

Grundlagen und Anwendungsbeispiele von Selective Laser Melting in der Luft- und Raumfahrt

fotec

E-Day 2015

Wien, 05.03.2015



Dr. Markus Hatzenbichler

FOTEC Forschungs- und
Technologietransfer GmbH

Inhalt

- Einleitung
- Grundlagen zu Selective Laser Melting
- Anwendungsbeispiele
- Forschungsthemen und aktuelle Projekte der FOTEC GmbH
- Zusammenfassung & Ausblick

Einleitung

Forschungsunternehmen der Fachhochschule Wiener Neustadt

- Gründungsjahr: 1998
- Mitarbeiter: 35
- Umsatz: 2 Mio. EUR (2013)

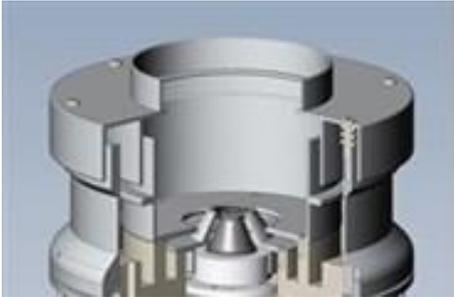
Aktuell mehr als 15 nationale und internationale F&E Projekte

ISO 9001:2008
zertifiziert seit 10-2011



Einleitung

Aerospace Engineering (AE)



Ionenemitter
H₂ Speichersysteme
Energieumwandlung
Satellitentriebwerke

Innovative Software Systems (BISS)



Software Entwicklung
(Windows, Linux, Android, iOS, BlackBerry, etc.)

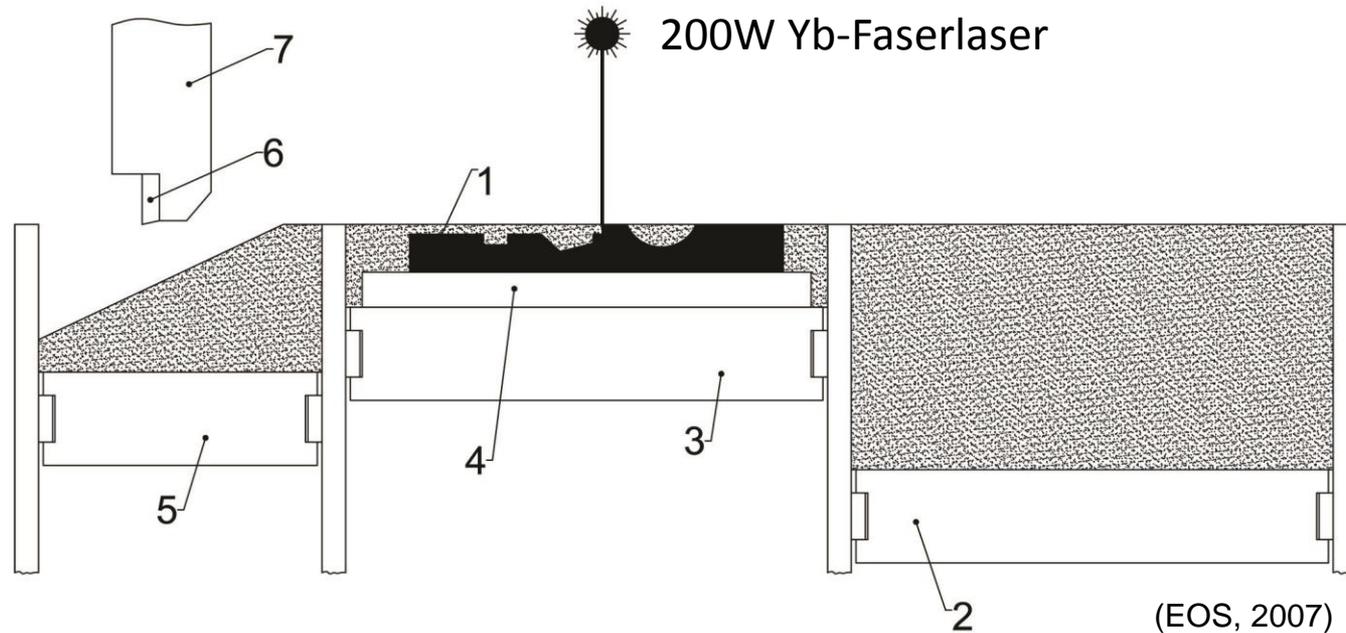
Engineering Technologies (TEC)



