4-1,0	5-9
Co	Ta	Cu							
<1	<0,05	<0,5							

4.) Lieferzustand: Kalt gezogen nach dem Warmwalzen und Lösungsglügen.

Delivery condition <= 6,35 zwischen 50 % und 65 % Kaltreduktion

[6,35 mm;15,88 mm] >30 % Kaltreduktion

Cold drawn after hot rolling and after having been solution Annealed.

Bar dia: <= 6,35: cold reduction between 50 % und 65 %

[6,35 mm;15,88 mm] >30 % of cold reduction

Zugfestigkeit // Tensile strength:

<= 6,35 mm 1310 MPa minimum

>6,35 – 15,88 mm: 1103 MPa minimum

Torsion: min 5 mal um einen Dorn 4 x d /

Torsion test: 5 times at minimum around a mandrel equal to 4 x wire dia.

Nach dem Ausscheidungshärten (649 °C / 4h) Temperaturbereich bis 371 °C /

After precipitation hardening (649 °C / 4h) temperature range of application up to 371 °C

Zugfestigkeit / Tensile Strength

<= 6,35 mm 1517 MPa minimum

> 6,35 mm bis 10,62 1379 MPa minimum

>10,62 bis 15,88 mm 1241 MPa minimum

Nach dem Lösungsglühen und Ausscheidungshärten (nach dem Wickeln!!!) /

After solution annealing, stabilizing and precipitation hardening at

1149 °C / 2h / Luft (air) + 843 °C / 24h / Luft (air) + 704 °C / 20 h / Luft (air)

Zugfestigkeit / Tensile strength at bar dia

0,3 – 6,35 mm 1034 MPa minimum

>6,35 – 15,88 mm 1000 MPa minimum

Temperaturbereich / temperature range of application : **max 550° C**

5.) Probenahme und Prüfung: in Übereinstimmung mit SAE 2371 / Sampling and testing in accordance to SAE 2371

No 1 Temper condition: Age harden at 730°C (1350°F) for 16 hours and air cool

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

Nimonic 90 2.4632/2.4969

1.) Chemische Analyse / Chemical analysis in %

Ni	Al	B	C	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Si
Rest /balance	1,0 –2,0	Max. 0,02	Max. 0,13	15,0 – 21,0	18,0 – 21,0	Max. 0,20	Max. 1,5	Max. 1,0	Max. 1,0
Ti	P	S	Zr	Pb	Ag	Bi			
2,0 – 3,0	Max. 0,020	Max. 0,015	Max. 0,15	<0.002	< 0.0005	< 0.0001			

2.) Zugfestigkeit / Tensile strength

Lieferzustand / Delivery condition : Spring temper = Lösungsgeglüht und hart gezogen //
solution annealed plus hard drawn:

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Die Lieferung ist erst dann vollständig, wenn alle Prüfbescheinigungen beim Besteller eingegangen sind. // Delivery is complete and will be paid when all test documents are in the hands of the orderer.

4.) Siehe „Sonstiges“ // Look at „Other Items“

Solution Annealed	Age harden at 750°C (1380°F) for 4 hours and air cool. *
Spring Temper	Age harden at 650°C (1200°F) for 4 hours and air cool. *
Spring Temper	Age harden at 600°C (1110°F) for 16 hours and air cool. *

Warmebehandlung / Condition

Zugfestigkeit / Tensile Strength Anwendungstemperatur /service temperature

Lösungsgeglüht / Solution annealed	800 –1000 MPa	-
Lösungsgeglüht + ausgelagert/ Solution Annealed + aged	1300 –1400 MPa	<= 550 °C
Lösungsgeglüht + hart gezogen / Solution annealed + hard drawn	1300 – 1500 MPa	-
Lösungsgeglüht + hart gezogen + Ausgelagert / Solution annealed + hard drawn + aged	1500 – 1800 Mpa	<=350 °C

Hastelloy C4 2.4610

Chemische Analyse / Chemical analysis

Ni	Cr	Mo	Fe	Co	C	Si	Mn	P	S
bal	14-18	14-17	< 3,0	< 2,0	< 0,015	< 0,08	< 1,0	< 0,04	< 0,03
Ti									
< 0,7									

Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Federhart / Annealed / spring temper

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Stress relieve at 400°C - 450°C (750°F - 840°F) for 2 hours and air cool.

