



INNOVATIONSGUIDE

TECHNOLOGIEN, ANWENDUNGEN UND LÖSUNGEN
RUND UM DIE ADDITIVE FERTIGUNG



5. Auflage September 2025

Covergestaltung, Layout und Satz: Jennifer Nadenik

Bildmaterial: Mario Langbein, Steffen Galster, Petra Kellner (S. 3, 118, 141, 144, 146, 148, 149)

Texte: Jennifer Nadenik, Elisabeth Bauer

Alle Rechte der Verbreitung, auch die des auszugsweisen Nachdrucks der fotomechanischen Wiedergabe und der Verwertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen vorbehalten.

**„ MACHEN SIE SICH FREI
VON BESTEHENDEN
LÖSUNGEN. “**



VORWORT

Spüren Sie es? Sie halten gerade ein Werkzeug in Ihren Händen.

Vor mehr als 30 Jahren habe ich FIT als „Fruth Innovative Technologien“ gegründet, weil ich davon überzeugt war und bin, dass die Additive Fertigung ein Werkzeug ist, um innovative Ideen zu realisieren und so eine bessere Welt zu erschaffen. Allerdings ist ein Werkzeug per se nicht innovativ, denn Innovation entsteht im Kopf und manifestiert sich erst anschließend durch eine Nutzung des entsprechenden Werkzeugs. In diesem Geist ist Innovation seit mehr als 25 Jahren ein wesentlicher Teil unserer Philosophie, unserer Ziele und unseres Handelns, und die Additive Fertigung ist das Werkzeug dazu, die Ideen unserer Kunden zu kommerzialisieren. Nur dann ergibt Innovation einen Sinn.

Heute ist die Fähigkeit, innovativ zu sein, wichtiger denn je. Sie entscheidet über die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens in Zeiten großer struktureller Veränderungen, denen sich z.B. die Automobilindustrie oder die Luftfahrtbranche ausgesetzt sehen. Um die Wucht des Wandels zu meistern, reicht es nicht mehr aus, Bestehendes ein bisschen besser, günstiger oder schneller zu machen. Um im harten Wettbewerb erfolgreich zu bestehen, sind vielmehr radikale Innovationen gefragt, die völlig neue Geschäftsmodelle und Produkte zu Tage fördern. Radikal innovativ zu sein ist jedoch leichter

gesagt als getan, denn es verlangt ein vollkommen verändertes Denken und Handeln.

Mit unserem Innovationsguide, den ich Ihnen heute überreichen darf, möchten wir Sie einladen, frei von bestehenden Konventionen über die Herausforderungen Ihrer Kunden aus einem anderen, dem additiven Blickwinkel nachzudenken. Zur Inspiration und Information finden Sie in diesem Buch verschiedene Anwendungsbeispiele aus unterschiedlichen Branchen, sowie einen Überblick über Technologien und das Serviceportfolio der FIT. Wir möchten Ihnen damit die Welt der Additiven Fertigung näher bringen und Ihnen gleichzeitig versichern, dass wir Sie jederzeit als Ihr „AM-Guide“ sicher und auf schnellstem Weg zum Ziel führen werden - dem Ziel, durch Innovation erfolgreich zu sein.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen und bei der Entwicklung radikal neuer Ideen.

Ihr Carl Fruth
Gründer, Inhaber und CEO
FIT Additive Manufacturing Group

ÜBER DEN INNOVATIONSGUIDE

In einer Umfrage der Vogel Communications wurden 560 Unternehmen befragt, warum sie die Additive Fertigung heute noch nicht nutzen. Ein Drittel der Firmen gab dabei an, dass sie sich mit dem Thema noch nicht auseinandergesetzt haben oder es für das eigene Geschäft nicht relevant finden. Bei 42,2 % lag es daran, dass ihnen das notwendige Knowhow fehlt.

Genau hier setzt der FIT Innovationsguide an und schafft einen in dieser Form einmaligen Überblick über die Additive Fertigung, verbunden mit dem Ziel zu informieren und gleichzeitig zu inspirieren. Nachdem Beispiele besonders gut dafür geeignet sind, ein Thema zu veranschaulichen, haben wir eine Sammlung von Anwendungsbeispielen an den Anfang des Innovationsguides gestellt. Wir möchten Ihnen damit einen Eindruck vermitteln, wie unterschiedlich die Additive Fertigung heute bereits genutzt wird. Denn auch wenn noch nicht alle Unternehmen auf den 3D-Druck setzen, so hat er sich als zusätzliches Verfahren mittlerweile in vielen Industrien etabliert.

Jede Branche hat dabei ihre spezifischen Anforderungen im Hinblick auf die eingesetzten Materialien, die erforderlichen Herstelltechnologien, die Nachbearbeitung und die Qualitätssicherung von Bauteilen. Deshalb geben

wir Ihnen im nächsten Kapitel einen Überblick über die additiven Fertigungsmöglichkeiten der FIT, ohne dabei die konventionellen Verfahren zu vergessen, denn nicht immer ist die Additive Fertigung auch die sinnvollste Technologie.

Daran anschließend möchten wir Ihnen in unserem Serviceangebot zeigen, wie Sie die Additive Fertigung am besten nutzen können, um zu Ihrem Ziel zu gelangen und Prototypen, Produktionshilfsmittel, Endbauteile oder Ersatzteile schneller, billiger oder besser herzustellen als bisher.

Und sollten Sie die FIT Additive Manufacturing Group bisher noch nicht kennen, haben wir Ihnen abschließend einige Informationen zu unserem Unternehmen zusammengestellt.

Der Innovationsguide ist als Nachschlagewerk gedacht, das Ihnen als Basis für Ihre tägliche Arbeit dienen soll. Weitere Informationen finden Sie im FIT Materialguide (www.fit.technology/download), der Ihnen die Eigenschaften und Kennwerte unserer Materialien für die additive und konventionelle Fertigung vorstellt, sowie auf unserer Homepage:

www.fit.technology



Von „A“ wie Agrarwirtschaft bis „V“ wie Verteidigung setzen Kunden der FIT bei der Herstellung ihrer Produkte heute bereits auf den 3D-Druck.

Agrarwirtschaft • Architektur und Baugewerbe • Automobil • Bahn- und Schienenverkehr
Chemieindustrie • Druck- und Papierindustrie • Elektroindustrie • Energiesektor (fossil / regenerativ)
Freizeit • Konstruktions- und Servicebüros • Konsum & FMCG • Kunst • Kunststoffindustrie
Maschinen- und Anlagenbau • Medizintechnik • Metallindustrie • Pharmaindustrie • Pumpen-
und Schwerindustrie • Rennsport • Robotik • Schifffahrt • Sondermaschinenbau • Verteidigung

INHALT

ANWENDUNGEN.....	8
Star-Stracker-Halterung für Satellit.....	10
Leichterer Brückenlegehilfsarm	11
Außenspiegel-Halterung.....	12
Futuristische Mittelkonsole	13
High-Performance Werkstückträger	14
Patientenspezifisches Talus-Implantat	16
Individuelle Augenprothese	17
Individualisierte Orthese	18
Vibrationsdämpfer 2.0.....	20
Sandtreppe On-Demand	21
Testserie Kabelhalterung.....	22
Bohrschablone für Flugzeugbau.....	23
Leichteres Modell eines Lagergehäuses.....	24
Prototypen für die Fahrzeugentwicklung.....	25
Schwenklager für ein Stopfaggregat	26
Schubumkehrelement für einen Businessjet.....	27
Cyberskulptur SKER	28
Kirchenretabel	29
Aufmerksamkeitsstarkes PR-Objekt	30
Leichtbaudrohne	30
Klimaanlagenhalterung	30
Ellbogenimplantat	31
Knochenreibe	31
Fassadenwerkzeug	32
Abschlagsmarkierung	32
Flüssigkeitsverteiler für Raketentriebwerk	33
Einlauffinger für die Zigarettenherstellung	33
 ADDITIVE VERFAHREN	
METALL	36
Laserschmelzen.....	38
Elektronenstrahlschmelzen	40
Wire Arc Additive Manufacturing	42
Directed Energy Deposition Laser Wire (NEU)	44
Submerged Arc Additive Manufacturing (NEU)	46
 ADDITIVE VERFAHREN	
KUNSTSTOFF	48
Selektives Lasersintern	50
Stereolithographie	52
Masked Stereolithography Apparatus	54
Digital Light Processing	56
Selective Absorption Fusion	58
PolyJet.....	60
Fused Deposition Modeling	62
Robotic Fused Deposition Modeling	64

ADDITIVE VERFAHREN	
BAUSTOFFE	66
Selective Cement Activation	68
KONVENTIONELLE VERFAHREN	72
Spritzguss.....	74
Elastomerfertigung	76
Vakuumguss	78
Polyamidguss.....	80
Feinguss	81
Reaction Injection Molding	82
CNC-Fräsen.....	84
Laminieren	85
NACHBEARBEITUNG	86
Heiß-Isostatisches Pressen	88
Metal Coating	90
Chemisch Glätten/Smoothen.....	92
Infiltrieren.....	94
Gleitschleifen.....	94
Färben	95
Metall-Bedampfen	95
Montage	95
Drahterodieren	96
Strahlen.....	96
Lackieren	97
Mechanische Nachbearbeitung.....	97
Finishen.....	98
Wärmebehandlung	98
Polieren	99
OBERFLÄCHENQUALITÄTEN	100
QUALITÄT	104
Micro-CT-Scan.....	108
Optischer 3D-Scan.....	108
Taktile 3D-Koordinatenmessung.....	110
Universalprüfverfahren.....	111
Hall-Durchflussmessung	112
Härteprüfung	112
Elementanalyse.....	112
Lichtmikroskop	113
Rauheitsmessung	113
2D-Höhenmessung.....	113
Optisches Profilometer	114
Analysenwaage	114
Strahlqualitätsmessung.....	114
Pulveranalyse	115

ADM SERVICES.....	116
ADM-D - Technologieentwicklung	120
ADM-E - Design und Konstruktion	122
ADM-Q - Qualifizierte Einzelteilfertigung.....	124
ADM-V - Additive Serienfertigung.....	126
ADM-CV - Additive Serienfertigung individualisierter Produkte	128
S.P.O.D. - On-Demand Ersatzteilversorgung.....	132
Rapid Tooling - Werkzeuge & Produktionshilfen	134
Rapid Prototyping	136
Art Fabrication	138
 ÜBER FIT	 140





ANWENDUNGEN



STAR-TRACKER-HALTERUNG FÜR SATELLIT

In Zusammenarbeit mit Turkish Aerospace hat FIT eine neue Halterung entwickelt, auf der eine Optik für die exakte Positionsbestimmung des Satelliten im Orbit befestigt ist. Das sogenannte „Star Tracker Bracket“ muss beim Start der Rakete bis zu 20 G in alle Richtungen aushalten und besteht als konventionell hergestelltes Original aus 360 Einzelteilen.

Dank additivem Design und 3D-Druck konnten die Zahl der Einzelteile minimiert, die Herstellung beschleunigt und das Gewicht der Halterung um 50 % reduziert werden. Das spart Zeit und Geld. Gleichzeitig blieb die Funktionalität voll erhalten und die äußerst strikten Anforderungen der Europäischen Raumfahrtindustrie werden voll erfüllt.

FIT-Lösung	ADM-Q (inkl. ADM-E)
Größe	760 x 200 x 200 mm
Gewicht	1,96 kg
Losgröße	1
Material	Aluminiumlegierung (AlSi10Mg)
Verfahren	Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M)

AUS 1 STATT 360 TEILEN



LEICHTERER BRÜCKEN- LEGEHILFSARM

Für die Überbrückung von Hindernissen setzt das Militär auf Brückenlegepanzer. KMW bietet dabei eine spezielle Lösung, indem es das Transportfahrzeug „Boxer“ mit dem Brückensystem „Leguan“ kombiniert. Im Rahmen einer Gewichtsoptimierung wurde dabei der Hilfsarm des Leguans neu entwickelt, der eine wichtige Stützfunktion bei der Brückenverlegung übernimmt und dabei entsprechend hoch belastet wird.

Für die Fertigung des Hilfsarms waren eine aufwändige CAD-/CAM-Programmierung sowie die Entwicklung einer speziellen Schweißstrategie für die komplexe Geometrie erforderlich. Diese sah vor, abschnittsweise eine geschlossene Außenkontur zu schweißen, an die die Innenstrukturen metallurgisch angebunden wurden. Anstelle von ursprünglich 51 kg wiegt das modifizierte Design nur 42 kg, was einer Gewichtsersparnis von knapp 20 % entspricht.

FIT-Lösung	ADM-Q
Größe	940 x 800 x 207 mm
Gewicht	42 kg
Losgröße	1
Material	Baustahl 1.8928
Verfahren	Wire Arc Additive Manufacturing

20 % WENIGER GEWICHT



AUSSENSPIEGEL- HALTERUNG

Das Konzeptfahrzeug LQ von Toyota verfügt über ein vollelektrisches Antriebssystem. Deshalb achteten die Ingenieure bei jeder Komponente auf das Gewicht und im Außenbereich zusätzlich auf die Aerodynamik.

FIT entwickelte ein Design für die Halterung der Außenspiegel, das eine hohe Aerodynamik gewährleistet und zugleich zu geringeren Schallemissionen führt. Die ästhetisch ansprechenden Halterungen wurden als Kleinserie mit Straßenzulassung additiv gefertigt. Dank der intelligenten Geometrie konnten die Anzahl der Einzelteile und das Gewicht erheblich reduziert werden, so dass alle Ziele von Toyota erfüllt wurden.

FIT-Lösung	ADM-V (inkl. ADM-E)
Größe	220 x 160 x 120 mm
Gewicht	0,467 kg
Losgröße	50
Material	Aluminiumlegierung (AlSi10Mg)
Verfahren	Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M)

ÄSTHETISCHE AERODYNAMIK



FUTURISTISCHE MITTELKONSOLE

Mit dem LQ hat Toyota ein Konzeptfahrzeug entwickelt, das mit modernster Zukunftstechnologie ein emotionales Band zwischen Auto und Fahrer schafft. Neben wegweisender Technologie wurde dabei auf ein völlig neues Design gesetzt.

Die futuristische Mittelkonsole mit integriertem Touchpad wurde von Toyota als freistehendes Objekt konzipiert, das so nur mit Hilfe des 3D-Drucks herzustellen ist. FIT war neben der Additiven Fertigung auch an der Designentwicklung maßgeblich beteiligt. Heute ist das Auto auf Japans Straßen und in der TV-Werbung zu bewundern.

FIT-Lösung	ADM-V (inkl. ADM-D und ADM-E)
Größe	1200 x 250 x 480 mm
Gewicht	7,11 kg
Losgröße	32
Material	PA 2241 FR
Verfahren	Selektives Lasersintern (SLS bzw. PBF-LB/P)

AUSSERGEWÖHNLICH IM DESIGN



HIGH-PERFORMANCE WERKSTÜCKTRÄGER

In der Fertigung der Robert Bosch GmbH steht maximale Produktivität an erster Stelle. Es gilt: je schneller, desto besser. Bei der Herstellung von Steuergeräten setzt das High-Tech Unternehmen auf eine automatisierte Fertigungsstraße mit einem magnetischen Transportsystem, um Komponenten von einer Bearbeitungsstation zur nächsten zu transportieren. Dabei werden spezielle Werkstückträger, sogenannte „Mover“ eingesetzt.

Um durch eine schnellere Taktung einen höheren Output zu erzielen, muss der Verfahrweg des Movers beschleunigt werden. Dies geschieht, indem sein Gewicht reduziert wird. Die Konstruktionsexperten der FIT haben den Werkstückträger neu gedacht und von einer mehrteiligen, gefrästen Version in eine einteilige, 50 % leichtere High-Performance-Version überführt. Das Ergebnis: Mehr Output in der Produktion.

FIT-Lösung	ADM-V (inkl. ADM-E)
Größe	126 x 140 x 94 mm
Gewicht	320 g
Losgröße	40
Material	Aluminiumlegierung (AlSi10Mg)
Verfahren	Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M)

SCHNELLER, WEIL LEICHTER





PATIENTENSPEZIFISCHES TALUS-IMPLANTAT

Ein US-amerikanischer Medizinproduktehersteller setzt bei der Versorgung von Patienten mit einem Sprunggelenkstrauma auf spezielle Implantate. Denn für einen irreparablen Talusbruch gibt es bisher keine zufriedenstellende Behandlungsmöglichkeit, weshalb das Gelenk oft versteift werden muss. Die Lösung: patientenspezifische Implantate.

Diese innovative Anwendung nutzt das gesamte Potential der Additiven Fertigung. Jedes Implantat ist ein Einzelstück und verfügt über eine individuelle Geometrie. Damit passt es perfekt und stellt so die Funktionsfähigkeit des Sprunggelenks wieder her. Da es jedoch bei FIT als Serienprodukt nach individueller Kundenanforderung sicher und effizient hergestellt wird, bleibt es bezahlbar und kann bereits nach 7 Arbeitstagen in die USA geliefert werden.

FIT-Lösung	ADM-CV
Größe	von 30 x 30 x 50 mm bis 50 x 50 x 70 mm
Gewicht	von 90 g bis 360 g
Losgröße	3 je Patient
Material	Titan Gr. 5 (Ti6Al4V)
Verfahren	Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M)

NACH 7 TAGEN VERSANDBEREIT



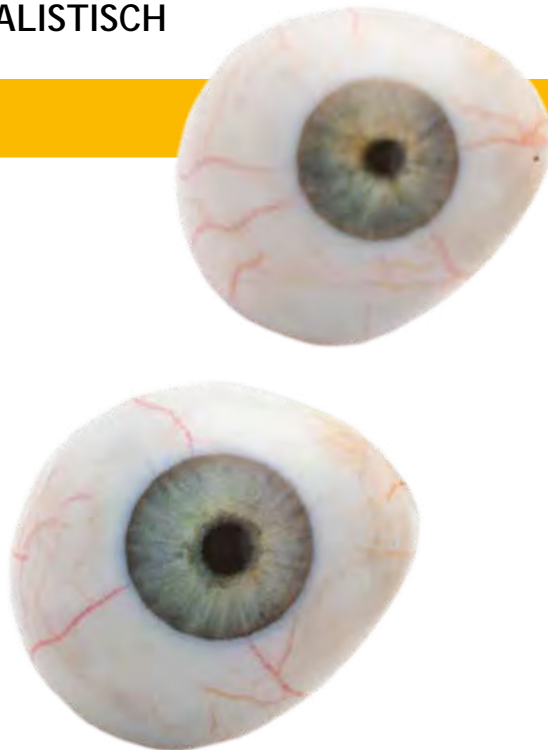
INDIVIDUELLE AUGENPROTHESE

Rund 8 Mio. Menschen weltweit benötigen eine Augenprothese. Dabei handelt es sich um eine Halbschale, die bisher konventionell in aufwändiger Handarbeit aus Glas oder Kunststoff (PMMA) hergestellt wird. Trotz handwerklichem Geschick und einer sehr zeit- und kostenintensiven Sonderanfertigung der Prothese ist das Ergebnis für die Patienten oft nicht optimal.

Aus diesen Gründen haben sich die Ocupeye Ltd., Fraunhofer IGD und FIT in dem Forschungsprojekt C2PAE zusammengeschlossen, um eine absolut realistische und passgenaue Augenprothese zu entwickeln, die sich schnell und günstig herstellen lässt. Im Moorfields Eye Hospital in London wurde diese Prothese im November 2021 zum ersten Mal einem Patienten eingesetzt. Eine Weltpremiere.

FIT-Lösung	ADM-CV
Größe	20 x 30 x 15 mm
Gewicht	19 g
Losgröße	6 je Patient
Material	<ul style="list-style-type: none">• VERO PUREWHITE™• VERO CYAN™• VERO CLEAR™,• VERO MAGENTA™• VERO YELLOW™• VERO BLACK™
Verfahren	PolyJet

100 % REALISTISCH



INDIVIDUALISIERTE ORTHESE

Patienten, die eine Orthese benötigen, müssen sich zumeist mit Standardlösungen zufrieden geben. Eine schlecht sitzende Orthese ist jedoch in jeder Hinsicht ungünstig, denn sie reibt, behindert die Bewegungsfähigkeit, verursacht Druckstellen und Schmerzen. Sie beeinträchtigt so den gesamten Heilungsprozess.

Individualisierte Orthesen schaffen hier Abhilfe. Konventionell hergestellt sind sie jedoch teuer und haben lange Lieferzeiten. Als Alternative hat Reha Team eine individualisierte Schienbeinorthese entwickelt, die perfekt passt, schnell zur Verfügung steht und bezahlbar ist. Möglich wird das mit der Additiven Fertigung von FIT.

FIT-Lösung	ADM-CV
Größe	500 x 150 x 200 mm
Gewicht	1,3 kg
Losgröße	1
Material	PA 12
Verfahren	Selektives Lasersintern (SLS bzw. PBF-LB/P)



PERFEKTE PASSFORM



VIBRATIONS DÄMPFER 2.0

Die Österreichische Bundesbahn AG (ÖBB) möchte in Zukunft bei Ersatzteilen von kurzen Lieferzeiten und 100 % Verfügbarkeit profitieren. Deshalb und weil sich dabei auch noch die Funktionalität der Bauteile verbessern lässt, setzt die ÖBB auf den 3D-Druck.

Im „Talent“ werden in Klimageräten sogenannte Vibrationsdämpfer aus Gummi eingesetzt, die Kupferrohre an Verbindungsstellen vor Beschädigungen schützen und gleichzeitig Lärm reduzieren. Diese klassischen Gummiverschleißteile müssen ausgetauscht werden, sobald sie porös sind. Trotz Spezialwerkzeugen war das früher enorm umständlich und dauerte 20 Minuten. Heute erfolgt der Einbau dank optimiertem Design des Dämpfers innerhalb von Sekunden. Die on-demand-Fertigung bei FIT stellt dabei sicher, dass diese cleveren Dämpfer jederzeit verfügbar sind.

FIT-Lösung	S.P.O.D.
Größe	30 mm x 30 mm x 18 mm
Gewicht	100 g
Losgröße	395
Material	TPU
Verfahren	Selektives Lasersintern (SLS bzw. PBF-LB/P)

SPART ZEIT, GELD UND NERVEN



SANDTREPPE ON-DEMAND

Für jedes Bahnunternehmen ist die Verfügbarkeit der Züge und der Infrastruktur ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Mit zunehmendem Alter der Komponenten wird das jedoch problematisch. Der Grund liegt in der erschwerten Ersatzteilversorgung.

Als der Hersteller des linken Sandtreppengehäuses, einem wichtigen Teil des Bremssystems älterer Lokomotiven, die Produktion abkündigte, drohten bei der Deutschen Bahn AG (DB) Zugausfälle und hohe Stillstandskosten, denn eine alternative Beschaffung der Graugussteile war auch bei anderen Zulieferern nicht mehr möglich. Die Lösung fand die DB im S.P.O.D.-Programm der FIT. Reverse Engineering, additives Design und On-demand-Fertigung waren in dem Pilotprojekt die Instrumente für die erfolgreiche Anwendung der Additiven Fertigung im Ersatzteilmanagement der Bahn.

FIT-Lösung	S.P.O.D.
Größe	207 x 120 x 120 mm
Gewicht	2,6 kg
Losgröße	1
Material	Titanlegierung
Verfahren	Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M)

100 % VERFÜGBARKEIT GARANTIERT



TESTSERIE KABELHALTERUNG

A Raymond ist einer der weltweit führenden Hersteller von modernen Befestigungs- und Montagesystemen. Viele Komponenten werden dabei mittels Spritzguss in großen Stückzahlen hergestellt. Was aber, wenn nur wenige Prototypen für Funktions- und Materialtests oder Kleinserien mit einer Losgröße bis 20.000 Stück benötigt werden?

FIT liefert eine Lösung, indem zunächst das sonst so teure und mit langen Lieferzeiten verbundene Spritzgusswerkzeug innerhalb weniger Tage mittels Additiver Fertigung hergestellt wird. Anschließend werden auf eigenen Spritzgussmaschinen Bauteile aus dem Originalmaterial mit seriennahen Eigenschaften gefertigt. In der Zusammenarbeit mit FIT spart sich A Raymond im Rahmen der Produktentwicklung oder bei Spezialserien viel Zeit und Geld.

FIT-Lösung	Rapid Tooling
Größe*	85 x 40 x 15 mm
Gewicht*	12 g
Losgröße*	3.000 Stück
Material	Werkzeug: Werkzeugstahllegierung (1.2709 bzw. M1) Kabelhalter: PA 6 GF15
Verfahren	Werkzeug: Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M) Kabelhalter: Spritzguss

SCHNELL UND KOSTENGÜNSTIG



*Referenzteil zu Tabellenkennwert



BOHRSCHABLONE FÜR FLUGZEUGBAU

Ascent Aerospace setzt bei seinen Fluggerätebauern Bohrschablonen zum präzisen und fehlerfreien Abbohren beispielsweise von Flügelholmen bei Flugzeugen ein. Bisherige Bohrschablonen sind bereits jahrzehntelang in unveränderter Form im Einsatz, daher sollte das Design eines bestimmten Typs in einem Pilotprojekt von FIT nach zeitgemäßen Anforderungen überarbeitet werden.

Die Vorgaben waren eine deutliche Gewichtsreduktion, sowie eine verbesserte Ergonomie bei der Handhabung. Dies ist auch eine klare Reaktion auf verschärfte Ergonomievorgaben. Wenn die Praxistests erfolgreich absolviert werden, plant Ascent Aerospace, weitere im Einsatz befindliche Bohrschablonen durch neu designte Äquivalente zu ersetzen.

FIT-Lösung	Rapid Tooling
Größe	503 x 347 x 155,5 mm
Gewicht	4,6 kg
Losgröße	1
Material	Aluminiumlegierung
Verfahren	Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M)

PERFEKTE ERGONOMIE



LEICHTERES MODELL EINES LAGERGEHÄUSES

Die Schaeffler Gruppe ist ein global tätiger Automobil- und Industrielieferer. Mit Präzisionskomponenten und Systemen in Motor, Getriebe und Fahrwerk sowie Wälz- und Gleitlagerlösungen für eine Vielzahl von Industrieanwendungen leistet die Schaeffler Gruppe bereits heute einen entscheidenden Beitrag für die „Mobilität für morgen“.

Für den Vertrieb eines Lagergehäuses sah FAG Schaeffler den Einsatz von Demoteilen durch seine Verkaufsmannschaft vor. Allerdings war das Originalgehäuse zu groß und zu schwer, so dass es als Anschauungsbeispiel für den Musterkoffer nicht verwendbar war. Als praktikable Lösung wurde eine verkleinerte Version des Lagergehäuses von FIT absolut realitätsgetreu in leichtem und gut transportierbarem Kunststoff nachgebildet, das heute in Verkaufsgesprächen überall Verwendung finden kann.

FIT-Lösung	Rapid Prototyping
Größe	280 x 180 x 130 mm
Gewicht	1.050 g
Losgröße	20
Material	PU
Verfahren	Vakuummuss

ABSOLUT REALISTISCHE MODELLE



PROTOTYPEN FÜR DIE FAHRZEUGENTWICKLUNG

Im Rahmen der Produktentwicklung sind Designmodelle wesentliche Elemente, um die Wirkung und Funktion von Produkten zu testen. Besonders bei Lifestyle-Produkten oder im Bereich FMCG ist die Optik entscheidend, weshalb zahlreiche Iterationsschleifen bei der Designentwicklung üblich sind. Lieferzeiten und Herstellkosten von Prototypen sind deshalb von besonderer Bedeutung, wenn es um eine schnelle und günstige Designvalidierung geht.

Vielfarbige oder transparente Prototypen stellen aus Kosten- und Zeitgründen häufig eine besondere Herausforderung dar, genauso wie Modelle aus verschiedenen Materialien. Als Spezialist für Prototypen verfügt FIT über die Verfahren und die Erfahrung zur Herstellung anspruchsvoller Designmodelle, z.B. für die Automobilindustrie.

FIT-Lösung	Rapid Prototyping
Größe*	110 x 55 x 35 mm
Gewicht*	140 g
Losgröße	1
Material	Photopolymer
Verfahren	Vollfarb-PolyJet (VPJ)



MULTIMATERIAL-KOMPONENTEN



*Referenzteil zu Tabellenkennwert

SCHWENKLAGER FÜR EIN STOPFAGGREGAT

Für die Ausbesserung des Gleisbettes entwickelt die Plasser & Theurer GmbH aus Linz Gleisstopfanlagen, die das Schotterbett unter den Bahnschwellen verdichten. Um ein neu entwickeltes Stopfaggregat auf einem Prüfstand zu testen, wurde FIT mit der Additiven Fertigung von fünf montierfähigen Einzelteilen beauftragt. Das Problem: Die Zeit drängte extrem.

Innerhalb weniger Tage haben die FIT-Entwicklungsingenieure die richtige Werkstoffauswahl getroffen, eine Prozess- und Aufbaustrategie entwickelt, die CAD-Modelle prozesstechnisch modifiziert und schließlich die fünf Bauteile mit einer Gesamtmasse von 500 kg aufgebaut. Der Prüftermin wurde gehalten, unnötige Kosten wurden vermieden und alle Tests erfolgreich bestanden.

FIT-Lösung	Rapid Prototyping
Größe*	954 x 322 x 326 mm
Gewicht*	166 kg
Losgröße	1 (insgesamt 5 verschiedene Prototypen)
Material	Stahllegierung 1.7339
Verfahren	Wire Arc Additive Manufacturing

WENN GESCHWINDIGKEIT ZÄHLT



*Referenzteil zu Tabellenkennwert

SCHUBUMKEHRELEMENT FÜR EINEN BUSINESSJET

Die Schubumkehr des hier beschriebenen Businessjets wird mittels 12 einzelner Lamellen erzielt, die kreisförmig um die Flugzeugturbine angeordnet sind. Diese Lamellen werden gewöhnlich im Feinguss aus Titan hergestellt. Allerdings gibt es nur wenige Hersteller dafür am Markt, woraus sich hohe Kosten, lange Lieferzeiten und fehlende Möglichkeiten zur Optimierung der Lamellen ergeben.

Im Rahmen der Produktentwicklung setzte der Flugzeugbauer auf die Prototyping-Kompetenz der FIT. In kurzer Zeit konnte so herausgefunden werden, dass die Additive Fertigung der Titanbauteile mittels EBM die hohen Bauteilanforderungen erfüllt und gleichzeitig erhebliche Vorteile im Hinblick auf die Produktionszeiten und -kosten für die Serienfertigung bietet.

FIT-Lösung	Rapid Prototyping
Größe	300 x 320 x 120 mm
Gewicht	3,5 kg
Losgröße	1
Material	Titanlegierung
Verfahren	Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M)

SCHNELL UND SICHER ZUM ZIEL



CYBERSKULPTUR SKER

Von einem isländische Landschaftsbild mit verschiedenfarbigen Sedimentschichten inspiriert, wollte der Maler und Druckgrafiker Peter Lang eine außergewöhnliches Kunstskulptur entwickeln, die vollständig digital in einer virtuellen 3D-Welt gezeichnet und von FIT additiv gefertigt wurde.

Die Design- und Technikexperten der Additive Tectonics, einem Tochterunternehmen der FIT, entwickelten dafür einen neuen Fertigungsprozess, um die Skulptur SKER live im renommierten Sprengel Museum in Hannover mit zwei programmierten Robotern zu fertigen (Robotic FDM). Insgesamt entstanden 27 Einzelteile, die zusammen eine 7,5 Meter lange und 2 Meter hohe Rundskulptur bilden. SKER ist ein optisch herausstechendes Kunstprojekt, das die Realisierung radikal neuer Ideen in der Kunst vorantreibt.

FIT-Lösung	Art Fabrication
Größe	7500 x 7500 x 2000 mm
Gewicht	2,5 t oder 5,5 t
Losgröße	1 (27 Einzelskulpturen)
Material	Tecnaro Arboblend „Flüssigholz“
Verfahren	Robotic Fused Deposition Modeling

AUS VIRTUALITÄT WIRD REALITÄT



KIRCHENRETABEL

Die Pfarrgemeinde der katholischen Kirche St. Laurentius in Altmühldorf entschied sich für eine mutige Modernisierung ihres Kirchenraums. Das Münchner Künstlerduo Empfangshalle nahm die Herausforderung an und entwickelte ein 8 Meter hohes, goldfarbenes Retabel, das sich als Herzstück direkt hinter dem Altar erhebt.

Für das Kunstobjekt mit filigranen und komplexen Gitterstrukturen wurde mit dem Studio Tessin ein computergeneriertes Design entwickelt. Die mehrteilige Fertigung aus Kunststoff, sowie das Beschichten der Oberflächen mittels einer speziell entwickelten Technik und das Zusammenfügen der 60 Einzelkomponenten an über 2.000 Verbindungsstellen wurde von FIT geplant und umgesetzt. Durch den Einsatz modernster Konstruktions- und Fertigungstechnologien, schmückt das Kunstobjekt mit majestätischen Schimmer nun den Altarraum.

FIT-Lösung	Art Fabrication
Größe	8000 x 2600 x 540 mm
Gewicht	350 kg
Losgröße	1
Material	PA 12
Verfahren	Selektives Lasersintern (SLS bzw. PBF-LB/P)

GRENZENLOSE KREATIVITÄT



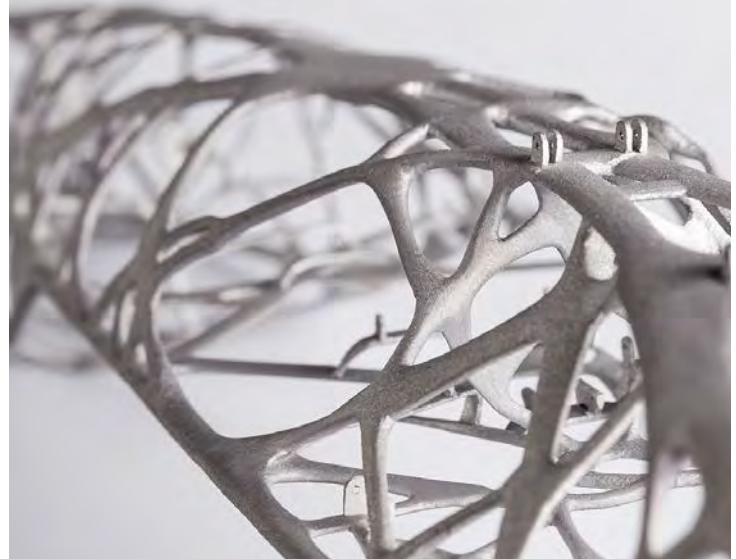
AUFMERKSAMKEITSSTARKES PROJEKT

Für die Markteinführung einer neuen Gesichtsschminktubes der Marke „it“ (Innovative Technology) wurde von L'Oréal anlässlich einer Pressekonferenz eine ganz besondere Art der Präsentation gesucht, die für Aufmerksamkeit sorgt und das innovative Image der Marke „it“ symbolisiert. Die Herausforderung: Die Zeit war relativ knapp bis zur Pressekonferenz und von der kleinen Originaltube existierte kein 3D-Datensatz. Unsere Spezialisten konstruierten die Tube als 3D-Datensatz nach. Danach wurde das Objekt im GDP-Verfahren in 3 Teilen hergestellt und im eigenen FIT-Modellbau zu einem Werbeobjekt mit einer plakativen Größe von knapp 1,80 m zusammengefügt. Durch einen aufwändigen Nachbearbeitungs- und Veredelungsprozess sah die Tube dem kleinen Original nach nur einer Woche Produktionszeit zum Verwechseln ähnlich.



LEICHTBAUDROHNE

Die Reichweite von Drohnen und die batteriegebundene Flugdauer sind wesentliche Leistungseigenschaften der ferngesteuerten Fluggeräte. Um die Einsatzdauer der Drohne zu verlängern, haben die FIT Konstruktionsspezialisten den Prototyp einer Helikopterdrohne entwickelt, die im Original eine Länge von 3,5 m aufweist. Das Besondere an der Konstruktion ist das komplexe organische Design, das zu einer Gewichtsersparnis von 80 % führt, ohne dabei die strukturelle Belastbarkeit zu beeinträchtigen. Damit kann die Drohne nahezu doppelt so lange fliegen wie bisher.



KLIMAAANLAGENHALTERUNG

Für die Befestigung von Klimageräten nutzt die Faiveley Transport Leipzig GmbH & Co. KG, eine Tochter der US-amerikanischen Wabtec Corporation, sogenannte Pratzen aus Blech. Das Gewicht der Pratzen ist dabei der Faktor, den es zu optimieren galt. Deshalb wurde eine Lösung gesucht, eine gewichtsoptimierte Variante der 4,6 kg schweren Pratze additiv herzustellen. Mittels Reengineering, Topologieoptimierung und bionischem Design wurde von FIT ein vollständig neues Design der Pratze entwickelt. Die anschließende Simulation aller relevanten Kräfte ergab, dass die additiv optimierte Pratze die gleichen Lasten aushält wie das konventionelle Vorgängermodell. Der wesentliche Unterschied:





die neue Halterung ist aus Titan, wiegt lediglich 0,8 kg und ist somit um 82 % leichter. Da die Pratze nicht mehr aus 6 Blechbiegeteilen, sondern durch Additive Fertigung in einem Stück gefertigt werden kann, entfällt auch der Montageaufwand komplett.

ELLBOGENIMPLANTAT

Der Ersatz von Gelenken durch Implantate ist eine große Herausforderung. Standardimplantate bieten für Patienten jedoch oft keine zufriedenstellende Lösung. Im schlimmsten Fall muss das Gelenk sogar dauerhaft versteift werden, was die Lebensqualität der Patienten erheblich verschlechtert. Dank modernster Scan- und Computertechnologie lassen sich Implantate heute patientenspezifisch designen und additiv fertigen. Als zertifiziertes Unternehmen fertigt die FIT Production GmbH, ein Tochterunternehmen der FIT AG, individualisierte Ellbogenimplantate aus Titan.



KNOCHENREIBE

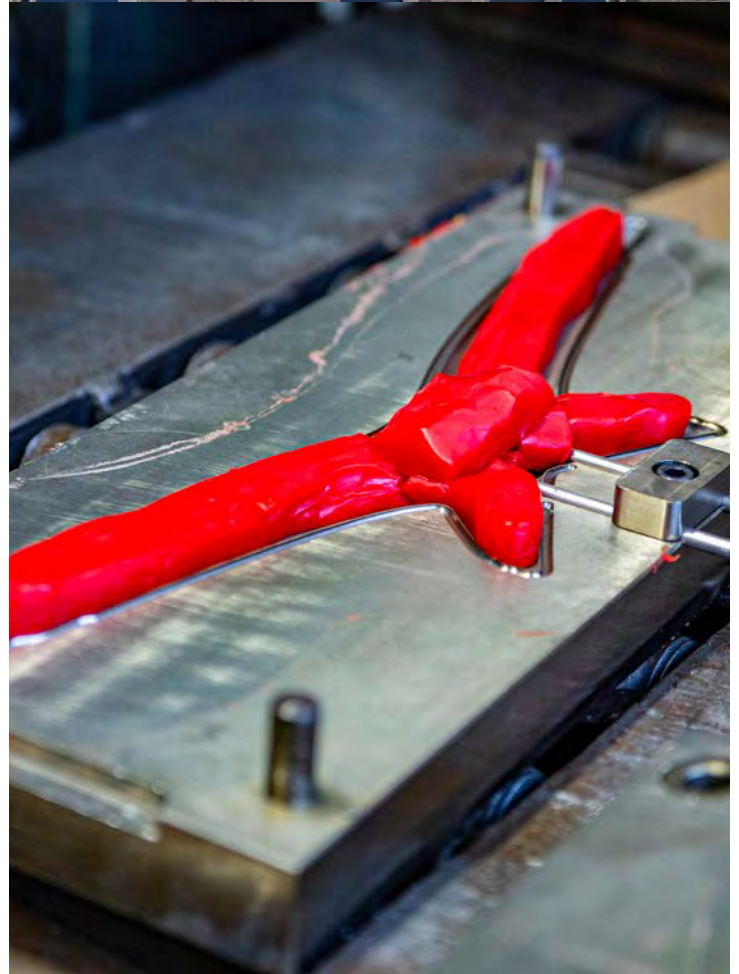
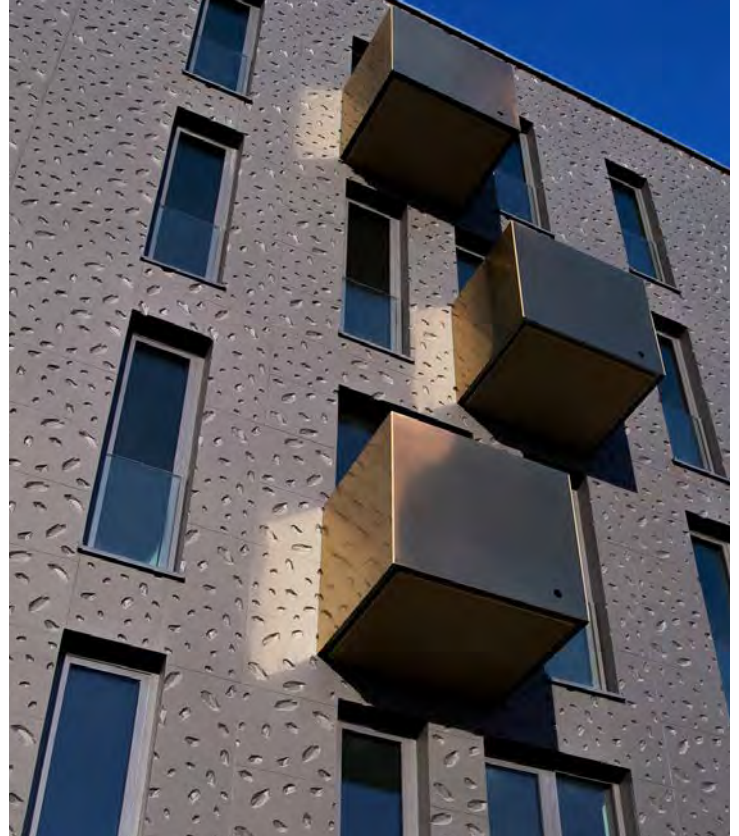
Hüftreiben sind medizinische Werkzeuge, die bei Operationen verwendet werden, um den Hüftknochen auszuhöhlen und so auf das Einfügen des Implantats vorzubereiten. Sie werden heute mit konventionellen Methoden patientenspezifisch hergestellt. Dazu wird die erforderliche Struktur von Hand in das geschmiedete Metall geschlagen. Dieser Herstellprozess ist komplex, teuer und langwierig, zumal die Reiben nur einmalig verwendet und direkt nach der OP entsorgt werden. FIT liefert eine bessere Lösung. Die 3D-gedruckte Hüftreibe wird aus Edelstahl (316L) mittels Laserschmelzen (LM bzw. PBF/LB-M) hergestellt, anschließend am Bund von Support befreit und abgefräst, electropoliert (primär zur Abreinigung, aber auch zur leichten Glättung der Oberfläche) und passiviert, um freie Radikale auf der Oberfläche zu binden und so Korrosion zu verhindern. Innen hohl, außen messerscharf, nach wenigen Tagen geliefert und in jedem Fall 100 % individuell.

