

Materials Services Schweiz

# Pulvermetalle

für die additive Fertigung



thyssenkrupp

THYROPRINT-XTRA  
für den additiven  
Werkzeugbau

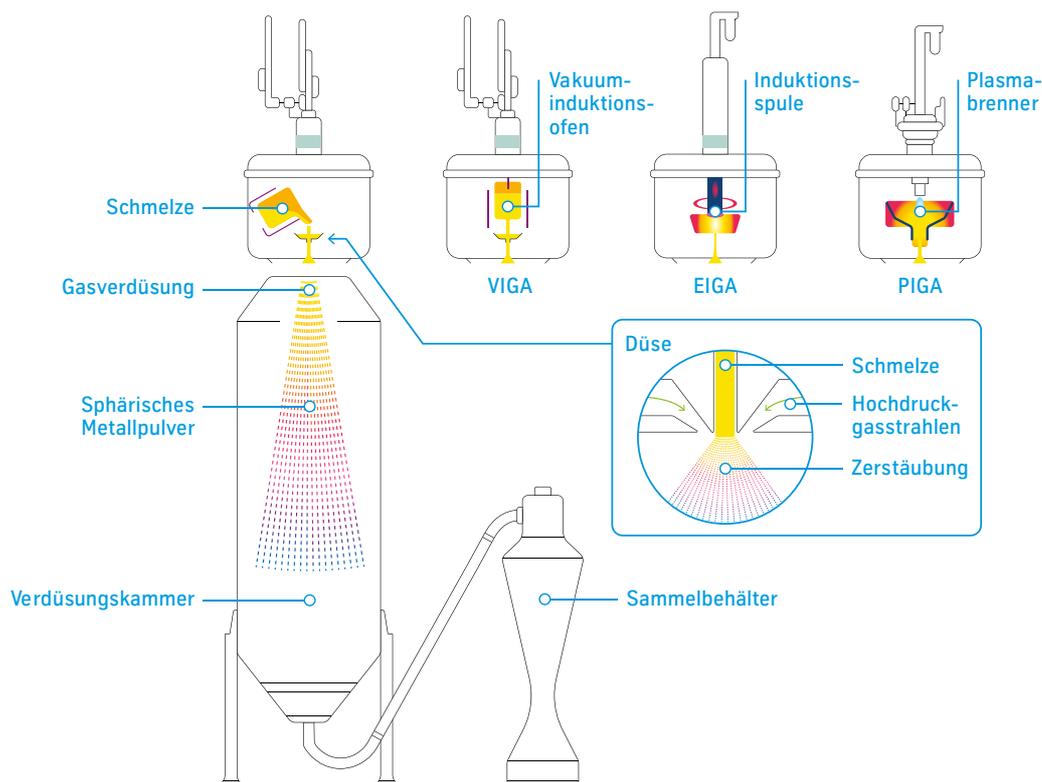


# Inhalt

<u>Pulverproduktion</u>	3
<u>thyssenkrupp und die additive Fertigung</u>	4
<u>Die AM-Wertschöpfungskette</u>	4
<u>Produktportfolio</u>	5
<u>Pulverentwicklung auf Kundenanforderung</u>	5
<u>THYROPRINT-MED / THYROPRINT-XTRA</u>	6
<u>Qualitätssicherung</u>	7
<u>Gesamtportfolio</u>	7
<u>Kontaktdaten</u>	Rückseite

