

# Materialdatenblatt

## Material Data Sheet



# Fe-Alloy Invar 36<sup>®</sup> / 1.3912 <sup>[1]</sup>

## Allgemeines

Invar 36<sup>®</sup> ist eine Eisenbasislegierung mit 36 % Nickel. Eine Besonderheit des Materials ist der extrem niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient unterhalb seiner Curie-Temperatur von etwa 280 °C. Bauteile aus Invar 36<sup>®</sup> weisen gute mechanische Kennwerte bei tiefen Temperaturen sowie eine niedrige Kriechbeständigkeit auf. Anwendungsbereiche für Invar 36<sup>®</sup> sind Uhrenbauteile, Ventile in Motoren, Bimetalle, Komponenten für optische und Lasersysteme sowie Bauteile für die Luft- und Raumfahrt. Eine konventionelle Bearbeitung des Materials ist schwierig aufgrund seiner weichen und elastischen Materialeigenschaften. Aus diesem Grund ist eine Verarbeitung von Invar 36<sup>®</sup> mittels SLM<sup>®</sup>, auch durch die Möglichkeit der Herstellung komplexe Geometrien, vorteilhaft.

## General

Invar 36<sup>®</sup> is an iron-based alloy with 36 % nickel. A special feature of this material is its low coefficient of thermal expansion below its Curie temperature of 280 °C. Invar 36<sup>®</sup> also has excellent mechanical properties and a low tendency to fatigue in cryogenic environment. Fields of application are components that require both a high reliability and a high dimensional stability. For example, Invar 36<sup>®</sup> is used for space equipment, clocks, valves in engines, bimetallic thermostats, optic and laser systems, and precision instruments.

## Materialaufbau

Bauteile aus Invar 36<sup>®</sup> weisen nach dem Aufbau mit dem SLM<sup>®</sup> Verfahren ein homogenes, nahezu porenfreies Gefüge auf, wodurch die mechanischen Kennwerte im Bereich der Materialspezifikation liegen. Durch eine anschließende Nachbehandlung wie Wärmebehandeln (z.B. Spannungsarmglühen, Weichglühen, Stabilisierungsglühen) können die Bauteileigenschaften an die individuellen Bedürfnisse angepasst werden.

## Material Structure

SLM<sup>®</sup>-processed components out of Invar 36<sup>®</sup> show a homogenous, nearly void free structure, with mechanical characteristic values in the range of material specifications. By post processing like heat treatment (e.g. stress-relief annealing, soft annealing, stabilizing annealing), material properties can be adjusted to individual required conditions.

# Materialdatenblatt

## Material Data Sheet



# Fe-Alloy Invar 36® / 1.3912 [1]

### Physikalische und chemische Eigenschaften Physical and Chemical Properties

Massendichte <sup>[2]</sup> Mass density <sup>[2]</sup>	8,1 g/cm <sup>3</sup>		
Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C Thermal conductivity at 20 °C	12,8 W/(m·K)		
Wärmeausdehnungskoeffizient von 22 °C bis 100 °C Coefficient of thermal expansion from 22 °C to 100 °C	0,55 – 1,20·10 <sup>-6</sup> 1/K		
Schichtdicke Layer thickness	30 µm <sup>[3]</sup>		
Bauteildichte <sup>[4]</sup> Component density <sup>[4]</sup>	> 99,5 %		
Theoretische Aufbaurate je Laser <sup>[5]</sup> Theoretical build-up rate per laser <sup>[5]</sup>	10,0 cm <sup>3</sup> /h		
Chemische Zusammensetzung [Massenanteil in %] <sup>[6]</sup> Chemical composition [Mass fraction in %] <sup>[6]</sup>	Element	Min.	Max.
	Fe	Balance	Balance
	Ni	35,00	37,00
	Cr		0,50
	Mn		0,50
	Si		0,50
	C		0,10
	Other each		0,20
	Other total		0,50
Partikelgröße <sup>[6]</sup> Particle size <sup>[6]</sup>	10 – 45 µm		
Partikelform <sup>[7]</sup> Particle shape <sup>[7]</sup>	Sphärisch Spherical		