FASSADENWERKZEUG

Auf dem FIT Campus in Lupburg steht unser Boarding House, dessen Außenfassade eine einzigartige Struktur hat. Für die Herstellung der Fassade wurden Polygone mit unterschiedlichen Geometrien additiv aus Aluminium gefertigt, was im Vergleich zu konventionellen Verfahren wie Fräsen deutlich günstiger war. Die Polygone wurden anschließend gestrahlt, plan geschliffen und in Fassadenwerkzeugen verbaut. Durch eine ausgeklügelte Anordnung der Polygone auf den verschiedenen Presswerkzeugen konnten unterschiedlich wirkende, rechteckige Fassadenplatten günstig und schnell produziert werden. Das außergewöhnliche Erscheinungsbild des Boarding Houses ergab sich am Ende durch die symmetrische Anordnung asymmetrisch gestalteter Platten am Gebäude. Realisiert wurde die Fassade durch das Architekturbüro Berschneider + Berschneider in Zusammenarbeit mit dem Fassadenbauer STO. Idee, Konzept und Design stammen von den Produktdesignern aus dem Hause FIT.

ABSCHLAGSMARKIERUNG

Der Golfclub Lauterhofen wollte für seine 18-Loch-Golfanlage neue Abschlagsmarkierungen, die gut erkennbar, wetterbeständig und absolut unverwechselbar sein sollten. In Zusammenarbeit mit den Clubverantwortlichen kamen die Designspezialisten bei FIT auf die Idee, das Wappentier des Clubs, den Roten Milan, als Motiv für die Markierungen zu verwenden, und entwickelten ein Abbild des Milans als Datenmodell. Mittels Selektivem Lasersintern wurden anschließend Anschauungsmuster und Designmodelle sowie nach Freigabe des Designs ein Urmodell für ein Presswerkzeug additiv hergestellt. Danach wurden bei FIT insgesamt 80 Abschlagsmarkierungen aus Silikon in der eigenen Elastomerfertigung produziert. Die Metallspieße aus Edelstahl wurden direkt mit in den Silikonkörper eingegossen, so dass die Markierungen auch einem verirrten Golfball standhalten. Silikonkautschuk widersteht Ozon und UV-Strahlungen und kann optimal eingefärbt werden, sodass die dekorativen, leuchtend roten und gelben Teile auf dem Grün des Golfplatzes gut zu erkennen sind.





FLÜSSIGKEITSVERTEILER FÜR RAKETENTRIEBWERK

Die ArianeGroup entwickelt aktuell die modulare Trägerrakete Ariane 6, die mit Vulcain 2 über ein neues Triebwerk verfügen wird, das deutlich günstiger als sein Vorgänger herzustellen sein muss und gleichzeitig durch mehr Leistung die Nutzlast der Rakete erhöht. Ein Element des Triebwerks ist ein spezieller Verteilerring, durch den beim Start ein extrem kaltes Sauerstoff-Methan-Gasgemisch mit hohem Druck in den unteren Teil der Brennkammer fließt, was diesen Verteiler zu einem sehr wichtigen Teil für den erfolgreichen Raketenstart macht. Für die Herstellung des Verteilerrings testet Ariane als Alternative zum herkömmlichen Schmieden in Zusammenarbeit mit FIT das Lichtbogenauftragsschweißen (WAAM).



EINLAUFFINGER FÜR DIE ZIGARETTENHERSTELLUNG

Die Hauni Group ist ein weltweit führender Anbieter von Technologien sowie technischen Services für die Tabakindustrie und steht für herausragende Qualität, größtmögliche Flexibilität und höchste Produktivität. Bei der Fertigung von Filterzigaretten ist der „Einlauffinger“ ein wesentliches Element für die Produktivität, denn er transportiert und formt das Filtertau zu einem runden und endlosen Strang. Kommt es hierbei zu Problemen, steht die Maschine. Hauni entwickelt deshalb Einlauffinger mit hochkomplexen Innenstrukturen. Diese Strukturen, die nur additiv hergestellt werden können, sorgen für eine fehlerfreie Strangbildung und vermeiden somit Maschinenstillstände. Bei der Herstellung zählt Hauni auf die zuverlässigen Fertigungsmöglichkeiten der FIT.



„Designfreiheit, Funktionsoptimierung und -integration oder Leichtbau sind nur einige der Vorteile der Additiven Fertigung, um Produkte innovativer zu entwickeln und herzustellen.“

Thomas Geitner,
Geschäftsführer FIT.technology GmbH



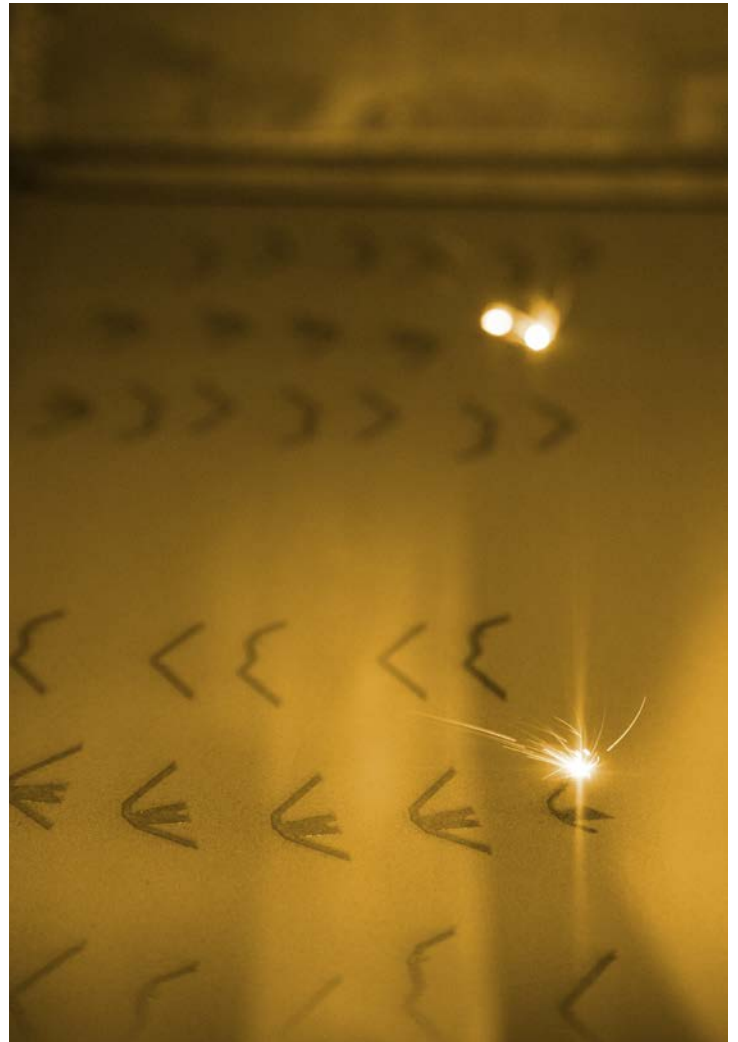
TECHNOLOGIEN



ADDITIV METALL

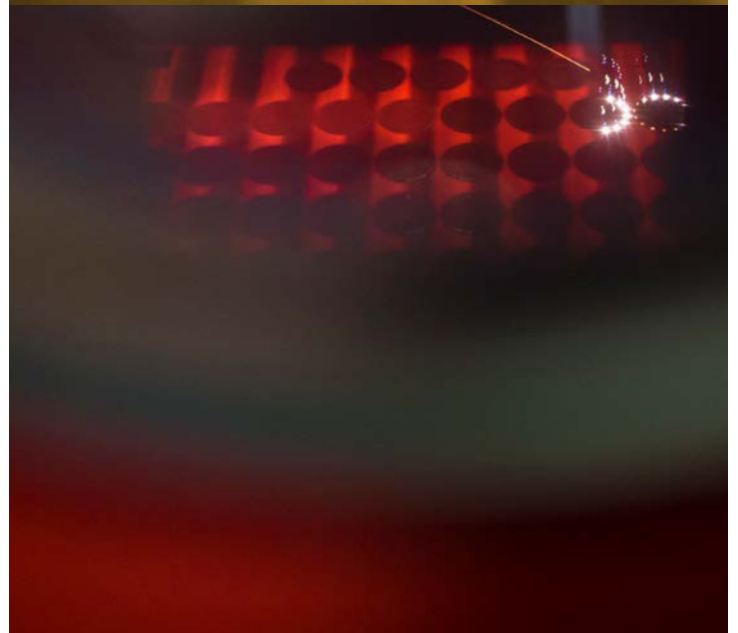
LM

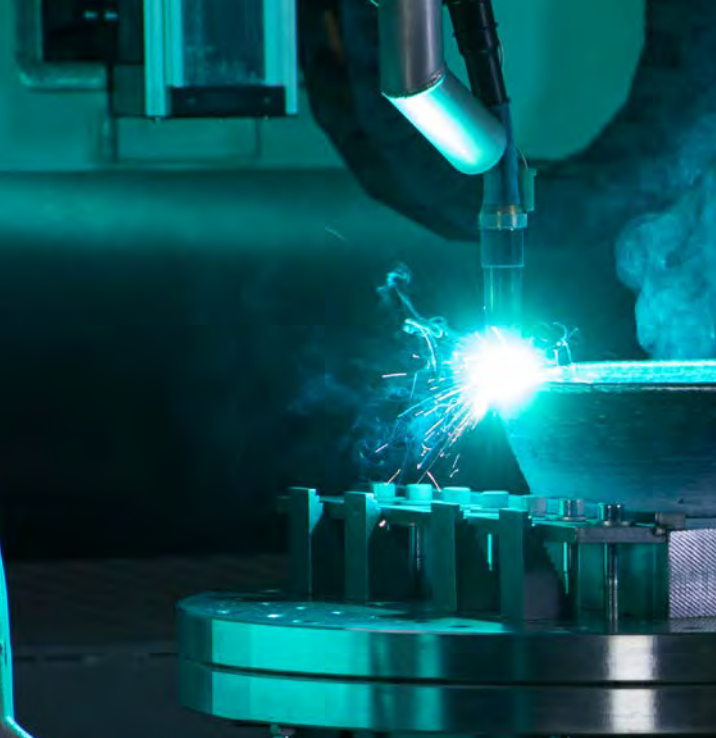
[S. 38](#)



EBM

[S. 40](#)





WAAM

[S. 42](#)



DED-L/W

[S. 44](#)



SAAM

[S. 46](#)



LASERSCHMELZEN

Beim Laserschmelzen (Laser Melting oder Laser Powder Bed Fusion PBF-LB/M) wird Metallpulver schichtweise auf eine Bauplattform aufgebracht, wobei jede Schicht mittels Laserstrahlen an vorgegebenen Koordinaten bis zum Schmelzpunkt erhitzt wird. Durch das Verschmelzen des Pulvers innerhalb einer Schicht und über mehrere Schichten hinweg wird das Bauteil dreidimensional aufgebaut. Im Gegensatz zum Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M) wird der Bauraum nicht vorgewärmt, wodurch ein hoher Temperaturunterschied zwischen der bearbeiteten und den bereits erkalteten Schichten entsteht. Zur Vermeidung von Verzug, Curling oder Verbrennungen am Bauteil sind deshalb Stützstrukturen erforderlich, die die überschüssige Energie entsprechend ableiten und die im Nachgang wieder entfernt werden. Um eine Oxidation während der Produktion zu vermeiden, wird der Bauraum mit einem Schutzgas geflutet. Als Standard-Materialien werden Aluminium, Edelstahl, Werkzeugstahl, Inconel und Kupfer verarbeitet.

TOP-VERFAHREN FÜR METALLBAUTEILE

Mit Laserschmelzen lassen sich Bauteile fertigen, die über eine hohe thermische und dynamische Belastbarkeit verfügen und die aufgrund der schnelleren Abkühlrate meist bessere mechanische Eigenschaften aufweisen als z.B. Gussteile. Die Bauteile verfügen über eine leicht raue ($R_a \sim 20 \mu m$), poren- und rissfreie Oberfläche. Aufgrund einer minimalen Wandstärke von 0,3 mm sind dünnwandige und komplexe Geometrien möglich.

Laserschmelzen eignet sich deshalb ideal z.B. für:

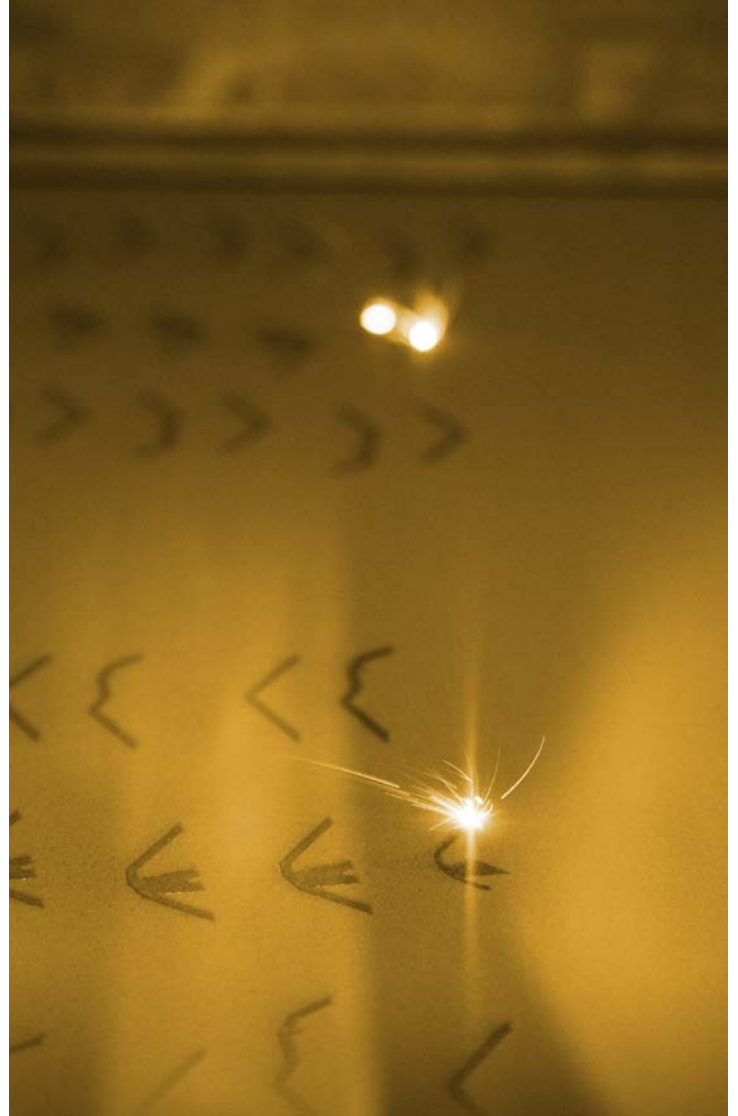
- Zylinderköpfe für Hochleistungsmotoren
- Leichtbaukomponenten für die Raumfahrt
- Spritzgusswerkzeuge

NEU BEI FIT: MICRO-LASERSCHMELZEN

Micro-Laserschmelzen verwendet einen deutlich feineren Spot und eine telezentrische Optik, um minimale Wandstärken von 20 μm bis 100 μm (je nach Bauteil) zu realisieren.

Micro-Laserschmelzen ist ideal für:

- Feinste Strukturgeometrien, z.B. von Koronarstents
- Feinmechanische Anwendungen





MATERIALDATEN ¹

	Aluminium- legierung AlSi10Mg		Edelstahl- legierung 1.4404		Edelstahl- legierung 1.4542	Werk- zeugstahl- legierung 1.2709	Kupfer- legierung CuNiSiCr		Nickel- legierung 2.4856	Nickel- legierung 2.4668
Schichtstärke (µm)	60	80	40	80	50	50	30	60	60	60
Max. Zugfestigkeit (xy/z) (in MPa) ²	443/ 432	380/ 360	600/ 550	600/ 550	966/ 907	1174/ 1175 ¹	314/ 281	318/ 280	1057/ 995	1037/ 942
E-Modul (xy/z) (in GPa) ²	72/ 71	-	-		177/148	170/182 ¹	98/ 95	102/ 87	191/166	172/154
Bruchdehnung (xy/z) (in %) ²	8/5	2/2	35/ 50	35/ 45	26/33	14/12 ¹	36/ 40	37/ 34	33/37	38/31

¹ Mittelwert, Abweichung siehe Materialguide | ² nach DIN EN ISO 6892-1

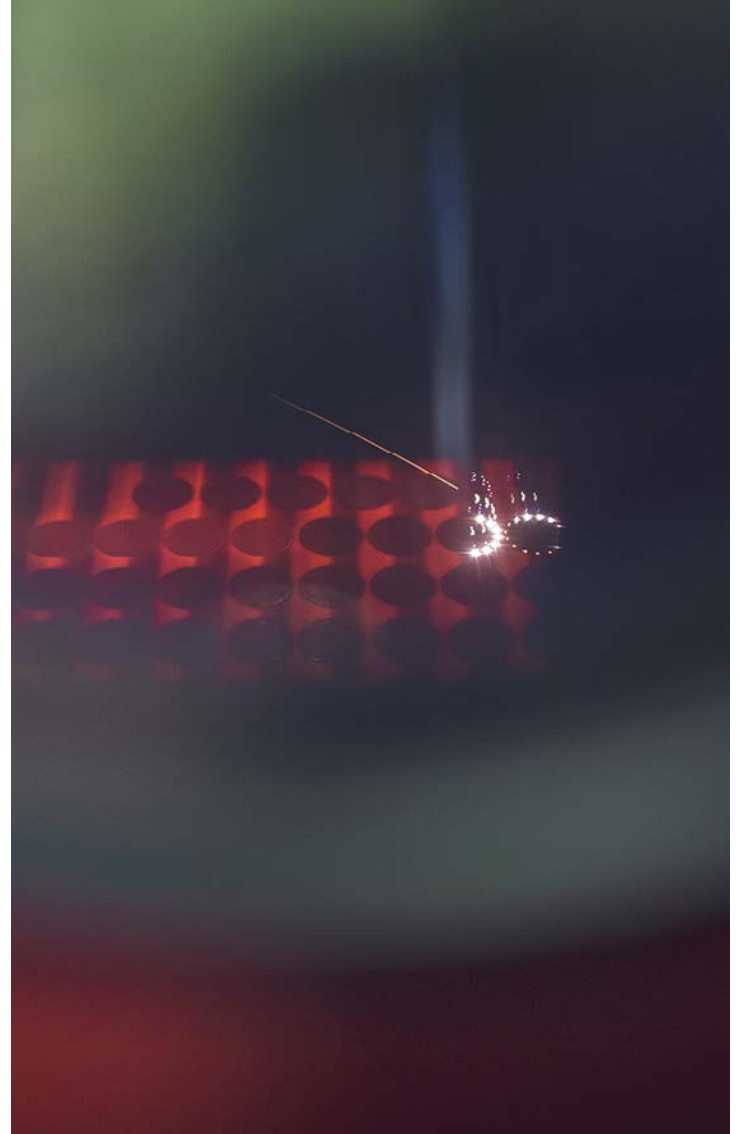
MASCHINENDATEN

	Anzahl	Bauraumgröße (mm)	Schichtstärke (µm)	Material
SLM 250	1	250 x 250 x 380	20-75	Testanlage
SLM 500	9	500 x 280 x 330	30-50	Werkzeugstahllegierung, Edelstahl- legierung, Aluminiumlegierung, Nickellegierung
SLM 500	5	500 x 280 x 363	30-50	Werkzeugstahllegierung, Edelstahl- legierung, Aluminiumlegierung, Nickellegierung
EOS M 280	1	250 x 250 x 325	40-80	Werkzeugstahllegierung
EOS M 270	2	250 x 250 x 220	20-100	Werkzeugstahllegierung, Edelstahllegierung
EOS M 400-4	4	400 x 400 x 360	30-100	Werkzeugstahllegierung, Aluminiumlegierung, Edelstahllegierung
EOS M 290 MOD	1	120 x 120 x 320	20-100	Edelstahllegierung, Titanlegierung

EBM

ELEKTRONENSTRAHLSCHMELZEN

Beim Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M) wird Metallpulver, ähnlich dem Laserschmelzen (PBF-LB/M), schichtweise an definierten Koordinaten, jedoch mittels Elektronenstrahl im Hochvakuum aufgeschmolzen und so zu einem Bauteil verbunden. Eine auf 2.500 °C erhitzte Kathode emittiert dazu Elektronen, die durch elektromagnetische Felder gelenkt und mit halber Lichtgeschwindigkeit auf das Metallpulver treffen. Im Gegensatz zum Laserschmelzen wird das Pulver vor dem eigentlichen Schmelzen leicht versintert, weshalb die Bauteile eine geringere Eigenspannung aufweisen. Zur Ableitung der Energie werden, analog zum Laserschmelzen, Stützstrukturen benötigt. Dagegen wird durch das Hochvakuum der Einschluss von Sauerstoff vermieden, wodurch die Bauteile eine höhere Dichte als beim Laserschmelzen aufweisen.



FÜR HOCHLEISTUNGS-ANWENDUNGEN

Mit Elektronenstrahlschmelzen lassen sich Bauteile fertigen, die über eine extrem hohe thermische und mechanische Belastbarkeit sowie hohe Korrosionsbeständigkeit verfügen. Die Bauteile weisen eine sehr raue ($R_a \sim 15-25 \mu m$) Oberfläche auf. Aufgrund einer minimalen Wandstärke von 0,7 mm sind dünnwandige und komplexe Geometrien möglich.

Elektronenstrahlschmelzen eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Patientenspezifische Implantate in der Medizintechnik
- Thermisch oder mechanisch stark beanspruchte Turbinen- oder Triebwerkskomponenten in der Luft- und Raumfahrt
- Leichte Hochleistungskomponenten für den Motorsport





MATERIALDATEN

	Titanlegierung Ti6Al4V, Gr. 5	Titanlegierung Ti6Al4V ELI, Gr. 23
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa)	1020	970
E-Modul (xyz) (in GPa)	120	120
Bruchdehnung (xyz) (in %)	14	16

¹ Mittelwert, Abweichung siehe Materialguide | ² nach DIN EN ISO 6892-1

MASCHINENDATEN

	Arcam Q10 / Q10plus	Arcam Q20 / Q20plus
Anzahl	2	2
Bauraumgröße (mm)	200 x 200 x 180	Ø 350 x 380
Schichtstärke (µm)	50	90
Material	Ti6Al4V Gr.5, Ti6Al4V Gr.23	Ti6Al4V Gr. 5

WAAM

WIRE ARC ADDITIVE MANUFACTURING

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) ist ein drahtbasiertes Verfahren, das Metall mittels Lichtbogentechnik lagenweise verschweißt und das Bauteil so additiv aufbaut. Das Verfahren weist hohe Abschmelzleistungen und somit hohe Aufbauraten ($600 \text{ cm}^3/\text{h}$) bzw. kurze Fertigungszeiten auf und überzeugt durch seine vielfältige Materialauswahl und die geringen Werkstoffkosten. Der Materialaufbau erfolgt in der Maschine 3- oder 5-achsig, weshalb komplexe Strukturen oder Hohlräume gefertigt werden können. Besonders vorteilhaft ist dabei die nahezu 100%ige Ausnutzung des Materials. Das Bauteil wird als endkonturnaher Rohling erstellt, der anschließend durch CNC-Fräsen vollständig oder nur an den erforderlichen Funktionsflächen fertig bearbeitet wird. Dies ermöglicht kurze Lieferzeiten.

ALTERNATIVE ZUM CNC-FRÄSEN

Mit Wire Arc Additive Manufacturing lassen sich großvolumige Metallbauteile (bis zu 3 m^3) fertigen, die durch Formgenauigkeit, geringe Eigenspannung und strukturelle Integrität überzeugen. Die minimale Wandstärke beträgt 4 mm und die Detailauflösung liegt bei 3 mm. WAAM ist insbesondere bei der Verarbeitung von hochlegierten Stählen und Materialien sinnvoll, deren konventionelle Fräsbearbeitung teuer und aufwändig ist.

WAAM eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Halter oder Abdeckungen von Schienenfahrzeugen
- Lagerschilde für Großmotoren in der Elektroindustrie (Ersatzteile)
- Reparaturen von beschädigten Schiffsschrauben

R-WAAM FÜR RICHTIG GROSSE TEILE

Eine Variante von WAAM ist Robotic WAAM, bei dem die Schweißdüse an einem Industrieroboter angebracht ist. Damit kann die Bauteilgröße signifikant gesteigert werden, denn der Aktionsdurchmesser des Roboterarms beträgt hierbei ca. 8 m. Wie bei WAAM erfolgt hier die Energiezufuhr durch einen Lichtbogen, die verfügbaren Materialien sind die gleichen wie bei WAAM.





MATERIALDATEN

Für WAAM stehen alle schweißbaren Materialien zur Verfügung, die Kennwerte sind vergleichbar zu denen geschmiedeter Bauteile.

	Stahl- legierung 1.5125, SG2	Stahl- legierung 1.5130, SG3	Stahl- legierung ER120S-G, 120S	Stahl- legierung 1.7339, CrMo1Si	Edelstahl- legierung 1.4430, 316L	Stahl- legierung 1.2343, H11	Nickel- legierung 2.4831, INC 625
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa)	≥ 500 - 640	530 - 680	≥ 940-1180	570 (≥ 550)	580 (≥ 510)	-	790 (≥ 740)
Bruchdehnung (xyz) (in %)	30 (≥ 20)	26 (≥ 20)	20 (≥ 15)	23 (≥ 20)	38 (≥ 25)	-	39 (≥ 30)

MASCHINENDATEN

	GTARC 800-5
Anzahl	1
Bauraumgröße (mm)	5-Achs: Ø 900 x 1100
Schichtstärke (mm)	1-3
Material	Stahllegierung, Edelstahllegierung, Nickellegierung

DED-L/W

DIRECTED ENERGY DEPOSITION LASER WIRE

Wie WAAM ist auch DED-L/W (Directed Energy Deposition Laser Wire) ein Drahtaufschweißverfahren mit gerichteter Energieabscheidung. Als fokussierte Energiequelle dient ein Industrielaser zum Aufschmelzen des Metalldrahts, der durch eine Düse gleichzeitig auf eine Oberfläche aufgebracht wird und so schichtweise eine dreidimensionale Struktur erzeugt. Ein Schutzgas hüllt das Bauteil ein, um eine Kontamination während des Schweißens zu verhindern. Der Schweißkopf ist an einem mehrachsigen Industrieroboter-Arm montiert, was die Herstellung sehr großer Bauteile mit vielachsiger Toolpathprogrammierung gestattet. Die Abkühlungszeiten für die Materialien sind mit etwa 1000-5000 °C pro Sekunde sehr kurz, was sich günstig auf das endgültige, hochdichte Korngefüge auswirkt. Die Bauteile sind frei von Einschlüssen. Als Material kommt nahezu jedes schweißbare Metall in Frage, darunter Stahllegierungen (Edelstahl, Werkzeugstahl), Nickelbasislegierungen und Titanlegierungen, aber auch Inconel sowie Wolfram sind möglich. Aluminium oder Kupfer können nicht verarbeitet werden.

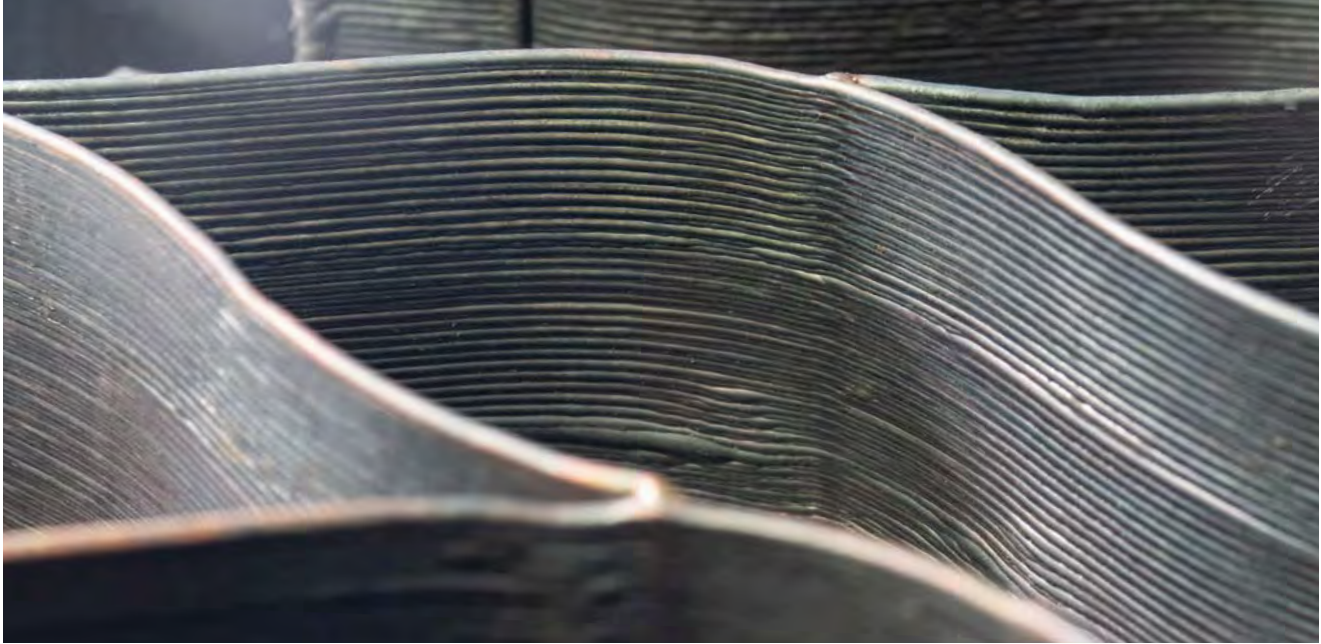
MISSING LINK ZWISCHEN WAAM UND LASERSCHMELZEN

Die DED-L/W-Technologie von Meltio zeichnet sich durch Präzision und Effizienz aus und schließt die Performanzlücke zwischen WAAM und Laserschmelzen. Die Schichten sind in der Regel 0,6 mm bis 1,2 mm dick, die Schichtbreite startet bei etwa 2 mm. DED-L/W von Meltio ist überall dort das Mittel der Wahl, wo WAAM zu grob und Laserschmelzen zu teuer ist. Mit DED-LW erreichen wir Auftragsraten von 0,2 kg/h bis 0,4 kg/h.

DED-L/W eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Reparatur komplexer Geometrien mit minimalem Materialabfall
- Herstellung großer Teile mit vergleichsweise feiner Auflösung
- Metallkomponenten in den Bereichen Marine, Luftfahrt und Verteidigung





MATERIALDATEN

	Stahl- legierung ER70S-6, 1.5125	Stahl- legierung H11, 1.2343	Edelstahl- legierung 316L, 1.4430	Edelstahl- legierung 17-4PH, 1.4542
Max. Zugfestigkeit ¹ (xz) (in MPa)	525 ± 12	1830 ± 105	655 ± 28	1017 ± 15
Bruchdehnung ¹ (xz) (in %)	15 ± 9	3,46 ± 0,36	41 ± 4	14 ± 0,1

	Nickelbasis- legierung Inconel 718, 2.4667	Eisen-Nickel- Legierung Invar, 1.3990	Titan- legierung Titan 64, 3.7165
Max. Zugfestigkeit ¹ (xz) (in MPa)	833 ± 50	522 ± 14	855 ± 12
Bruchdehnung ¹ (xz) (in %)	25 ± 3	24 ± 2	12 ± 1

¹ nach DIN EN ISO 6892-1

MASCHINENDATEN

	Engine Robot Integration
Anzahl	1
Bauraumgröße (mm)	Ø 2,0 x 1,4 m
Schichtstärke (mm)	0,25 - 0,5
Material	Stahllegierung, Edelstahllegierung, Nickelbasislegierung, Eisen-Nickel-Legierung, Titanlegierung

SAAM

SUBMERGED ARC ADDITIVE MANUFACTURING

Submerged Arc Additive Manufacturing (SAAM) ist eine neue Technologie, die das sehr zuverlässige Unterpulverschweißen mit modernster additiver Fertigung kombiniert. Ein Schweißdraht wird durch eine gesteuerte Zuführung an einem Roboterarm in den Prozess eingespeist. Gleichzeitig wird das Schweißpulver bereitgestellt, das die Schweißnaht während des gesamten Prozesses umhüllt und vor Umwelteinflüssen schützt. Die entstehende Schlackekruste muss nach einer Abkühlungszeit automatisch entfernt werden, bevor die nächste Schweißnaht aufgetragen werden kann.

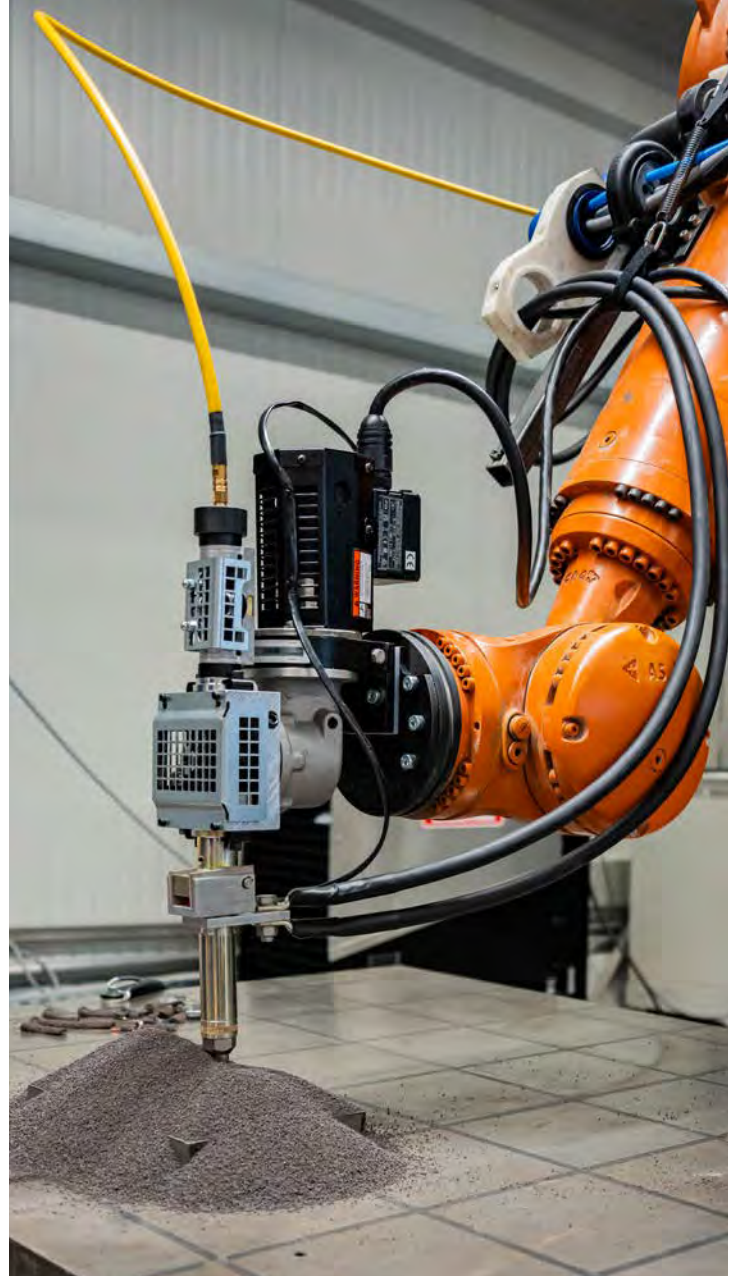
Im Forschungsprojekt „I AM Huge“ entwickeln wir zusammen mit der Ottmar Buchberger GmbH unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr.-Ing. Anton Schmailzl vom Technologiecampus Parsberg-Lupburg die SAAM-Technologie weiter. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

GRÖßER UND EFFIZIENTER: METALLBAUTEILE

SAAM schließt eine wichtige Lücke zwischen Laserschmelzen und WAAM einerseits und additiver und konventioneller Fertigung andererseits. Es stehen prinzipiell alle schweißbaren Legierungen als Material zur Verfügung, was eine breite Anwendungsvielfalt eröffnet. Die Vorteile sind eine hohe Abschmelzleistung, sehr gute Schweißnähte und ein einfacheres Handling als beim WIG/MIG-Schweißen.

SAAM eignet sich deshalb ideal z.B. als:

- Alternative zu großen Guss- und Frästeilen
- Reparatur von großen Komponenten
- für die Herstellung endkonturnaher Metallkomponenten
- Großformatige Ringelemente
- Pumpen- und Armaturentechnik (Spaltringe)
- Konstruktionselemente (z.B. Lagerringe, Zahnkränze für Gittermastkrane)
- Energietechnik (z.B. Ringe Gasturbinenbau)
- Schiffsbau (z.B. Kolben)
- Verteidigung (z.B. Drehkranz, Flansche, Gehäuse)
- und Aufschweißelemente auf Halbzeuge





VON DER FORSCHUNG IN DIE FERTIGUNG



Schliffbilder von SAAM Schweißraupen (oben) und Wänden mit 10 Schichten (unten). Verwendung eines DC+ Parameters (links) und eines AC Parameters (rechts).



In einem aufwändigen Automatisierungs- und Hardwareentwicklungsprozess wird die Schlackekruste nach jeder vollendeten Bahn automatisch entfernt.

MASCHINENDATEN

Anzahl	1
Schweißgerät*	PowerWave AC/DC 1000 SD, Lincoln Electric
Roboter	Kuka KR 240 R3100 ultra K, KUKA
Material	Niedriglegierter Stahl S2Si Edelstahl 316L Nickelbasislegierung Inconel 625 Nickelbasislegierung Inconel 718

**Weitere Maschinenbestandteile am Roboterkopf zum Unterpulverschweißen werden intern entwickelt und gefertigt.*

ADDITIV KUNST- STOFF

SLS

[S. 50](#)

SLA

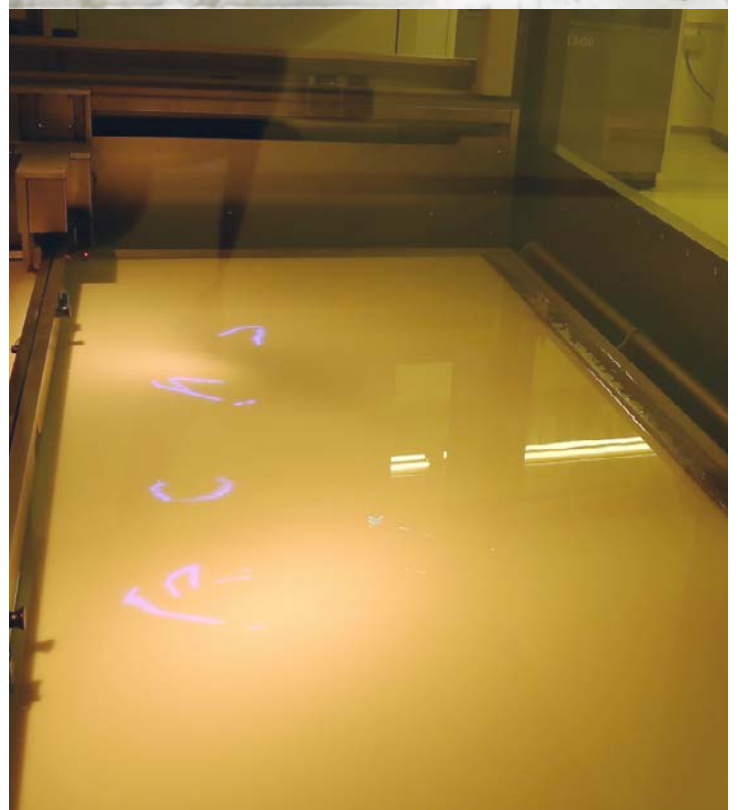
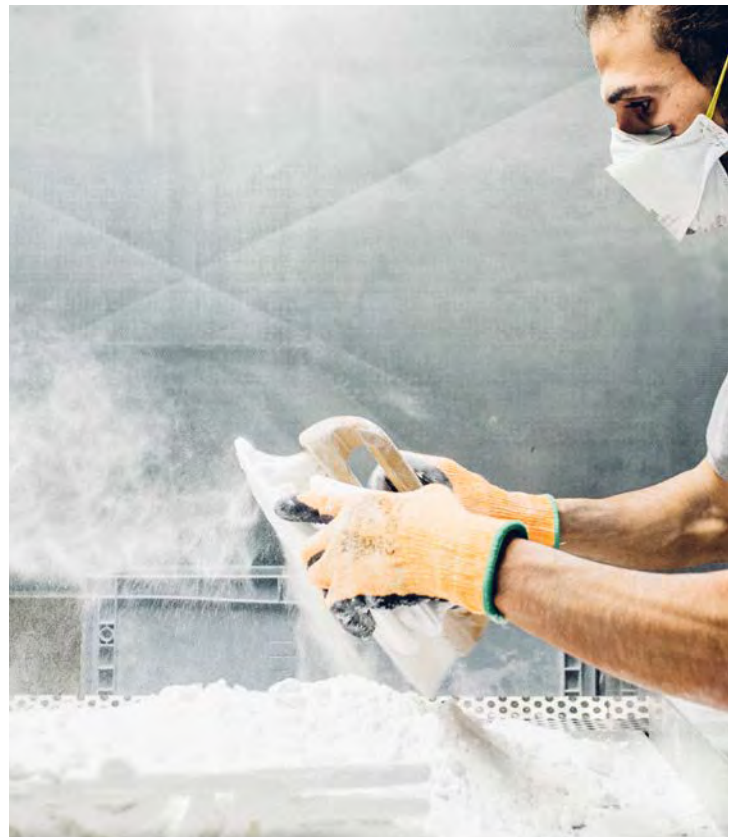
[S. 52](#)

MSLA

[S. 54](#)

DLP

[S. 56](#)





SAF

[S. 58](#)



POLYJET

[S. 60](#)

FDM

[S. 62](#)



R-FDM

[S. 64](#)

SLS

SELEKTIVES LASERSINTERN

Beim Selektiven Lasersintern (SLS), das zur Familie der Laser Powder Bed Fusion-Verfahren (PBF-LB/P) zählt, wird Kunststoffpulver vollflächig auf eine Bauplattform aufgebracht. Ein CO₂-Laser erhitzt die Kunststoffpartikel an vorgegebenen Koordinaten bis kurz vor ihren Schmelzpunkt, wodurch sie sich miteinander verbinden. Nach Fertigung einer Schicht wird die Bauplattform abgesenkt, eine neue Schicht Pulver aufgebracht und das Bauteil so dreidimensional hergestellt. Im Gegensatz zur Stereolithographie (SLA) oder dem PolyJet-Verfahren lassen sich komplexe Geometrien mit Hinterschnitten oder Überhängen ohne Stützstrukturen bauen, da die Bauteile aufgrund der hohen Wärme im Bauraum im kompakten Pulverbett durch das sie umgebende Material gestützt werden. Dadurch lassen sich zum Beispiel auch ineinander verzahnte, bewegliche Teile in einem Stück fertigen.