Additive Manufacturing
(z.B. SLM)

Grundlagen zu Selective Laser Melting

Funktionsprinzip



- 1 ... Bauteil
- 2 ... Dosierplattform
- 3 ... Bauplattformträger
- 4 ... Bauplattform

- 5 ... Überlaufplattform
- 6 ... Beschichter Klinge
- 7 ... Beschichter

Grundlagen zu Selective Laser Melting

Electro Optical Systems GmbH
Krailing, München (D)
EOSINT M280, BJ 2011



www.eos.info

Technische Daten

Lasertyp	Yb – Fibre laser
Laserleistung	200W
Scanner Geschw.	max. 7m/s
Laserspotdurchm.	80µm
Schichtdicke	20µm - 40µm
Bauvolumen	250x250x350mm
Masse (gesamt)	1250kg
Anschaffungskosten	500.000 EUR

Metallpulver (bei FOTEC)

Werkzeugstahl	MS1 (1.2709)
Titanlegierung	Ti6Al4V
Aluminiumlegierung	AlSi10Mg



Grundlagen zu Selective Laser Melting

Material: Ti6Al4V

Belichtung

Schritt 1: Füllen

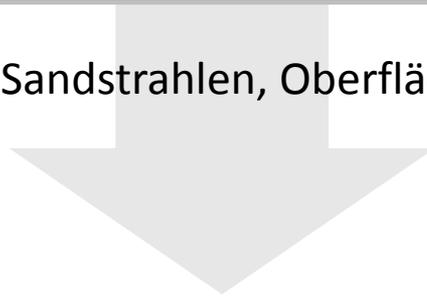
Schritt 2: Kontur

Scanvektoren rotieren um 67°

Grundlagen zu Selective Laser Melting

Luft- und Raumfahrtanwendungen fordern eine vollständige Überwachung und Dokumentation des Bauprozesses

1. Metallpulver – Herstellung, Handhabung und Lagerung
2. Überwachung des Bauprozesses in der SLM Anlage
3. Nachbearbeitung – Sandstrahlen, Oberflächenätzen, Wärmebehandlung



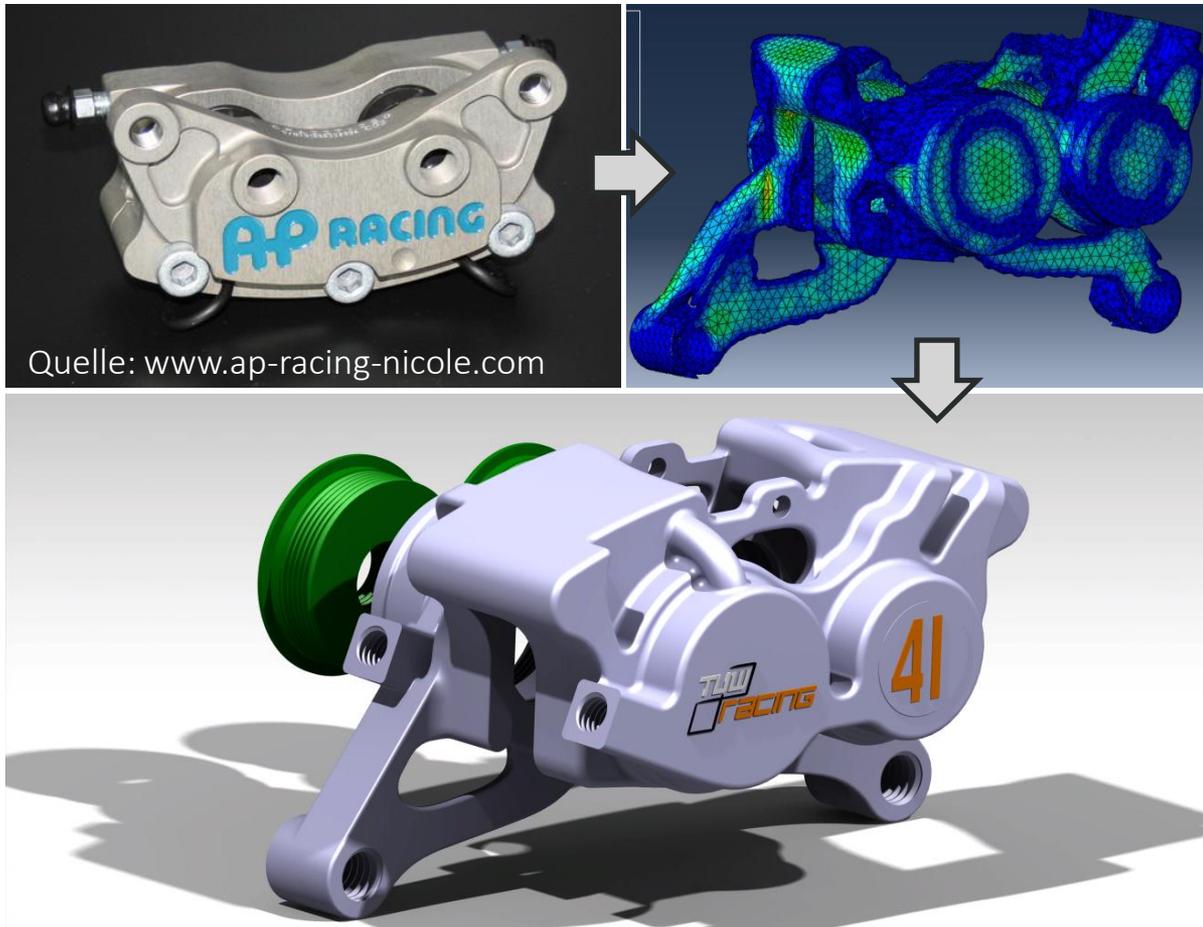
Überwachung des Bauprozesses in der SLM Anlage