# Pulverproduktion

## Gängige Verfahren



Verfahren zur Pulverproduktion			
	VIGA	EIGA	PIGA
Verfahren	Vakuum-Induktionsofen	Induktionsspule	Plasmabrenner + Cu-Trichter
Einsetzbare Werkstoffe	Ni, Cr, Co, Al hochlegierte Stähle	reaktive Legierungen, z.B. Ti	Fast alle, auch niedrigschmelzende Metalle
Legierung	Vorlegiert oder im Schmelzbad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiegfreier Schmelzprozess</li> <li>• Elektroden als Vormaterial erforderlich</li> <li>• Legierungen nur wie verfügbare Vorqualitäten (Ti-Grade 1- 5, 23)</li> </ul>	Schmelzprozess mit hoher Reinheit <ul style="list-style-type: none"> <li>• kein Stabmaterial als Vormaterial erforderlich</li> </ul>
Charakteristika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sphärische Partikel</li> <li>• geringer Sauerstoffgehalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sphärische Partikel</li> <li>• geringer Sauerstoffgehalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr sphärische Partikel</li> <li>• sehr preisintensiv</li> </ul>
Ausbringen	Körnung 0 – 500 µm Ausbringung im Bereich 20 – 150 µm: 10 – 50 % der Einsatzmenge	Körnung 0 – 250 µm Ausbringung < 45 µm: ca. 30 % der Einsatzmenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr geringe Verunreinigungen</li> <li>• Ausbringung &lt; 45 µm gering</li> </ul>



Das Ausbringen, d.h. die Optimierung des Pulveranteils im gewünschten Körnungsbereich hängt in starkem Maße ab von Faktoren wie Düsengeometrie, Gasdruck, Düsenwinkel, Gasart, Temperatur der Schmelze, Temperatur des Gases, Durchflussmenge etc.

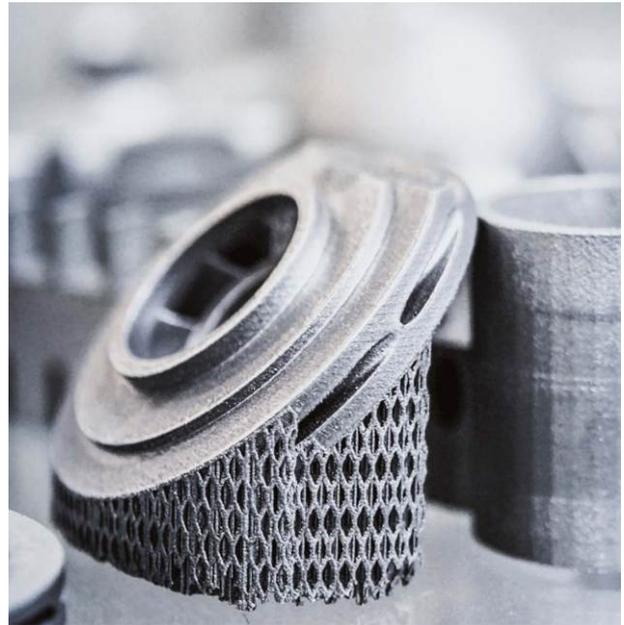
# thyssenkrupp und die additive Fertigung

Die rasante Entwicklung der additiven Fertigungsverfahren führt immer mehr zu diversifizierten Anforderungen an Maschinen, Pulver, Handhabung an der Druckmaschine sowie an die resultierenden mechanisch-technologischen Eigenschaften der gedruckten Bauteile.

Unsere modernen Metallpulver sind auf die unterschiedlichen Maschinentypen und auf das zugrunde liegende Verfahren abgestimmt. Das bedeutet: Sie erhalten von uns das optimal auf Ihren Druckprozess abgestimmte Pulver!

Sie bekommen aber noch deutlich mehr, wenn Sie Pulver bei uns beziehen:

- hohe Verlässlichkeit bei der Auftragsabwicklung
- kurze Lieferzeiten
- konstant hohe, kontrollierte Qualität
- perfekte Logistik weltweit
- wirtschaftliche Pulverpreise