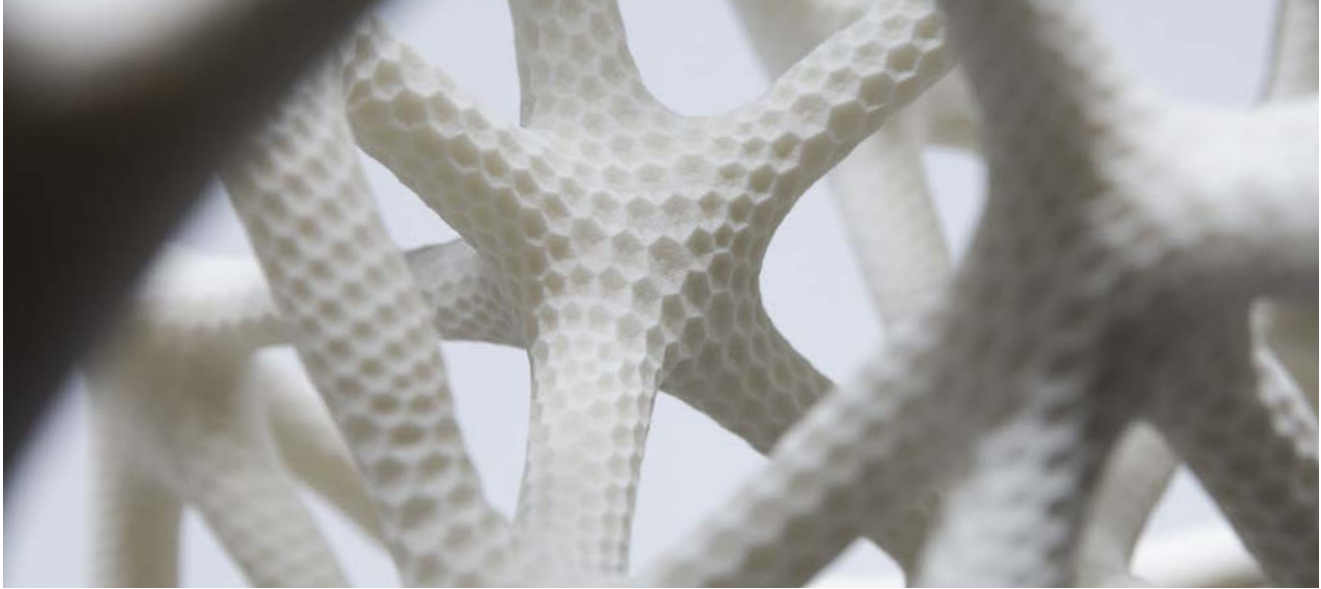
TOP-VERFAHREN FÜR KUNSTSTOFFBAUTEILE

Mit Selektivem Lasersintern können Bauteile hergestellt werden, die über eine hohe Temperaturbeständigkeit verfügen und deren gute mechanische Eigenschaften über die Lebensdauer nicht altern. Die Bauteile verfügen über eine relativ raue ($R_a \sim 13 \mu m$), körnige Oberfläche, die sich sehr gut nachbearbeiten lässt. Aufgrund einer minimalen Wandstärke von 0,7 mm sind dünnwandige und komplexe Geometrien möglich.

SLS eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Leichte und passgenaue Orthesen und Prothesen in der Medizintechnik
- Prototypen für die Automobilindustrie
- Die bedarfsgerechte Fertigung schwer zu beschaffender Ersatzteile für die Bahn





MATERIALDATEN

	PA 2200	PA 3200 GF	Alumide	PA 2210 FR	PA 2241 FR	TPU	FIT Elastomer
Max. Zugfestigkeit (xy/z) (in MPa)	48/42 ¹	51/47 ¹	48/- ¹	46/41 ¹	49/46 ¹	7 ¹	1,8 ²
Zugmodul (xy/z) (in MPa)	1650/1650 ¹	3200/2500 ¹	3800/- ¹	2500/2300 ¹	1900/1900 ¹	60 ¹	7,4 ²
Bruchdehnung (xy/z) (in %)	18/4 ¹	9/5,5 ¹	4/- ¹	4/3 ¹	15/6 ¹	250 ¹	
Shorehärte	75 D ³	80 D ³	76 D ³	-	-	80 A ⁴	60 ⁵
Formbeständigkeits-temperatur HDT bei 1,80 MPa (in °C)	-	96 ⁶	144 ⁶	-	84 ⁶	-	100 ²

¹ nach ISO 527 | ² nach ASTM D648 | ³ nach ISO 7619-1 | ⁴ nach DIN EN ISO 868 | ⁵ nach ASTM D2240 |

⁶ nach ISO 75-1/-2

MASCHINENDATEN

	EOS P380	EOS P100	EOS P730	EOS P760	EOS P396
Anzahl	2	1	2	7	1
Bauraumgröße (mm)	360 x 360 x 630	200 x 250 x 330	700 x 380 x 580	700 x 380 x 580	340 x 340 x 600
Schichtstärke (µm)	150	100	100/120	100/120	100/120
Material	PA 3200 GF und Alumide	PA 2200, PA 3200 GF und Alumide	PA 2200, PA 3200 GF, TPU und Alumide	PA 2200, PA 3200 GF, PA 2241 FR und Alumide	PA 2200, PA 2210 FR, PA 2241 FR, PA 3200 GF und Alumide

SLA

STEREOLITHOGRAPHIE

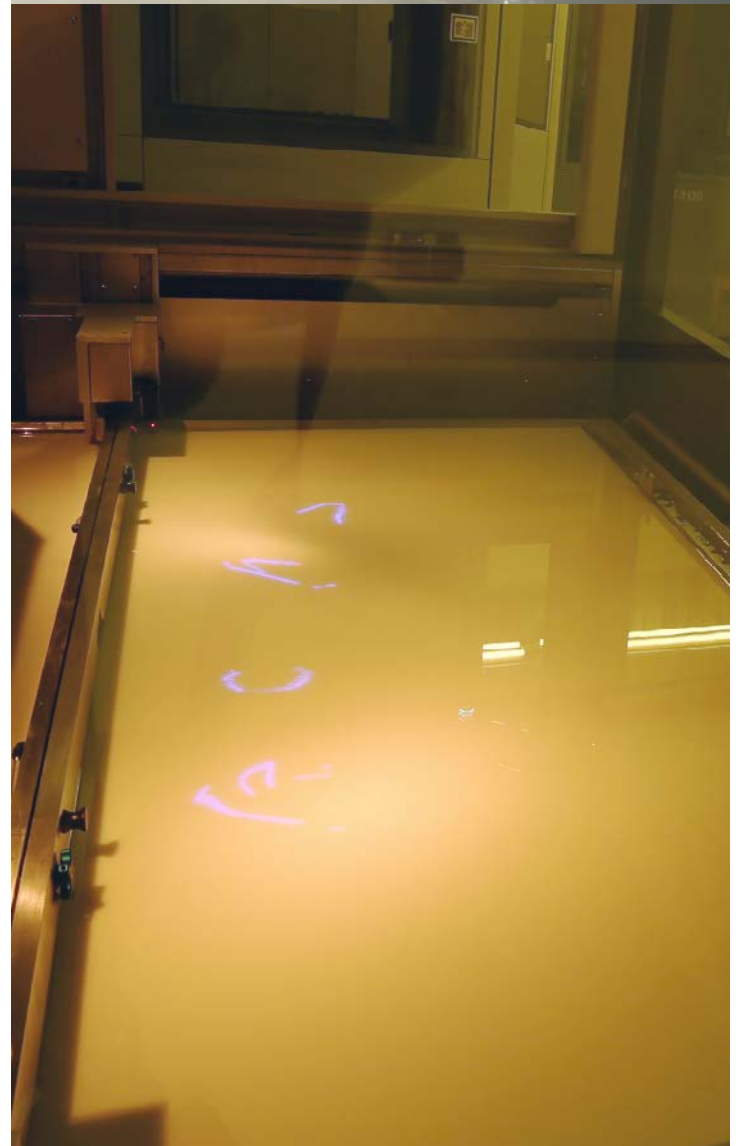
Bei der Stereolithographie (SLA), dem ersten und ältesten 3D-Druckverfahren, wird ein duroplastisches Kunst- oder Epoxidharz (Photopolymer) durch einen ultravioletten Laserstrahl, der über bewegliche Spiegel entlang der Bauteilkonturen geführt wird, ausgehärtet. Ist die Schicht komplett ausgehärtet, wird der Bauraum abgesenkt, eine neue Schicht aufgetragen und das Bauteil so dreidimensional aufgebaut. Zur Fixierung der Bauteile in dem flüssigen Bauraum sind Stützstrukturen erforderlich, die im Nachgang manuell entfernt werden. Je nach Material erfolgt abschließend ein Aushärtungsprozess mittels UV-Behandlung, um die äußere Oberfläche der Bauteile vollständig zu verfestigen. Nachdem die Lichtempfindlichkeit des Materials permanent gegeben ist, kommt es über die Zeit zu einer Verfärbung der Bauteile, weshalb eine Nachbehandlung der Oberflächen in manchen Fällen erforderlich ist.

FILIGRANE STRUKTUREN UND BESTE OBERFLÄCHENQUALITÄT

Mit Stereolithographie können hochgradig isotrope, wasserdichte und temperaturbeständige Bauteile hergestellt werden, die über eine sehr hohe Detailauflösung, Genauigkeit und sehr glatte Oberflächen ($R_a \sim 2 \mu m$) verfügen. Aufgrund einer minimalen Wandstärke von 0,7 mm sind dünnwandige und komplexe Geometrien möglich.

SLA eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Design- und Konzeptmodelle im Rahmen der Produktentwicklung
- Funktionsprototypen zur Prüfung der Form- oder Passgenauigkeit
- Zahn- oder Kiefermodelle für die Herstellung von Implantaten oder Spangen
- Ohrabformungen für die Hörgeräteindustrie
- Die Herstellung von Urmodellen (z.B. für den Vakuumguss)





MATERIALDATEN

	Accura® Xtreme™ White 200	Accura® Xtreme™	Accura® ClearVue™	SLA4
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa) ¹	45-50	38-44	46-53	47
Zug-E-Modul (xyz) (in MPa) ¹	2300-2630	1790-1980	2270-2640	-
Bruchdehnung (xyz) (in %) ¹	7-20	14-22	3-15	2,3
Shorehärte	78-80 D	86 D	80 D	93
Formbeständigkeits-temperatur HDT bei 1,82 MPa (in °C) ²	42	54	50	60-68 >220 (UV- & thermische Nachbehandlung)

¹ nach ASTM D 638 | ² nach ASTM D 648

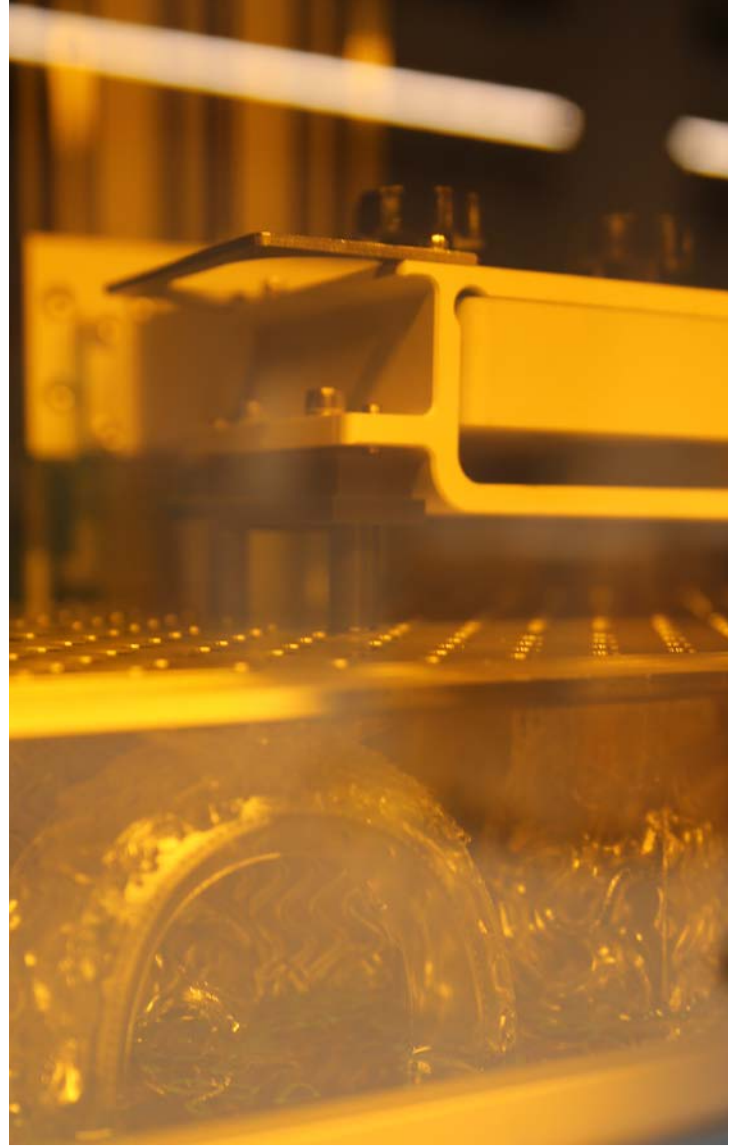
MASCHINENDATEN

	3D Systems ProX800	3D Systems ProX950
Anzahl	3	1
Bauraumgröße (mm)	650 x 750 x 550	1500 x 750 x 550
Schichtstärke (µm)	100	100
Material	Accura® ClearVue™, Accura® Xtreme™, SLA4 und Accura® Xtreme™ White 200	Accura® Xtreme™ White 200

MSLA

MASKED STEREOLITHOGRAPHY APPARATUS

MSLA (Masked Stereolithography Apparatus) ist ein Verfahren aus der Familie der harzbasierten 3D-Druck-Technologien und kombiniert das Prinzip der Stereolithographie mit modernster Displaytechnologie, um präzise und hochauflösende Modelle zu erstellen. Zentrales Element des MSLA-Verfahrens ist ein LCD-Display, das als abschattende Maske dient und so eine partielle Belichtung des flüssigen Materials ermöglicht. Der Bildschirm befindet sich dabei zwischen der Lichtquelle und dem mit photosensitiven Harz gefüllten Behälter. Er ist nur an den für die jeweilige Bauteilfertigung definierten Bereichen für das UV-Licht durchlässig. An den belichteten Stellen reagiert das Harz auf das UV-Licht und härtet durch Polymerisation aus. Sobald eine Schicht fertiggestellt ist, wird die Bauplattform um 50 µm angehoben und der Prozess wird für die nächste Schicht wiederholt, bis das Objekt fertig aufgebaut ist. Das flüssig gebliebene Harz kann gereinigt dem Produktionsprozess wieder zugeführt werden.

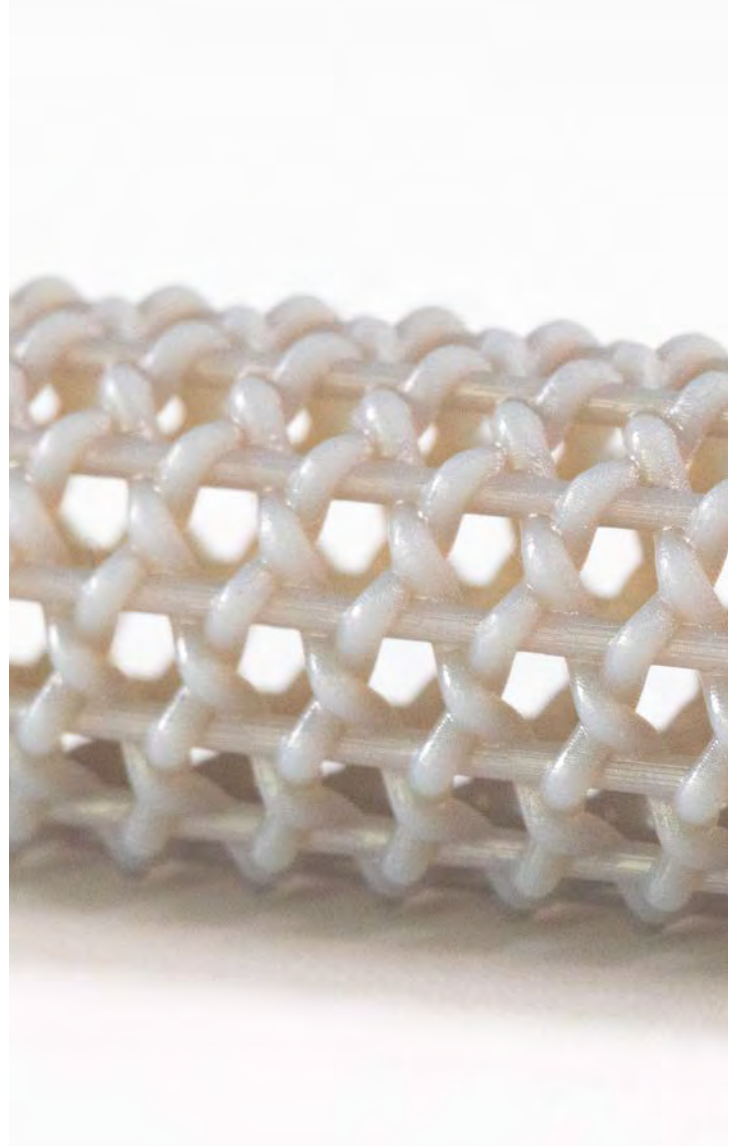


EXTREM FEINE DETAILAUFLÖSUNG

Ein wesentlicher Vorteil des MSLA-Verfahrens ist seine Geschwindigkeit, da pro Druckvorgang das ganze Harzbecken belichtet wird und die Bauteilkonturen nicht wie bei traditionellen SLA-Verfahren von einem Laserpunkt abgefahren werden müssen. Dank der neuen 12K-Display-Technologie bietet MSLA eine beeindruckende Auflösung. Dadurch lassen sich Bauteile mit komplexen Geometrien und feinsten Details sowie perfekten Oberflächen herstellen. Aufgrund der werkzeuglosen Fertigung ist MSLA in vielen Fällen eine wirtschaftlich attraktive Variante zum Spritzguss.

MSLA eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Serienbauteile
- Individualisierte Stifthülsen
- Sonderanfertigungen für Sprüh- und Schutzkappen
- Fashion, Brillengestelle und Modeschmuck
- Einmalwerkzeuge für Formschäumen mit sehr guten Oberflächen





MATERIALDATEN

	Infinam ST 6100 L	Loctite PRO410	Ultracur3D ST 45 B
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa) ¹	89	39-42	53
Zugmodul (xyz) (in MPa) ¹	3200	1890-1986	2000
Bruchdehnung (xyz) (in %) ¹	6	5	21
Shorehärte ²	89	72	80
Formbeständigkeits-temperatur HDT bei 0,45 MPa (in °C) ³	120	66-76	63

¹ nach ASTM D638 | ²nach ASTM D2240 | ³nach ASTM D 648

MASCHINENDATEN

	Racksystem (4 x 20 units)
Anzahl	80
Bauraumgröße (mm)	330 x 185 x 400
Schichtstärke (µm)	30-200
Material	Infinam ST 6100 L, Loctite PRO410, Ultracur3D ST 45 B

DLP

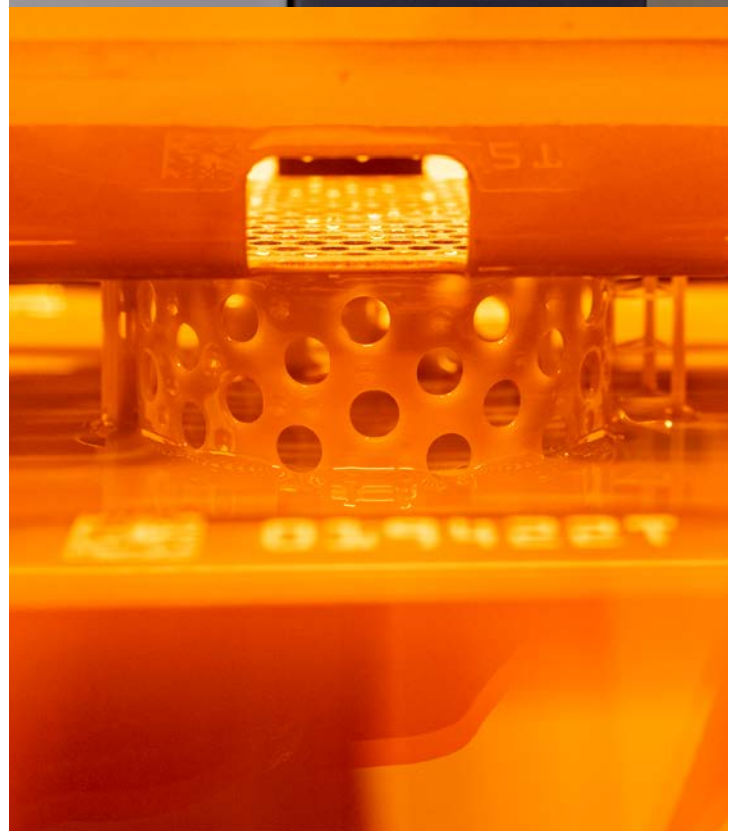
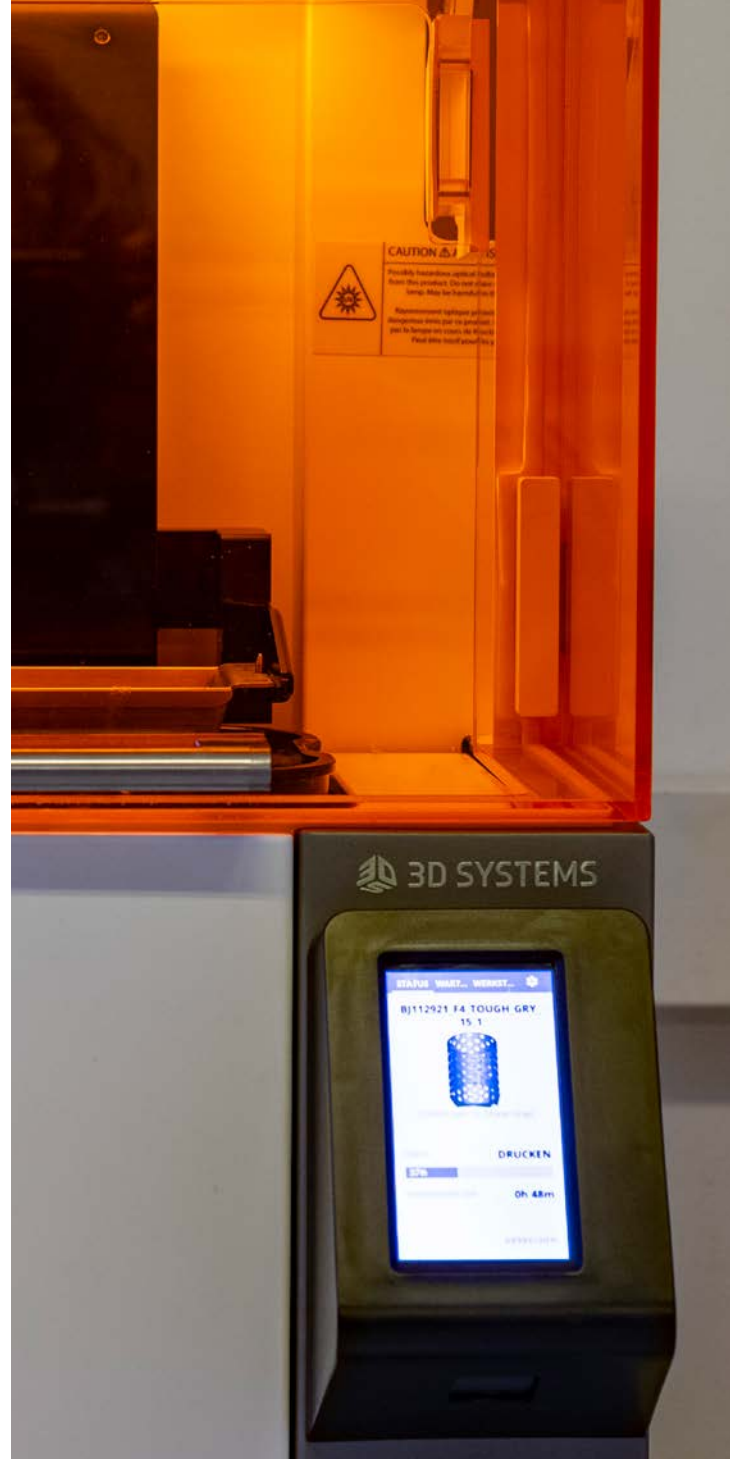
DIGITAL LIGHT PROCESSING

Das Digital Light Processing (DLP) verwendet ein flüssiges Photopolymer, das durch UV-Lichtprojektion ausgehärtet wird. Im Gegensatz zur Stereolithographie (SLA) dringt das Licht dabei nicht von oben, sondern von unten durch den transparenten Boden der Bauplatte in das Material ein (Top-Bottom-Verfahren). Das Bauteil wird so Schicht für Schicht belichtet und nach oben aus dem Bauraum heraus gedrückt. Beim DLP-Verfahren wird die Auflösung der Bauteile durch das Fertigungsvolumen (Größe des Harztanks) sowie die Auflösungsqualität der Lichtquelle (Beamer, LCD- oder LED-Displays) definiert. Je kleiner der Tank und je mehr Bildpunkte, desto höher der Detaillierungsgrad des Bauteils. Da das Material vollflächig belichtet wird, sind bei DLP höhere Aufbauraten als bei SLA möglich. Nach der Fertigung werden die Bauteile in der Regel thermisch nachgehärtet. Außerdem werden geometrieabhängige Stützstrukturen mechanisch entfernt. DLP findet aktuell in zahlreichen Branchen Anwendung, wie z.B. in der Dentaltechnik, der Schmuckindustrie oder der Luft- und Raumfahrt.

PERFEKTION IM DETAIL – AUCH IN SERIE

Mit DLP lassen sich Bauteile mit einer Aufbaurate von 100 mm/h herstellen, die durch einen extrem hohen Detaillierungsgrad, scharfe Konturen und sehr glatte Oberflächen überzeugen. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Materialvielfalt können schlagzähe Duromere, belastungsstarke Thermoplaste, reißfeste Elastomere oder Kunststoffe mit einer Wärmebeständigkeit von bis zu 300° C werkzeuglos und präzise verarbeitet werden. Insofern ist DLP nicht nur aus qualitativer Sicht, sondern auch aus Kostengründen eine echte Alternative zum konventionellen Spritzguss und eignet sich ideal für die Herstellung von:

- Prototypen mit hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität
- Klein- oder Vorserien aus dem Originalmaterial
- Formen- bzw. Werkzeugbau





MATERIALDATEN

	Figure 4™ TOUGH-BLK 20	Figure 4™ TOUGH-GRY 10	Figure 4™ TOUGH-GRY 15
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa) ¹	40	50	48
Zug-E-Modul (xyz) (in MPa) ¹	1780	2180	2120
Bruchdehnung (xyz) (in %) ¹	36	25	35
Shorehärte ³	79 D	81 D	82 D
Formbeständigkeits-temperatur HDT bei 1,82 MPa (in °C) ²	45	51	51

¹ nach ASTM D 638 | ² nach ASTM 648 | ³ nach ASTM D2240

MASCHINENDATEN

	3D Systems Figure 4®
Anzahl	1
Bauraumgröße (mm)	124,8 x 70,2 x 196
Schichtstärke (µm)	10-100
Material	Figure 4™ TOUGH-BLK 20, Figure 4™ TOUGH-GRY 10, Figure 4™ TOUGH-GRY 15

SAF

SELECTIVE ABSORPTION FUSION

Beim neuen SAF-Verfahren wird, analog zum Selektiven Lasersintern (PBF-LB/P), ein Bett aus Polyamidpulver verwendet. Die schichtweise Verbindung der Pulverpartikel wird aber nicht über einen Laser, sondern über eine infrarotempfindliche Energieabsorptionsflüssigkeit erreicht, ein sogenanntes High Absorbing Fluid. Der Auftrag dieses Binders erfolgt selektiv über piezoelektrische Industriedruckköpfe, das Aushärten geschieht mit IR-Licht.

Ein spezielles Wärmemanagement über das gesamte Pulverbett gewährleistet eine konstant reproduzierbare Teilequalität selbst bei feinen Details, flachen Bereichen und großen, gleichmäßigen und glatten Oberflächen.

HÖCHSTE PRÄZISION BEI FEINEN KUNSTSTOFFGEOMETRIEN

SAF ist ein in hohem Maße industrietaugliches Verfahren, das homogene Polyamid-Bauteile auch bei äußerst kleinen, feinen Geometrien erzielt. Die maximale Bauteilgröße liegt bei 315 x 208 x 293 mm, die Schichtstärke beträgt 100 µm.

Für die Serienfertigung verspricht SAF Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Prozesskontrolle, die in der industriellen Fertigung heute unerlässlich sind.

Die hohe Produktionskapazität ergibt sich daraus, dass Drucken und Verschmelzen in einem Arbeitsgang stattfinden, sowie durch eine hohe Bestückungsdichte. Das Verfahren strebt danach, wettbewerbsfähig mit Spritzguss zu sein und gestattet Stückzahlen im Bereich von mehreren hundert bis tausend Bauteilen.

Selective Absorption Fusion eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Steckverbinder, Scharniere, Kabelhalter
- Elektronikgehäuse, Abdeckungen und Luftkanäle
- Präzise Endbauteile aus der Handelsgüter-, Automobil-, Konsumartikel- und Elektronikbranche





MATERIALDATEN

	PA11
Max. Zugfestigkeit (xy/z) (in MPa) ¹	51/47
Zugmodul (xy/z) (in MPa) ¹	1529/1609
Bruchdehnung (xy/z) (in %) ¹	30/11
Shorehärte	75
Formbeständigkeitstemperatur HDT bei 1,82 MPa (in C°) ²	47

¹ nach ASTM D638-14 | ² nach ASTM D648

MASCHINENDATEN

	Stratasys H350™ Powder Bed Fusion 3D-Drucker
Anzahl	1
Bauraumgröße (mm)	315 x 208 x 293
Schichtstärke (µm)	100
Material	PA11

POLYJET

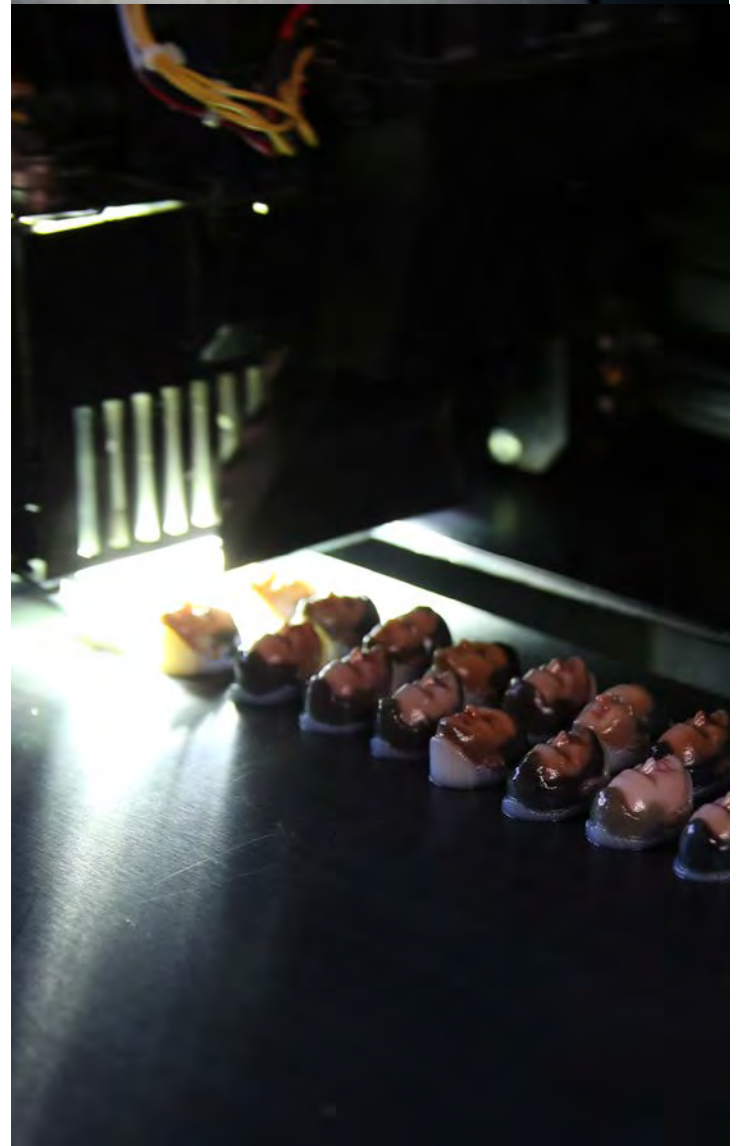
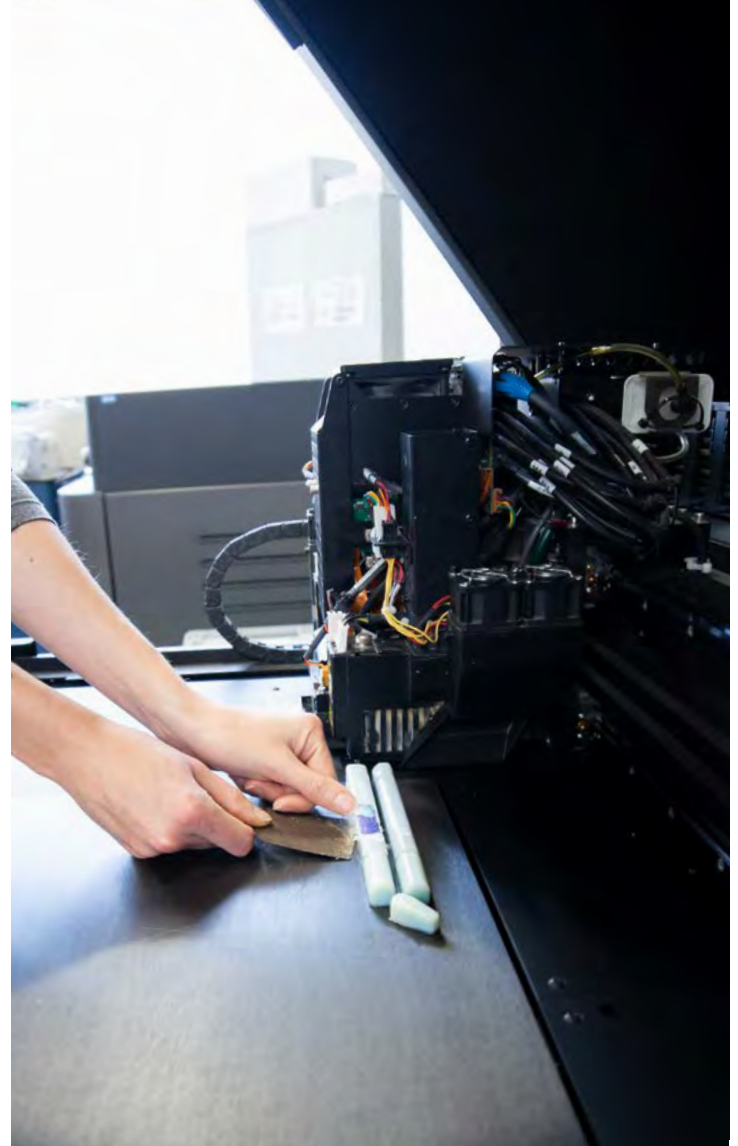
Beim PolyJet-Verfahren, das auch unter dem Namen Fine Layer Technique (FLT) bekannt ist, wird ein flüssiges Photopolymer aus einem Tintenstrahl-Druckkopf entlang der Bauteilkonturen auf die Bauplattform gesprüht und sofort im Anschluss mittels UV-Licht ausgehärtet. Anschließend wird der Bauraum abgesenkt und die nächste Schicht des Bauteils aufgebracht. Je nach Geometrie des Bauteils benötigt PolyJet Stützstrukturen, um das Bauteil an der Bauplattform zu befestigen und Überhänge abzustützen. Das Besondere an diesem Verfahren ist, dass Bauteile vollfarbig oder texturiert hergestellt und mehrere Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. fest und flexibel) gleichzeitig in einem Arbeitsgang aufgetragen werden können. Somit lassen sich Bauteile mit ganz unterschiedlichen Eigenschaften und Wirkungen erzeugen.

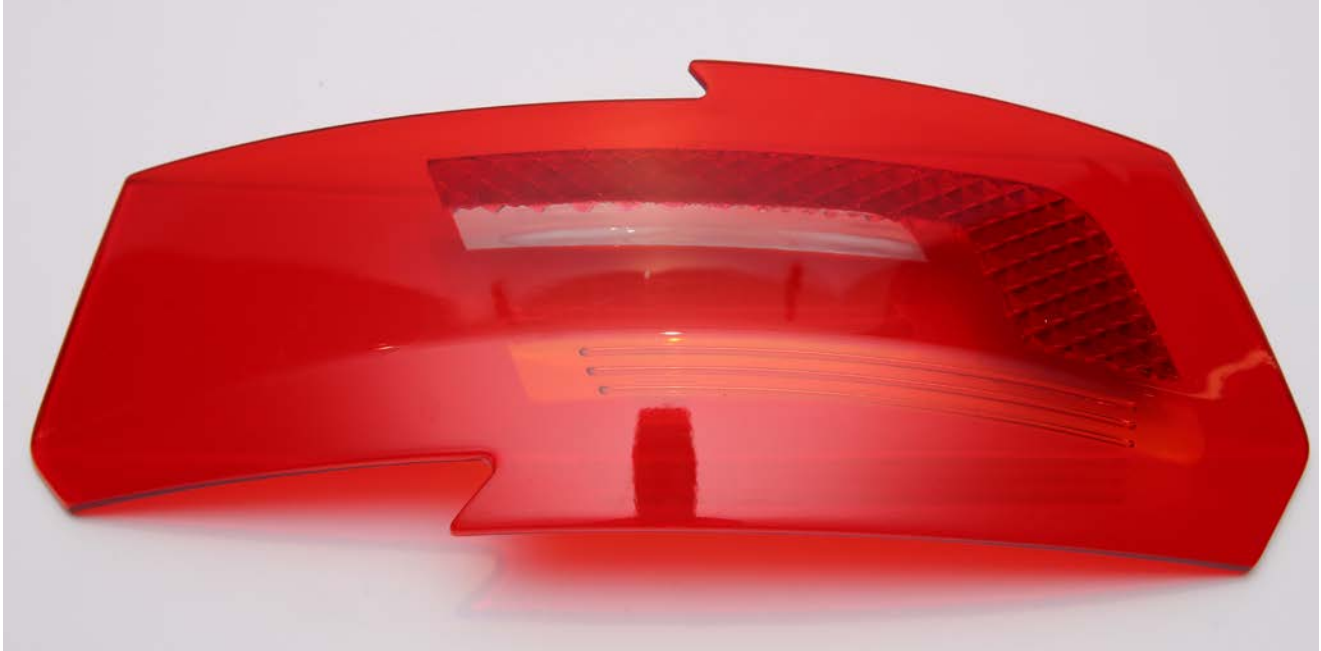
REALISTISCHE, VOLLFARBIGE PROTOTYPEN

Mit PolyJet können Bauteile mit einer Schichtstärke von 14 μm , 16 μm , 27 μm bzw. 32 μm und einer Maßgenauigkeit von $\pm 0,1\%$ mit sehr glatten ($R_a \sim 6 \mu\text{m}$), porenfreien Oberflächen hergestellt werden, die sich durch Schleifen oder Polieren sehr gut veredeln lassen. Aufgrund einer minimalen Wandstärke von 0,5 mm sind dünnwandige und komplexe Geometrien möglich.