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur // Service temperature
Geglüht / annealed	800 – 1100 MPa	- 200° to + 400 °C

Federhart / spring temper	1300 – 1500 MPa	- 200° to + 400 °C
---------------------------	-----------------	--------------------

Normen / Standards ASTM B619 ASTM B574

Hastelloy C22 2.4602

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Ni	Cr	Mo	Co	W	Fe	C	Si	Mn	V
Bal	20,0-22,5	12,5-14,5	< 2,5	2,5-3,5	2-6	< 0.015	< 0.08	< 0.5	< 0.35
P	S								
< 0.02	< 0.02								

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Federhart // Annealed / spring temper

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln // Heat treatment after coiling

Stress relieve at 400°C - 450°C (750°F - 840°F) for 2 hours and air cool.

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur / Service temperature
Geglüht / annealed	800 – 1100 MPa	- 200° to + 400 °C
Federhart / spring temper	1400 – 1700 MPa	- 200° to + 400 °C

Normen / Standards ASTM B619 ASTM B574

Hastelloy C276 2.4819

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Ni	Cr	Mo	Fe	W	Co	C	Si	Mn	V
Bal	14,5-16,5	15-17	4-7	3-4,5	< 2.5	< 0.01	< 0.08	< 1.0	< 0.35
P	S								
< 0.04	< 0.03								

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Federhart // Annealed / spring temper

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln // Heat treatment after coiling

Stress relieve at 400°C - 450°C (750°F - 840°F) for 2 hours and air cool.

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur // Service temperature
Geglüht / annealed	850 – 1050 MPa	- 200° to + 400 °C
Federhart / spring temper	1300 – 1600 MPa	- 200° to + 400 °C

Normen / Standards ASTM B619 ASTM B574

Phynox /Elgiloy 2.4819

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Co	Cr	Ni	Mo	Fe	C	Mn	Si	P	S
39-41	19-21	14-16	6-8	bal	< 0.15	1,5-2,5	< 1.2	< 0.015	< 0.015
Be									
< 0.1									

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Annealed kann nicht durch Auslagern gehärtet werden /
cannot be age hardening in annealed condition

Federhart / Spring temper Auslagerungshärten / Age hardened at 520 °C /5 h

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur // Service temperature
Geglüht / annealed	800 – 1050 MPa	- 185° to + 450 °C
Federhart / spring temper	1300 – 1900 MPa	- 185° to + 450 °C
Federhart und ausgelagert / Spring temper + aged	1900 – 2200 MPa	- 185° to + 450 °C

Normen / Standards AMS 5833 ISO 5832 AMS 5834

MP35N UNS R300035

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Co	Cr	Ni	Mo	C	P	Si	B	Mn	S
Bal	19-21	33-37	9-10,5	< 0.025	< 0.015	< 0.15	< 0.01	< 0.15	< 0.01
Ti	Fe								
< 1.0	< 1.0								

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Annealed kann nicht durch Auslagern gehärtet werden / cannot be age hardening in annealed condition

Federhart / Spring temper Auslagerungshärten / Age hardened at 650 °C / 4 h

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur / Service temperature
Geglüht / annealed	800 - 1000 MPa	- 200° to 315 °C
Federhart / spring temper	1400 - 1900MPa	- 200° to 315 °C
Federhart und ausgelagert / Spring temper + aged	1900 – 2200 MPa	- 200° to 315 °C

Normen / Standards AMS 5844

Waspaloy 2.4654

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical Analysis in mass %

Co	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Fe	C	Mn
12-15	18-21	bal	3,5-5	1,2-1,6	2,75-3,25	< 2.0	0,02-0,10	< 0,1
Si	P	S	B	Zr	Cu	Pb	Bi	Se
< 0,15	< 0,015	< 0,015	0,003-0,01	0,02-0,08	< 0.1	< 0.0005	< 0.00003	< 0.0003

2.) Lieferzustand / Supply Condition

Lösungsgeglüht / Solution Annealed Stabilize at 843 ° /4 h plus age hardenend at 760 °C / 16 h

Federhart / Spring Temper 1050 °C / 4h / air plus 843 °C/24 h / air plus 760 ° /16 h /air