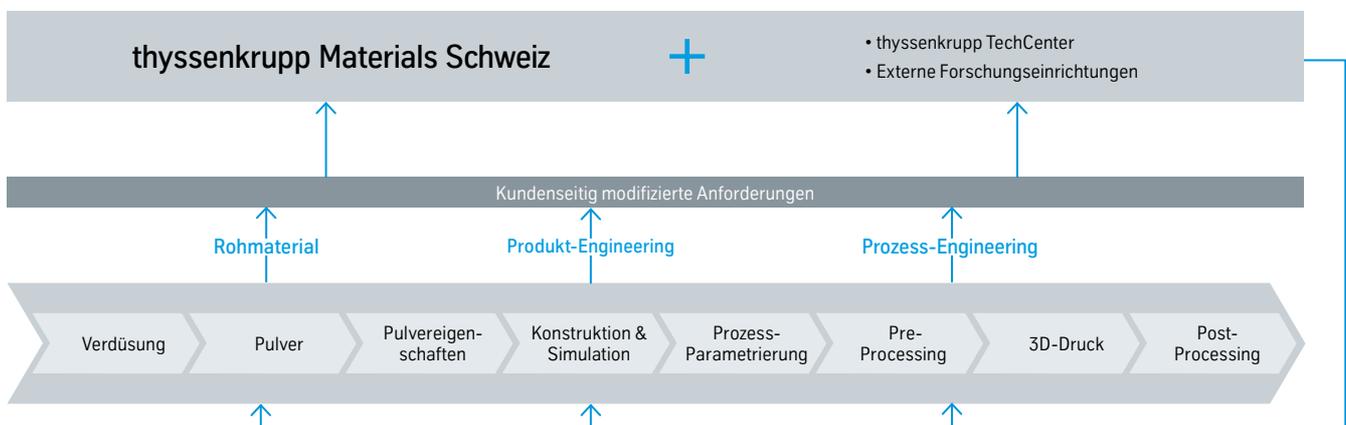


Bauteile aus TiAl6V4

## Die AM-Wertschöpfungskette

Durch die Kombination von thyssenkrupp Materials Schweiz und dem hauseigenen TechCenter ist thyssenkrupp in der Lage, die komplette AM Prozesskette abzudecken.

Bei außergewöhnlichen Anforderungen an Pulver oder Konstruktion stehen externe Institute und Forschungseinrichtungen zur Verfügung.



# Produktportfolio

Erprobte Standard-Werkstoffe für die additive Fertigung, die ohne Modifikation auf den meisten Pulverbettanlagen eingesetzt werden können:

Standard-Werkstoffe						
Bezeichnung	DIN/EN	Marke	Typ	Kategorie	Festigkeitsbereich R <sub>m</sub> (Mpa) R <sub>p0.2</sub> (Mpa)	Vickershärte (HV 10) ca.-Werte
		THYROPRINT-MED	austenitisch	rostfrei, «Implantat»	1120 915	350
		THYROPRINT-XTRA	Korrosionsbeständiger Martensit	Hochfester korrosions- beständiger Werkzeugstahl	1440-2270 Stauchgrenze σ <sub>0.2</sub>	560-640
316L	1.4404	THYROPRINT-4404	austenitisch	rostfrei	590 – 660 490 – 540	205
17-4PH	1.4542	THYROPRINT-4542	Maraging Stahl	rostfrei, aushärtbar	750 – 910 550 – 590	220
1.2709	1.2709	THYROPRINT-2709	Maraging Stahl	martensitisch härtender Werkzeugstahl	970 – 1050 750 – 900	320
1.2365	1.2365	THYROPRINT-2365	Warmarbeitsstahl	Warmarbeit, gute Wärmeleitfähigkeit	1500 – 1700 1000 – 1350	390 – 600
Inconel 625	2.4856	THYROPRINT-Ni625	Ni-Basis-Legierung	hochkorrosionsfest	920 – 1.000 660 – 750	285
Inconel 718	2.4668	THYROPRINT-Ni718	Ni-Basis-Legierung	hochkorrosionsfest, Hochtemperaturwerkstoff	950 – 1030 640 – 770	295
AlSi10Mg	3.2382	THYROPRINT-AlSi10	Aluminium- Legierung	Leichtbauwerkstoff	220 – 420 180 – 220	115
Ti6Al4V	3.7164	THYROPRINT-Ti64	Titan-Legierung	hochfester Leichtbau	830 – 1100 910 – 1200	bis zu 385

[Hier könnten Ihre Spezialwerkstoffe stehen](#)



### Hinweis:

Bitte beachten Sie unbedingt, dass durch die Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften bei der additiven Fertigung hier aufgeführte Festigkeitswerte teils deutlich unterschritten werden können. Die Eigenschaften sind unbedingt am gebauten Originalbauteil zu überprüfen!