PolyJet eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Designprototypen
- Kunstwerke
- Präsentations- und Messemodelle
- Absolut fotorealistische Abbilder von Originalen, dank CAPPS.IT, einem Zusatzservice der FIT, der Farbechtheit garantiert





MATERIALDATEN

	Flexible Photopolymere	Halbsteife Photopolymere	FIT VeroWhitePlus	FIT TangoBlackPlus 980
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa)	1-20	39-49	55-65	0,8-1,5
E-Modul (xyz) (in MPa)	-	1750-2350	2000-3000	-
Bruchdehnung (xyz) (in %)	30-160	35-70	10-25	170-220
Shorehärte	40 A-95 A	-	83-86 D	26-28 A
Formbeständigkeits-temperatur HDT bei 1,82 MPa (in °C)	-	41-44	45-50	-

MASCHINENDATEN

	Connex 500	J750
Anzahl	1	1
Bauraumgröße (mm)	500 x 400 x 200	490 x 390 x 200
Schichtstärke (µm)	16/32	14/27
Auflösung	600 dpi (x/y) 1600 dpi (z)	600 dpi (x/y) 1800 dpi (z)
Material	FIT VeroWhitePlus FIT TangoBlackPlus	Vero™ Family

FDM

FUSED DEPOSITION MODELING

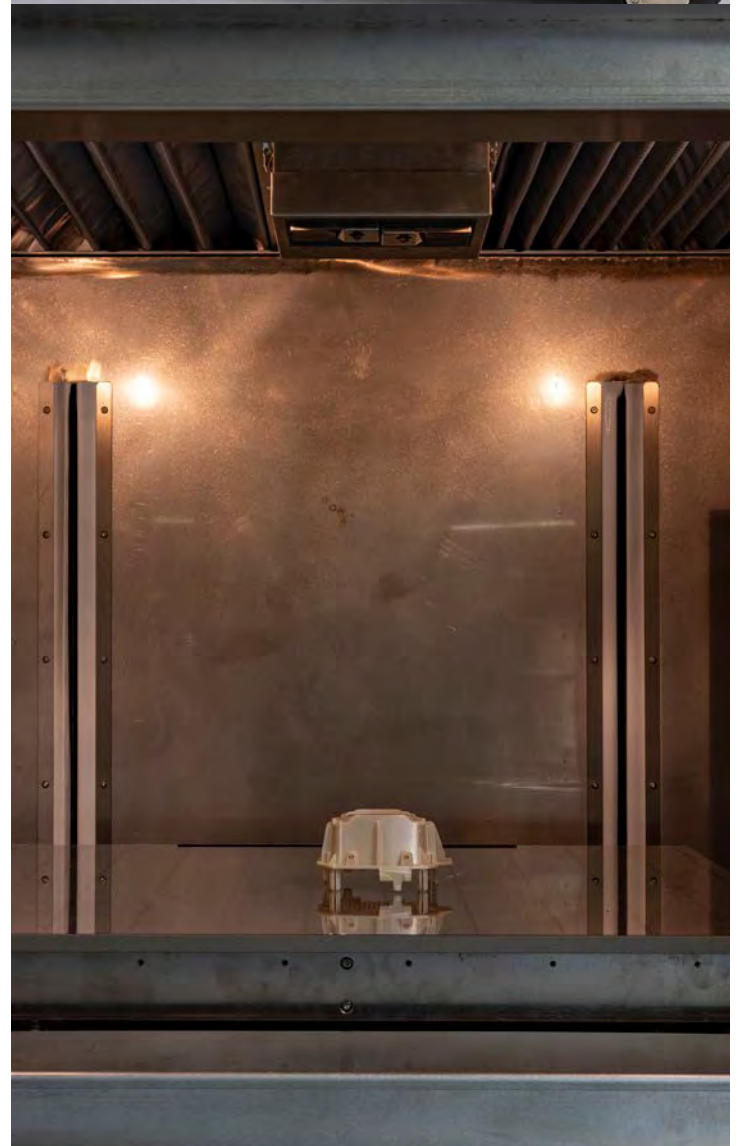
FDM ist zwar nicht das älteste, wohl aber das bekannteste 3D-Druck-Verfahren. Es wurde Ende der 1980er Jahre entwickelt und ist heute eine sehr ausgereifte und stabile Technologie. Das Verfahrensprinzip ähnelt dem einer Heißklebepistole. Ein drahtförmiges, thermoplastisches Filament wird in einem Extruder bis an den Schmelzpunkt erhitzt und in flüssiger Form entlang der Bauteilkonturen auf eine Bauplattform abgelegt. Dabei härtet das Material schnell durch Abkühlen aus, so dass die nächste Schicht aufgebracht und das Bauteil so schichtweise mit einer Schichtstärke von 0,15 mm bis 0,3 mm (je nach gewähltem Material) aufgebaut werden kann. Volumenkörper werden aus Kosten- und Zeitgründen nicht massiv, sondern mit Füllstrukturen hergestellt. In Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie sind Stützstrukturen erforderlich, die im Nachgang entfernt werden müssen. Heute wird FDM als industrielles Verfahren in vielen Branchen bereits für die Serienfertigung genutzt.

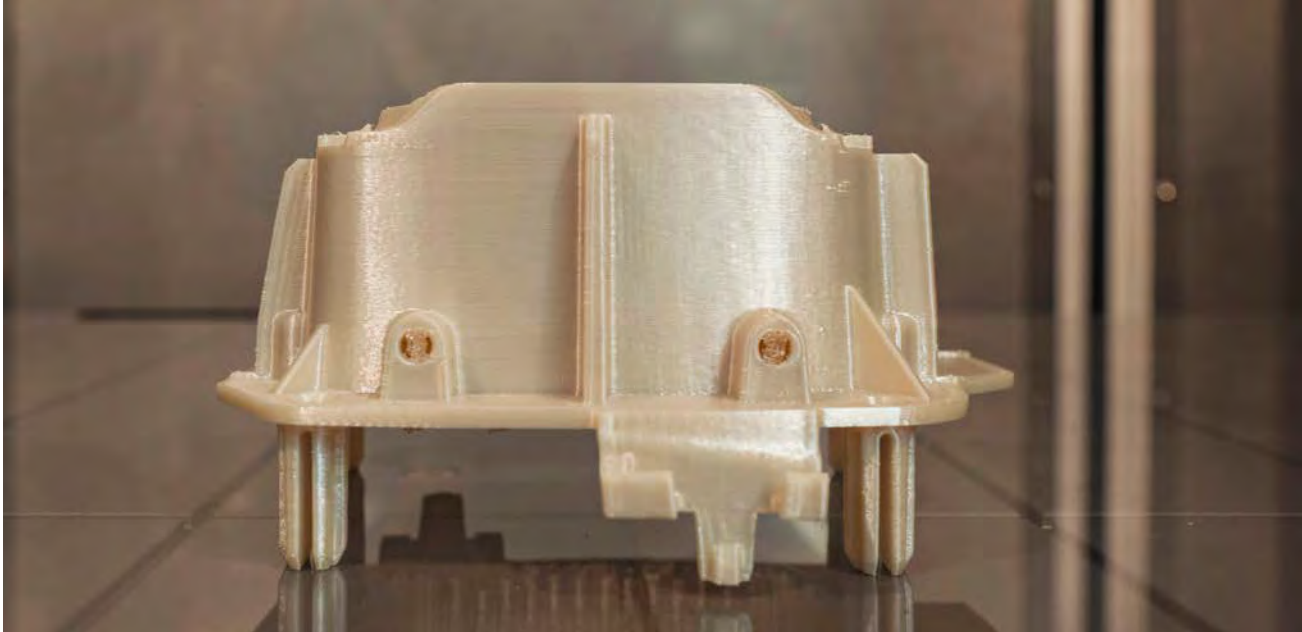
ROBUSTE BAUTEILE FÜR HOCHLEISTUNGSANWENDUNGEN

Mit FDM können langfristig formstabile Bauteile mit einer hohen Steifigkeit kostengünstig hergestellt werden. Unbearbeitete Bauteile haben eine raue Oberfläche und lassen die einzelnen Baustufen erkennen, jedoch sind viele Arten der Nachbearbeitung wie beispielsweise Glätten, Lackieren oder Beschichten möglich. FDM erlaubt eine Mindestwandstärke von 1 mm und hat im Vergleich mit anderen 3D-Druck-Verfahren eine geringere Genauigkeit. Im Gegenzug steht dafür aber eine sehr breite Palette an verarbeitbaren Materialien bis hin zu Verbundmaterialien und Hochleistungskunststoffen für anspruchsvolle Anwendungen zur Verfügung.

FDM eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Funktionskomponenten in Flugzeugen
- Produktionswerkzeuge in Automobilwerken
- Ersatzteile für Eisenbahnen





MATERIALDATEN

	ABS	ABS ESD	ASA	PEEK	PLA	ULTEM 1010	ULTEM 9085
Max. Zugfestigkeit (xyz) (in MPa)	-	24,3 ¹		105 ¹	45,6 ¹		86 ²
E-Modul (xyz) (in MPa)	2280 ¹	1121 ¹		4100 ¹	1900 ²		2230 ³
Bruchdehnung (xyz) (in %)	-	6,4 ²		30 ¹	2,4 ¹		4,5 ³
Shorehärte	-	66,7 ⁴		85 ⁴	-		-
Formbeständigkeitstemperatur HDT bei 1,8 MPa (in C°)	100 ⁵	-		156 ⁶	-		153 ⁷

¹ nach ISO 527 | ² nach ISO 178 | ³ nach ASTM D638 | ⁴ nach ISO 868 | ⁵ nach ISO 75-2/A | ⁶ nach ISO 75A-f
⁷ nach ASTM D648

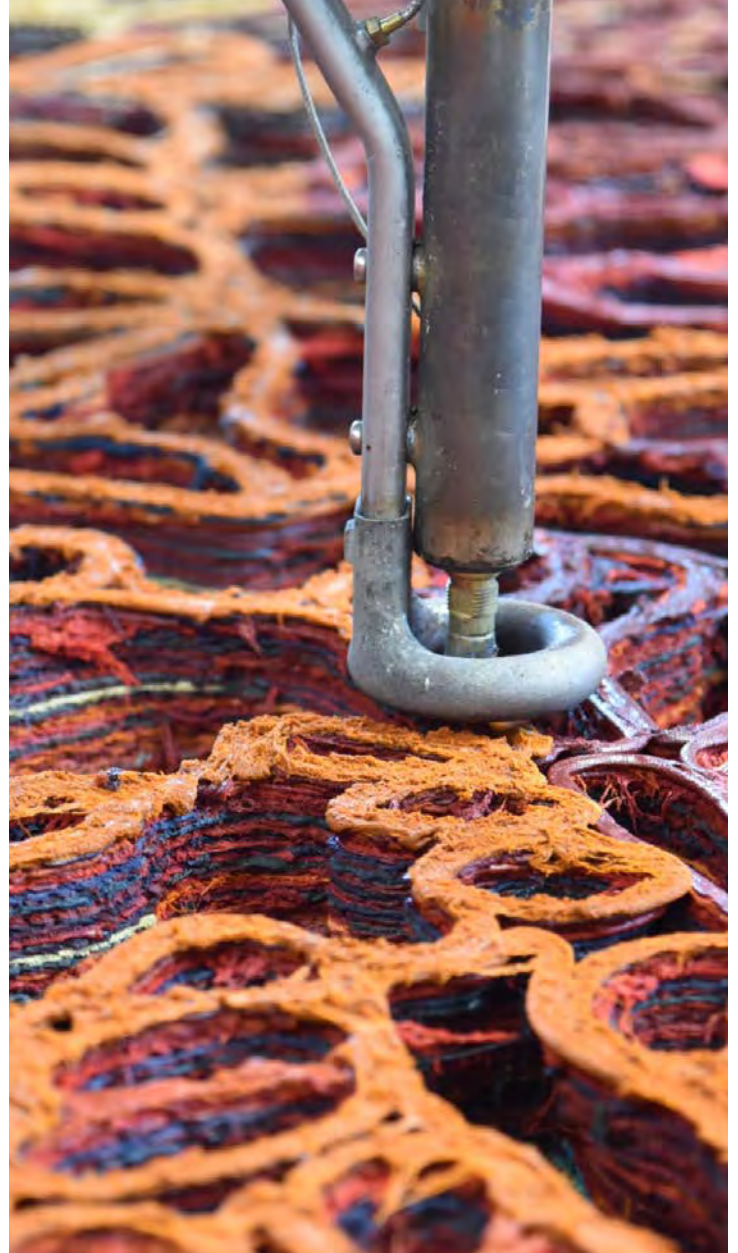
MASCHINENDATEN

	FUNMAT PRO 610 HT
Anzahl	1
Bauraumgröße (mm)	610 x 508 x 508
Schichtstärke (mm)	0,15 - 0,3
Material	ABS, ABS ESD, PEEK, PLA, ULTEM 9085

R-FDM

ROBOTIC FUSED DEPOSITION MODELING

Robotic FDM funktioniert nach dem Prinzip des klassischen FDM (Fused Deposition Modeling), mit dem Unterschied, dass der Extruder an einem schwenkbaren Roboterarm angebracht ist. Aufgrund des Aktionsradius des Roboterarms von 3 m werden deutlich größere Objekte realisierbar. Die 6- bzw. 8-Achs-Industrieroboter ermöglichen eine präzise und individuelle Materialplatzierung auf höchstem Komplexitätsniveau. Für Robotic FDM ist als Material Kunststoffgranulat in einem breiten Spektrum geeignet; mit unserem offenen Software-Workflow und einem anpassbaren und projektspezifischen Materialmanagementsystem können wir Materialien von kohlefaserverstärkten Polymeren bis hin zu Kunstholz drucken. Auch fließende Materialübergänge, z.B. von glasfaserverstärktem ABS zu Polycarbonat sind umsetzbar.

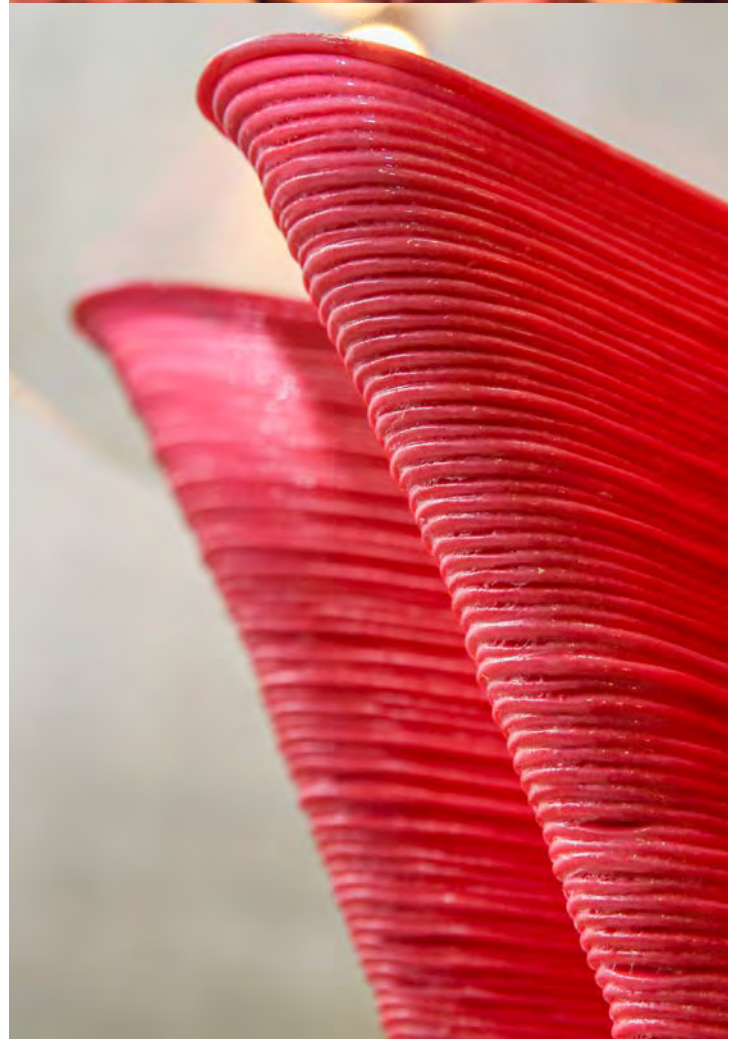


HOHE VIELSEITIGKEIT FÜR GROSS- FORMATIGE MASSANFERTIGUNGEN

Die Fertigung individueller Objekte oder Unikate erfordert eine hohe technische Expertise im Hinblick auf die Prozessentwicklung, da für jedes Projekt ein eigener Herstellprozess mit spezifischen Prozessparametern (Material, Justierung der Temperaturen und Aufbauraten, etc.) realisiert werden muss. Grundlage dafür ist meist die Programmierung spezieller Algorithmen für die Steuerung der Roboter. FIT verfügt deshalb über speziell ausgebildete Softwarespezialisten.

Robotic FDM eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Singuläre großformatige Objekte
- Maßanfertigungen
- Forschungsprojekte mit Hochschul- und Industriepartnern
- Kunstobjekte und große Raumskulpturen





ENTWICKLUNG VON SONDERMATERIALIEN

Für innovative Projekte in Kunst, Architektur oder Bauwesen gibt es oft keine fertigen Materialien, auf die man einfach zurückgreifen kann. In solchen Fällen übernehmen wir die Entwicklung, Validierung oder Zertifizierung eines geeigneten Materials sowie die Anpassung der erforderlichen Fertigungsprozesse. Bei den meisten unserer Projekte mit Robotic FDM hat sich ein Lignin-basiertes Material bewährt. Lignin ist ein natürliches Biopolymer, das in Pflanzenzellen vorkommt und mit Cellulose und Hemicellulose für Stabilität und Druckfestigkeit sorgt. Da die herkömmliche Gewinnung von Lignin aus Holz energieintensiv ist, verwenden wir oft Holzabfälle als Füllstoff. Dies verbessert die Zugfestigkeit unseres Materials und reduziert gleichzeitig dessen CO₂-Fußabdruck.

Ein Beispiel für eine projektspezifische Material- und Prozessentwicklung ist das Kunstprojekt SKER von Peter Lang. Dabei wurde eine 7,5 Meter lange und 2 Meter hohe Figurengruppe aus 27 Einzelteilen mithilfe des 3D-Drucks schichtweise aus einem Endlosfaden aufgebaut, um die Anmutung von Vogelfelsen vor der isländischen Küste nachzubilden. Das eingesetzte Material war Tecnar Arboblend, ein nachhaltiger Holzkunststoff, der durch gezielte Überhitzung eine rau und faserig wirkende Optik erhält. Eingefärbt wurde das neutral gefärbte Grundgranulat durch Color Service PE Universal Masterbatch Granulatfarben, die sensor-gesteuert und in Echtzeit von einem separaten Mischroboter mit dem Holzgranulat vermischt und anschließend der Extrusionsdüse zum Aufschmelzen zugeführt wurden.

Durch die abgestimmte Kombination aus Material und Verfahrenstechnik konnte die künstlerische Vision ideal umgesetzt werden, bei gleichzeitiger Berücksichtigung der technischen Machbarkeit, Robustheit und Langlebigkeit der Skulptur.

ADDITIV BAU- STOFFE



„Nicht jede Idee ist realisierbar. Mit SCA haben wir die Grenzen des Machbaren verschoben. Durch die neuen Möglichkeiten lässt sich der Lösungsraum Ihrer Bauaufgabe drastisch vergrößern. Bisher unmachbare Vorhaben lassen sich jetzt verwirklichen. Nun haben Sie es in der Hand, Architektur neu zu definieren.“

Bruno Knychalla,
Geschäftsführer Additive Tectonics GmbH





SCA

[S. 68](#)

SCA

SELECTIVE CEMENT ACTIVATION

Als erster Anwender weltweit setzt FIT für die Additive Fertigung von Gebäudeteilen auf Selective Cement Activation (SCA). Ähnlich wie beim Binder Jetting wird bei SCA aus einem Druckkopf ein wässriger Aktivator entlang der Bauteilkonturen auf eine dünne Pulverschicht gesprüht, wodurch sich die einzelnen Partikel verbinden. Anschließend wird eine neue Schicht aufgetragen und das Bauteil so in mehreren Schichten dreidimensional aufgebaut. Das Ausgangsmaterial ist Econit, ein zementöser Werkstoff mit hervorragenden funktionellen Eigenschaften, vergleichbar mit Beton, teilweise diese sogar übertreffend. Weitere Materialien wie Portlandzement und Geopolymere befinden sich gerade in der Entwicklung. Durch das Beimischen von vielfältigen Zuschlagstoffen wie Sand, Ziegelsplitt, Blähton, Holzspänen, Reiskörnern oder Stroh lassen sich verschiedenste ästhetische, funktionale oder technische Materialeigenschaften gezielt beeinflussen, beispielsweise in punkto Dichte, Druckfestigkeit, Wärme- oder Schalldämmung der Gebäudeteile.



RADIKAL INNOVATIV BAUEN

Mit Selective Cement Activation können individuelle, frei geformte Fertigelemente bis zu einer Größe von 4 m oder 10 m³ schalungsfrei hergestellt werden. Die Bauteile verfügen über eine hohe Detailgenauigkeit (Schichtstärke 1-2 mm), sind formbeständig, frei von Verzug, wetterfest, außerordentlich hart und, aufgrund des Grundmaterials, mineralisch und brandhemmend. Je nach Zusammensetzung der Bauteile sind sie vollständig recycelbar, CO₂-neutral und nachhaltig, da Holz und andere nachwachsenden Rohstoffe als Zuschlagstoffe verwendet werden können. Auf Wunsch können die Bauteile mit lichtechten, UV-beständigen Farben durchgefärbt werden.

SCA eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Fertigteile für die Außenseite des Gebäudes, z.B. Fassaden
- Fertigteile im Inneren des Gebäudes, z.B. Treppen, Säulen, Wandelemente
- Designobjekte und Kunstwerke





Am neuartigen 3D-Großformatdrucker und an den eingesetzten Materialien laufen derzeit intensive Entwicklungsarbeiten, um das Verfahren zu etablieren und unser Materialspektrum mit komplett neuen und nachhaltigen Materialien mit natürlichen Zuschlägen zu erweitern.

Der eigens für den Einsatz von 3D-Druck in Architektur und Bauwesen entwickelte zementöse Werkstoff Econit erzielt ähnliche Kennwerte wie Zement und übertrifft diese teilweise. Als Grundmaterial kann Econit vielfältigste Zuschlagstoffe auch in großen Mengen binden und gewinnt durch das gezielte Zumischen eine Vielzahl ästhetischer, funktionaler und technischer Materialeigenschaften für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke, hinsichtlich Dichte, Druckfestigkeit oder Wärme- und Schalldämmung. Beispiele für Zuschlagstoffe sind Sand, Ziegelsplitt, Blähton und Blähglasgranulat, Schamott, recycelte Erde sowie Naturstoffe wie Holzspäne, Reiskörner, Stroh, uvm.

Diese und weitere nachhaltig ökologische, funktionale und gestalterische Vorteile werden auch bei dem Einsatz von z.B. Portlandzement, Phosphatzement und Geopolymeren erzielt.

MATERIALDATEN

	econitWood™	tectonitX
Druckfestigkeit (in MPa) ¹	> 16	55
Biegefestigkeit (in MPa) ¹	> 7	6
Dichte (in kg/m³)	900	2200

¹ nach DIN-EN 196-1

MASCHINENDATEN

	Anzahl	Bauraumgröße (mm)	Schichtstärke (mm)	Material
3D-Großformat- drucker	1	4000 x 2500 x 1000	1-3	econitWood™, tectonitX

KONVENTIONELL

SPRITZGUSS

[S. 72](#)



ELASTOMER FERTIGUNG

[S. 74](#)



VAKUUMGUSS

[S. 76](#)



POLYAMIDGUSS

[S. 78](#)





FEINGUSS

[S. 79](#)



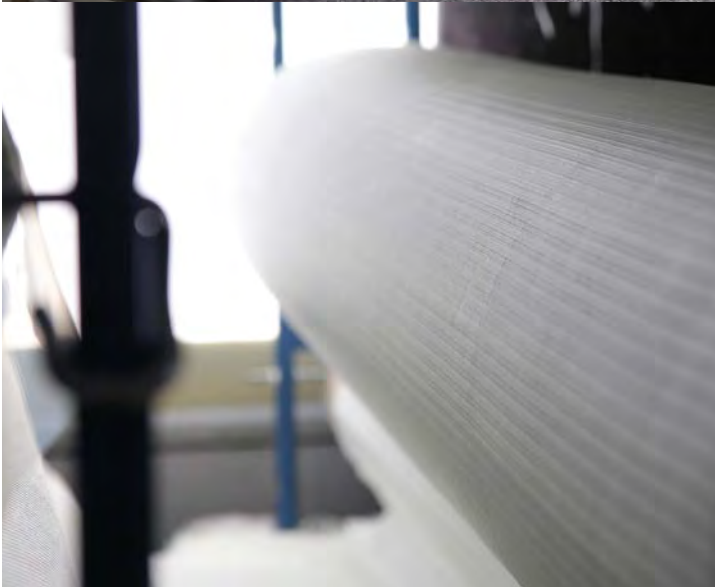
RIM

[S. 80](#)



CNC-FRÄSEN

[S. 82](#)



LAMINIEREN

[S. 83](#)

SPRITZ GUSS

Beim Spritzguss wird ein Kunststoffgranulat in einer Spritzeinheit plastifiziert, d.h. erwärmt und aufgeschmolzen. Anschließend wird der flüssige Kunststoff unter hohem Druck in den Hohlraum (Kavität) des Werkzeugs eingespritzt, wobei die Kavität Form und Oberflächenstruktur des Bauteils bestimmt. Nach dem Erstarren des Materials wird das Bauteil aus dem Werkzeug entnommen. Beim Spritzguss lassen sich Hinterschnitte durch Losteile und Schieber realisieren. Auch das Umspritzen von Einlegern (Insert- oder Outserttechnik) ist möglich. Die Werkzeuge werden je nach Kundenanforderung auf Ausbringmengen von ca. 1.000-50.000 Stück angelegt. Das Besondere bei FIT ist die Werkzeugfertigung, denn die Werkzeuge werden additiv mittels Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M) aus Aluminium oder Stahl bereits innerhalb weniger Tage hergestellt. Das trägt dazu bei, die Lieferzeiten von Spritzgussteilen erheblich zu verkürzen.

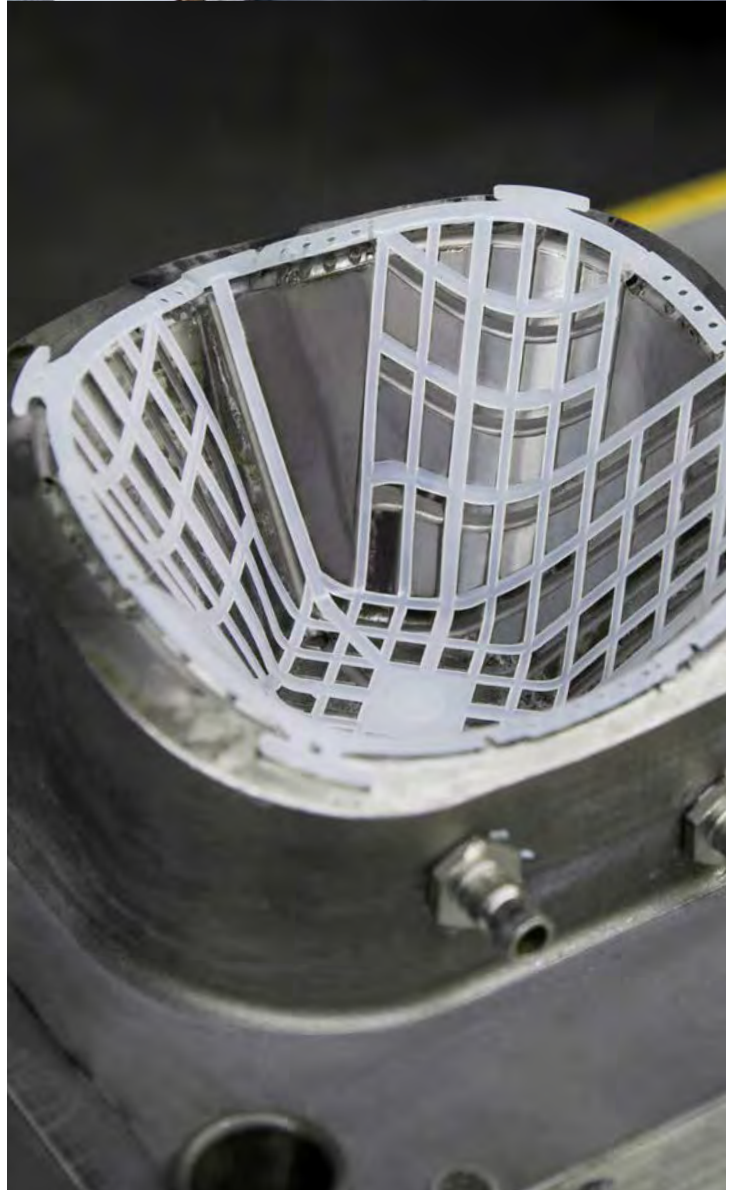


KOSTENGÜNSTIGE SERIENTEILE

Mit Spritzguss lassen sich kleine Losgrößen mit serienidentischen Eigenschaften günstig und schnell realisieren. Die Bauteile können direkt für Testzwecke oder die Endanwendung verwendet werden. Dazu werden nahezu beliebige thermoplastische Elastomere oder technische Kunststoffe monochrom oder in Farbe verarbeitet. Da die gesamte Fertigung von der Werkzeugkonstruktion über die Werkzeugherstellung bis zum Spritzguss direkt bei FIT erfolgt, können die ersten Bauteile bereits innerhalb weniger Arbeitstage geliefert werden.

Spritzguss eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Prüfung der Optik oder der Serienreife des Designs
- Validierung der Bauteilfunktion
- Materialtests
- Vorserien, falls das Serienwerkzeug auf sich warten lässt oder die Losgröße noch unklar ist
- Kleinserien von Bauteilen mit niedrigen Losgrößen





MATERIALDATEN

Bei Prototypen und Kleinserien arbeiten wir bevorzugt mit Materialbeistellungen. Dann erhalten unsere Kunden ihre Teile genau aus dem Kunststoff, den sie benötigen. Falls eine Materialbeistellung nicht möglich ist, übernehmen wir die Bereitstellung. Für den Spritzguss stehen bei uns über 500 unterschiedliche Thermoplaste und mehr als 500 unterschiedliche Elastomere zur Verfügung. Farbeinstellungen werden in der Regel gebatcht, das bedeutet, wir färben ein Naturgranulat in der Wunschfarbe des Kunden ein.

Technische Kunststoffe:
 PE-LD, PE-HD, PP, PVC, PS, ABS, PMMA, PA, PA-GF, POM, PC, PC+ABS, PPS, PEEK uvm.

Thermoplastische Elastomere
 TPE, TPU und TPV

MASCHINENDATEN

	Engel victory 80/28	Engel victory 200/45	Engel victory 330/80	Engel victory 500/150
Anzahl	2	1	1	1
Schließkraft (to)	28	45	80	150

ELASTOMER FERTIGUNG

Elastomerteile können mittels IM-Verfahren (Injection Molding) oder im CM-Verfahren (Compression Molding) hergestellt werden. Beim IM-Verfahren wird eine plastifizierte Gummimischung in ein beheiztes Formwerkzeug gespritzt und danach vulkanisiert. Für das CM-Verfahren wird eine Vulkanisationspresse verwendet, welche die Formteile mittels Presswerkzeugen in Form bringt. Auch hier werden die Bauteile anschließend vulkanisiert. Welches Werkzeug und welches Verfahren zum Einsatz kommen, ist abhängig von der Bauteilgeometrie und der Stückzahl. Je nach Werkzeug können Ausbringungsmengen von 1.000 bis 100.000 Stück erreicht werden. Neben der Fertigung von Formteilen aus Gummi können bei FIT auch Verbundteile produziert werden, indem Metall- und Kunststoffelemente wie Buchsen, Kontaktbleche, Gewindeeinsätze etc. umspritzt werden. Hierzu werden die Einlegeteile speziell vorbehandelt, um eine optimale Verbindung zwischen Einlegeteil und Elastomermaterial zu erreichen.

FLEXIBLE FERTIGUNG

Mit Elastomerfertigung lassen sich robuste und (in der Regel) flexible Bauteile mit sehr guten mechanischen, chemischen und optischen Eigenschaften aus nahezu allen gängigen Elastomeren herstellen. Die Bauteile weisen dabei deutlich bessere Eigenschaften auf als additiv gefertigte, gummiähnliche Materialien. Da die gesamte Produktion von der Werkzeugkonstruktion über die Werkzeugherstellung bis zur Fertigung einschließlich der Nachbearbeitungsschritte Schleifen der Trennebenen, Touchieren und ggf. Polieren direkt bei FIT erfolgt, können die ersten Bauteile bereits innerhalb weniger Arbeitstage geliefert werden. Komplexere Pressformen können durch Additive Fertigung häufig effizienter und schneller als durch Fräsen hergestellt werden.

Die Elastomerfertigung eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Gummi-Verschleißteile
- Validierung der Bauteilfunktion
- Materialtests
- Vorserien, falls das Serienwerkzeug auf sich warten lässt oder die Losgröße noch unklar ist
- Kleinserien von Bauteilen mit niedrigen Losgrößen





MATERIALDATEN

In der Elastomerfertigung können alle gängigen Elastomere verarbeitet werden, z.B. (ASTM-Kurzzeichen) NR, IR, FKM, NBR, CSM, HNBR.

Die Materialien werden überwiegend durch FIT besorgt, Materialbereitstellungen sind aber jederzeit möglich.

MASCHINENDATEN

	REP V39	LWB Steinl VRE1000	MAPLAN ERGO+	REP V49	REP V59	REP B56	LWB Steinl GIB2500	Kompressi- onspressen
Anzahl	1	1	1	1	1	1	1	3
Schließkraft (to)	100	100	160	160	250	250	250	40 - 250
Spritzvolu- men (cm ³)	400	600	1000	1200	2000	2000	2000	-

VAKUUM GUSS

Basis für den Vakuumguss ist die Herstellung eines Urmodells, das im 3D-Druck mittels Stereolithographie (SLA) gefertigt wird. Das Urmodell wird nach der Festlegung von Formtrennung, Anguss und Steigern in einem Rahmen fixiert. Anschließend wird der Rahmen mit einem 2K-Silikon ausgegossen. Nach dem Aushärten des Silikons wird die Silikonform entlang der festgelegten Formtrennung mit einem Skalpell aufgeschnitten und das Urmodell wird entnommen. In diese leere Silikonform wird in einer Vakuumgießmaschine ein mehrkomponentiges PU-Harz (Polyol + Isocyanat) unter Vakuum gefüllt, um Lufteinschlüsse zu vermeiden. Nach dem Gießen kommt die Form zum Aushärten in einen Ofen. Die so erzeugten Teile werden nach einer materialabhängigen Entformzeit aus der Form entnommen und gefinisht. Anschließend steht die Form für weitere Abgüsse zur Verfügung. Die Ausbringmenge ist abhängig von der Bauteilgeometrie sowie dem Abgussmaterial und liegt zwischen 15 und 50 Teilen je Form.

KLEINE MENGEN IN SERIENQUALITÄT

Mit Vakuumguss lassen sich detailgetreue Bauteile aus einer großen Vielzahl an PU-Harzen fertigen. Die Bauteile weisen dabei Oberflächen auf, die in ihrer Qualität mit dem Spritzguss vergleichbar sind und sich sehr gut veredeln lassen. Damit ist der Vakuumguss eine schnelle, präzise und günstige Alternative zur Additiven Fertigung und zum Spritzguss.

Vakuumguss eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Vor- und Kleinserien im Rahmen der Produktentwicklung
- Herstellung von Serienwerkzeugen
- Produktmuster
- Prototypen für Pass- und Funktionsprüfungen
- Design- und Messemodelle
- Ersatzteile oder Kleinserien für Endanwendungen, wie z.B. Verkleidungen, Abdeckungen, Gehäuse
- Lichtdurchlässige Behälter und transparente Displays





MATERIALDATEN

	Standard-Vakuumgießharze		Transparente Vakuumgießharze	Flammhemmende Vakuumgießharze		Silikone
	Elastisch	Steif	Steif	Elastisch	Steif	
Max. Zugfestigkeit (in MPa)	2,2-20,4	15-85	66-68	2,1	60	4-4,5
Zugmodul (in MPa)	-	650-1850	2400-2600	-	-	-
Bruchdehnung (in %)	300-475	3-750	6-7,5	267	5	140-360
Shorehärte	30-95 A	50-85 D	85 D	55 A	80 D	40-60 A
Formbeständigkeitstemperatur (in °C)	70	70-195	85	-	130	-

MASCHINENDATEN

	Schüchl UGM 700	Schüchl UGM 850	Schüchl UGM 690
Anzahl	1	2	3
Max. Formgröße (mm)	900 x 700 x 950	1000 x 850 x 950 1750 x 850 x 950	965 x 690 x 720
Gießkapazität (Liter)	6	12	6

PA-GUSS

POLYAMIDGUSS

Basis für den Polyamidguss ist, analog zum Vakuumguss, die Herstellung eines Urmodells, das im 3D-Druck mittels Stereolithographie (SLA) gefertigt wird. Das Urmodell wird nach der Festlegung von Formtrennung, Anguss und Steigern in einem Rahmen fixiert. Anschließend wird der Rahmen mit einem 2K-Silikon ausgegossen. Nach dem Aushärten des Silikons wird die Silikonform entlang der festgelegten Formtrennung mit einem Skalpell aufgeschnitten und das Urmodell wird entnommen. In einer Vakuumgießmaschine wird ein Monomer mit additiven und katalytischen Komponenten angereichert und zur Polymerisation unter Vakuum in die Silikonform gefüllt. Dadurch werden Lufteinschlüsse vermieden. Nach dem Gießen kommt die Form zum Aushärten in einen Ofen. Die so erzeugten Teile werden nach einer materialabhängigen Entformzeit aus der Form entnommen und gefinisht. Anschließend steht die Form für weitere Abgüsse zur Verfügung. Die Ausbringmenge ist abhängig von der Bauteilgeometrie sowie dem Abgussmaterial und liegt zwischen 10 und 15 Teilen je Form.

SERIENNAHE KUNSTSTOFFTEILE

Mit Polyamidguss lassen sich Kunststoffbauteile mit thermoplastischen Materialien (PA 6) herstellen, die über seriennahen Eigenschaften (Spritzguss) verfügen und im Vergleich zum Vakuumguss deutlich bessere chemische, thermische und mechanische Eigenschaften aufweisen. Auf Wunsch können die Bauteile nachbearbeitet, in nahezu jeder beliebigen Farbe lackiert oder mit Kupfer oder Nickel galvanisiert (Metal Coating) werden.

PA-Guss eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Funktionsprototypen für Dauertests
- Komplexe Prototypen mit hoher Maßhaltigkeit (ca. $\pm 0,3\%$), wie z.B. Ansaugflansche, Führungen, Hebel oder Gehäuse
- Kleinserien oder Vorabserien, z.B. im Maschinenbau für Schiebeelemente, Spindelmuttern oder Kettenfließbänder





FEINGUSS

Beim Feinguss wird zunächst ein Ausschmelzmodell im 3D-Druck mittels Binder Jetting aus Kunststoff (PMMA) oder konventionell aus Wachs gefertigt. Das Modell wird an einer Gießtraube angebracht, in einer zylindrischen Stahlküvette mit Gips umgossen oder in Keramik getaucht. Es entsteht eine Grünform, die im Ofen erhitzt wird, wodurch das Modell rückstandslos ausschmilzt. In den so entstandenen Hohlraum wird im Differenzdruckverfahren flüssiges Metall eingefüllt. Nach dem Erstarren des Metalls wird die Form aufgebrochen und der Rohguss entnommen. Da die Form immer nur für einen Abguss verwendet werden kann, spricht man hier von einer verlorenen Form. Im Anschluss wird das Bauteil von der Gießtraube entfernt und kann nachgearbeitet werden. Im Feinguss lassen sich komplexe Bauteile oder Bauteile mit Hinterschnitten in einem Stück fertigen. Der Feinguss ist vor allem bei größeren Bauteilen eine interessante Alternative zur Additiven Fertigung (Laserschmelzen bzw. PBF-LB/M) und überzeugt durch seine Materialvielfalt.

MATERIALVIELFALT FÜR METALLBAUTEILE

Mit Feinguss lassen sich qualitativ hochwertige Bauteile mit druckgussähnlichen Oberflächen fertigen, die sich mittels Fräsen, Polieren etc. sehr gut nachbearbeiten lassen. Die minimale Wandstärke liegt im Feinguss bei 0,8 mm, so dass sehr filigrane Bauteile produziert werden können.