Kamerabasierte Pulverschichtüberwachung
Fotodiodenbasierte Schmelzbadüberwachung

Anwendungsbeispiele

Anwendungsbeispiele

Ti6Al4V – Bremsattel für das Formula Student Racing Team der TU Wien



Quelle: www.ap-racing-nicole.com

Quelle: TUW Racing / FOTEC

Original Version:

- Gussbauteil mit mechanischer Nachbearbeitung
- Material: Aluminiumleg.
- **Gewicht: 500g**

Optimierte Version:

Topologieoptimierung +
Additive Manufacturing

- Material: Ti6Al4V
- **Gewicht: 284g**

Gewichtersparnis von 43 %

Anwendungsbeispiele

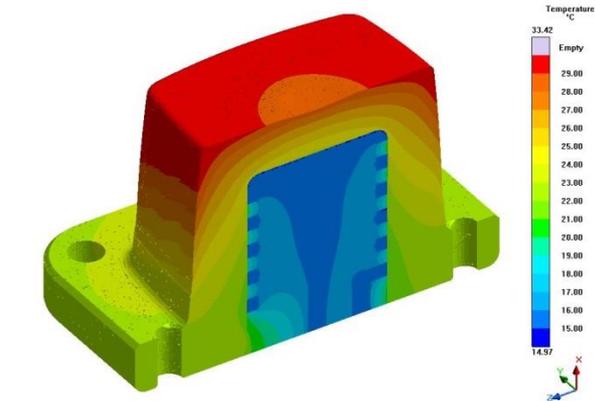
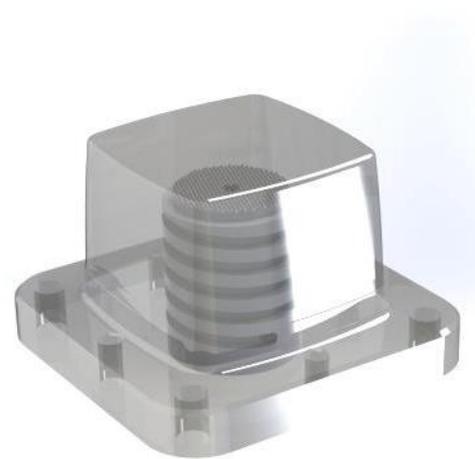
Ti6Al4V – Bremssattel für das Formula Student Racing Team der TU Wien



Source: FOTEC / TUW Racing

Anwendungsbeispiele

Einsatz für Pulverspritzguss mit konturnaher Kühlung

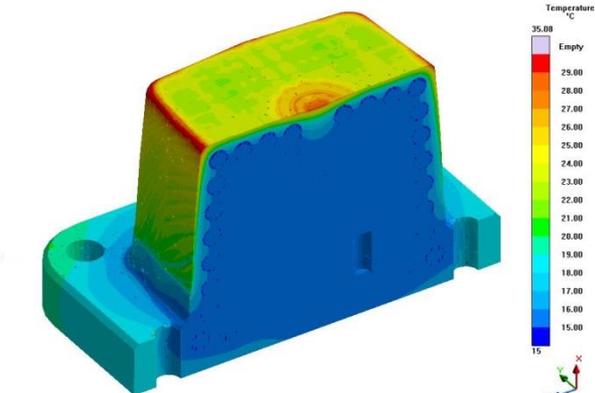


Directory: X:\Sigmasoft\RAM\Miraplast
Project: Miraplast_Version: v07
Temperature_0053 Cyc=20 t=1.749s P=23.12%