Festigkeits- und Härteeigenschaften hängen stark vom Wärmebehandlungszustand des gedruckten Bauteils ab.

# Pulverentwicklung auf Kundenanforderung

thyssenkrupp liefert nicht nur die üblichen Standardwerkstoffe, die heute für den 3-D Druck gerne eingesetzt werden. Dank vielfältiger Modifikationsmöglichkeiten bei Legierungsaufbau, Verdüsung und nachfolgender Pulveraufbereitung ist es möglich, auch vom üblichen Standard abweichende Pulver in Losgrößen ab 50 kg herzustellen und anzubieten. Idealerweise werden solche Modifikationen in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden durchgeführt, erprobt und freigegeben.

Die enge Verknüpfung zwischen Verdüsung, thyssenkrupp Laboren, TechCenter und der thyssenkrupp Materials Schweiz ermöglicht gezielte Modifikationen am Pulver zur Eigenschafts- und Prozessoptimierung.



Ideal-kugelige Partikelausformung



Mikrostruktur eines massiven AM-Bauteils

# THYROPRINT-MED –

hochfest, nichtrostend, austenitisch und ISO-13485-konform

Die sogenannten Chrom-Mangan-Austenite bilden in der Medizintechnik eine Alternative zu Werkstoff 1.4404. Bei diesen Werkstoffen wird das Legierungselement Nickel durch Mangan ersetzt. Zudem bieten die CrMn-Austenite deutlich höhere Festigkeiten, wodurch Bauteile dünnwandiger und damit gewichtssparend designt werden können. THYROPRINT-MED wurde auf Basis der CrMn-Austenite entwickelt und zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- deutlich höhere Festigkeiten im Vergleich zu 1.4404
- höhere Korrosionsbeständigkeit als Werkstoff 1.4404
- Möglichkeit der Anwendung im Bereich der Medizintechnik aufgrund der Substitution von Ni durch Mn (Vermeidung von Nickelallergien).
- Erhöhung der Arbeitssicherheit durch die Verwendung von nickelfreiem Pulver

## Partner für Forschungsprojekt gesucht

Ziel eines geplanten Forschungsprojektes ist es, die Bioverträglichkeit des Werkstoffs THYROPRINT-MED im 3D-gedruckten Zustand zu untersuchen. Auf Basis dieser Forschungen könnte THYROPRINT-MED sowohl für Werkzeuge und Kurzzeitimplantate als auch für dauerhafte Implantate eine Alternative zu momentanen Werkstofflösungen wie Titan, CoCr oder 1.4404 werden. Für das geplante Forschungsprojekt sind wir auf der Suche nach einem interessierten Endanwender für die Legierung THYROPRINT-MED.

# THYROPRINT-XTRA –

Der Werkzeugstahl für die additive Fertigung

Die Einsatzmöglichkeiten martensitischer Werkstoffe für Werkzeuganwendungen sind in der Regel durch sehr aufwendige Prozessparameter im 3D-Druck Prozess limitiert. Und selbst dann bleibt die Rissgefahr ein Thema, welches sehr anspruchsvoll ist.

Diesem Problem begegnet die Werkstoffentwicklung **THYROPRINT-XTRA**: Es handelt sich dabei um einen korrosionsbeständigen martensitischen Werkzeugstahl mit hoher Härte, Verschleiss- und Anlassbeständigkeit, der für den Prozess der additiven Verarbeitung hin entwickelt wurde.

Im gedruckten Ausgangszustand liegt eine Härte von 53 HRC vor. Durch einfache Wärmebehandlungsschritte wie Tiefkühlen oder Anlassen kann die Härte auf bis zu 57 HRC gesteigert werden.