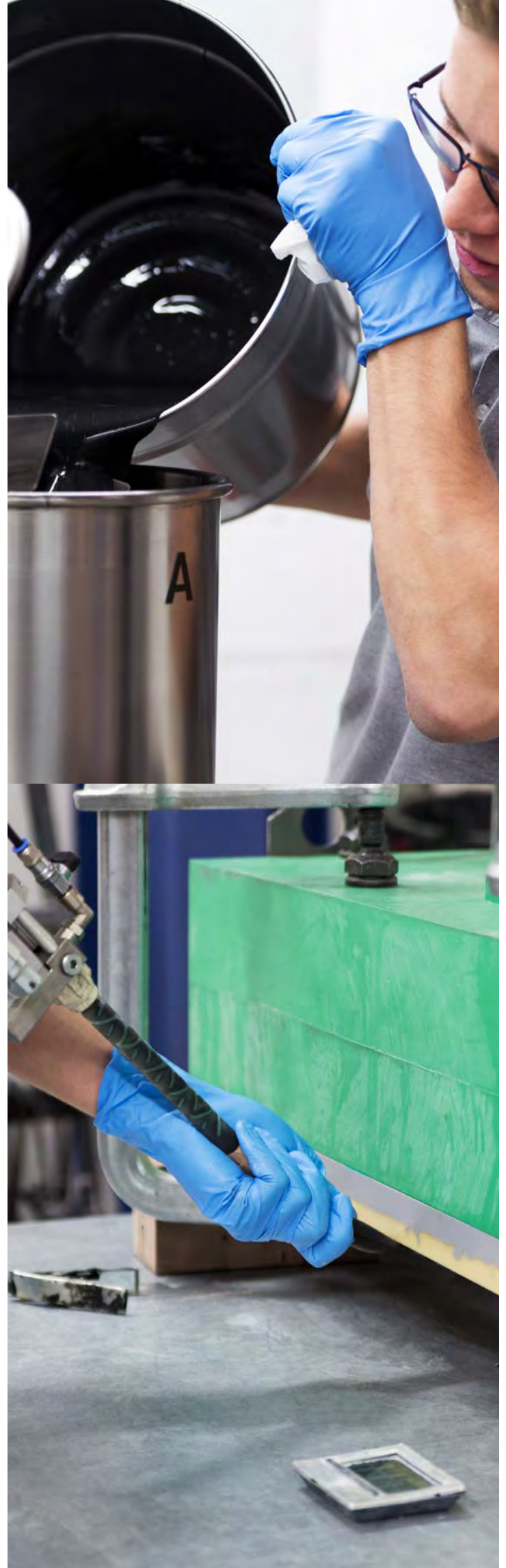
Feinguss eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Funktionsprototypen in der Automobilindustrie
- Designprototypen aus Materialien, die in der Additiven Fertigung nicht zur Verfügung stehen (z.B. Zamak)
- Prototypen für Druckgussanwendungen

RIM

REACTION INJECTION MOLDING

Reaction Injection Molding, auch bekannt als Niederdruck-Spritzgussverfahren, wird für die Herstellung von Kunststoffformteilen verwendet. Polyol und Isocyanat sowie mögliche weitere Zusätze werden dabei zunächst miteinander vermischt und anschließend als Reaktionsmasse mit einem Druck von 4-6 bar in ein Werkzeug aus Aluminium, Polymerbeton oder Ureol (Kunststoff) gespritzt. Während der chemischen Reaktionen dehnen sich die Polymere aus und verdicken sich. Erst nachdem die Masse in das erhitzte Werkzeug eingespritzt wird, härtet sie aus. Dadurch wird die Produktion komplizierterer Konstruktionen als beim herkömmlichen Spritzgießen möglich. Je nach verwendetem Material können aus einem Werkzeug 50 bis 300 Teile abgegossen werden. Mit dem RIM-Verfahren können sowohl weiche als auch harte Bauteile aus Polyurethan in verschiedenen Shore-Härten, Integralschaum oder Gummi-Teile (Elastomer) produziert werden. In vielen Fällen stellt das RIM-Verfahren damit eine hochwertige und kostengünstige Alternative zum Spritzguss dar.



ALTERNATIVE ZUM SPRITZGUSS

Mit Reaction Injection Molding lassen sich dünnwandige und komplexe Bauteile in kurzer Zeit fertigen, die über sehr gute optische und haptische Oberflächen verfügen. Die Bauteile sind leicht, verfügen dennoch über eine hohe Stabilität, sind flexibel, schlagzäh, besitzen gute funktionale Eigenschaften und sind temperaturresistent (bis $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$). Das Besondere am RIM-Verfahren ist die niedrige Viskosität, aus der größere Fließwege resultieren. So lassen sich Objekte bis zu einer Größe von 2,5 m herstellen.

RIM eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Prototypen, Vor- und Kleinserien im Rahmen der Produktentwicklung
- Endanwendungen, wie z.B. Verkleidungsteile, Stoßfänger, Heckspoiler, Armlehnen oder Innenverkleidungen
- Hybridbauteile, wobei ein Verstärkungsbauteil in die Reaktionsmasse integriert wird



MATERIALDATEN

	Steife Polyurethane	Flexible Polyurethane
E-Modul (in MPa)	800-2400	-
Bruchdehnung (in %)	4-43	300
Shorehärte	D 70-85	A1 73
Formbeständigkeitstemperatur HDT (in °C)	75-133	>70

Max. einteilige Bauteilgröße: 2,50 x 1,50 x 1,00 m

MASCHINENDATEN

	Dekumed Unidos 300	Dekumed Unidos 200	Tartler MDM5	Tartler CG52
Anzahl	2	1	1	1
Ausstoß	4 kg/min bei MV 100:100	2500 ml/min	1,5 kg/min bei MV 100:100	5 kg/min bei MV 100:100

CNC

CNC-FRÄSEN

CNC-Fräsen ist ein spanendes Fertigungsverfahren zur Herstellung von Bauteilen mit einer geometrisch exakt bestimmten Gestalt, wobei CNC für „Computerized Numerical Control“ steht. Auf Basis eines CAD-Modells wird computergestützt ein Werkzeug, das einem Spiralbohrer ähnelt, jedoch eine andere Schneidengeometrie besitzt, drehend gegen das Werkstück geführt, um dort Späne am Bauteil abzunehmen. Im Gegensatz zu additiven Verfahren, bei denen Material aufgetragen wird, handelt es sich beim Fräsen um ein subtraktives Verfahren. FIT setzt sowohl für die Bearbeitung von Metall- als auch von Kunststoffbauteilen auf CNC-Fräsen, wobei das Fräsen von Metallbauteilen hauptsächlich für die Nachbearbeitung von additiv gefertigten Bauteilen genutzt wird, um die nötigen Toleranzen, Oberflächenqualität und Funktionen zu erzielen. Das Fräsen aus einem Ureol-, EPP- oder Schaumblock folgt etwas anderen Regeln, denn hier kommt es vor allem auf die Schärfe des Werkzeugs und die Schnittgeschwindigkeit an, um gute Ergebnisse zu erzielen und am Ende ein passgenaues Bauteil herzustellen.

IMMER PASSGENAU

Mit CNC-Fräsen lassen sich komplexe, qualitativ hochwertige, absolut maßhaltige Bauteile herstellen.

CNC-Fräsen (Metall) eignet sich ideal z.B. für:

- Endbearbeitung von Spritzgusswerkzeugen
- Mechanische Nachbearbeitung von additiv gefertigten Bauteilen

CNC-Fräsen (Kunststoff) eignet sich ideal z.B. für:

- Prototypen für Fahrzeugaufbauten
- Lehren und Vorrichtungen
- Prototypen für Funktions- oder Crashtests
- Designteile (DKM)





LAMINIEREN

LAMINIEREN

Beim Laminieren, das auch als Nass- oder Handlaminieren bezeichnet wird, wird zunächst eine Formhälfte aus Kunststoffblockmaterial gefräst, deren Oberfläche nachbehandelt, versiegelt und mit einem Trennmittel versehen wird. Auf die so vorbereitete Forminnenseite wird eine Deckschicht auf Epoxid- oder Polyesterbasis gestrichen oder gespritzt. Danach werden zugeschnittene Faserlagen aus GFK-/CFK-Matten manuell per Pinsel oder Roller mit Epoxidharz getränkt und schichtweise nass-in-nass auf die Form gelegt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis die gewünschte Wandstärke erreicht ist. Die Aushärtung der Lamine erfolgt drucklos bei Raumtemperatur. Die Bauteile werden entweder in der Form oder nach dem Entformen zusätzlich bei 50 – 230 °C getempert. Nach der vollständigen Durchhärtung der Teile erfolgt die weitere Bearbeitung, z.B. durch Besäumen, Schleifen, Kleben oder Färben.

GLASFASERVERSTÄRKTE KUNSTSTOFFBAUTEILE

Mit Laminieren lassen sich große und komplizierte GFK-/CFK-Formteile in hoher Qualität als Prototypen oder Kleinserien herstellen. Die Dichte des Laminats (UP-Harz) – ohne die harzreichen Deckschichten – liegt beispielsweise zwischen 1,3 g/cm³ (Glasgehalt 25 Mass.%) und 1,4 g/cm³ (Glasgehalt 35 Mass.%).

Laminieren eignet sich deshalb ideal z.B. für:

- Prototypen von Segelflugzeugen, Flugmodellen, Bootsrümpfen, Seitenverkleidungen, Kühlerhauben von Traktoren
- Kleinserien im Bereich von Behälter- und Beckenauskleidungen, Blenden, Schallschutzhauben, Maschinenverkleidungen oder ganzen Maschineneinhausungen



NACHBEARBEITUNG



HEISS-ISOSTATISCHES PRESSEN

Das heiß-isostatische Pressen HIP ist ein HPHT-Verfahren (High Pressure Heat Treatment) und dient der Konsolidierung und Verdichtung von Metall- und Keramikteilen. Durch die Einwirkung von Druck und Temperatur lassen sich prozessbedingte Defekte wie Poren und Risse schließen und somit die Bauteildichte erhöhen.

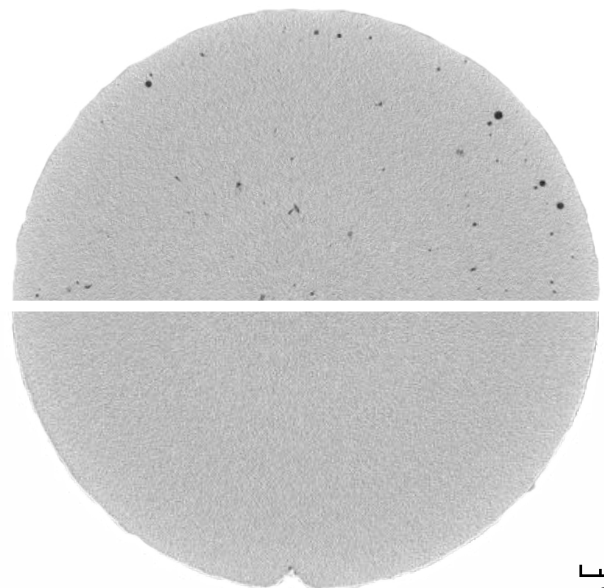
Bei einem Druck von bis zu 2.070 bar und bei Temperaturen von bis zu 1.400 °C, sowie Abkühlraten von 4 °C/sek kann die HIP-Behandlung die mechanischen Eigenschaften des Bauteils verbessern und eine Bauteildichte von 99,99 % erzeugen.

Bei Aluminiumteilen aus Laserschmelzen (LM bzw. PBF-LB/M) dient HIP der Verbesserung der Bauteilqualität, denn prozessbedingt kommt es hier leicht zu Poren und Rissen. Bei Titanbauteilen wie medizinischen Implantaten aus dem Elektronenstrahlschmelzen (EBM bzw. PBF-EB/M) dient HIP der Erhöhung der Produktsicherheit.

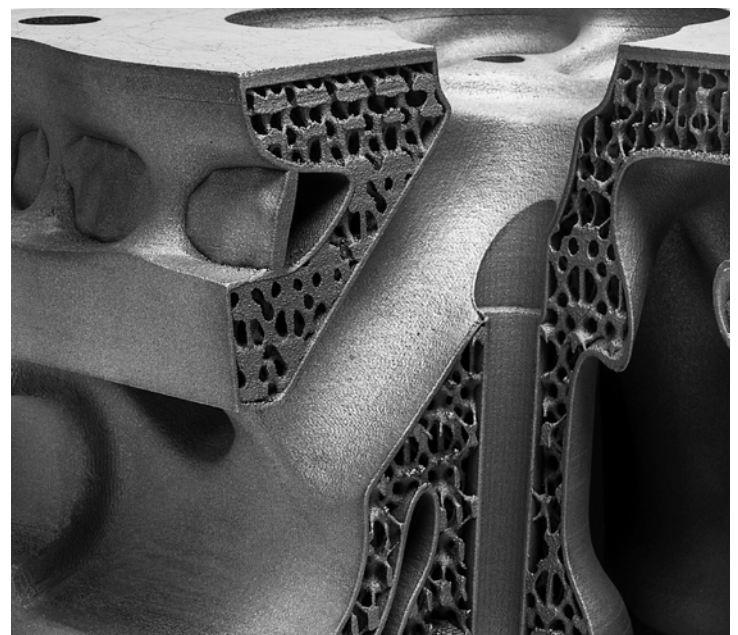
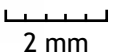
Der Bauraum umfasst eine Größe von Ø 270 mm x 240 mm und lässt sich in mehrere Ebenen aufteilen, so dass Bauteile in verschiedenen Größen bearbeitet werden können.



Fertigungszustand AlSi10Mg



Zustand gehipt



99,99 % BAUTEILDICHTE

HIP ist von FIT vollständig validiert und nahtlos in die internen Prozessketten integriert. Dadurch sind die Übergabe eines Bauteils in die Nachbearbeitung mit HIP und die anschließende professionelle Qualitätssicherung ohne logistische Verzögerung und ohne Zeit- oder Informationsverluste möglich. Im Vergleich zu ausgelagerten Drittdienstleistern können so Zeitverluste bei der Lieferzeit signifikant vermieden werden. Der Prozess ist lückenlos überwacht und läuft stabil. Alle Prozessdaten werden getrackt und können auf Wunsch mit Mess- und Bildnachweisen in einem Quality Report dokumentiert und ausgehändigt werden.

VERFÜGBARE
STANDARDBEHANDLUNGEN:

Standard-Alu-Zyklus	
Temperatur (°C)	480
Druck (bar)	400
Dauer (min)	30

Standard-Titan-Zyklus	
Temperatur (°C)	920
Druck (bar)	1000
Dauer (min)	120



Zylinderprobekörper im Fertigungszustand



Zylinderprobekörper gehipt

MASCHINENDATEN

	Quintus 32 1400M URQ
Anzahl	1
Behandlungsraum (mm)	Ø 270 x 240 (2x)
Max. Betriebs-temperatur (°C)	1400
Max. Betriebsdruck (bar)	2070
Mögl. Abkühlrate (°C/sek)	4

METAL COATING

Metal Coating ist ein professionelles Nachbearbeitungsverfahren zur stabilen Metallbeschichtung additiv gefertigter Kunststoff- und Metallteile durch Galvanisierung. Bauteile können partiell oder vollständig beschichtet werden.

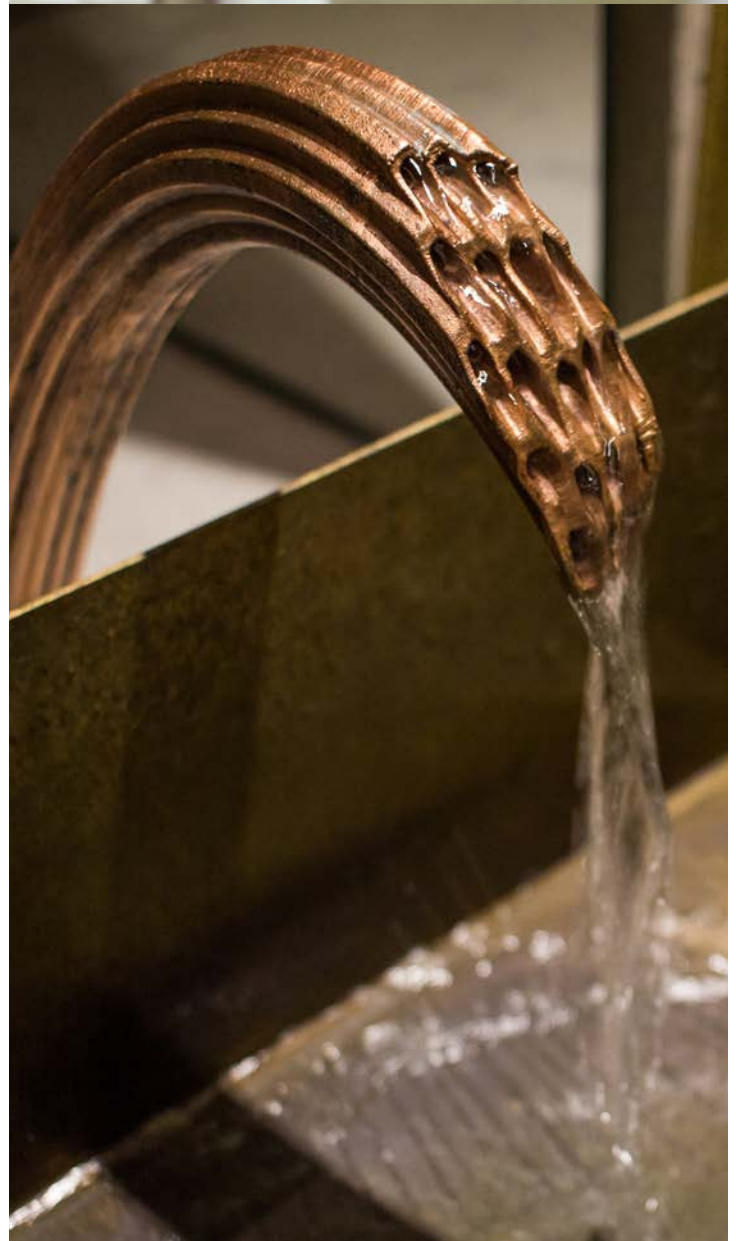
Galvanisierung bezeichnet das dauerhafte Überziehen eines Gegenstandes mit einer Metallschicht. Das zu beschichtende Bauteil wird zunächst leitfähig gemacht. Dann wird es in ein Elektrolyt gehängt und unter Spannung gesetzt. Von einer ebenfalls eingehängten Kupfer- oder Nickelanode (Pluspol) lösen sich nun Metallionen und scheiden sich in einem elektrochemischen Vorgang auf dem Werkstück (der Katode) ab. Je länger sich der Gegenstand im Bad befindet und je höher der elektrische Strom ist, desto stärker wird die aufgetragene Metallschicht.



METALLEIGENSCHAFTEN AUF KUNSTSTOFFBASIS

Mit Metal Coating lassen sich additiv gefertigte Kunststoffbauteile mit einer Zielgeometrie $\pm 20 \mu\text{m}$ galvanisieren, so dass eine gleichmäßige Schichtstärke an allen Bauteilstellen gewährleistet wird, sofern es die Bauteilgeometrie zulässt.

Metal Coating eignet sich hervorragend sowohl für die optische als auch die funktionale Veredelung von Bauteilen, denn es lassen sich eine ansprechende Metallästhetik sowie verbesserte mechanische und elektrische Produkteigenschaften erreichen. Beschichtet man beispielsweise ein Stereolithographiebauteil mit einer Nickelschicht ($150 \mu\text{m}$), lassen sich die Eigenschaften von Carbon erzielen. Ein Kunststoffbauteil kann mit Metal Coating auch einfach und schnell in ein Blechsubstitut verwandelt werden, und das zu einem Bruchteil der Herstellkosten eines Blechteils aus Metall.





GEEIGNETE SUBSTRATE

Metal Coating ist für alle Arten von Substraten geeignet. Bei FIT werden vorwiegend Kunststoffteile aus SLS (PBF-LB/P), SLA, PolyJet oder Vakuumguss, aber auch Metallteile aus Aluminium, Messing oder Stahl aus der eigenen Fertigung veredelt.

Beispiele für Trägermaterialien im Bereich **Kunststoff**:

PA 12, ABS, ABS/PC, PEEK, PVC, PC, PE

Erhältliche Oberflächenqualitäten:

- Rau
- Leicht rau
- Glatt
- Spiegelnd

Beschichtungsmaterialien:

- Kupfer
- Nickel
- Sandwich aus Kupfer und Nickel

Schichtstärke:

50-300 µm (Schichtstärken bis zu 2 mm sind bei gegebener Geometrie möglich)

Kapazität:

4 Galvanisierungsbecken (1.000 x 400 x 400 mm)

Beschichtungsstärke [µm]	Zugfestigkeit [MPa]
nicht galvanisiert	47
galvanisiert 100 µm	90
galvanisiert 150 µm	118
galvanisiert 200 µm	182

Folgende mechanischen sowie elektrischen Eigenschaften können durch Metal Coating durch Galvanisieren neu erzielt bzw. verbessert werden:

Dichtigkeit • Feuchtigkeitsbeständigkeit • Chemische Beständigkeit • UV-Beständigkeit
 Witterungsbeständigkeit • Höhere Temperaturbeständigkeit • EMV-Abschirmung
 Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD) • thermische und elektrische Leitfähigkeit
 Steigerung der Zugfestigkeit um Faktor 10 • Steigerung der Steifigkeit um bis zu Faktor 10
 Größere Härte • Maßliche Langzeitstabilität • Metalloptik • Cooltouch-Effekt • Verschleißfestigkeit
 Löt- und Bondfähigkeit • Antihaftwirkung • Reibungsreduzierung • Geringere Rauheit (R_a und R_z)
 Lichtreflexion • Duktilität • Gleitfähigkeit • Magnetismus • Antibakterielle Eigenschaften (Kupfer)

CHEMISCHES GLÄTTEN (SMOOTHEN)

Das chemische Glätten ist eine physikalisch-chemische Nachbearbeitungsmethode zur Oberflächenveredelung von additiv gefertigten Kunststoffbauteilen. Im Unterschied zum Lackieren wird beim Smoothen kein Fremdstoff aufgetragen, der unter Umständen abplatzen kann, stattdessen wird die oberste Schicht der Kunststoffteile gezielt chemisch verflüssigt und neu geordnet. So entsteht eine geschlossene, glänzende und dauerhaft feste Oberfläche. Die genauen Dimensionen und das ursprüngliche Materialvolumen des Bauteils bleiben erhalten.

Technisch werden die zu behandelnden Teile in einer geschlossenen Kammer einem Dampfbad aus Säure ausgesetzt, das die oberste Materialschicht anschmilzt. Mit Hilfe einer Lauge wird der Säuredampf schließlich zu einem biologisch abbaubaren Salz und Wasser neutralisiert.

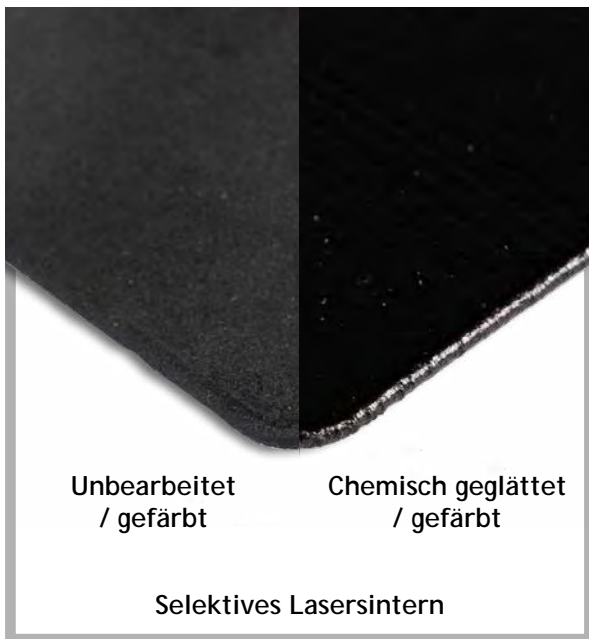
Der Grad der Glättung ist abhängig von der Dauer und Intensität des Prozesses, wobei mit einer stärkeren Glättung ein Detailverlust am Bauteil verbunden ist. Besonders geeignet für das Smoothen sind Bauteile aus PA und TPU mit einer Wandstärke von mindestens 1 mm.



SUPERGLATTE KUNSTSTOFFOBERFLÄCHEN

Die Glättung kann auf Außenflächen und geometrieabhängig auch auf Innenstrukturen, Hinterschnitten und in Hohlräumen angewandt werden, die anders überhaupt nicht nachbearbeitet werden können. Die versiegelten Oberflächen sind glänzend, schmutzabweisend, hygienisch und leicht zu reinigen. Durch die Additive Fertigung bedingte Schichtspuren werden verringert und die Kerbwirkung reduziert, so dass die geglätteten Teile eine höhere mechanische Stabilität als das Originalbauteil aufweisen. Zugleich ermöglicht die Glättung eine höhere Farbbrillanz bei gefärbten Materialien. Die behandelten Teile sind praktisch frei von losen Partikeln. Da die verwendeten Medien korrosiv sind, ist eine Montage mit korrodierenden Werkstoffen erst nach mehrtägigem, offenem Ablüften (Ausgasen) empfohlen.





GLÄTTEN VON KUNSTSTOFFEN

Das chemische Glätten (Smoothen) wird zur Behandlung von additiv gefertigten Bauteilen aus Kunststoff verwendet.

Am besten geeignete Kunststoffe sind:

TPU, PA 6, PA 11, PA 12

Erhältliche Oberflächenqualitäten:

- leicht geglättet
- stark geglättet (spiegelglänzend)

Vorteile (in Abhängigkeit der Geometrie):

- wasserdicht
- schmutzversiegelung
- verschleißschutz
- höhere Farbtintensität und -haltbarkeit
- höhere mechanische Stabilität
- kein Fremdmaterialauftrag

Verbesserung der mechanischen Eigenschaften:

- höhere Bruchdehnung
- höhere Dichtigkeit
- geringeres E-Modul

Nachteile:

- Detailverlust der Geometrie bei starker Glättung
- geometrieabhängig ungleichmäßige Glättung an schwer zugänglichen Stellen
- stärkere Sichtbarkeit von Oberflächendefekten (z.B. Strukturfehlern und Verunreinigungen)
- Verlaufen der Oberfläche und Verzug bei dünnwandigen Teilen
- keine beweglichen Teile möglich (z.B. Scharniere)

Kapazität:

1 LUXMatic 700

(Prozesskammer: 700 x 500 x 500 mm)

Probe	Zugfestigkeit [MPa]	Bruchdehnung [%]	E-Modul [MPa]
chemisch geglättet	42	19	1379
unbearbeitet	44	15	1820

INFILTRIEREN

Beim Infiltrieren gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen, die beide eine höhere Stabilität und Feuchtigkeitsresistenz in Kunststoffbauteilen bewirken. Durch Infiltrieren können luft- und wasserdichte Bauteile erzeugt werden.

Streichverfahren: Das 2K Epoxid-Harz dringt in die Oberfläche ein, schließt dort die Poren und erzeugt eine luft- und wasserdichte Imprägnierung. Dieses Verfahren eignet sich vor allem für große Bauteile aus dem Selektiven Lasersintern (SLS bzw. PBF-LB/P). Bei Binder Jetting-Bauteilen lässt sich durch Infiltrieren die Festigkeit erhöhen.

Tauchverfahren: Das Tauchen kommt vor allem bei kleineren Bauteilen und Bauteilen mit komplexen Außen- und Innengeometrien zum Einsatz. So kann das Dichtmittel auch an unzugänglichen Stellen angewendet werden, die mit dem Streichverfahren nicht erreicht werden. Verwendet wird hierzu ein farbloses Dichtol.

Durch die Verwendung von schwarzem Dichtol kann in nur einem Schritt und ohne weitere Nachbehandlung das Bauteil direkt schwarz eingefärbt werden.

GLEITSCHLEIFEN

Gleitschleifen, auch als Trowalisieren bekannt, ist ein maschinelles Nassschleifen zum Glätten von Oberflächen bei Kunststoff- und Metallteilen. Die einfach zu handhabende Anlagentechnik eignet sich zur Bearbeitung von unterschiedlichen Werkstückformen und -größen. Die zu bearbeitenden Werkstücke werden zusammen mit Schleifkörpern und flüssigem Zusatzmittel in einen Behälter gegeben, in dem durch Rotation und Oszillation Material abgetragen wird.

Die Oberfläche der Bauteile, die verbleibende Rauheit und der Materialabtrag lassen sich je nach Dauer des Vorgangs beliebig variieren. Es entstehen besonders glatte Oberflächen, wie sie z.B. von der Lebensmittelindustrie aus Gründen der Reinigbarkeit gefordert werden.

Kleine Löcher, Aussparungen oder innenliegende Strukturen bleiben allerdings unbehandelt. Bauteile bis zu einer Größe von 200 x 100 x 100 mm lassen sich durch Gleitschleifen bearbeiten. Gleitschleifen eignet sich nicht für filigrane, bruchempfindliche Teile.





FÄRBEN

Das Färben der Bauteile findet teilautomatisiert in einem Tauchbecken statt. Beim Färben dringt die Farbe bis zu 300 µm in die Oberfläche ein, es entsteht eine gleichmäßige und formunabhängige Färbung. Durch die Eindringtiefe der Farbe sind die gefärbten Bauteile zugleich kratzunempfindlich. Bauteile bis zu einer Größe von 300 x 300 x 300 mm können gefärbt werden. Hierzu stehen Ihnen 10 Standardfarben zur Verfügung. Auch individuelle Farbwünsche von Kunden sind realisierbar. Durch das Tauchverfahren können Geometrien gefärbt werden, die durch Lackieren schwer oder nicht realisierbar sind. Gefärbte Bauteile weisen keinen zusätzlichen Materialauftrag auf. Die Eigenschaften des Bauteils verändern sich durch das Färben nicht.

METALL-BEDAMPFEN

Beim thermischen Bedampfen wird eine hauchdünne Metallschicht in gasförmigem Zustand auf das Trägermaterial aufgetragen. Den zuvor sehr fein gefinishten Bauteilen wird durch diese Methode der Oberflächenveredelung eine Metall-Optik verliehen. Anwendung findet dieses Verfahren vor allem bei Oberflächen mit Chromoptik wie Reflektoren für Scheinwerfer und Zierblenden. Durch die mittels Plasmapolymersation im Anschluss aufgetragene harte Lack- oder SiO₂-Schicht erhält die bedampfte Oberfläche eine höhere Beständigkeit gegenüber Beschädigungen, ist aber weniger dauerhaft als die Metallbeschichtung durch Metal Coating (Galvanisieren).

MONTAGE

Je nach Anforderung werden einzelne Bauteile, die entweder bei FIT hergestellt oder zugekauft bzw. kundenseitig beigestellt werden, zu Baugruppen zusammengebaut. Dazu stehen vielfältige Möglichkeiten im Modellbau der FIT zur Verfügung, z.B. das Verschrauben, Verkleben oder das Verschweißen von Metall- bzw. Kunststoffteilen.

DRAHTERODIEREN

Drahterodieren ist ein hochgenaues Nachbearbeitungsverfahren, bei dem elektrisch leitende Materialien wie Aluminium und Kupfer, aber auch extrem harte Werkstoffe wie Stahl, Titan sowie Inconel durch elektrische Entladung, die sog. Funkenerosion, abgetragen werden. Der Schnitt erfolgt berührungslos und beeinträchtigt die mechanischen Eigenschaften des Werkstücks nicht. Das Verfahren erzeugt präzise, saubere Konturen und feinste Oberflächen ($R_a < 0,1$). Der Verfahrensweg beträgt 600 x 400 x 500 mm und ist daher auch für höhere Bauteile (y-Achse) geeignet.

Das Werkstück (Anode) befindet sich in einem nicht leitfähigen Medium (Dielektrikum). Elektrische Entladevorgänge (bis zu 3.500 °C) sorgen für den kontaktlosen Materialabtrag an einen beschichteten Messingdraht (Kathode). Die flüssige Umgebung nimmt die Wärmeenergie auf und sorgt für einen vollkommen staubfreien Trennvorgang.

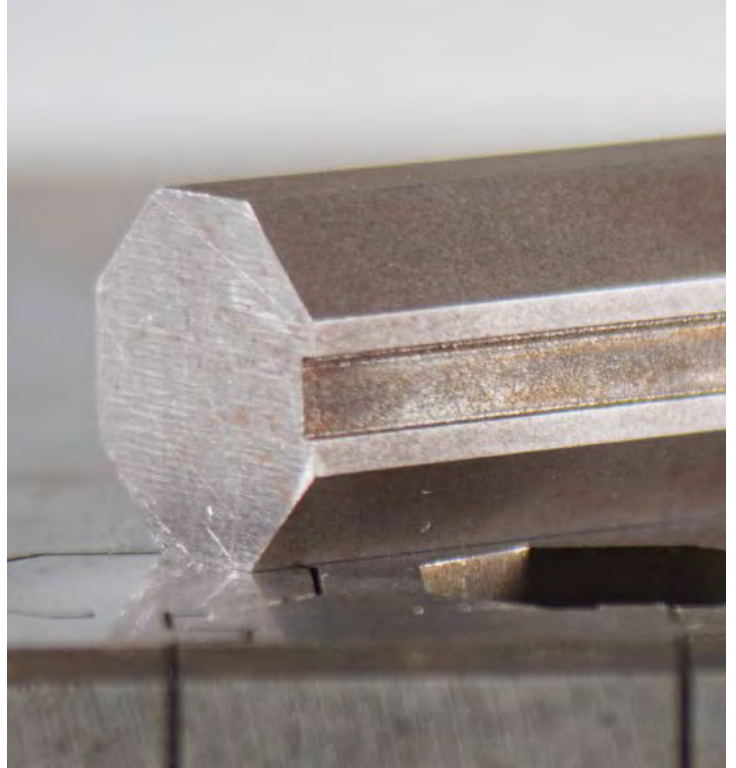
Drahterodieren wird bei FIT zur Entfernung der Bauteile von der Bauplatte eingesetzt. Durch den glatten und gleichmäßigen Schnitt kann z.T. ganz auf Supportstrukturen verzichtet werden; das Bauteil ruht direkt auf einem soliden Sockel auf der Bauplatte, was speziell bei filigranen Bauteilen mehr Stabilität und Verzugsfreiheit bedeutet.

STRAHLEN

Das Strahlen ist ein mechanisches Verfahren zur Nachbearbeitung von Oberflächen, z.B. zur Reinigung und Homogenisierung. Bei FIT sind manuelle und vollautomatisierte Systeme beim Strahlen von Kunststoff- oder Metallbauteilen fester Bestandteil für das Finishing von additiv oder konventionell gefertigten Komponenten.

Bei transparenten Stereolithographie- oder Vakuumgussbauteilen kommt z.B. das Strahlen zur Mattierung von transparenten Oberflächen (Milchglas-Effekt) sowie zur Lackiervorbereitung zum Einsatz.

Strahlverdichten von SLS-Bauteilen
Beim Strahlverdichten von lasergesinterten Kunststoffbauteilen werden Keramikperlen mit Druckluft in einer Trommelstrahlkabine beschleunigt, um Unebenheiten auf der Bauteilebene zu nivellieren und offene Poren zu schließen. Das Ergebnis ist eine sehr





gleichmäßige und glatte Oberfläche. In der Trommelstrahlkabine können Bauteile bis Ø 150 mm bearbeitet werden.

Schleuderstrahlen Twister für Laserschmelz- und EBM-Bauteile

Beim vollautomatisierten Schleuderstrahlen wird das Strahlgut, z.B. kleine Edelstahlkugeln, über ein zentrales Schleuderrad auf Metallbauteile gelenkt, wodurch mit minimaler Krafteinwirkung gleichmäßige und reproduzierbare Oberflächen erzeugt werden.

Auf den einzelnen Werkzeugträgern in der Anlage können je nach Größe und Form der Werkstücke bis zu 10 Bauteile (maximaler Durchmesser bei Einzelbestückung des Trägers 140 mm) an nur einem Träger fixiert werden. Dadurch ist es möglich, in einem einzigen Strahlvorgang bis zu 100 Bauteile gleichzeitig zu bearbeiten.



LACKIEREN

Um durch eine Lackierung ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen, sind verschiedene Vorbereitungsschritte notwendig, um z.B. sichtbare Schichtstufen oder andere Oberflächenmängel zu beseitigen. Bevor eine Farb- oder Klarlackschicht aufgetragen wird, wird das Bauteil deshalb zunächst durch Strahlen von Fremdmittelrückständen befreit. Anschließend wird die Oberfläche verspachtelt und/oder gefüllt und danach verschliffen. Dieser Vorgang wiederholt sich gegebenenfalls mehrmals, bis die erforderliche Oberflächenqualität erreicht ist.

Nach Abschluss der Vorarbeiten wird das Bauteil lackiert. Bei FIT stehen dazu eine professionelle Lackierkabine (4,0 x 6,8 m) mit Trockenraum sowie eine Farbmischanlage zur Verfügung, so dass Struktur-, Matt-, Glanz- oder Hochglanzlackierung in nahezu allen RAL- und Pantone-Farben angemischt und ein- oder mehrfarbig aufgetragen werden kann.



MECHANISCHE NACHBEARBEITUNG

Additiv gefertigte Bauteile weisen teilweise noch nicht die erforderlichen Genauigkeiten auf, die sie für den Einsatzzweck benötigen. Oft müssen Teilbereiche nachbearbeitet werden, um die nötigen Toleranzen, Oberflächen und Funktionen zu erzielen.

Bei FIT stehen hierzu die verschiedensten Verfahren in der Nacharbeit zur Verfügung, wie z.B. Fräsen, Drehen, Erodieren, Schleifen und Bohren.

FINISHEN

Unter dem Begriff Finishen fassen wir eine Reihe von Nachbearbeitungstätigkeiten zusammen. Dazu gehören z.B. Grundieren, Füllern, Schleifen, Spachteln, lackierfertig Vorbereiten, Entgraten etc. Sie dienen in der Regel als Grundlage für die weitere Nachbearbeitung wie Lackieren, Metal Coating, etc.

WÄRMEBEHANDLUNG

Die Wärmebehandlung ist ein kontrollierter thermischer Prozess zur Spannungsreduzierung und zur Verbesserung der Materialeigenschaften im gefertigten Bauteil. Materialeigenschaften wie z.B. Bruchdehnung, Härte und Temperaturbeständigkeit können durch eine Wärmebehandlung beeinflusst werden. Je nach Material, Anforderung und Größe stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung.

Wärmebehandlung von Kunststoffteilen

Beim sogenannten Tempern werden Kunststoffbauteile, z.B. SLA-Bauteile aus SLA4 oder Vakuumgussteile aus PU in speziellen Wärmeschränken erhitzt, um ihre mechanischen und thermischen Eigenschaften zu verbessern.

Wärmebehandlung von Metallteilen

Für Metallteile stehen materialabhängig mehrere Verfahren zur Verfügung, wie z.B.:

Aluminium AISi10Mg

Je nach Verwendungszweck und benötigten Materialeigenschaften werden Bauteile aus Aluminium oft T6-wärmebehandelt. Durch diese Wärmebehandlung wird die Bruchdehnung verbessert, während die Zugfestigkeit etwas sinkt. Dadurch werden die betreffenden Bauteile weniger spröde, gleichzeitig jedoch duktiler.

Werkzeugstahl 1.2709

Bauteile aus 1.2709 erreichen durch eine Wärmebehandlung eine maximale Härte von bis zu 54 HRC. Dadurch erhöht sich die Zugfestigkeit auf bis zu 2.000 N/mm², und die Bruchdehnung nimmt auf ca. 3 % ab. Auch geringere Härten und Zugfestigkeiten sind durch eine angepasste Temperaturkurve möglich.





Spannungsarmglühen

Durch Spannungsarmglühen können die während der Fertigung entstandenen Werkstückspannungen minimiert oder beseitigt werden. Das Spannungsarmglühen von Metallbauteilen ist vor allem bei den additiven Verfahren sinnvoll, bei denen ein hoher Energieeintrag durch Laserstrahl oder Elektronenstrahl erfolgt, also z.B. nach dem Laserschmelzen oder EBM.

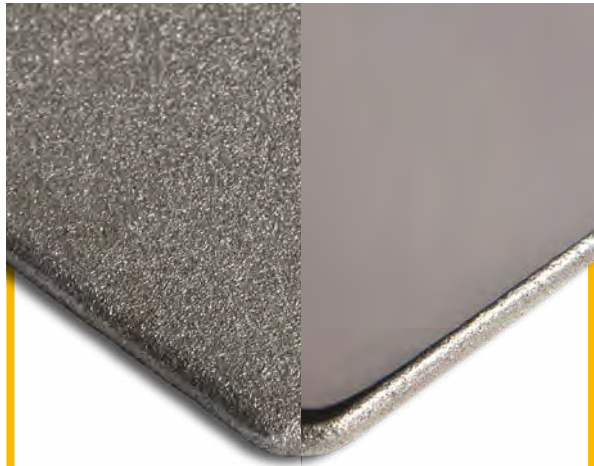
Polieren

Durch Polieren steigern wir die Oberflächenqualität von Metall- und Kunststoffteilen. Je nach Kundenbedarf stehen hierfür verschiedene Nachbearbeitungsverfahren zur Verfügung. Wir bieten sowohl manuelle als auch maschinelle Polituren mit unterschiedlichen Polierpasten und -scheiben. Die Politur kann dabei als Zwischenschritt für weitere Nachbearbeitungsverfahren oder als Endbearbeitungsschritt verwendet werden. Für Bauteile aus Titan bieten wir zudem eine spezielle Hochglanzpolitur („mirror-finish“). Hierfür wird die Oberfläche des Titanrohlings nach dem groben Vorschliff in mehreren Vorpolier- und Polierschritten bearbeitet. So entsteht eine spiegelnde, hochglänzende Oberfläche mit sehr geringer Rauheit.