# Materialdatenblatt

## Material Data Sheet



# Fe-Alloy Invar 36® / 1.3912 [1]

### Mechanische Kennwerte Mechanical Data

**Schichtdicke 30 µm<sup>[3]</sup>**  
**Layer thickness 30 µm<sup>[3]</sup>**

**Wie gebaut**  
**As-built**

**Wärmebehandelt<sup>[11]</sup>**  
**Heat-treated<sup>[11]</sup>**

M: Mittelwert Mean  
SD: Standardabweichung Standard deviation

	M	SD	M	SD
--	---	----	---	----

#### Zugprüfung<sup>[8]</sup>

##### Tensile test<sup>[8]</sup>

			Wie gebaut		Wärmebehandelt	
			M	SD	M	SD
Zugfestigkeit Tensile strength	R <sub>m</sub> [MPa]	0°	508	15	510	15
		45°	487	15	487	15
		90°	443	15	443	5
Dehngrenze Offset yield strength	R <sub>p0,2</sub> [MPa]	0°	404	4	392	14
		45°	394	2	386	2
		90°	352	4	354	4
Bruchdehnung Elongation at break	A [%]	0°	31	5	33	5
		45°	33	5	32	5
		90°	35	5	34	5
Brucheinschnürung Reduction of area	Z [%]	0°	71	1	71	3
		45°	72	3	71	5
		90°	80	2	79	2
Elastizitätsmodul Young's modulus	E [GPa]	0°	153	11	138	13
		45°	125	17	151	13
		90°	131	8	126	5

#### Härteprüfung<sup>[9]</sup>

##### Hardness test<sup>[9]</sup>

			Wie gebaut		Wärmebehandelt	
			M	SD	M	SD
Härte nach Vickers Vickers hardness	HV10		149	2	-	-

#### Rauheitsmessung<sup>[10]</sup>

##### Roughness measurement<sup>[10]</sup>

			Wie gebaut		Wärmebehandelt	
			M	SD	M	SD
Mittenrauwert Roughness average	Ra [µm]		13	3	-	-
Gemittelte Rautiefe Mean roughness depth	Rz [µm]		82	21	-	-

# Materialdatenblatt

## Material Data Sheet



### Fe-Alloy Invar 36® / 1.3912 [1]

Die Eigenschaften und mechanischen Kennwerte gelten für von SLM Solutions geprüftes und vertriebenes Pulver, das mittels der Original-Parameter von SLM Solutions auf den Maschinen von SLM Solutions gemäß der jeweils gültigen Bedienungsanleitung (inklusive Installationsbedingungen und Wartung) verarbeitet wurde. Die Bestimmung der Bauteileigenschaften erfolgt gemäß angegebener Vorgehensweisen. Weitere Details zu den von SLM Solutions verwendeten Vorgehensweisen sind auf Anfrage erhältlich.

Die Angaben entsprechen unserem Kenntnis- und Erfahrungsstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung und bilden für sich allein keine ausreichende Grundlage für eine Bauteilauslegung. Bestimmte Eigenschaften von Produkten oder Bauteilen oder die Eignung von Produkten oder Bauteilen für spezifische Anwendungen werden nicht garantiert. Der Hersteller von Produkten oder Bauteilen ist für die qualifizierte Überprüfung der Eigenschaften und der Eignung für konkrete Anwendungen verantwortlich. Der Hersteller von Produkten oder Bauteilen ist verantwortlich für die Wahrung möglicher Schutzrechte Dritter sowie bestehender Gesetze und Bestimmungen.

The properties and mechanical characteristics apply to powder that is tested and sold by SLM Solutions, and that has been processed on SLM Solutions machines using the original SLM Solutions parameters in compliance with the applicable operating instructions (including installation conditions and maintenance). The part properties are determined based on specified procedures. More details about the procedures used by SLM Solutions are available upon request.