Die Vorteile des **THYROPRINT-XTRA** auf einem Blick:

- Ausgezeichnete Verarbeitungseigenschaften im LPBF-Verfahren
- Sehr hohe Härte von 53 HRC in gedrucktem Zustand
- Ein zusätzliches Tiefkühlen führt zu einer Härtesteigerung auf bis zu 57 HRC
- Gute Korrosionsbeständigkeit, insbesondere gegen Lochkorrosion
- Gute mechanische Eigenschaften
- Deutlich reduzierte Sicherheitsanforderungen bei der Verarbeitung im Vergleich zu Ni- und/oder Co-legierten Pulvern

Damit ist ein vielfältiges Anwendungsprofil gegeben:

- Universell einsetzbares Werkzeugstahlpulver für den 3D-Druck
- Aufgrund der hohen Anlassbeständigkeit und hoher Härte für Matrizen und Formeinsätze im Druckguss geeignet
- Kunststoffspritzguss mit Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit
- Medizinische Zwecke aufgrund fehlender Ni- und Co- Gehalte

# Qualitätssicherung

Die thyssenkrupp Zentrallabors sind zertifiziert gemäß DIN EN ISO/IEC L7025:2005 und zugelassen für die folgenden Untersuchungen (Auszug):



„chemische und thermische Untersuchungen von Stählen, Eisen- und Nichteisenwerkstoffen, Legierungen, Roheisen und anderen metallischen Materialien; chemische Untersuchungen und ausgewählte Ermittlungen der Reaktionsfähigkeit von Oxiden, Erzen, Sinter, Schlacken, feuerfesten Materialien und anderen festen, nichtmetallischen Materialien; chemische Untersuchungen von Hüttenerzeugnissen, Mineralölerzeugnissen, Feuerfestmaterialien, Polymeren, Lacken und Folien sowie Phosphatierbädern und Elektrolyse-/Behandlungsbädern; Untersuchungen von Sinter, Schlacken und Gesteinen; mechanisch-technologische, metallografische und metallkundliche Untersuchungen metallischer Werkstoffe; Korrosions- und Beständigkeitsuntersuchungen, etc.“

Sämtliche von uns gelieferten Pulver unterliegen strengen Qualitätskontrollen. Ziel ist es hierbei, die Chargenabhängigkeit

der Pulvereigenschaften auf das mögliche Minimum zu reduzieren. Werksbescheinigungen können den Lieferungen beigegeben werden.

In Zusammenarbeit mit den thyssenkrupp Zentrallabors und dem thyssenkrupp TechCenter für die additive Fertigung sorgen wir qualifiziert für die kontinuierliche Überwachung und damit für den konstant hohen Qualitätslevel der AM-Pulver.

# Gesamtportfolio

Neben den Pulvern für die additive Fertigung bietet thyssenkrupp eine grosse Vielfalt an Metallpulvern für diverse Anwendungsbereiche auf Fe-, Al-, Ni-, und Ti-Basis an. Die Palette umfasst:

- ultrafeine Pulver für die MIM Technik (Metallpulverspritzguss)
- Pulver für thermische Spritz- und Plasmaspritzprozesse
- Lötpulver
- Pulver für das heissisostatische Pressen (HIP)

Zum Lieferumfang zählen ebenfalls pulverförmige

- Ferro-Legierungen
- Carbide
- Nitride
- Refraktärmetalle
- weichmagnetische Legierungen
- Ni-Basis Legierungen
- Ti Legierungen
- Al-Legierungen
- Amorphe Legierungen

Auch Abweichungen vom Standard können auf Kundenwunsch oft realisiert werden.

Einsatzbereiche finden sich in allen Industriesparten: Schweisszusätze für nahezu alle Anwendungen, Hartbeschichtungen, Löten, Sintertechnik für den Automobilbau und die Luftfahrttechnik, Medizintechnik, bis hin zu besonderen Anwendungen mit Spezialwerkstoffen, worunter auch die additive Fertigung zu zählen ist.

Ermöglicht wird dieses umfassende Angebot durch die weltweite Präsenz von thyssenkrupp. Mit Quellen in der ganzen Welt steuern wir die Rohstoffströme, welche für diverse Industriezweige lebenswichtig sind.

## Materials Services Schweiz

thyssenkrupp Materials Schweiz AG  
Industriestrasse 20 / Bronschhofen  
Postfach  
CH-9501 Wil  
P: +41 (0)71 913 64 00  
info.tkmch@thyssenkrupp-materials.com  
www.thyssenkrupp-materials.ch  
Online-Shop: www.world-of-materials.ch