OBERFLÄCHEN QUALITÄTEN

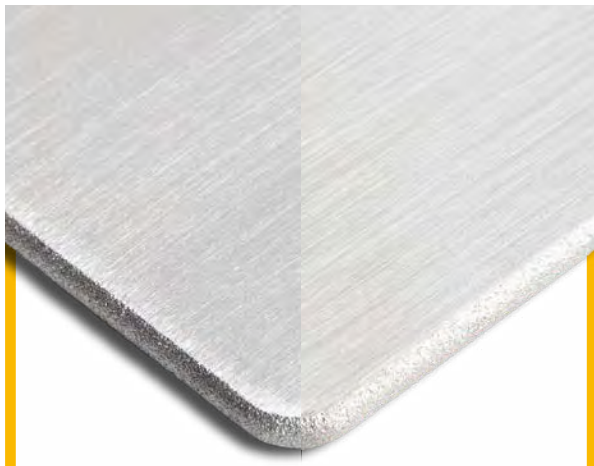




Unbearbeitet / Polierpaste
Laserschmelzen Aluminium



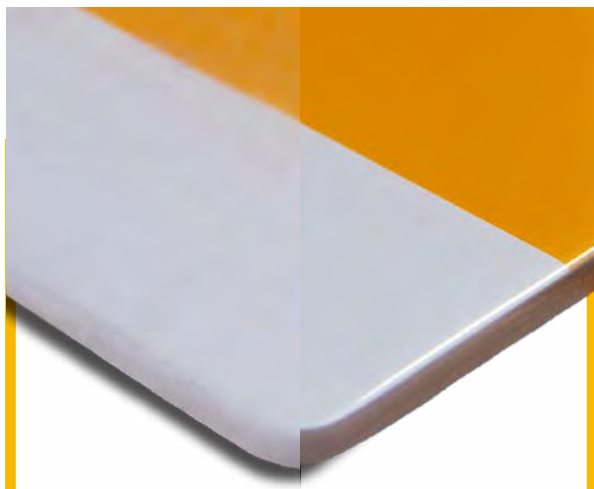
Verdichtet in Rapid Cleaner
Selektives Lasersintern



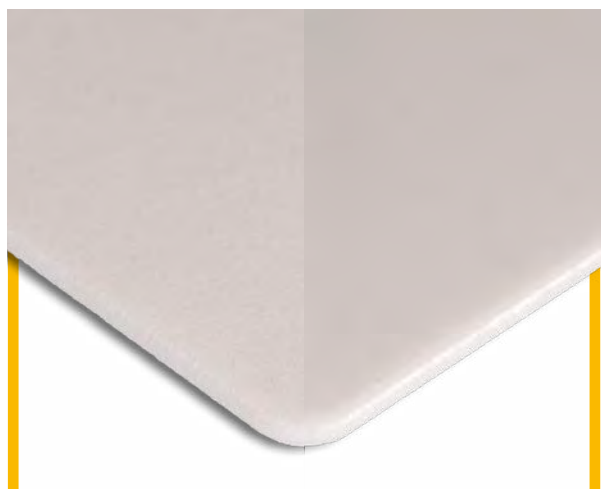
Schleifpapier Körnung 240 / 1.000
Laserschmelzen Aluminium



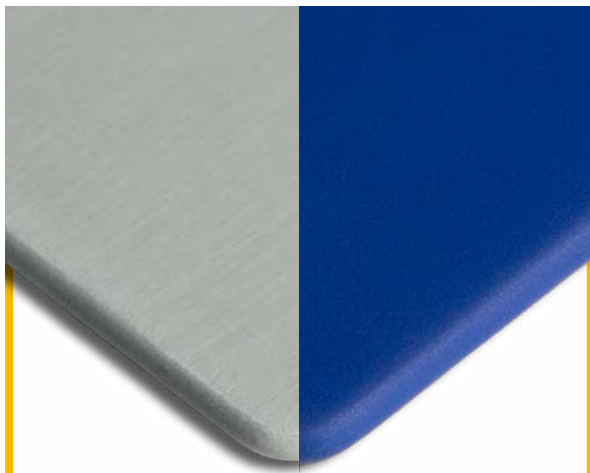
Glasperle gestrahlt
Selektives Lasersintern



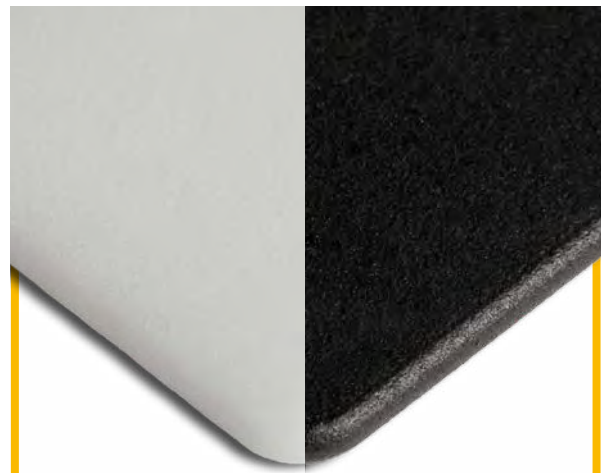
Unbearbeitet / technisch transparent
Stereolithographie



Unbearbeitet / chemisch geglättet
Selektives Lasersintern



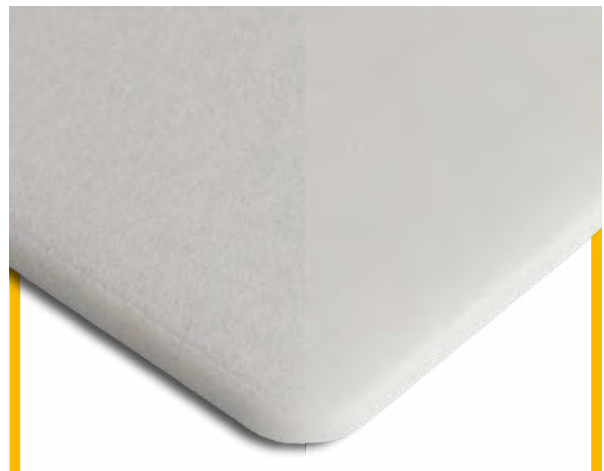
Lackierfinish / Lackierung Matt
Selektives Lasersintern



Dichtol transparent / Dichtol schwarz
Selektives Lasersintern



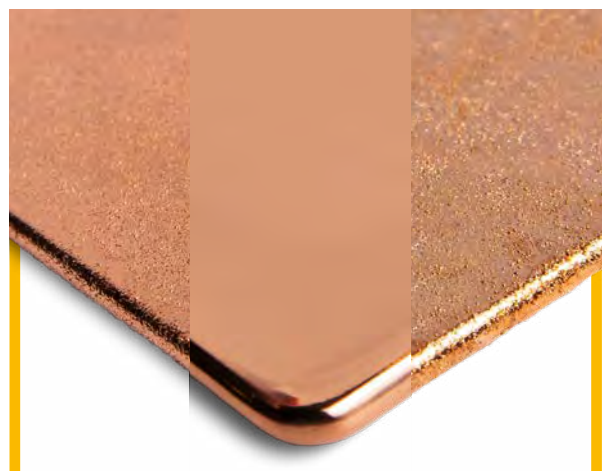
Lackierung Struktur / Glanz
Selektives Lasersintern



Trowalisiert 20 Minuten / 4 Stunden
Selektives Lasersintern



Gefärbt
Selektives Lasersintern



Metal Coating
SLA unbearbeitet / SLA poliert / SLS unbearbeitet



QUALITÄT



QUALITÄTSSICHERUNG IN DER ADDITIVEN FERTIGUNG

Qualität ist relativ, denn je nach Industrie und Anwendung werden vollkommen unterschiedliche Qualitätsanforderungen an Bauteile gerichtet. Qualität ist jedoch auch absolut, denn in jedem Fall geht es darum, die Risiken und Kosten eines Bauteilversagens zu vermeiden.

Bei FIT gibt es deshalb nicht „die eine“ Qualität, aber ein klar definiertes Qualitätssicherungssystem, um „die richtige“ Qualität in jedem Fall sicherzustellen. Dazu werden die Fehlerrisiken in den administrativen und technischen Prozessen kontinuierlich analysiert und durch geeignete Maßnahmen minimiert, um so jeden Mangel im Bauteil und die damit verbundenen Folgekosten auszuschließen.

Zertifizierungen	
ISO 9001 ^{1,2,3}	Zum Nachweis der Qualität der Produkte und Prozesse
EN 9100 ^{1,2}	Für die Luftfahrt-, Verteidigungs- und Raumfahrtindustrie
EN ISO 13485 ¹	Für die Produktion und den Versand von Titanrohlingen mittels Elektronenstrahlschmelzen (EBM) sowie von Augenprothesen mittels PolyJet-Verfahren im Auftrag von Medizinprodukteherstellern
FDA-Compliance ¹	Von der U.S. Food and Drug Administration (FDA) als Auftragsfertiger für Talus-Implantat-Rohlinge aus Titan im EBM-Verfahren für den US amerikanischen Markt registriert
TISAX ²	Zum Schutz von sensiblen und/oder vertraulichen Daten nach dem Standard der deutschen Automobilindustrie (VDA ISA)

¹ FIT AG ² FIT.technology GmbH ³ FIT Production GmbH

WARENEINGANGS- UND ZUSTANDSPRÜFUNG

Wann wird geprüft?	Was wird geprüft?	Wie wird geprüft?	Warum wird geprüft?
Wareneingangsprüfung Pulver	Entnommene Pulverproben aus der Pulverlieferung	Pulveranalyse	Im Einzelfall zur Überprüfung der Herstellerangaben und der Pulver- und Materialcharakteristik (Korngrößenverteilung und chemische Zusammensetzung) bei einer Pulverbestellung
Regelmäßige Prozessüberwachung	Entnommene Pulverproben aus den Lagerbeständen und Aufbereitungsanlagen, Maschinendaten und Prüfkörper der einzelnen Baujobs	Pulveranalyse, Härteprüfung, Analysenwaage, Zug- und Druckprüfung, Koordinatenmessmikroskop, Strahlqualitätsmessung, Laser Overlap	Bestimmung der mechanischen Eigenschaften und der Bauteildichte Feststellen von Abweichungen der Pulver- und Materialcharakteristik Gewährleistung einer dauerhaft gleichbleibenden Bauteilqualität Kontrolle der Maschinenfunktionsfähigkeit und Wartung Fehleranalyse und Erstellung von Prozessprotokollen Kontinuierliche Prozess- und Materialentwicklung

VOR EINER NACHBEHANDLUNGSMETHODE

Wann wird geprüft?	Was wird geprüft?	Wie wird geprüft?	Warum wird geprüft?
CNC-Fräsen	Endbauteil ohne Nachbearbeitung	Optischer 3D-Scan	Zur Vermeidung hoher Kosten durch die Nachbearbeitung wird das Bauteil auf seine Qualitätsanforderungen geprüft und eine Aufmaßkontrolle wird durchgeführt

NACH EINER NACHBEHANDLUNGSMETHODE

Wann wird geprüft?	Was wird geprüft?	Wie wird geprüft?	Warum wird geprüft?
Wärmebehandlung im Härteofen	Endbauteil	Härteprüfung, Zug- und Druckprüfung, optischer 3D-Scan, CT-Scan	Zur Endkontrolle der mechanischen Eigenschaften, Maßhaltigkeit und Wirksamkeit der Nachbehandlung
HPHT (High Pressure Heat Treatment)	Endbauteil	Härteprüfung, Analysenwaage, Zug- und Druckprüfung, CT-Scan	Zur Bestimmung der mechanischen Kennwerte, Dichte und Härte des Bauteils nach der Nachbehandlung für den abschließenden Messbericht
CNC-Fräsen	Endbauteil	Taktile 3D-Koordinatenmessung, optischer 3D-Scan	Zur Endkontrolle der Geometrie und Maßhaltigkeit

ENDPRÜFUNG

Wann wird geprüft?	Was wird geprüft?	Wie wird geprüft?	Warum wird geprüft?
Bauteilendkontrolle	Endbauteil	Dichtemessung, Zug- und Druckprüfung, Rauheitsmessung, Taktile 3D-Koordinatenmessung, optischer 3D-Scan, CT-Scan	Zur prozessabhängigen Qualitätsendkontrolle vor dem Versand des Bauteils und für abschließende Messprotokolle

MICRO-CT-SCAN

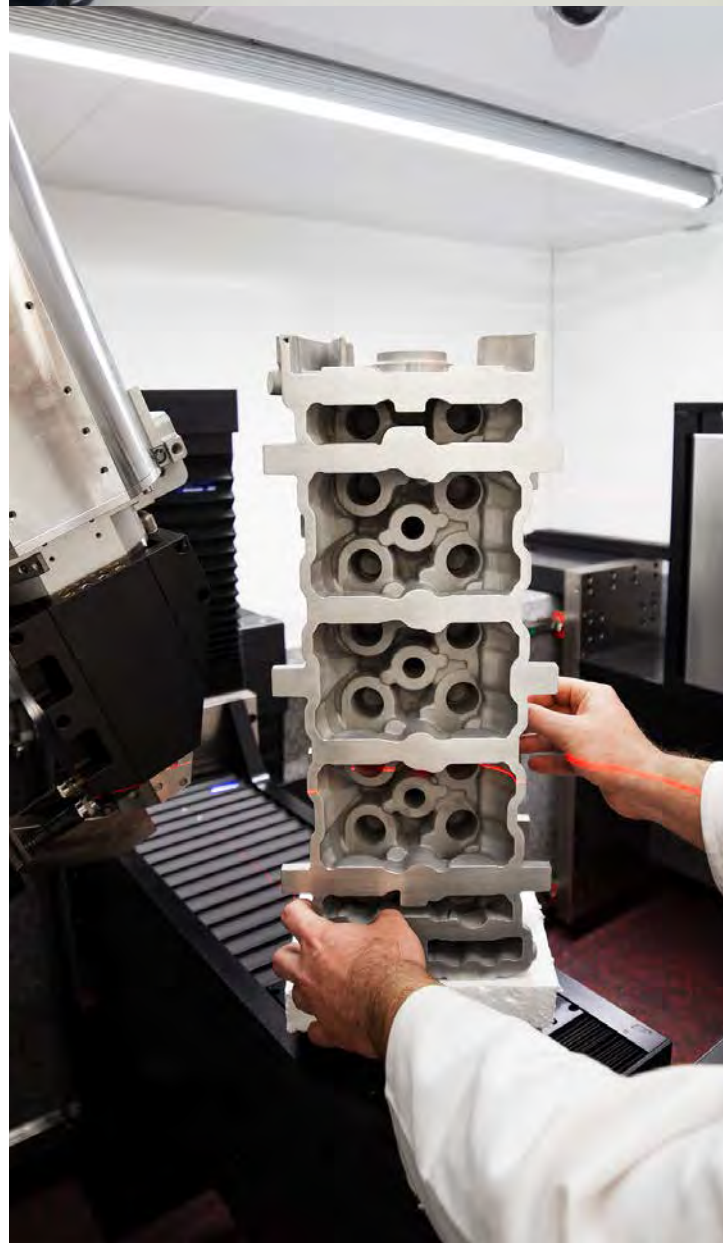
Bei der industriellen Computertomographie wird das eingelegte Bauteil durchstrahlt und dadurch werden Schnittbilder errechnet, die hochgenaue Darstellungen von Außen- und Innenkonturen erzeugen und zur Analyse des Bauteilinneren dienen. Das Objekt wird auf dem Manipulator in eine geeignete und feste Position gebracht oder zusätzlich befestigt. Nach dem Einlegen des Bauteils werden die Röhren- bzw. Detektorparameter in Abhängigkeit von Material, Wandstärke oder Geometrie eingestellt. In Sonderfällen wird nicht das komplette Bauteil, sondern nur ein vergrößerter Ausschnitt, die sogenannte ROI (Region of Interest), gescannt. Der Scanprozess erfolgt berührungslos und zerstörungsfrei. Jedes Objekt, jedes beliebige Material, unabhängig von der Nachbehandlungsmethode ist scannbar, insofern die maximalen Wandstärke nicht überschritten wird und somit die Strahlen das Bauteil noch durchdringen können. Je nach Bauteilgröße und Wandstärke liefert der CT-Scanner in kurzer Zeit eine 2D-Projektion, die von einem Hochleistungsrechner in ein 3D-Volumen umgewandelt wird.



ZERSTÖRUNGSFREIER BLICK INS BAUTEILINNERE

Bei hochleistungsfähigen Bauteilen mit hohen Herstell- und Nachbearbeitungskosten ist es dringend notwendig, zwischen den einzelnen Fertigungsschritten die Qualität des Bauteils zu prüfen. Im Normalfall wird dies von spezialisierten Messdienstleistern durchgeführt und bedingt eine Verzögerung von ein bis zwei Wochen oder erhöht die Prozesskosten. FIT verfügt über einen Micro-CT-Scanner, der nahtlos in den Qualitätssicherungsprozess integriert ist, so dass CT-Untersuchungen „on the fly“ durchgeführt und umfassende Untersuchungsergebnisse grafisch anschaulich dargestellt werden können. Das spart Zeit und Kosten.

Ein zweiter wichtiger Kostenfaktor für den 3D-Scan ist die richtige Einstellung der Scanparameter, sowie die Positionierung des Bauteils. Aufgrund des langjährigen Knowhows im Umgang mit CT-Messungen positionieren die Experten bei FIT das Bauteil im Messraum optimal, um dadurch möglichst geringe Durchstrahlungslängen und somit möglichst niedrige Kosten zu erzeugen.





MICRO-CT-SCAN-OPTIONEN

Die integrierte Software Volume Graphics (VG Studio Max) bietet verschiedene Möglichkeiten zur Analyse der Maßgenauigkeit oder Defekte im Inneren, einschließlich Reverse Engineering zur Digitalisierung des konventionell gefertigten Bauteils:

- **Soll-Ist-Vergleich**
Ein Soll-Ist-Vergleich zeigt Abweichungen zwischen dem gefertigten Bauteil und dem zugehörigen CAD-Modell. Die Software simuliert durch Übereinanderlegen der Bauteildaten und des 3D-Modells aus dem 3D-Scan farbige Flächen oder Regionen, die Maßabweichungen zeigen. Weitere Simulationsmethoden können sowohl am IST-Modell als auch am SOLL-Modell durchgeführt und gegenübergestellt werden.
- **Porenanalyse**
Bei einer Porenanalyse werden die Größe, Lage, Anzahl und Form der Poren ermittelt und untersucht, um die Relevanz für die Funktionsfähigkeit des Bauteils zu bestimmen.
- **Freigängigkeit der Kanäle**
2D-Aufnahmen und ein 3D-Modell zeigen, ob innenliegende Kanäle frei liegen oder ob beispielsweise sogenannte „Up-“ und „Down-Skins“ das Fließverhalten in den Kanälen beeinflussen. Konventionell kann dies nur am Ende eines Herstellprozesses durch einzelne Funktionstests ermittelt werden.
- **Reverse Engineering**
Aus dem 3D-Scan-Modell kann eine CAD/ STL-Datei rekonstruiert werden. Dies wird dort angewendet, wo beispielsweise Freiformflächen oder konventionell entstandene oder nachbearbeitete Bauteile reproduziert oder weiterentwickelt werden müssen. Das CAD-Modell verfügt nach der Digitalisierung über Objekt- und Flächeneigenschaften, die für den weiteren Fertigungsprozess von Bedeutung sind.

CT-Scanner	Hersteller	Anzahl	Messbereich	Messgenauigkeit
d2	diondo	1	Ø 550 x 700 mm	5 µm + L/100

OPTISCHER 3D-SCAN

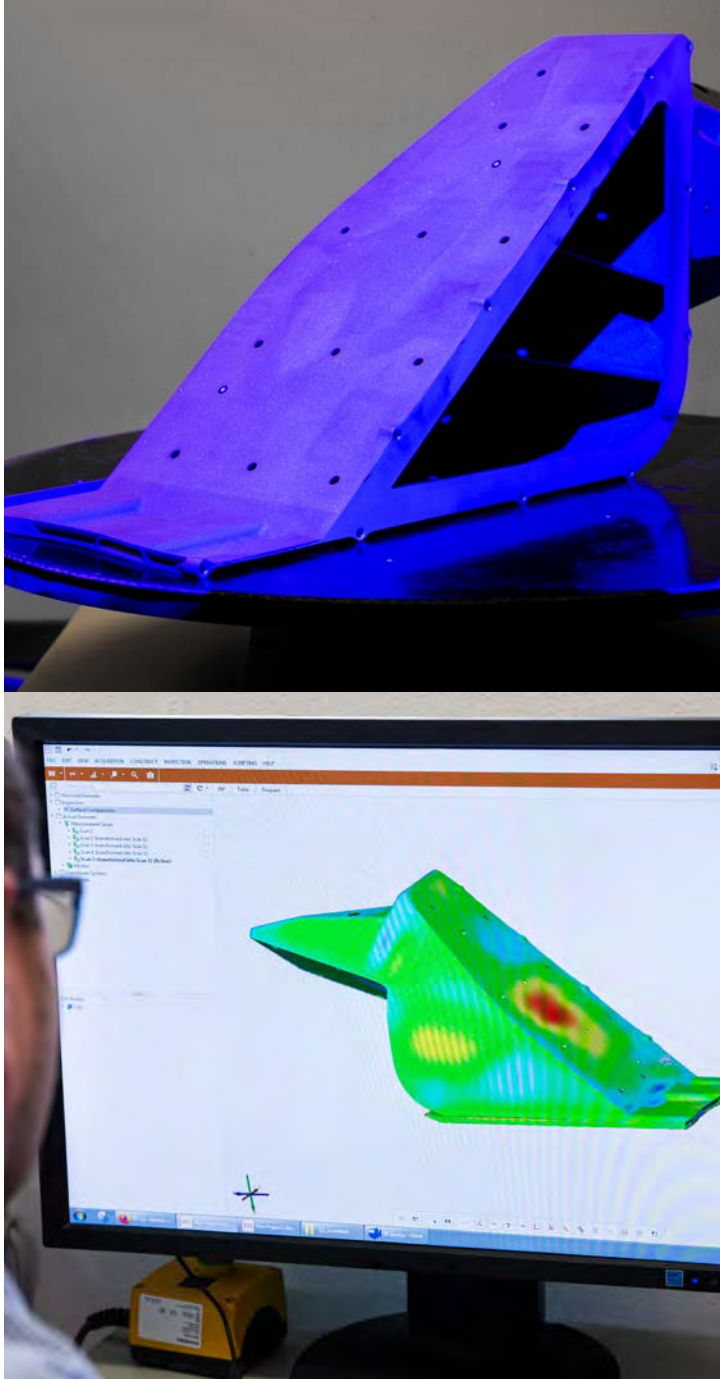
Ein optischer 3D-Scan wird verwendet, um eine exakte Form- und Maßanalyse eines Bauteils berührungslos vorzunehmen. Zur Vorbereitung wird die Bauteiloberfläche mit einem speziellen Spray eingesprüht und Klebepunkte auf dem Objekt angebracht, damit ausreichende Messpunkte auch bei reflektierenden Oberflächen und hinterschneidungsbehafteten Objekten vorhanden sind. Anschließend werden präzise Streifenmuster auf die Objektoberfläche projiziert und von zwei Kameras nach dem Stereokameraprinzip erfasst. Da die Strahlengänge beider Kameras und des Projektors durch die Kalibrierung vorab bekannt sind, lassen sich bis zu 2x16 Mio. Koordinatenpunkte aus den drei unterschiedlichen Strahlenschnitten exakt berechnen. Das Ergebnis sind vollständige Messdaten ohne Löcher oder fehlerhafte Punkte. Die Projektionseinheit des Triple Scans basiert auf der Blue Light Technology. Der Sensor arbeitet mit schmalbandigem blauen Licht, sodass störendes Umgebungslicht bei der Bildaufnahme ausgefiltert werden kann. Dank einer leistungsstarken Lichtquelle werden so kurze Messzeiten erreicht.



BERÜHRUNGSLOSE FORM- UND MASSANALYSE

Der mobile, optische 3D-Scan wird bei der Geometrieanalyse von Bauteilen eingesetzt, wobei sowohl sehr kleine, als auch sehr große Bauteile gescannt werden können. Daneben kann er auch zur Optimierung von Konstruktionsabläufen genutzt werden. Das System ist bei FIT für die Messung von Prototypen, vor allem jedoch von Serienbauteilen oder Einzelbauteilen für Endanwendungen im Einsatz.





3D-SCAN OPTIONEN

- **Soll-Ist-Vergleich**
Im Messbericht des Soll-Ist-Vergleichs werden die CAD-Daten und die Scan-Daten des Objekts übereinandergelegt und Abweichungen visualisiert. Dadurch kann eine Bauteilverformung oder ein -verzug beim Bauprozess, der Supportentfernung oder der Wärmebehandlung festgestellt werden.
- **Geometrieanalyse**
Im Messbericht werden Lochabstände, Winkel oder Durchmesser der Bauteiloberfläche unter Berücksichtigung der Toleranzangaben überprüft.
- **Reverse Engineering**
Das Ergebnis des Scanprozesses wird als STL- oder CAD-Datei dargestellt. Diese 3D-Digitalisierung wird zur schnellen und kostengünstigen Rekonstruktion oder Geometrie Anpassung des Bauteildatensatzes eingesetzt.

3D-Scanner	Hersteller	Anzahl	Messbereich	Messgenauigkeit
ATOS Triple Scan	GOM	1	2000 x 1500 mm	8,5 µm- MF 170 x 130 mm 28 µm- MF 560 x 420 mm 50 µm- MF 1000 x 750 mm

TAKTILE 3D-KOORDINATENMESSUNG

Bei einer taktilen 3D-Messung wird die Bauteiloberfläche mit präzisen Messtastern eines Messsystems punktuell aufgenommen. Damit werden verschiedene Geometrieelemente wie Lochabstände, Bohrungsdurchmesser, Tiefenmaße oder Winkel eines Werkstückes bestimmt. Die Messtaster sind mit Rubinspitzen ausgestattet und werden, abhängig von der Messaufgabe oder Kundenvorgabe, vom Messarm des Systems automatisch ausgetauscht, was den Messprozess deutlich beschleunigt. Über die Hauptachsen in x/y/z-Richtung können Messwerte unabhängig von Form und Geometrie unter erneuter Zeitersparnis ermittelt werden. In kürzester Zeit können Toleranzüberschreitungen festgestellt werden.



SCHNELL UND EXTREM PRÄZISE

Die Additive Fertigung von Bauteilen ist häufig mit hohen Qualitätsanforderungen und kurzen Lieferterminen verbunden. Um unter Zeitdruck trotzdem höchste Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit von Messergebnissen zu gewährleisten, verfügt FIT über verschiedene taktile Messsysteme, die vor allem für Anwendungen im Motorsport oder in der Luft- und Raumfahrt genutzt werden.



Koordinatenmessgerät	Hersteller	Anzahl	Messbereich	Messgenauigkeit
Prismo Navigator	Zeiss	1	900 x 1200 x 650 mm	1,0 µm + L/1000
Contura HTG	Zeiss	1	700 x 1000 x 600 mm	1,0 µm + L/1000



UNIVERSALPRÜFVERFAHREN

Bei Zug- und Druckprüfungen mit einer statischen Universalprüfmaschine (Typ: Inspect Table von H&P) sind verschiedene Prüfmethoden möglich. In Abhängigkeit des Prüfverfahrens wird ein normgerechter Prüfkörper gefertigt.

Beim 3-Punkt-Biegeversuch wird der Prüfkörper auf zwei festinstallierte Auflagen positioniert und von einem dritten Auflagepunkt von oben bis zum Versagen des Werkstoffes belastet.

Beim Druckversuch werden die Auflagehalterungen entfernt und der Normprüfkörper liegt flächig auf einer planen Platte. Eine zweite plane Platte übt von oben Druck auf den Körper aus, bis der Körper bei zu hoher Belastung zerspringt.

Beim statischen und dynamischen Zugversuch wird der Prüfkörper an beiden Enden zwischen zwei speziell für die Form des Zugstabes angepassten Platten eingespannt, und in zwei entgegengesetzte Richtungen wird Kraft ausgeübt. Beim dynamischen Zugversuch wird der Zugversuch nur bis zu einem bestimmten Punkt ausgeführt und danach mehrmalig wiederholt. Dadurch entstehen Risse im Werkstoff, die das Material ermüden lassen. Die Kennwerte beschreiben die Langlebigkeit eines Materials bei immer wieder auftretender Krafteinwirkung bis hin zum endgültigen Versagen. Beim statischen Zugversuch wird der Vorgang einmalig bis zum Materialbruch durchgeführt.

Simultan zu allen Versuchen zeichnet ein Graph den Spannungs- und Kraftverlauf bis zum Versagen des Werkstoffes auf, um die Kennwerte zu bestimmen.

PRÜFUNG BIS ZU 100 kN

Universalprüfmaschine	Hersteller	Anzahl	Messbereich
Inspect Table 100	H&P	1	100 kN

HALL-DURCHFLUSSMESSUNG

Ein Hall-Flowmeter dient zur Analyse der Fließgeschwindigkeit eines bestimmten Materials. Genau 50 g eines Materials werden abgewogen und in einen Zylinder, der sich in einer Vorrichtung befindet, abgefüllt. Danach wird die Zeit gestoppt, die das Material benötigt, um durch eine genormte Öffnung in ein darunter liegendes Gefäß zu fließen. Die Fließgeschwindigkeit des Pulvers wird von der Größe, Verteilung und Oberflächentopographie der Körner beeinflusst.

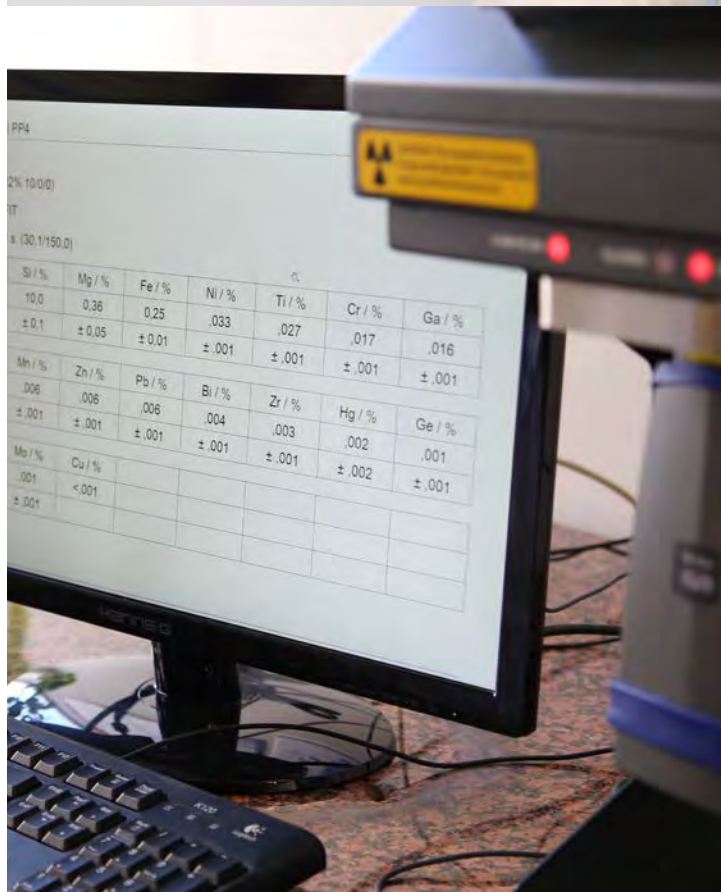


HÄRTEPRÜFUNG

Beim Härtestest dringt eine Prüfspitze unter statischer Krafteinwirkung in einen Prüfkörper, vorwiegend aus Weichmetallen, ein. Dabei wird der Widerstand mittels der Eindringtiefe bzw. Eindruckgröße einer Zylinderprüfspitze (nach Rockwell) oder einer Kugelprüfspitze (nach Brinell) gemessen. Am häufigsten wird dieses Tiefenmessverfahren am Ende einer Prozesskette zur Überprüfung der Endhärte eingesetzt.

ELEMENTANALYSE

Mit dieser zerstörungsfreien Methode kann die Elementzusammensetzung von verschiedenen Rohstoffen bestimmt werden. Beim Eintreten von Röntgenstrahlen in einen Prüfkörper werden charakteristische Strahlen zurückgesendet, aufgefangen und je nach Art der Strahlung den Elementen zugeordnet. Da bei additiven Fertigungsverfahren hauptsächlich Legierungen verwendet werden, ist diese Analyse zur Bestimmung der Zusammensetzung aller zu verarbeitenden oder intern entwickelten Stoffe Bestandteil einer zuverlässigen Qualitätskontrolle.



Messmittel	Hersteller	Anzahl	Messbedingung
Hall-Flowmeter	HLL	1	50 g
Härteprüfgerät Wizhard HR-522	Mitutoyo	1	250 x 150 mm
Elementanalyse XRF, x Sort	Spectro	1	Mg - Th



LICHTMIKROSKOP

Bei der Prüfung durch ein Lichtmikroskop wird die Prüfprobe unter einer LED-Kaltlichtquelle untersucht und dadurch werden Defekte wie z.B. Poren oder Risse und das Metallgefüge der untersuchten Oberfläche sichtbar. Dafür wird der zu prüfende Gegenstand in schnell härtendes Harz eingebettet und die Oberfläche mit einer Schleif- und Poliermaschine glatt poliert.

RAUHEITSMESSUNG

Bei der Rauheitsmessung mit einem Perthometer wird eine spitze Nadel auf die Oberfläche des Prüfkörpers gelegt und eine genormte Strecke auf der Oberfläche des Körpers abgefahren. Aus dem übermittelten Oberflächenrauheitsprofil werden Durchschnittswerte für das Messergebnis errechnet.



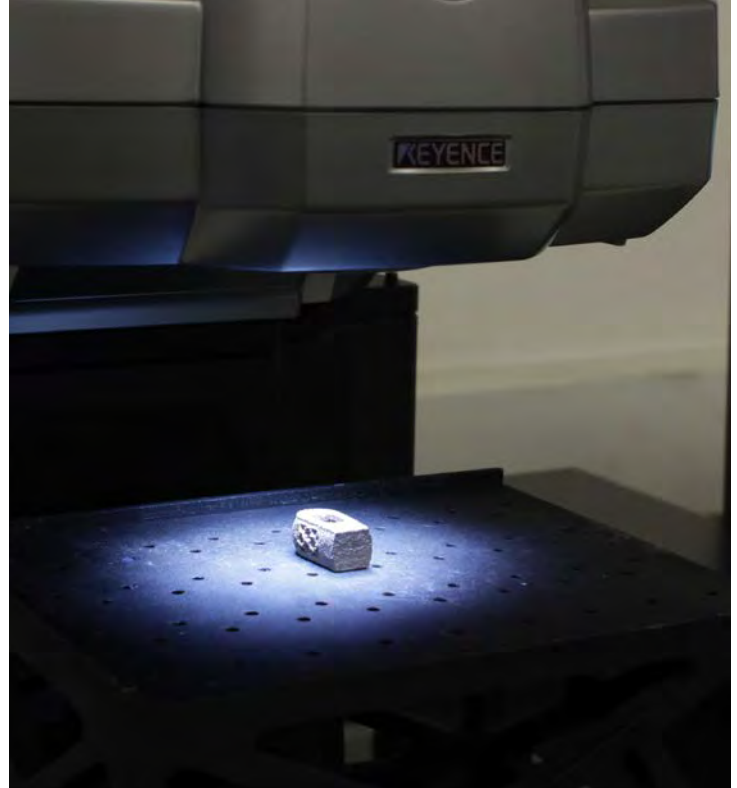
2D-HÖHENMESSUNG

Bei einer 2D-Höhenmessung lassen sich sehr schnell präzise Messungen der Bauteilaußenkonturen (max. Höhe 600 mm) ermitteln und aufgrund der hohen Wiederholgenauigkeit überprüfen. Ein Prüfarm mit einer kugelförmigen Prüfspitze befindet sich an einem statischen, höhenverstellbaren Messturm. Das Bauteil wird so positioniert, dass die Prüfspitze mit dem integrierten dynamischen Tastsystem bei der Messfahrt auf die gewünschte Oberfläche trifft und diesen Messpunkt ermittelt. Danach wird dies bei einem zweiten Messpunkt wiederholt und ein Messwert ermittelt.

Messmittel	Hersteller	Anzahl	Messbereich
Lichtmikroskop DM 2700 M	Leica	1	85 x 50 mm
Rauheitsmessgerät Perthometer S2	Mahr	1	-
Digitales 2D-Höhenmessgerät HC1	Garant	1	600 mm

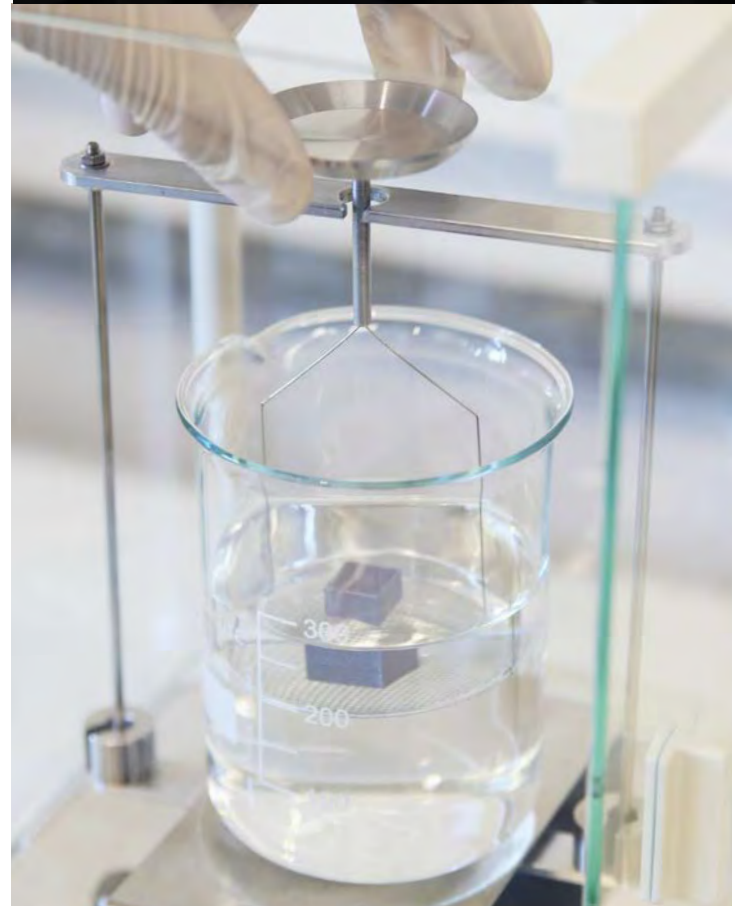
OPTISCHES PROFILOMETER

Bei einer Oberflächenmessung mit einem Mikroskop wird ein Streifenmuster aus zwei Lichtquellen auf das Bauteil (max. 200 × 100 × 10 mm) projiziert. Erhebungen bzw. Einbuchtungen auf der Oberfläche des Messobjektes führen dazu, dass die Lichtstreifen verzerrt werden und anhand ihrer Reflektion die Form des Objektes bestimmt wird. In der daraus folgenden 3D-Darstellung können sehr präzise (Höhe: ±3 µm; Breite: ±2 µm) die Linien- und Oberflächenrauheit bestimmt werden.



ANALYSEWAAGE

Um die Dichte eines Körpers zu ermitteln, wird bei der Analysewaage nach dem Archimedisches Prinzip vorgegangen. Dafür wird ein Dichtewürfel (max. 220 g) auf einer hochpräzisen Waage sowie in einem flüssigen Medium gewogen und die Differenz der beiden Wiegeergebnisse wird ermittelt. Dieses Verfahren dient dazu, auf schnelle und einfache Weise das Volumen bzw. die Dichte des Prüfkörpers zu ermitteln.



STRAHLQUALITÄTSMESSUNG

Bei der Strahlqualitätsmessung wird der Querschnitt des Laserstrahls (beim Laserschmelzen) an einer bestimmten Stelle vermessen, um dadurch die Laserleistung und Fokussierbarkeit zu bestimmen. Daraus erschließt sich, dass die Laserstrahlintensität zum Rand abnimmt. In der technischen Optik wird das als Kaustik bezeichnet. Diese Erkenntnisse sind wichtig bei der Einrichtung und Optimierung von Maschine und Parametern.

Messmittel	Hersteller	Anzahl	Messbereich
Optisches Profilometer VR 3200	Keyence	1	200 x 100 x 10 mm
Analysewaage AET 200-4NM	Kern	1	220 g (AET)
Beam Profiler FBP-1KF	Cinogy Technologies	1	max. 700 W (@MM)



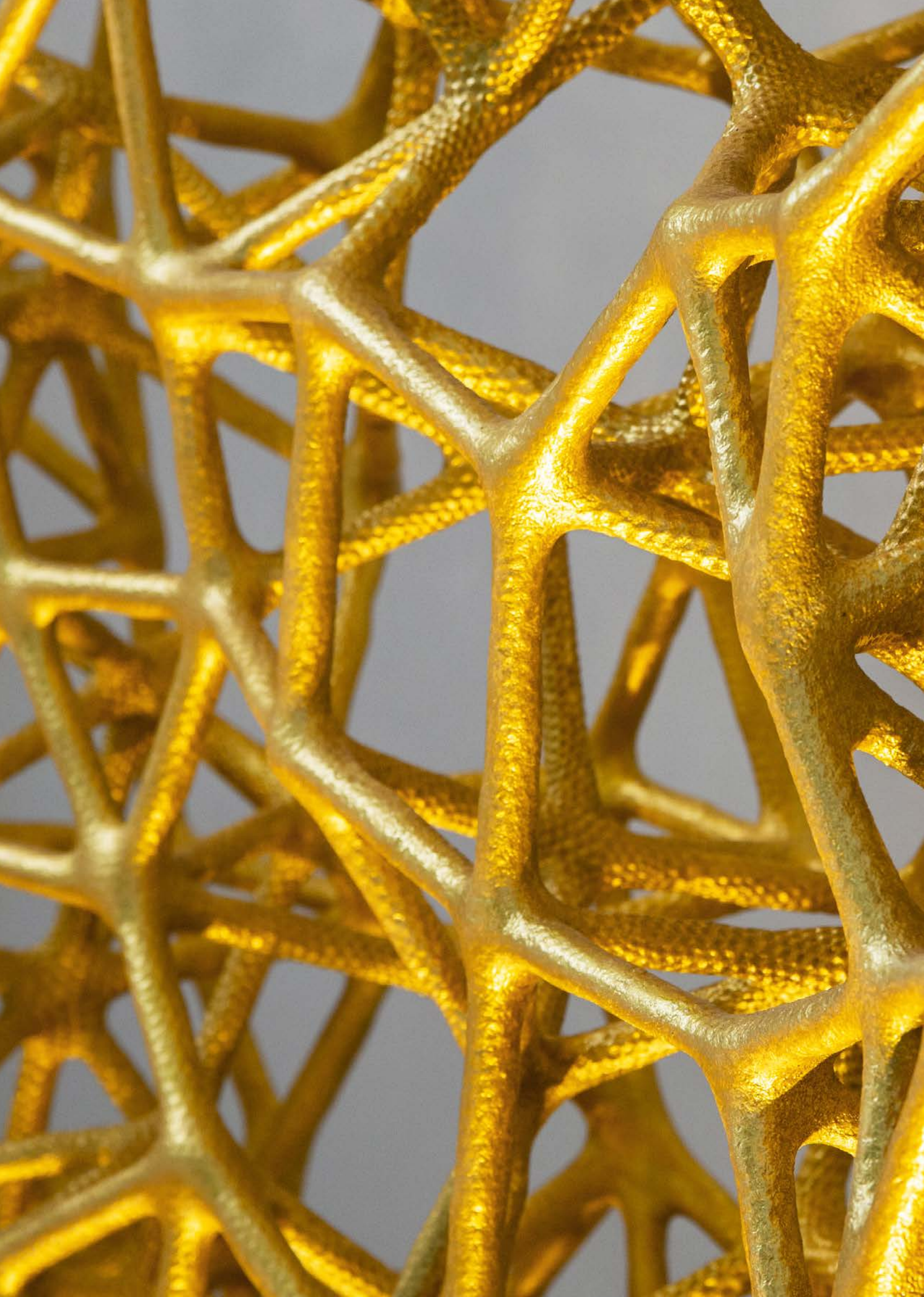
PULVERANALYSE

Genau und schnelle Analysen von Korngröße oder Kornform sind wichtig, um die Qualität von additiv gefertigten Bauteilen zu steigern. Mittels einer schwingenden Förderrinne wird das Pulver in das Messgerät transportiert. Dort wird durch einen Luftstrahl vor einem Zwei-Kamera-System eine Staubwolke erzeugt und Bilder werden übermittelt. Die Bildanalyse liefert Erkenntnisse über die Pulverpartikel, die in einem Größenbereich von 0,8 µm bis zu mehreren Millimetern liegen können. Bei FIT wird das Verfahren zusätzlich bei der Wareneingangskontrolle und Maschinenüberwachung eingesetzt.