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur / Service temperature
Lösungsgeglüht / Solution Annealed	800 - 1100 MPa	Up to 550 °C
Lösungsgeglüht und gealtert / Solution Annealed + aged	1300 - 1500MPa	*)
Federhart / Spring tempered	1300 – 1600 MPa	*)
Federhart, geglüht und ausgelagert / Spring Temper + Annealed + Aged	1300 – 1600 MPa	*)

*) abhängig von der Federkonstruktion / Depending on spring design

Normen / Standards AMS 5544 AMS 5708 AMS 5828

Titanium Grade 5 3.7164

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Ti	Al	V	H	N	C	Fe	O
Rest / Balance	5,5 – 6,75	3,5 – 4,5	0,015 max	< 0.05	< 0.1	< 0.4	< 0.2

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Federhart / Annealed / spring temper

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Annealed / Stress relieve at 250°C - 650°C for 0,5 - 4 hours and air cool.

Zustand / Condition of Supply	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur // Service temperature
Geglüht / annealed	950 - 1100 MPa	- 200° to + 400 °C
Federhart / spring temper	1100 – 1400 MPa	- 200° to + 400 °C

Normen / Standards ASTM B348

Alloy 20 CB 3_Legierung / Alloy 20 CB 3 Specification

1.) Chemische Analyse in Gewichts-%/ Chemical analysis in mass %

Ni	Cr	Cu	Mo	C	Fe
32 - 38	19 - 21	3 - 4	2 - 3	< 0,07	BAL

2.) Lieferzustand / Supply condition

Geglüht / Federhart / Annealed / spring temper

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

3.) Wärmebehandlung nach dem Wickeln / Heat treatment after coiling

Spannungsfreiglühen bei 250 - 530 °C (480 - 990 °F) für 1 Stunde und Luftkühlung. /

Annealed / Stress relieve at 250°C - 530°C (480 – 990 °F) for 1 hour and air cool.

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur / Service temperature
Geglüht / annealed	600 - 900 MPa	- 200° bis / to + 300 °C - 330 bis / to + 570 °F
Federhart / spring temper	1200 – 1800 MPa	- 200° bis / to + 300 °C - 330 bis / to + 570 °F

Monel K-500 Werkstoff- Nr.: 2.4375 BS 3075 & 3076 NA 18 AWS 041 UNS N05500

Chemische Analyse in %// Chemical analysis in %:

C	Mn	Si	S	Ni	Cu	Al	Ti	Fe	S
max. 0,25	max. 1,50	max. 0,50	max. 0,01	min. 63	max. 30	2,30 - 3,15	0,35 - 0,85	max. 2	Max. 0,01

Anzuliefernde Zugfestigkeit / tensile strength in delivery condition: 1300-1500 N/mm² **

Zustand / Condition	Heat Treatment (after forming)
Geglüht / annealed	Age harden and at 580 – 590 °C (1075-1095 °F) for 8-10 hours and air cool.
Federhart / spring temper	Age harden at 530 – 550 °C (985 – 1020 °F) for 4-6 hours and furnace cool to 450 °C (840 °F) at a rate of 8-15 °C (45-60 °F) per hour and air cool.
Federhart / spring temper	Age harden at 530 – 540 °C (985 – 1005 °F) for 4-6 hours and air cool.

Zustand / Condition	Zugfestigkeit / Tensile strength	Anwendungstemperatur / Service temperature
Geglüht / annealed	650-850 N/mm ² (94-123 ksi)	-100 to +260°C (-150 to +500°F)
Geglüht / annealed+aged	950-1050 N/mm ² (138-167 ksi)	-100 to +260°C (-150 to +500°F)
Federhart / spring temper	1000-1300 N/mm ² (145-189 ksi)	-110 to +260°C (-150 to +500°F)
Federhart / spring temper+aged	1200-1500 N/mm ² (174-218 ksi)	-100 to +260°C (-150 to +500°F)

****Die Werte des gelieferten Zeugnisses müssen innerhalb dieser Wertebereiche liegen. Für alle Materialien gilt: Die Zugfestigkeit kann von den o.a. Werten abweichen. Die höchstmögliche Zugfestigkeit im Lieferzustand ist anzustreben. Abweichungen sind mit unserer Qualitätsstelle im Vorfeld abzustimmen!**

**** The values of the delivered certificate has to be in between the mentioned strengthes**

For all materials: The strengthes may differ from above values. The highest strength in delivery condition has to be persued. Deviations has to be adjusted with our quality department before delivery!