The specifications correspond to the most recent knowledge and experience available to us at the time of publication and do not form a sufficient basis for component design on their own. Certain properties of products or parts or the suitability of products or parts for specific applications are not guaranteed. The manufacturer of the products or parts is responsible for the qualified verification of the properties and their suitability for specific applications. The manufacturer of the products or parts is responsible for protecting any third-party proprietary rights as well as existing laws and regulations.

DEUTSCHLAND ■ ÖSTERREICH ■ FRANKREICH ■ ITALIEN ■ USA ■ SINGAPUR ■ RUSSLAND ■ INDIEN ■ CHINA

SLM Solutions Group AG | Estlandring 4 | 23560 Lübeck | Deutschland  
Fon +49 451 4060-3000 | Fax +49 451 4060-3250 | [www.slm-solutions.com](http://www.slm-solutions.com)



SLM® und SLM Solutions sind eingetragene Marken der SLM Solutions Group AG.

# Materialdatenblatt

## Material Data Sheet



# Fe-Alloy Invar 36<sup>®</sup> / 1.3912 <sup>[1]</sup>

- [1] **Material gemäß DIN 1715-1:1983.**  
Material according to DIN 1715-1:1983.
- [2] **Materialdichte variiert im Rahmen der möglichen Variationen der chemischen Zusammensetzung.**  
Material density varies within the range of possible chemical composition variations.
- [3] **Materialdatei Invar\_SLM\_MBP2.2\_30\_CE2\_400W\_Stripes\_V1.0**  
Material data file: Invar\_SLM\_MBP2.2\_30\_CE2\_400W\_Stripes\_V1.0
- [4] **Optische Dichtebestimmung mittels Lichtmikroskopie.**  
Optical density determination by light microscopy.
- [5] **Theoretische Aufbaurrate je Laser = Schichtdicke x Scangeschwindigkeit x Spurbstand.**  
Theoretical build-up rate for each laser = layer thickness x scan speed x track distance.
- [6] **Bzgl. pulverförmigen Ausgangsmaterials.**  
With respect to powder material.
- [7] **Gemäß DIN EN ISO 3252:2001.**  
According to DIN EN ISO 3252:2001.
- [8] **Zugprüfung gemäß DIN EN ISO 6892-1:2017 B (DIN 50125:2016 – D6x30); Ausrichtung: 0°, 45°, 90°.**  
Tensile test according to DIN EN ISO 6892-1:2017 B (DIN 50125:2016 – D6x30); orientation: 0°, 45°, 90°.
- [9] **Härteprüfung gemäß DIN EN ISO 6507-1:2018.**  
Hardness testing according to DIN EN ISO 6507-1:2018.
- [10] **Rauheitsmessung gemäß DIN EN ISO 4288:1998; λc = 2,5 mm.**  
Roughness measurement according to DIN EN ISO 4288:1998; λc = 2,5 mm.
- [11] **Wärmebehandlung zur Stabilisierung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten: 1) Glühen bei 880 °C für 0,5 h und anschließen des Abschrecken in Wasser 2) Alterungsglühen bei 300 °C für > 1h und Abkühlen an Luft 3) Erneutes Erwärmen auf 100 °C und Ofenabkühlung über 48 h.**  
Heat treatment for stabilization of thermal expansion coefficient: 1) Annealing at 880 °C for 0,5 h and quenching in water 2) Annealing at 300 °C for > 1h and cooling with air 3) Heating to 100 °C and furnace cooling for 48 h.

DEUTSCHLAND ■ ÖSTERREICH ■ FRANKREICH ■ ITALIEN ■ USA ■ SINGAPUR ■ RUSSLAND ■ INDIEN ■ CHINA

SLM Solutions Group AG | Estlandring 4 | 23560 Lübeck | Deutschland  
Fon +49 451 4060-3000 | Fax +49 451 4060-3250 | [www.slm-solutions.com](http://www.slm-solutions.com)



SLM<sup>®</sup> und SLM Solutions  
sind eingetragene Marken  
der SLM Solutions Group AG.