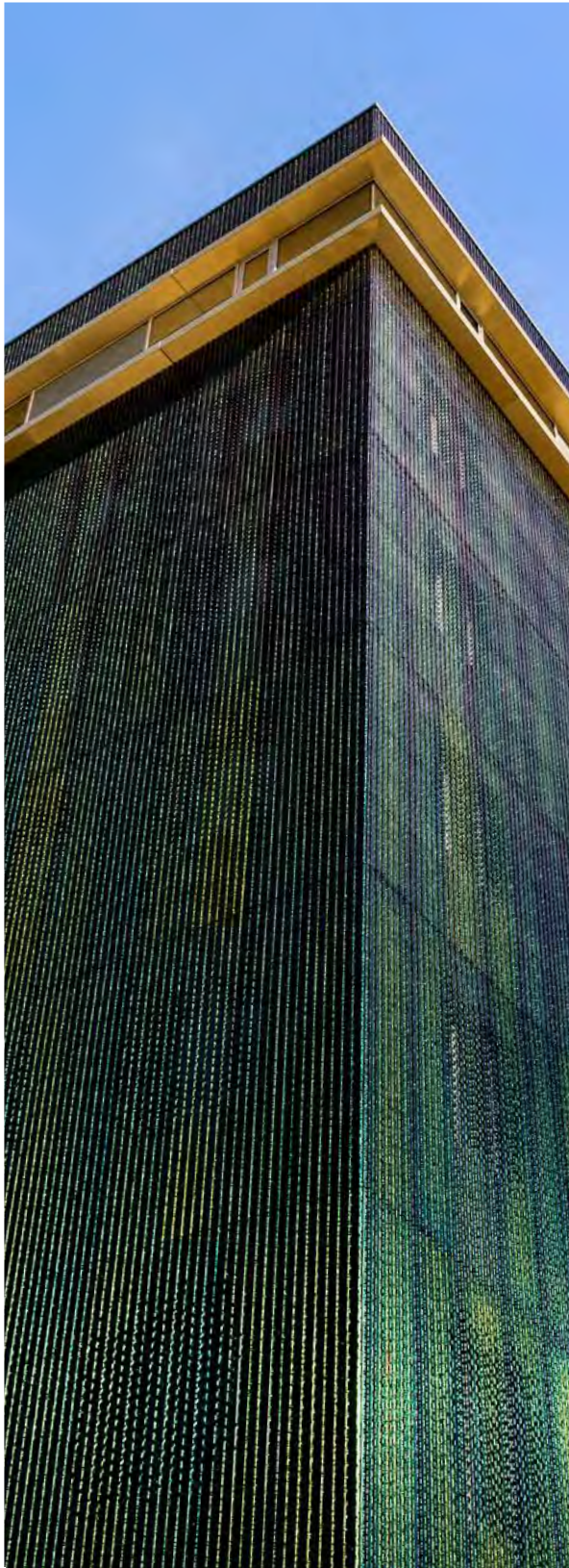
Messmittel	Hersteller	Anzahl	Messbereich
Partikelanalysator camsizer x ₂	Retsch Technology	1	20 mg - 500 g



ADM SERVICES



DAS FIT LEISTUNGS-PRINZIP

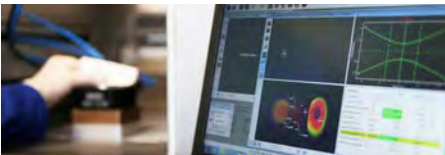


F&E / INNOVATION

PRODUKTENTWICKLUNG

PRODUKTFERTIGUNG

AFTER-SALES-SERVICE



ADM-D

Anwendungsorientierte Entwicklung (Development) von additiven Fertigungsprozessen für neue Materialien oder Verfahren



ADM-E

Additiv orientiertes Design (Engineering) für Produkte mit innovativer Optik, verbesserter Funktionalität, etc.



ADM-Q

Additive Fertigung einzelner Bauteile für Endanwendungen aus Kunststoff oder Metall (**Qualifizierte Einzelfertigung**)



ADM-V

Additive Serienfertigung von Bauteilen, Baugruppen oder Produkten aus Kunststoff oder Metall (Volume Manufacturing)



ADM-CV

Additive Serienfertigung von individualisierten Bauteilen, Baugruppen oder Produkten aus Kunststoff oder Metall (Customized Volume Manufacturing)



S.P.O.D.

Spare Parts on Demand - Bedarfsorientierte Additive Fertigung von Ersatzteilen



RAPID TOOLING

Entwicklung und Additive Fertigung kostengünstiger Werkzeuge und maßgeschneiderter Produktionshilfen



RAPID PROTOTYPING

Additive oder konventionelle Fertigung von Design- und Funktionsprototypen sowie Kleinserien



ART FABRICATION

Additive Fertigung von Kunstobjekten

ADM-D

TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Die Entwicklung einer additiven Komponente setzt oft schon weit vor der Konstruktionsleistung ein, etwa bei der Entwicklung bestimmter Materialien, Herstellungsprozesse und Nachbearbeitungstechniken.

Im Rahmen eines ADM-D-Projektes führen die AM-Spezialisten der FIT qualifizierte Studien und Tests mit dem Ziel durch, technisch verlässliche Fertigungsabläufe für die Herstellung von Bauteilen mit neuen Materialien oder mittels neuer Verfahren zu entwickeln, die sich am Ende betriebswirtschaftlich auch rechnen.

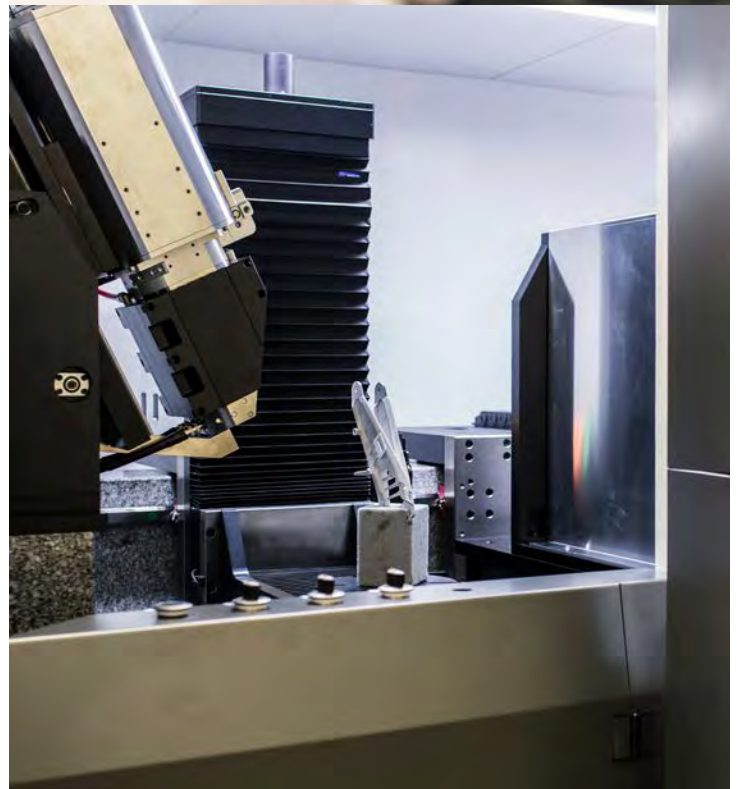
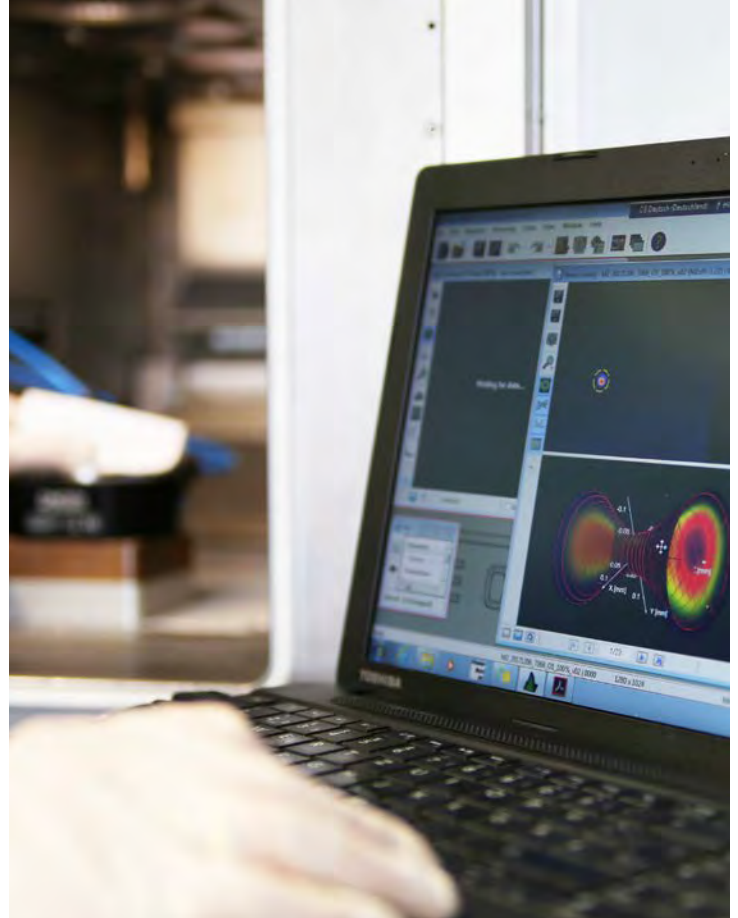
Nutzen Sie unsere Expertise und sparen Sie Zeit und Geld bei der Einführung Additiver Fertigung für Ihre Produkte.

WAS SIE ERHALTEN

Individuelle Softwarelösungen
FIT verfügt über ein eigenes IT-Unternehmen, in dem wir projektbegleitend individuelle Softwarelösungen für Sie entwickeln.

Materialienentwicklung
Sofern Ihre Anwendung ein spezielles Material benötigt, das in der Additiven Fertigung derzeit noch nicht verfügbar ist, qualifizieren die Materialexperten der FIT dieses Material für das entsprechende AM-Verfahren.

Verfahrensentwicklung
Sollte Ihre Anwendung ganz spezifische Anforderungen an die Additive Fertigung, die anschließende Nachbearbeitung oder die abschließende Qualitätskontrolle stellen, entwickeln die Verfahrensexperten der FIT speziell darauf abgestimmte Prozesse und Parametersätze.



SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Service	Inhalt	Ergebnis
Definition der Rahmenbedingungen	Gemeinsam mit Ihnen definieren wir das Studienziel, die Studienanforderungen, die Inhalte der Studie sowie die Rahmenbedingungen (Termine, Kosten, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Vertrag über die zu erstellende Studie
Vorbereitung der Umsetzung	Wir entwickeln das konkrete Studiendesign, den Zeit- und Meilensteinplan und stellen das Projektteam zusammen.	<ul style="list-style-type: none"> • Projektplan
Umsetzung der Studie	Wir führen die Studie durch und produzieren dabei, sofern erforderlich, Testteile.	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation der Schlussfolgerungen
Testen/Prüfen der Schlussfolgerungen	Wir verifizieren die Resultate und entwickeln daraus das Umsetzungskonzept.	<ul style="list-style-type: none"> • Präsentation der Testergebnisse auf der Grundlage von real gefertigten Probeteilen
Abschlusspräsentation	Wir fassen die Ergebnisse der Studie in einem Abschlussbericht zusammen und präsentieren Ihnen die Ergebnisse.	<ul style="list-style-type: none"> • Bericht über die Studie

ADM-E

DESIGN UND KONSTRUKTION

„Designfreiheit“ ist eines der wesentlichen Argumente für die Additive Fertigung. Bei der Entwicklung neuer Designs oder bei Designanpassungen schöpfen wir diese Freiheitsgrade maximal aus, kennen aber auch die Grenzen der Additiven Fertigung. Dadurch wird sichergestellt, dass am Ende eine Bauteilgeometrie entsteht, die zu den budgetierten Kosten und mit der geforderten Qualität hergestellt werden kann.

Setzen Sie auf das Knowhow unserer erfahrenen AM-Ingenieure und gehen Sie mit uns auf Nummer sicher in dieser entscheidenden Projektphase.

WAS SIE ERHALTEN

Designinnovation

Ihnen steht ein Bauteildesign zur Verfügung, durch das die gewünschte Funktion besser als bisher erfüllt wird und/oder zusätzliche Funktionen integriert werden.

Designanpassung

Materialsparend, kostensenkend, gewichtsreduziert - Ihr Bauteil verfügt über die perfekte Geometrie, um das Ziel Ihrer Anwendung zu erfüllen.

Funktionsgeprüftes Design

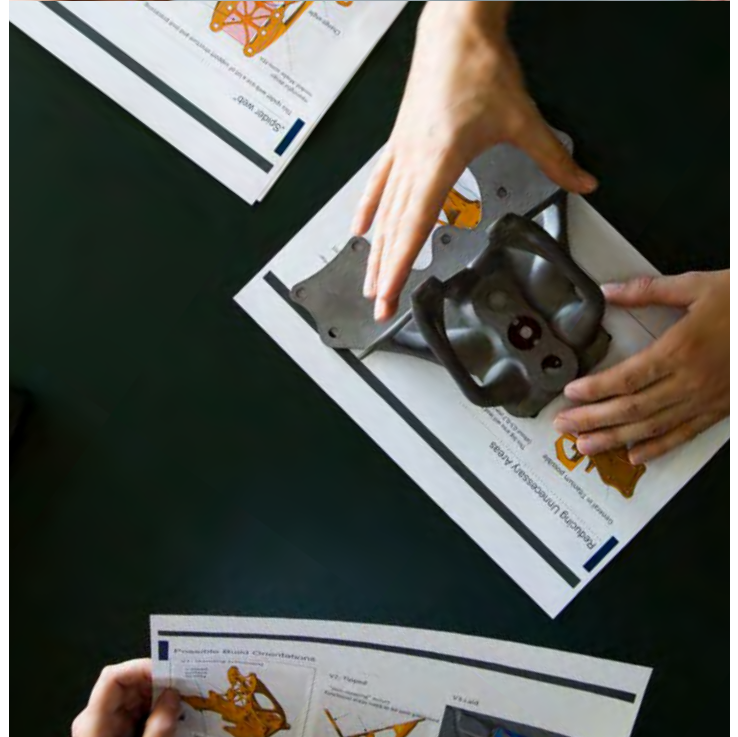
Sie erhalten ein analysiertes und entsprechend optimiertes Bauteildesign, bei dem Sie sicher sein können, dass es aushält, was es aushalten soll.

Optimierung der Fertigungskosten

Ihnen liegt ein geprüftes Komponentendesign vor, das unter Kostengesichtspunkten für die Additive Fertigung oder die Nachbearbeitung optimiert ist.

Designautomatisierung

Sie gewinnen Zeit und sparen Geld, da Sie algorithmisch oder parametrisch generierte Designvarianten einfach und schnell unter Geschmacks-, Funktions- und Kostengesichtspunkten vergleichen können.



SCHRITTE ZU ERFOLGREICHEM ADDITIVEN ENGINEERING

Service	Inhalt	Ergebnis
Definition der Rahmenbedingungen	Zusammen definieren wir Rahmen, Anforderungen und Ziele Ihres Designprojekts.	<ul style="list-style-type: none"> • Designvertrag
Redesign	Wir identifizieren die fertigungstechnisch kritischen Bereiche des Designs, passen das Design entsprechend an oder entwickeln ein neues Design	<ul style="list-style-type: none"> • Redesign-Bericht
Designprüfung	Wir simulieren das Design mit Blick auf die erforderlichen Eigenschaften (Kosten, Funktionen, Qualitätsparameter) und produzieren und prüfen Beispielteile falls gewünscht.	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfbericht
Designoptimierung	Wir optimieren das Design auf Grundlage der Designprüfung, fertigen und prüfen Beispielteile, falls gewünscht, und finalisieren das Design.	<ul style="list-style-type: none"> • Designbericht, inkl. finaler Preiskalkulation für die Herstellkosten des Bauteils

ADM-Q

QUALIFIZIERTE EINZELTEILFERTIGUNG

Die Additive Fertigung ist die perfekte Technologie, um ein Bauteil oder Produkt als Unikat oder Einzelteil herzustellen. Insbesondere wenn es um die qualitativ hohen Anforderungen von Endanwendungen geht, verfügt FIT über eine Vielzahl von qualifizierten Fertigungsprozessen.

In Abhängigkeit von Ihrer Ausgangssituation und Zielsetzung wird das Bauteildesign für die Additive Fertigung entweder neu entwickelt oder ein bestehendes Design entsprechend optimiert. Ist das bereits geschehen, kann sofort mit der Fertigung begonnen werden.

WAS SIE ERHALTEN

Beratung

Sie erhalten klare Aussagen, ob und wie Ihr Design oder Ihr Bauteil am besten additiv hergestellt werden kann.

Bauteiloptimierung

Ihnen steht das Knowhow unserer Experten zur Verfügung, um das Design Ihrer Komponente neu zu entwickeln oder für die Additive Fertigung zu optimieren, so dass eine Fertigung problemlos möglich und die Anforderungen der Anwendung mit Sicherheit erfüllt werden.

Immer das richtige Verfahren

Mehr als 10 unterschiedliche Verfahren, über 50 Anlagen - in jedem Fall haben Sie Zugriff auf die AM-Technologie, die unter Kosten-, Zeit- und Qualitätsgesichtspunkten das beste Ergebnis liefert.

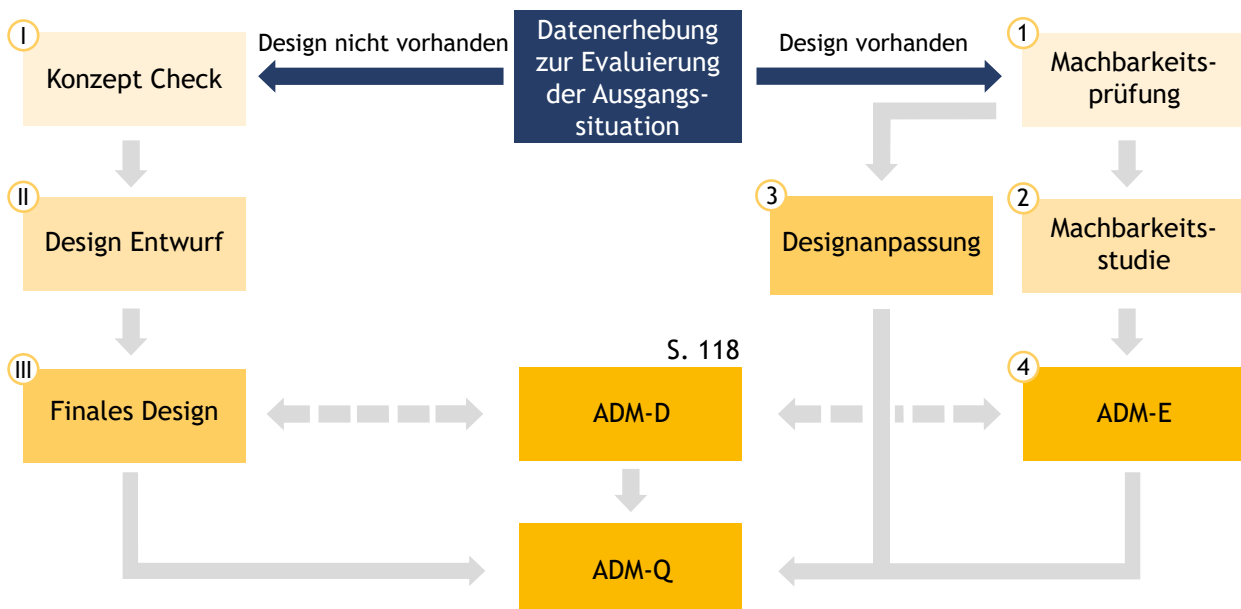
Geprüfte Qualität

Aufgrund umfangreicher Qualitätskontrollen erhalten Sie ein Bauteil, das mit Sicherheit die geforderten Eigenschaften erfüllt.



SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN EINZELTEILFERTIGUNG

Service	Inhalt	Ergebnis
① Machbarkeitsprüfung	Wir prüfen die Eignung Ihres Bauteils für die Additive Fertigung und entwickeln Empfehlungen und einen Vorschlag für die weiteren Schritte.	<ul style="list-style-type: none"> • Handlungsempfehlungen zu notwendigen Veränderungen des Bauteils • Abschätzung der minimal möglichen Herstellkosten
② Machbarkeitsstudie	Wir analysieren die Anforderungen, identifizieren die fertigungskritischen Elemente, entwickeln einen validen Fertigungsprozess und erstellen einen Machbarkeitsbericht.	<ul style="list-style-type: none"> • Bericht über den Fertigungsplan für Ihr Bauteil • Grobe Schätzung der Herstellkosten des Bauteils • Kostenaufstellung für die nächsten Projektschritte
③ Designanpassung	Wir nehmen fertigungsnotwendige Korrekturen an Ihrem Design vor.	<ul style="list-style-type: none"> • Bericht über die Designänderungen und deren Auswirkung • Angabe der finalen Herstellkosten des Bauteils
ADM-Q	Additive Fertigung Ihres Bauteils (inkl. Nachbearbeitung, Qualitätskontrolle und Versand).	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatzfähiges Bauteil/Produkt
I Konzept Check	Wir prüfen Ihre Idee / Ihr Konzept und entwickeln Empfehlungen für die weiteren Schritte im Hinblick auf ein additiv gerechtes Design.	<ul style="list-style-type: none"> • Konzept Check-Bericht • Abschätzung der minimal möglichen Herstellkosten
II Design Entwurf	Auf Basis der geforderten Funktionen/ Eigenschaften entwickeln wir einen Designentwurf (inkl. Designsimulation) und produzieren Testteile, sofern erforderlich.	<ul style="list-style-type: none"> • Designentwurfsbericht • Grobe Schätzung der Herstellkosten des Bauteils
III Finales Design	Wir optimieren und finalisieren das Design und produzieren Prototypen, sofern erforderlich.	<ul style="list-style-type: none"> • Designbericht • Angabe der finalen Herstellkosten des Bauteils



ADM-V

ADDITIVE SERIENFERTIGUNG

Der 3D-Druck bietet Unternehmen die großartige Möglichkeit, radikal innovative Produkte in Serie herzustellen und so neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dabei gilt es, die Chancen der additiven Serienfertigung maximal zu nutzen und gleichzeitig die Risiken zu minimieren.

Weil wir diese Risiken genauestens kennen, können wir Sie umfassend beim Aufbau einer additiven Serienfertigung unterstützen. In Abhängigkeit Ihrer Ausgangssituation und Zielsetzung entwickeln wir gemeinsam die erforderlichen Produktionsprozesse, fertigen Ihr Produkt auf Basis Ihrer Vorgaben oder liefern Ihnen alle Informationen für den Aufbau Ihrer eigenen Fertigung.

WAS SIE ERHALTEN

Beratung

Ihnen liegen klare Aussagen vor, wie Sie Ihre Komponente im Hinblick auf das Design und das Material additiv in Serie herstellen können.

Designentwicklung

Sofern gewünscht, entwickeln wir Ihnen eine neue oder adaptierte Bauteilgeometrie, die eine funktions- und budgetkonforme additive Serienfertigung garantiert.

Prozessentwicklung

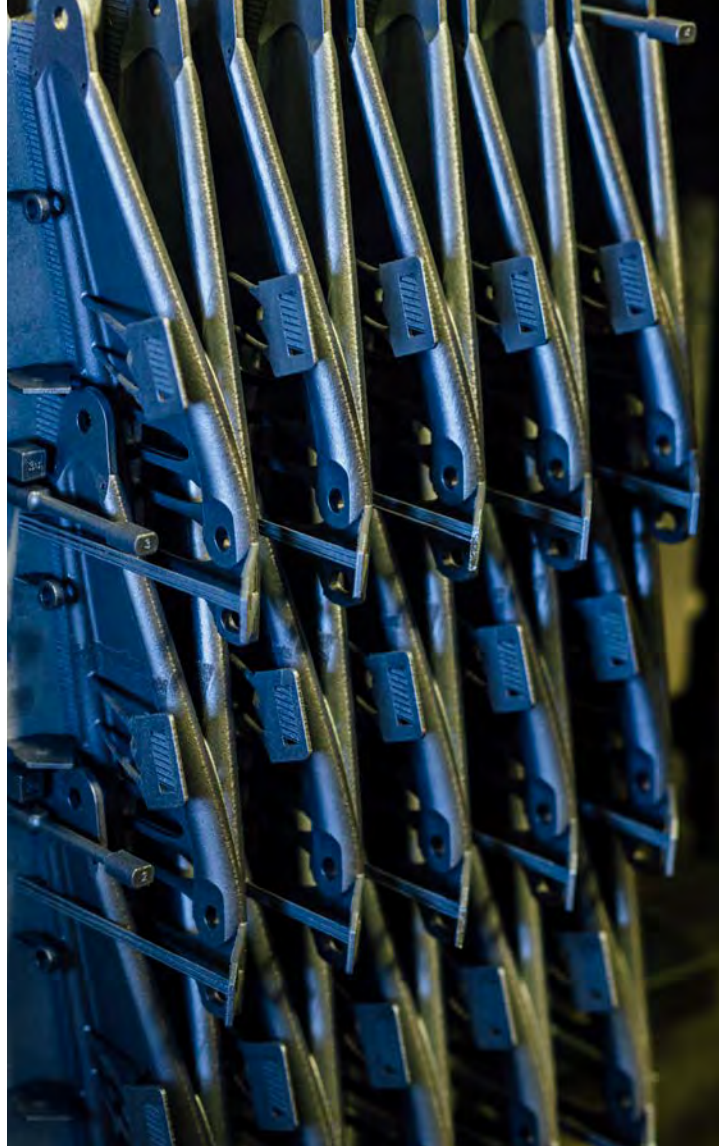
Bei FIT steht Ihnen ein Fertigungsprozess zur Verfügung, der speziell für die Anforderungen Ihres Bauteils entwickelt, optimiert und validiert wurde.

Serienfertigung

Auf Basis einer Liefervereinbarung liefern wir Ihnen zuverlässig Serienteile in die ganze Welt.

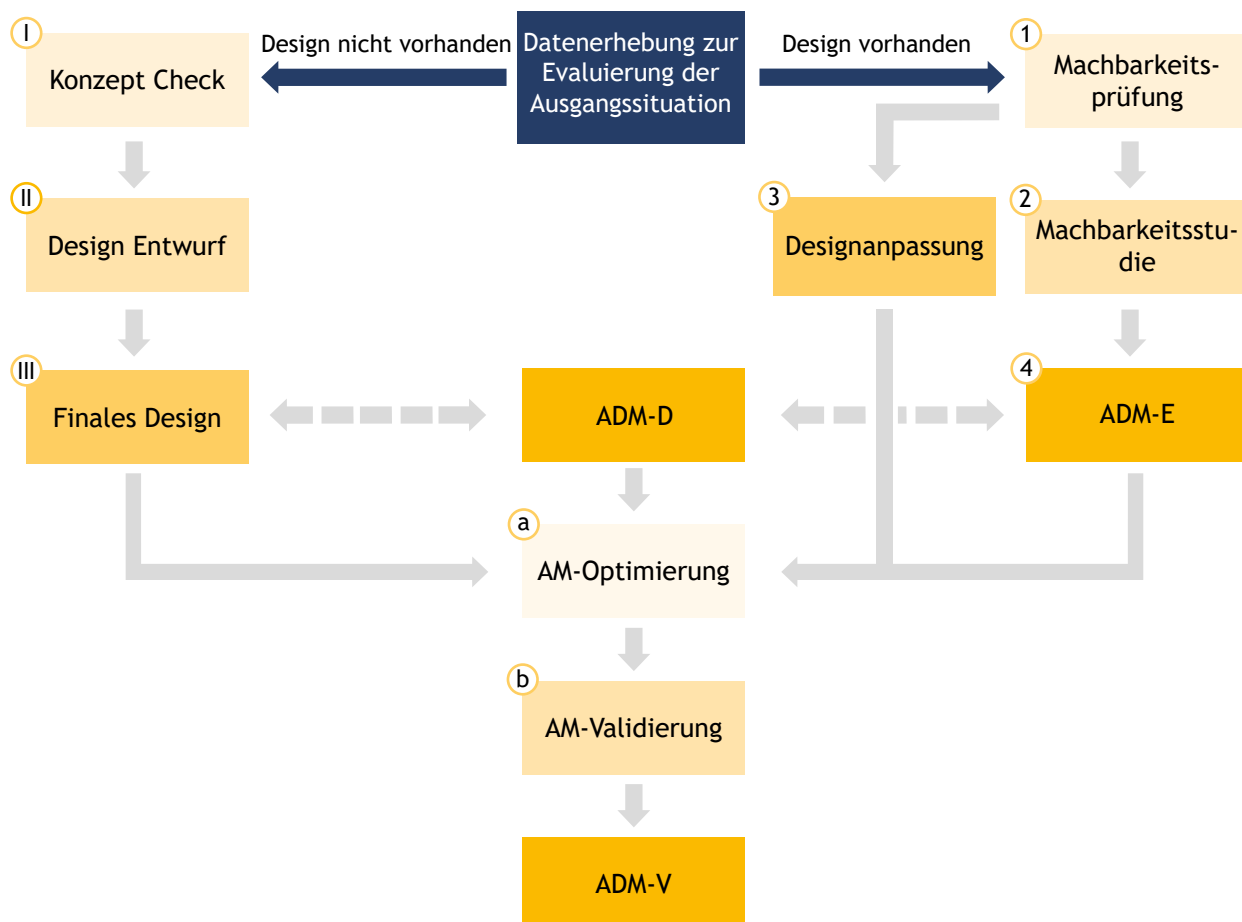
Technologietransfer

Sofern gewünscht, übergeben wir Ihnen die IP des Produktionsprozesses, so dass Sie eine additive Serienfertigung in Ihrem Unternehmen aufbauen können.



SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN SERIENFERTIGUNG

Service	Inhalt	Ergebnis
a AM-Optimierung	Wir optimieren und finalisieren alle Prozesse (Datenaufbereitung, Fertigung, Nachbearbeitung, Qualitätssicherung, Verpackung und Versand).	<ul style="list-style-type: none"> Fertigungsbericht Grobe Schätzung der Herstellkosten des Bauteils
b AM-Validierung	Wir testen und validieren alle Prozesse in einer Pilotfertigung.	<ul style="list-style-type: none"> Fertigungsbericht (Update) Angabe der finalen Herstellkosten des Bauteils
ADM-V	Wir fertigen Ihre Serienteile gemäß der finalen Fertigungsvereinbarung.	<ul style="list-style-type: none"> Einsatzfähige Endkomponenten Regelmäßige KPI-Berichte



ADM-CV

ADDITIVE SERIENFERTIGUNG INDIVIDUALISierter PRODUKTE

Kunden verlangen heute immer mehr nach individuellen Produkten zur Befriedigung für ihre persönlichen Bedürfnisse oder Lösung ihrer geschäftlichen Herausforderungen. Die Additive Fertigung eröffnet Unternehmen die Chance, von diesem Megatrend zu profitieren, individualisierte Produkte in Serien herzustellen und so neue Märkte und Kunden zu erschließen.

Um das darin enthaltene Absatzpotential zu nutzen, synchronisieren wir Ihr Individualisierungsvorhaben mit unseren Fertigungsprozessen, so dass wir Ihnen eine reibungsfreie Bestellabwicklung, Herstellung sowie eine fehlerfreie Lieferung der personalisierten Produkte an Ihre Kunden garantieren können.

WAS SIE ERHALTEN

Beratung

Ihnen liegt ein Realisierungskonzept für die Additive Serienfertigung Ihrer individualisierten Produkte vor, auf dessen Basis Sie sich für eine Umsetzung entscheiden können.

Designentwicklung

Sofern gewünscht, entwickeln wir Ihnen eine neue oder adaptierte Bauteilgeometrie, die eine funktions- und budgetkonforme additive Serienfertigung Ihrer individualisierten Produkte garantiert.

Prozessentwicklung

Bei FIT steht Ihnen ein Fertigungsprozess zur Verfügung, der speziell für die Anforderungen Ihrer individualisierten Bauteile entwickelt, optimiert und validiert wurde.

Individualisierte Serienfertigung

Auf Basis einer Liefervereinbarung liefern wir Ihnen zuverlässig kundenindividuelle Serienteile in die ganze Welt.

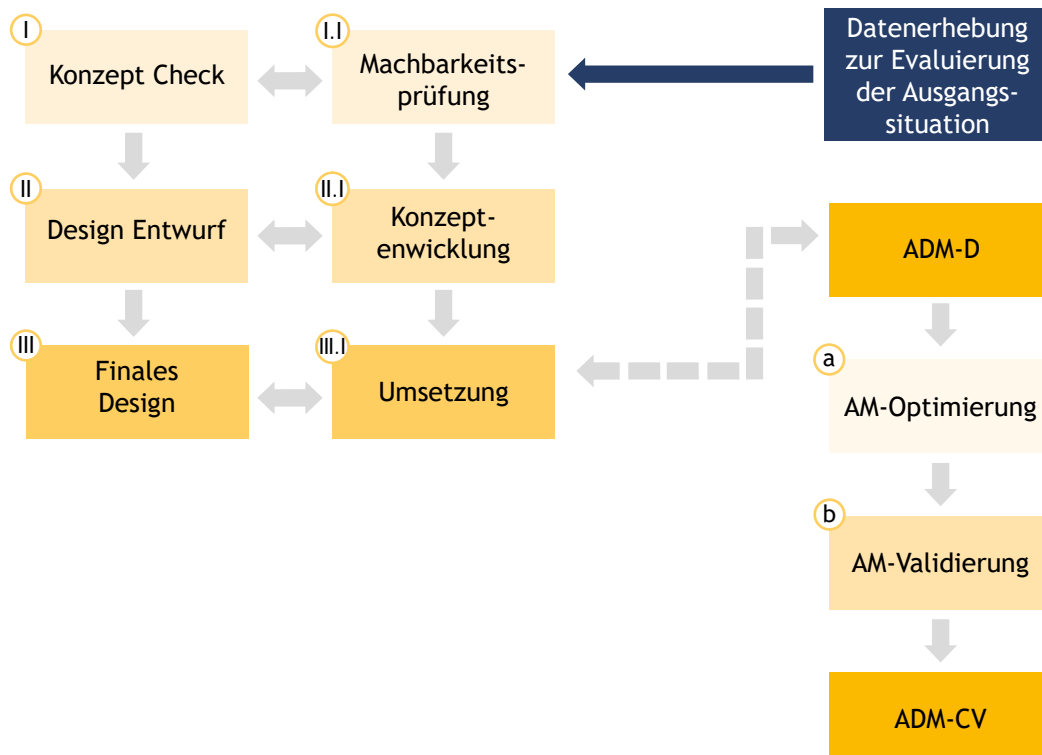
Technologietransfer

Sofern gewünscht, übergeben wir Ihnen die IP des Produktionsprozesses, so dass Sie eine additive Serienfertigung für individualisierte Produkte in Ihrem Unternehmen aufbauen können.



SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN FERTIGUNG INDIVIDUALISierter SERIEN

Service	Inhalt	Ergebnis
I.I Machbarkeitsprüfung	Wir prüfen die Machbarkeit Ihrer Individualisierungsidee und der Produktanforderungen im Hinblick auf die Additive Fertigung, entwickeln Empfehlungen und einen Vorschlag für die nächsten Schritte.	<ul style="list-style-type: none"> Bericht inkl. Handlungsempfehlungen Abschätzung der minimal möglichen Herstellkosten
II.I Konzeptentwicklung	Wir entwickeln ein Konzept für die Umsetzung der Individualisierung, von der Bestellung bis zur Lieferung.	<ul style="list-style-type: none"> Bericht über den Fertigungsplan Grobe Schätzung der Herstellkosten des Bauteils Kostenaufstellung für die nächsten Projektschritte
III.I Umsetzung	Wir implementieren und testen den Prozess der Individualisierung und produzieren Prototypen, sofern erforderlich.	<ul style="list-style-type: none"> Richtlinien für die individualisierte Serienfertigung Angabe der finalen Herstellkosten des Bauteils
ADM-CV	Im Anschluss an die AM-Optimierung und AM-Validierung fertigen wir Ihre individualisierten Bauteile, Komponenten und Produkte gemäß der finalen Fertigungsvereinbarung.	<ul style="list-style-type: none"> Individualisierte Endprodukte Regelmäßige KPI-Berichte







S.P.O.D. ON- DEMAND ERSATZTEILVERSORGUNG

Mit S.P.O.D. (Spare Parts on Demand) revolutionieren Sie Ihr Ersatzteilmanagement. Mangelnde Verfügbarkeit, lange Lieferzeiten, ungeplant hohe Bestellkosten und teure Lagerbestände gehören der Vergangenheit an, denn durch die Additive Fertigung ist es möglich, ein Ersatzteil genau dann herzustellen, wenn Sie es brauchen. Herstellkosten und Lieferzeiten sind so absolut planbar, Ausfallrisiken werden minimiert und eine Lagerhaltung eliminiert.

Im S.P.O.D.-Programm der FIT konzentrieren wir uns voll auf die „kritischen“ Ersatzteile, die Ihnen wirklich Sorgen bereiten. Wir prüfen, ob und wie sich diese Ersatzteile unter Kosten- und Qualitätsgesichtspunkten sinnvoll im 3D-Druck herstellen lassen, digitalisieren sie, speichern sie in einem virtuellen Lager und produzieren sie, sobald der Bedarf entsteht - eben „on demand“!

WAS SIE ERHALTEN

Beratung

Ihnen liegt eine Analyse sowie ein Realisierungskonzept für die bedarfsorientierte Fertigung der „kritischen“ Ersatzteile vor, die sich unter Kosten- und Machbarkeitsgesichtspunkten für die Additive Fertigung eignen.

Digitalisierung

„Kritische“ Ersatzteile werden, sofern erforderlich, durch 3D-Scanning oder Reengineering in digitale Modelle verwandelt.

Virtuelle Lagerung

Der Fertigungsprozess für das jeweilige Ersatzteil wird definiert und getestet, so dass eine Herstellung im Bedarfsfall sofort garantiert ist. Das dafür erforderliche Datenmodell wird bei Ihnen oder bei FIT im virtuellen Lager gespeichert.

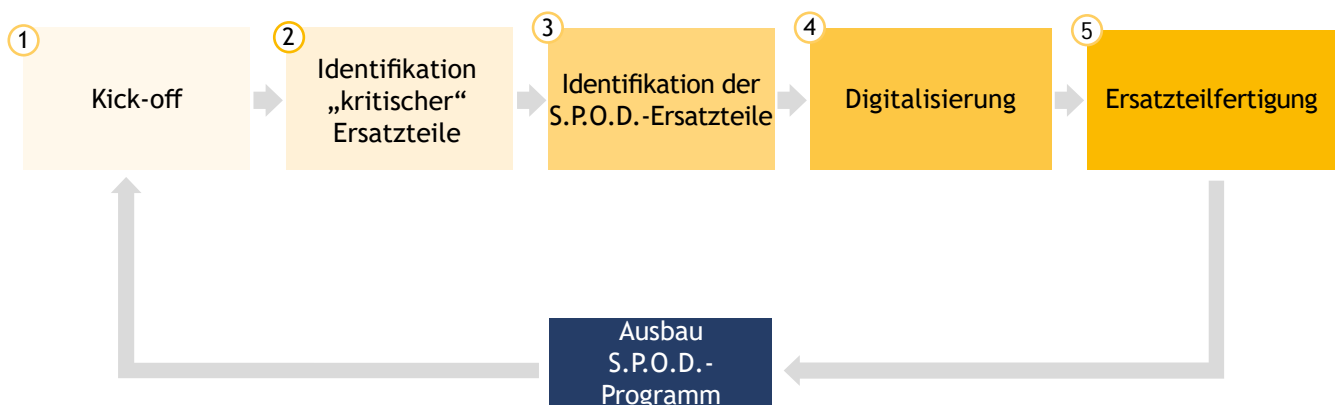
On-Demand-Fertigung

Tritt der Bedarfsfall ein, erhalten Sie das Ersatzteil mit der erforderlichen Qualität in der vereinbarten Lieferfrist, zu den budgetierten Kosten, und sparen so Zeit, Geld und Nerven.



SCHRITTE ZUR ERFOLGREICHEN ERSATZTEILVERSORGUNG

Service	Inhalt	Ergebnis
① Kick-off	Gemeinsam vereinbaren wir die Eckdaten für das Projekt, definieren das Projektteam und sammeln erste Informationen über den Ersatzteilbestand und die relevanten KPIs.	<ul style="list-style-type: none"> • Projektplan mit Zielen, Meilensteinen, Zeitplan und einer Kostenschätzung
② Identifikation „kritischer“ Ersatzteile	Auf Basis Ihrer Vorgaben priorisieren und selektieren wir die Ersatzteile, die für die weitere Betrachtung relevant sind.	<ul style="list-style-type: none"> • Liste der kritischen Ersatzteile und der dazugehörigen KPIs • S.P.O.D.-Bericht mit einer Liste der 3D-druckbaren Ersatzteile
③ Identifikation der S.P.O.D.-Ersatzteile	Wir selektieren die 3D-druckbaren Ersatzteile, definieren grob den Herstellprozess und die Fertigungskosten. Parallel berechnen wir die Umstellungskosten für die Additive Fertigung und schätzen die Effekte auf die KPIs ab.	<ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung der minimal möglichen Herstellkosten • Grobe Abschätzung der Projektkosten
④ Digitalisierung	Wir digitalisieren die S.P.O.D.-Ersatzteile, entwickeln und testen die Fertigungsprozesse (auch im Hinblick auf eine Zulassung) und legen die Datenmodelle sowie die dazugehörigen Fertigungsparameter in einer Datenbank ab.	<ul style="list-style-type: none"> • DMS (Digital Manufacturing Database), die bei Ihnen oder in der FIT liegt • Integration der DMS in Ihr Ersatzteilmanagementsystem
⑤ Ersatzteilmontage	Wir fertigen bedarfsorientiert die S.P.O.D.-Ersatzteile, messen gemeinsam mit Ihnen die KPI-Effekte und erweitern des S.P.O.D.-Programm auf weitere Ersatzteile, sofern gewünscht.	<ul style="list-style-type: none"> • Gesicherte Ersatzteilversorgung • Regelmäßiger KPI-Bericht



RAPID TOOLING

WERKZEUGE & PRODUKTIONSHILFEN

Lieferzeiten, Herstellkosten, Funktionalität oder Ergonomie sind Parameter, die für die Beschaffung von Werkzeugen oder anderen Produktionshilfen von Bedeutung sind. Im Hinblick darauf bietet die Additive Fertigung mittels „Rapid Tooling“ zahlreiche Möglichkeiten, um Werkzeuge und Produktionshilfen schneller, günstiger, leichter oder individueller herzustellen. Der Effekt ist sofort messbar. Montage- und Einbauzeiten verkürzen sich, Werkzeugkosten sinken, Handling-, Transport- oder Kommissionierprozesse lassen sich verbessern.

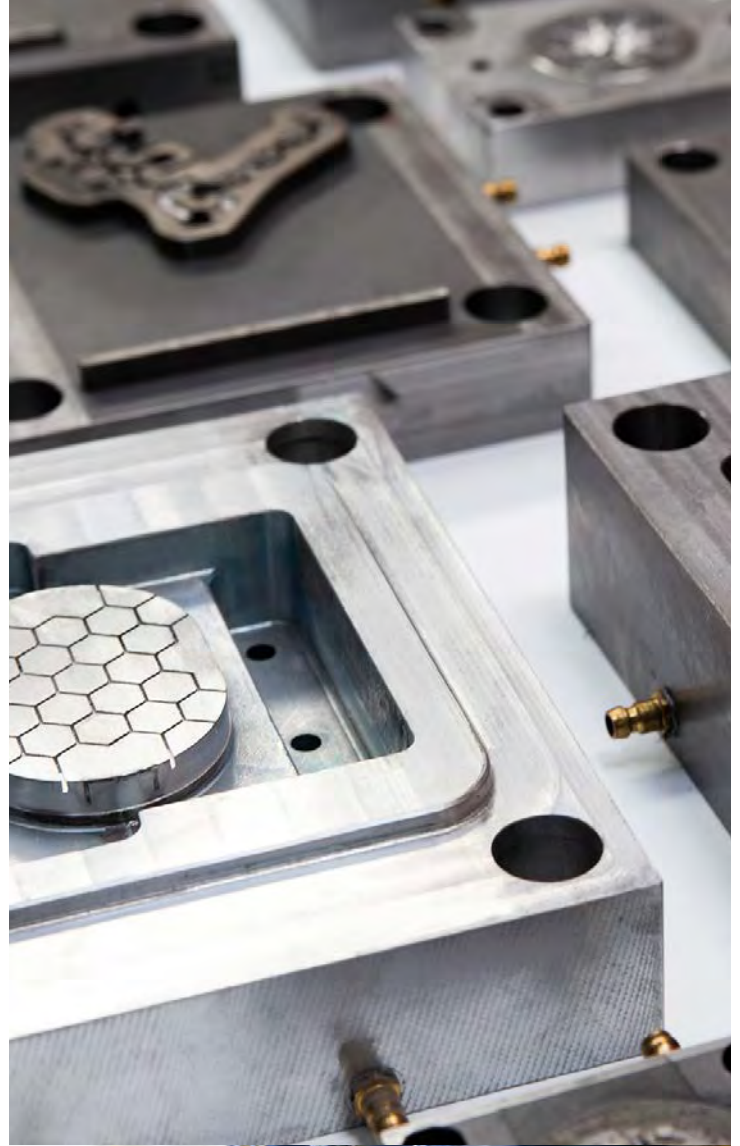
FIT bietet Ihnen die gesamte Wertschöpfungskette für die Herstellung von Werkzeugen oder maßgeschneiderten Produktionshilfsmitteln an. Vom Design über die Konstruktion, die additive oder konventionelle Herstellung bis zur Nachbearbeitung und Veredelung - alles aus einer Hand.

WAS SIE ERHALTEN

Design- und Konstruktionservice
Sofern Sie es wünschen, entwickeln wir für Sie ein neues oder angepasstes Design für Ihre Vorrichtung, Lehre, Montagehilfe, etc. oder konstruieren Ihnen Ihr Werkzeug für den Spritzguss.

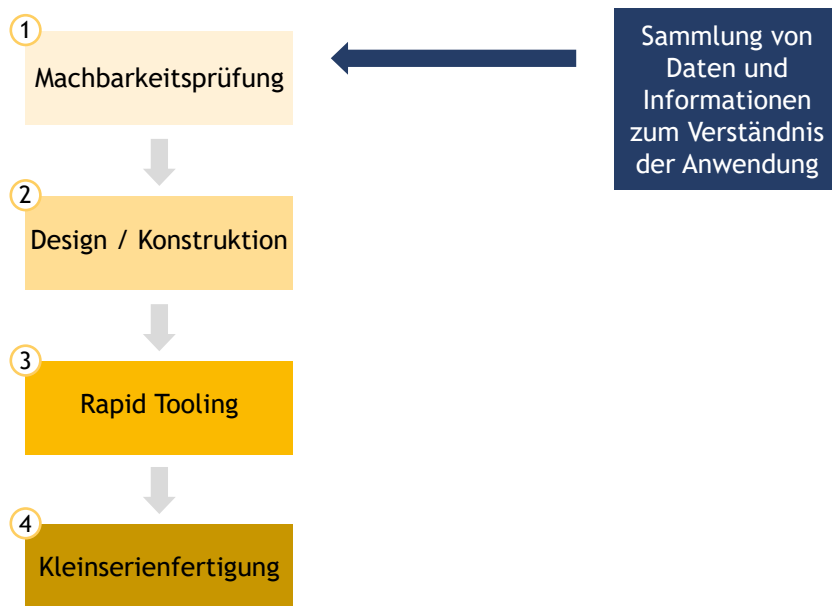
Rapid Tooling
Innerhalb weniger Tage stehen Ihnen ein additiv gefertigtes Spritzgusswerkzeug oder ein 3D-gedrucktes Hilfsmittel für Ihren Produktionsprozess zur Verfügung.

Geprüfte Qualität
In unserem Qualitätslabor prüfen wir Ihr Werkzeug, Hilfsmittel oder Bauteil entsprechend Ihren Vorgaben.



SCHRITTE ZU ERFOLGREICHEN WERKZEUGEN UND PRODUKTIONSHILFEN

Service	Inhalt	Ergebnis
① Machbarkeitsprüfung	Wir besprechen mit Ihnen die Ausgangssituation sowie Ihre Zielsetzung und entwickeln anschließend eine Empfehlung für die Herstellung des Produktionshilfsmittels.	<ul style="list-style-type: none"> • Handlungsempfehlungen für die Herstellung • Angaben zu den Herstellkosten und -zeiten
② Design / Konstruktion	Wir designen das Hilfsmittel oder konstruieren das Werkzeug material- und verfahrensorientiert.	<ul style="list-style-type: none"> • Für die jeweilige Fertigung optimiertes Datenmodell
③ Rapid Tooling	Ihr Produktionshilfsmittel wird in dem gewählten additiven Verfahren hergestellt (inkl. Nachbearbeitungsoptionen wie Fräsen, Erodieren, Touchieren, uvm.).	<ul style="list-style-type: none"> • Schnell gefertigte und sofort einsatzfähige Produktionshilfsmittel
④ Kleinserienfertigung	Ihre Kleinserie wird im Originalmaterial in dem gewählten konventionellen Verfahren hergestellt (inkl. Qualitätsprüfung).	<ul style="list-style-type: none"> • Schnell gefertigte Bauteile in Serienqualität



RAPID PROTOTYPING

Der Lebenszyklus vieler Produkte wird stetig kürzer und die Leistungserwartung der Kunden an neue Produkte nimmt immer weiter zu. In diesem Spannungsfeld gewinnen Flexibilität und Geschwindigkeit in der Produktentwicklung an Bedeutung. Die Additive Fertigung bietet mit ihrer Vielzahl an unterschiedlichen Verfahren ideale Möglichkeiten, um Prototypen für Designstudien oder Funktionstests schneller und günstiger herzustellen, als das bisher der Fall war, und dadurch die Produktentwicklung bei niedrigeren Kosten zu beschleunigen.

Als einer der weltweit führenden Hersteller bietet FIT Ihnen die gesamte Wertschöpfungskette für die Herstellung von 3D-gedruckten Prototypen und darüber hinaus von konventionell hergestellten Pilotserien. Wir erstellen Ihnen dafür innerhalb weniger Stunden ein Angebot. Und wenn es erforderlich ist, haben Sie Ihren Prototyp bereits am nächsten Tag auf dem Tisch, denn wir wissen: Was zählt, ist Geschwindigkeit!

WAS SIE ERHALTEN

24 Stunden Erreichbarkeit

Sie können uns rund um die Uhr erreichen, indem Sie einfach Ihre Anfrage auf <https://fit.technology/anfrage> hochladen.

Daten-Check

Wir prüfen, ob sich Ihre Bauteildaten problemlos fertigen lassen, und bieten Ihnen einen Reparaturservice an, sofern das nicht der Fall sein sollte.

Beratung

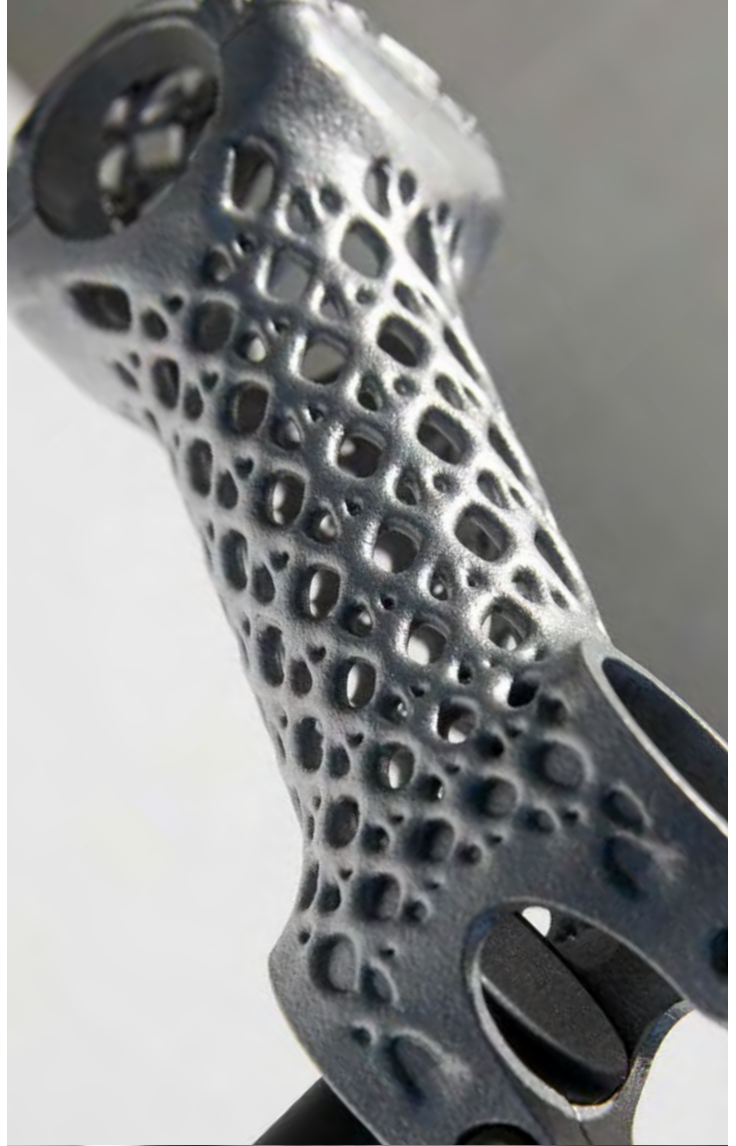
Sofern Sie es wünschen, beraten wir Sie ausführlich, mit welchem Verfahren Ihr Prototyp oder Ihre Kleinserie am besten und günstigsten hergestellt werden kann.

Rapid Prototyping

Aufgrund umfangreicher Maschinenkapazitäten stehen Ihnen zuverlässig und nach kurzer Zeit Ihre additiv gefertigten Prototypen zur Verfügung.

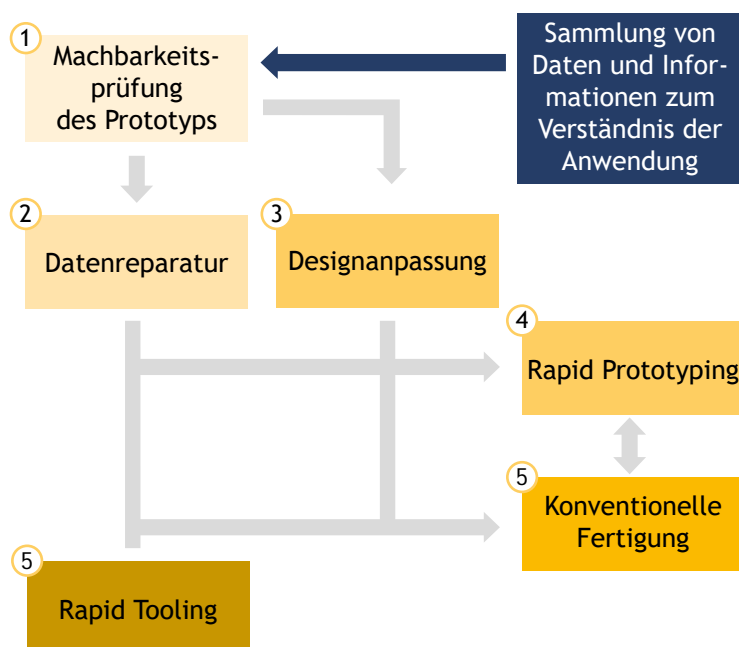
Konventionell gefertigte Kleinserien

Sie erhalten bei uns auch Pilot-, Test- oder Spezialserien aus serienähnlichen Materialien oder aus dem Originalwerkstoff (Elastomer, Kunststoff, Metall).



SCHRITTE ZU ERFOLGREICHER PROTOTYPENFERTIGUNG

Service	Inhalt	Ergebnis
① Machbarkeitsprüfung	Wir besprechen mit Ihnen Ihre Zielsetzung, prüfen Ihre Bauteildaten, entwickeln Herstellungsalternativen und erstellen ein abschließendes Angebot.	<ul style="list-style-type: none"> • Handlungsempfehlungen für die Herstellung • Angaben zu den Herstellkosten und -zeiten
② Datenreparatur	Eventuelle Fehler werden behoben und die Datei wird für die Fertigung vorbereitet.	<ul style="list-style-type: none"> • Auf die gewählte Technologie angepasste, produzierbare Datei
③ Designanpassungen	Auf Wunsch passen wir das Design Ihres Bauteils für die Fertigung an.	<ul style="list-style-type: none"> • Bericht über Designanpassungen • Neues 3D-Modell
④ Rapid Prototyping	Der Prototyp wird mittels additiver Technologien (inkl. Nachbearbeitung, Qualitätskontrolle und Versand) gefertigt.	<ul style="list-style-type: none"> • Design-/Funktionsprototyp
⑤ Konventionelle Fertigung	Mittels additiv gefertigter Werkzeuge fertigen wir Ihre Bauteile mit serienähnlichen Materialien oder im Originalwerkstoff.	<ul style="list-style-type: none"> • Prototypen und Kleinserien als Pilot-, Test- oder Spezialserien



ART

FABRICATION

Wie jede Kunstform so sucht auch die bildende Kunst ständig nach neuen Materialien oder Techniken, um ihren Ideen Ausdruck zu verleihen. Durch die Kombination aus digitaler Kreation und Additiver Fertigung lassen sich dabei vollkommen neue Wege bei der Herstellung von Plastiken oder anderen Kunstwerken beschreiten.

Nutzen Sie unsere umfangreichen Möglichkeiten. Gemeinsam verschieben wir die Grenzen des Machbaren und realisieren Formen und Erscheinungsbilder, die bisher unmöglich waren. Wir begleiten Sie dabei von der Idee über die Konzeption und Realisierung bis hin zur Montage. Wir nennen das „Art Fabrication“ aus einer Hand.

WAS SIE ERHALTEN

Kreativer Austausch

Sie erhalten eine detaillierte Einschätzung zur Machbarkeit sowie einen Überblick über die Möglichkeiten, um Ihr Kunstwerk in der gewünschten Form herzustellen.

Digitalisierung

Ihnen stehen Softwareexperten zur Verfügung, die Sie dabei unterstützen, Ihre Idee in die digitale Welt zu transformieren.

Rapid Prototyping

Sie können testen, wie Ihr Kunstwerk aussehen wird, um notwendige Anpassungen vor der Herstellung vorzunehmen.

Fertigung

Sie erhalten Zugang zu den erforderlichen additiven oder konventionellen Technologien und können mit diesen Ihr Kunstwerk selbst fertigen oder durch uns fertigen lassen.

Installationsaufbau

Sie brauchen sich über den Zusammenbau, Transport und Aufbau vor Ort keine Gedanken zu machen. Das übernehmen wir gerne für Sie.

Dokumentation

Auf Wunsch dokumentieren wir Ihr Projekt und sorgen für die entsprechende Vermarktung bzw. Berichterstattung in den Medien.



SCHRITTE ZU ERFOLGREICHER ART FABRICATION

Service	Inhalt	Ergebnis
1 Machbarkeitsprüfung	Wir besprechen Ihre Idee, Umsetzungswünsche und das Budget. Wir entwickeln Herstellungsalternativen und erstellen ein erstes, grobes Angebot für die Fertigung.	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellmöglichkeiten • Richtwerte zu Herstellkosten und -zeiten
2 3D-Datenmodell/ digitale Fertigung	Wir berechnen und simulieren Strukturen, entwickeln Algorithmen für den Aufbau von Geometrien oder programmieren den Workflow für Ihren Produktionsprozess.	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Datensatz für die Fertigung • Digitaler Produktions-Workflow
3 Rapid Prototyping	Wir produzieren mittels additiver Technologien Testteile als Prototypen, um die anschließende Fertigung zu optimieren und verifizieren.	<ul style="list-style-type: none"> • Design-/Funktionsprototypen • Finale Herstellkosten und -zeiten
4 Fertigung	Wir fertigen Ihr Bauteil entsprechend den definierten Vorgaben und prüfen die Qualität. Auf Wunsch können Sie aktiv in den Fertigungsprozess mit einbezogen sein.	<ul style="list-style-type: none"> • Fertiges Kunstwerk oder für die Montage fertige Einzelteile
5 Installationsaufbau	Wir montieren Ihr Kunstwerk, verpacken es transportsicher und bauen es termingerecht an seinem Bestimmungsort auf.	<ul style="list-style-type: none"> • Installiertes Kunstwerk
6 Dokumentation	Wir dokumentieren den Entstehungsprozess in Bildern oder Videos und liefern beschreibende Texte. Auf Wunsch betreiben wir aktive Pressearbeit.	<ul style="list-style-type: none"> • Marketingcontent und PR für Ihr Kunstwerk



ÜBER FIT





ADDITIVE MANUFACTURING GROUP

Viele Branchen befinden sich im ständigen Wandel. Strengere Rahmenbedingungen werden gesetzt, neue Wettbewerber drängen auf die Märkte, Substitutionsprodukte gefährden den Absatzerfolg, preis- und kostenbewusstere Kunden und Lieferanten drücken die Margen. Das Geschäft wird härter. Spüren Sie auch diesen Druck?

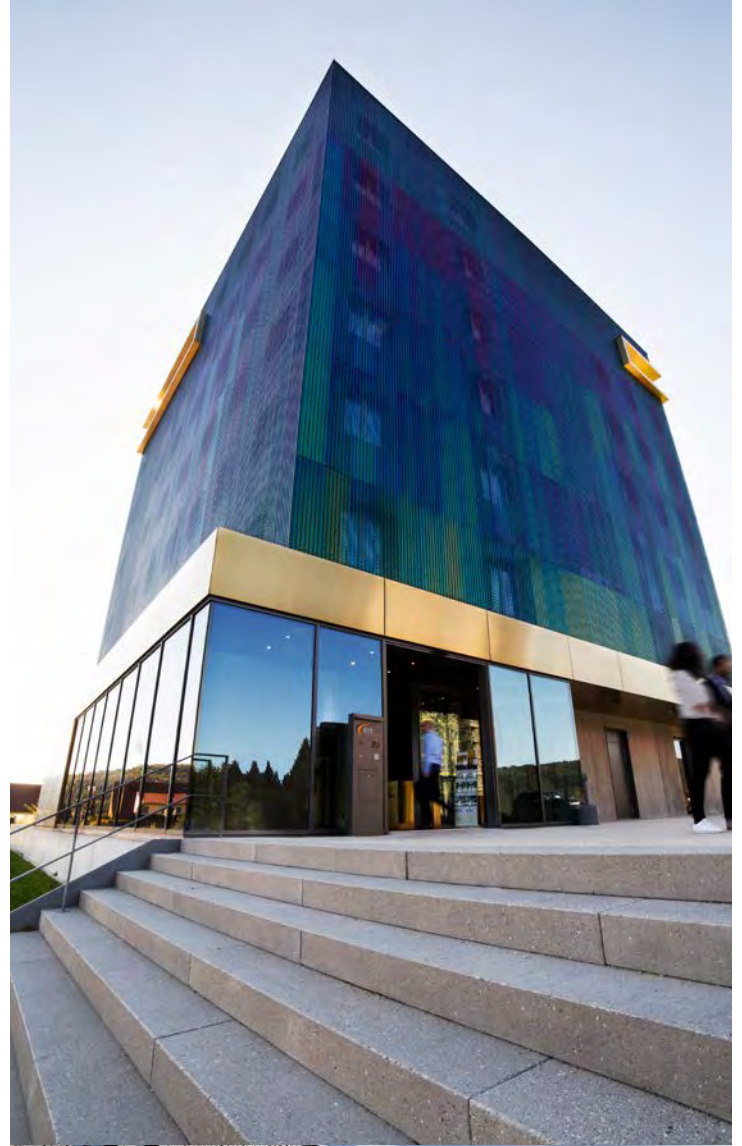
Weitermachen wie bisher führt nicht mehr zum Ziel. Fortschritt ist gefragt, um auch in Zukunft erfolgreich zu sein. Damit Ihre Kunden von innovativeren Produkten profitieren, sind neue Ideen, neue Designs und neue Wege in der Herstellung gefordert. Schneller, besser und günstiger ist dabei die Prämisse.

FIT — FASZINATION FORTSCHRITT

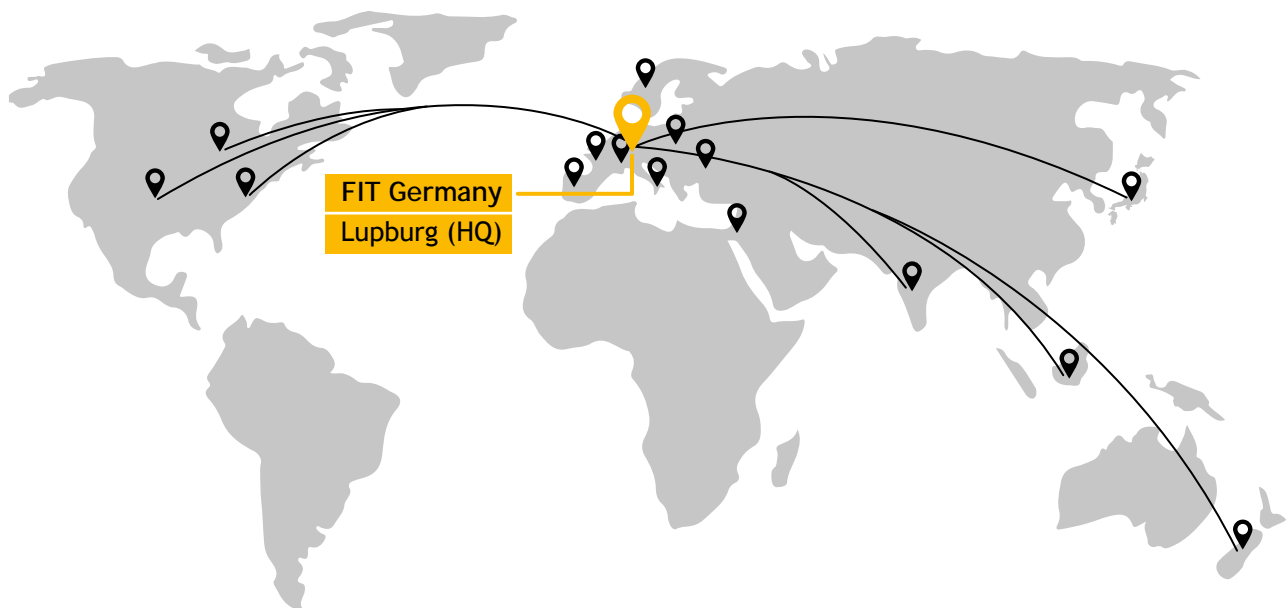
Wir sind ein weltweit anerkannter Spezialist für Additives Design und Additive Fertigung. Als Technologieführer erzielen wir für unsere Kunden seit über 30 Jahren messbare Erfolge in der Bauteilfertigung. Von der Konstruktion bis zur Fertigung bieten wir Ihnen für die Herstellung von:

- Prototypen
- Werkzeugen
- Einzelteilen
- Serienbauteilen
- Ersatzteilen und
- Kunstwerken

alles, damit Sie Ihren Wettbewerbern immer einen Schritt voraus sind. Wir machen Fortschritt. Für Sie.



ALS INTERNATIONAL OPERIERENDER PARTNER FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG
BELIEFERN WIR KUNDEN AUS ALLEN TEILEN DER WELT



> **30**
Jahre Erfahrung im 3D-Druck

> **600**
Kunden pro Jahr

> **400** _K
verschiedene Designs pro Jahr

> **10** _K
Produktionsfläche in m²

> **100**
Anlagen für Additive Fertigung in
integrierter digitaler Fabrik

> **15**
verschiedene additive Technologien aktiv
im Einsatz

LEITBILD

Das Leitbild der FIT ist von der Vision geprägt, der Menschheit zu helfen, durch innovative Produkte jeden Tag ein wenig besser zu werden. Es besitzt fünf wesentliche Dimensionen:

Kunden

Durch eine Zusammenarbeit mit FIT erreichen Kunden ihre Ziele und profitieren von messbaren Erfolgen. Das ist die Basis für eine langjährige, vertrauensvolle und erfolgreiche Partnerschaft.

Lieferanten

FIT ist ein proaktiver Partner, der Hersteller aktiv bei der Entwicklung neuer Technologien unterstützt, um die Anwendungsmöglichkeiten der Additiven Fertigung für Kunden zu erweitern.

Mitarbeiter

Bei FIT arbeiten engagierte Menschen, die mit Stolz erfüllt für Kunden bessere Produkte für die Welt von morgen herstellen. Als Team entwickeln wir uns zum Wohle aller ständig weiter und bieten jedem ein erfülltes Arbeitsleben.

Shareholder

FIT ist ein unabhängiges, profitables Familienunternehmen, das zielgerichtet in neue Technologien investiert und bestehende Technologien nach vorne treibt, um durch neue und verbesserte Lösungen führend am Markt zu bleiben.

Umfeld

Es ist der Anspruch der FIT AG, ihrer sozialen Verantwortung jeden Tag gerecht zu werden. Deshalb engagieren wir uns in verschiedenen sozialen Bereichen, unterstützen Bedürftige, betreiben aktiven Umweltschutz und helfen mit, parteiübergreifende politische und gesellschaftliche Ziele zu erreichen.



FIT GRUPPE

FIT AG

Als Holding der Firmengruppe ist die FIT AG Ansprechpartnerin für Unternehmen, die nach strategischen Partnerschaften, Entwicklungs-Joint-Ventures und Beteiligungen suchen. Zum anderen sind in der FIT AG sämtliche Fertigungsanlagen gebündelt, die von den Tochtergesellschaften genutzt werden.

FIT. TECHNOLOGY GMBH

Die FIT.technology GmbH steht Unternehmen zur Verfügung, um innovative Bauteile und Komponenten nach höchsten Qualitätsstandards bereitzustellen. Dabei bieten wir alle Services aus einer Hand und können den Produktionsprozess vom additiven Design über testfähige Prototypen bis hin zu einsatzfähigen Einzel- und Serienteilen teilweise oder ganzheitlich übernehmen, einschließlich professioneller Nachbearbeitung und Qualitätssicherung.

ADDITIVE TECTONICS GMBH

Additive Tectonics richtet sich an Architekten, Bauherren und Planer, die außergewöhnliche Bauwerke erschaffen möchten, und unterstützt sie bei ihren Bauvorhaben in jeder Leistungsphase, vom 3D-Modell bis zum fertigen Gebäude. Additive Tectonics verfügt dazu über die deutschlandweit erste Produktionsstätte, um großformatige Fertigteile für den Bausektor industriell mit Additiver Fertigung herzustellen.

FIT PRODUCTION GMBH

Die FIT Production ist spezialisiert auf Anwendungen aus der Medizintechnik. Medizintechnisches Fachwissen im Bereich Regulatory Affairs und Qualitätsmanagement treffen hier auf mehr als 25 Jahre Spezialwissen im Bereich 3D-Druck. Bei uns erhalten Sie alle Leistungen, von Beratung über Engineering und Konstruktion bis zur eigentlichen Fertigung aus einer Hand, einschließlich der professionellen Nachbearbeitung und Qualitätssicherung. Wir erfüllen die Anforderungen der FDA für die Produktion von Titanrohlingen für Implantate.

DAS FIT GUIDANCE-PRINZIP



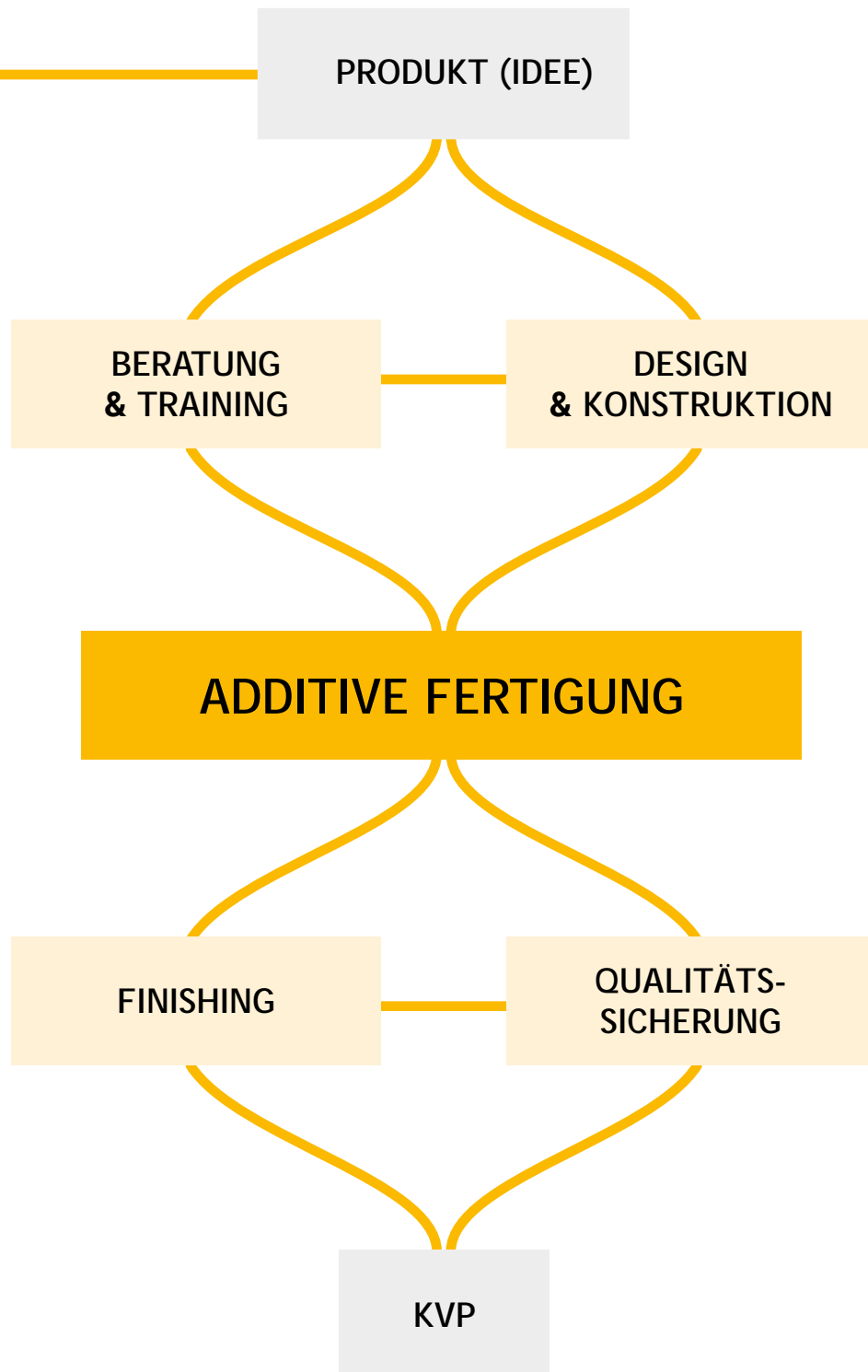
VERSTEHEN

Wir gehen den Dingen auf den Grund. Wir möchten genau verstehen, welchen Nutzen ein Produkt, oder ein Teil davon, stiften soll und welcher Funktionszweck dementsprechend zu erfüllen ist. Wir möchten erleben, wie das Produkt verwendet wird und in welchem Umfeld es Anwendung findet. Erst wenn wir wirklich begriffen haben, worum es geht, beginnen wir zu handeln und gemeinsam mit Ihnen eine bessere, günstigere oder schnellere Lösung für eine Herstellung zu entwickeln.

VERTRAUEN

Indem Sie uns mit der Fertigung Ihres Bauteils beauftragen, übernehmen wir eine große Verantwortung, mit der wir sehr sorgsam umgehen, denn wir wissen und verstehen, dass jeder Mangel nachhaltige Konsequenzen hat. Um dieser Verantwortung vollumfänglich gerecht zu werden, ist es unser Anspruch, für Sie jederzeit das perfekte Bauteil zu entwickeln und herzustellen. Dafür stehen wir seit nunmehr über 25 Jahren.



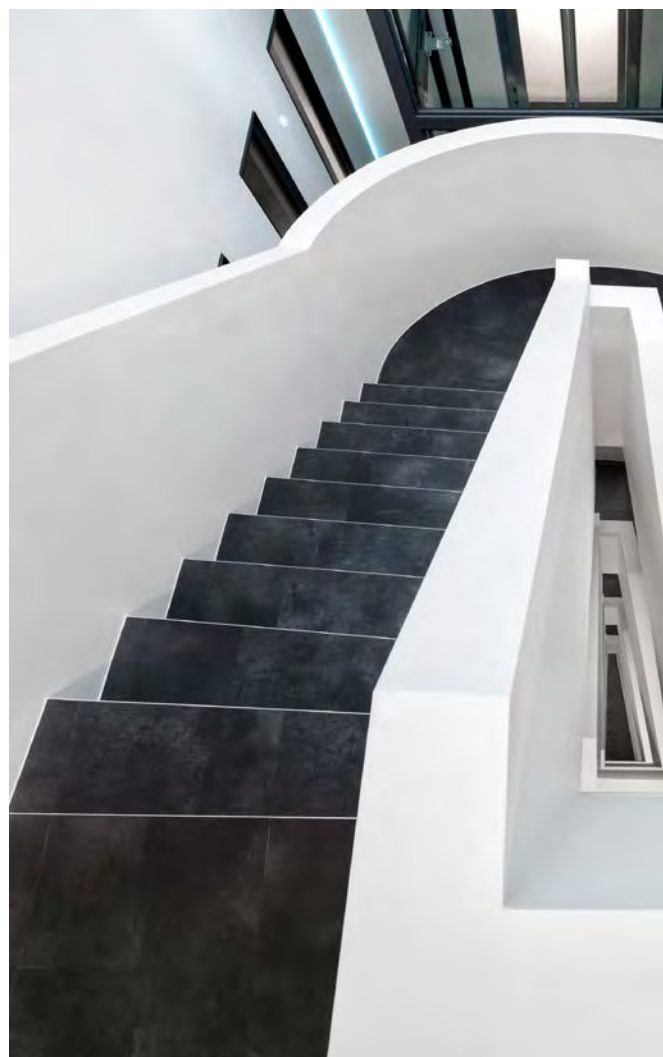
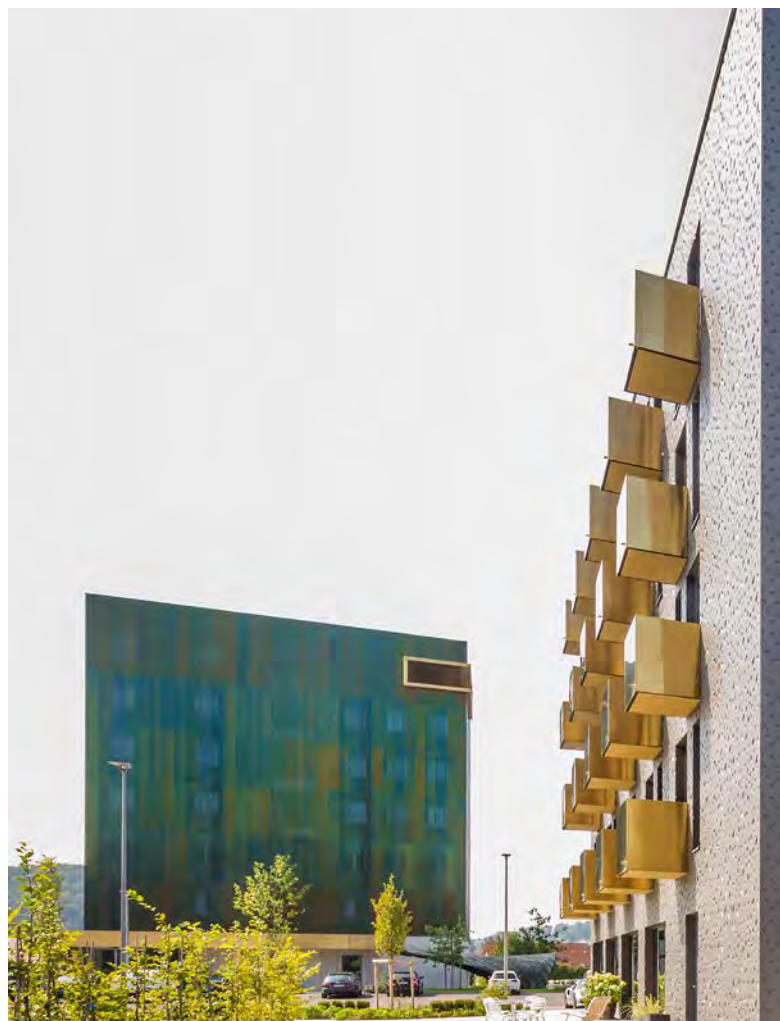


VORANKOMMEN

„Die Additive Fertigung bietet viele Möglichkeiten, Neues zu realisieren oder Bestehendes zu verbessern. Als Pioniere und Technologieexperten kennen und beherrschen wir diese Möglichkeiten. Bei uns sind Sie in den besten Händen, wenn es darum geht, innovative Ideen zu realisieren und so voranzukommen.“

Alexander Bonke, CTO FIT AG

INNOVATION





„Neue Ideen entstehen dort, wo kreative Menschen zusammentreffen.“

Damit Sie Ihrer Innovationfreude freien Lauf lassen können, haben wir einen inspirierenden Ort geschaffen. Unser Boarding House bietet Ihnen im Umfeld der Additiven Fertigung alles, was Sie für Ihren Workshop, Ihr mehrtägiges Meeting oder Ihren nächsten Hackathon suchen. Außerdem stehen Ihnen für das abendliche Networking und eine geruhssame Nacht eine stylische Lounge sowie 48 trendige Appartements zur Verfügung.

Buchen Sie Ihren Termin hier:
www.fit.technology/kontakt

Wenn Sie Fragen zu den Inhalten des Innovationsguides haben oder wir Sie durch die Anwendungsbeispiele, die technologischen Möglichkeiten oder unser Serviceangebot inspirieren konnten, die Additive Fertigung für sich zu entdecken oder weiter zu entwickeln, dann stehen wir Ihnen jederzeit telefonisch, per E-Mail oder auch gerne persönlich zur Verfügung.

FIT Additive Manufacturing Group
 Am Grohberg 1
 92331 Lupburg, Germany

+49 (0) 9492 9429 0
contact@fit.technology
www.fit.technology

Selbstverständlich sind wir für jede Art von Feedback, Anregung und Ergänzung zu den Inhalten dankbar.



www.fit.technology