SIGMASOFT

Original Version:

- Material: CuBe Legierung
- Problem: Hot Spots auf der Stirn- und den Seitenflächen



ry: X:\Sigmasoft\RAM\Miraplast
c Miraplast_Version: v05
Temperature_0055 Cyc=20 t=1.883s P=25.60%

SIGMASOFT

Optimierte Version:

- Material: EOS MS1 (1.2709)
- Konturnahe Kühlung – gleichmäßige und schnelle Temperaturänderungen möglich

Reduktion der Zykluszeit

Anwendungsbeispiele

Treibstoffsammler in einem Flugzeugmotor (Fa. AustroEngine)

- Originale Baugruppe besteht aus 5 Einzelteilen
- Additiver Aufbau aus Ti6Al4V bietet Vorteile:
 - Kostenreduktion bei Montage
 - Keine Überprüfung von Schweißverbindungen notwendig

Volumenreduktion von 59 %

Gewichtsreduktion von 77 %



Source: FOTEC / AustroEngine/Kurri

Forschungsthemen und aktuelle Projekte im Bereich SLM



PAM - Powder Additive Manufacturing

- Prozessüberwachung
- Formenbau für Powder Injection Moulding (PIM)
- Parametrierung neuer metallischer und keramischer Werkstoffe

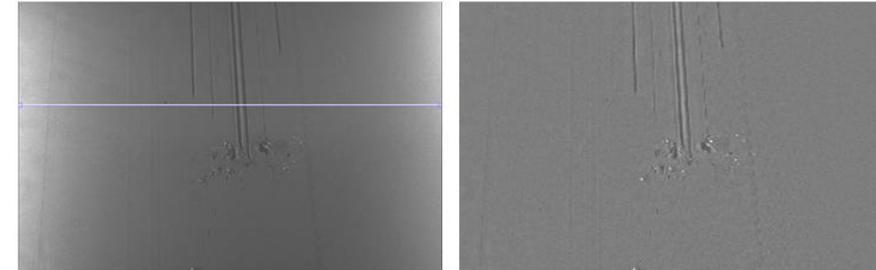


PAM - Prozessüberwachung

- Dunkelfeldbeleuchtung (besserer Kontrast)
- LED Leisten auf beiden Seiten der Bauplatzform
- Kamera und LED Leisten werden über ein Trigger Signal des Beschichters gesteuert
- Aufnahme von 2 Bildern, jeweils vor und nach dem Beschichtungsvorgang



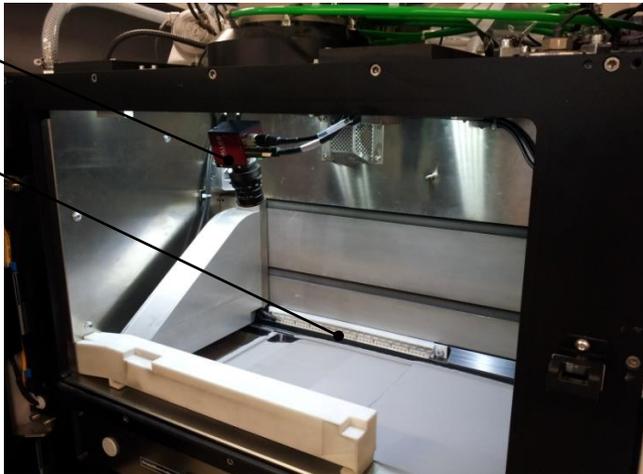
FFG



Shading - Korrektur

Kamera

LED
Leiste



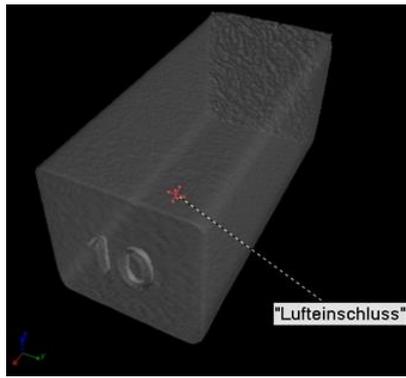
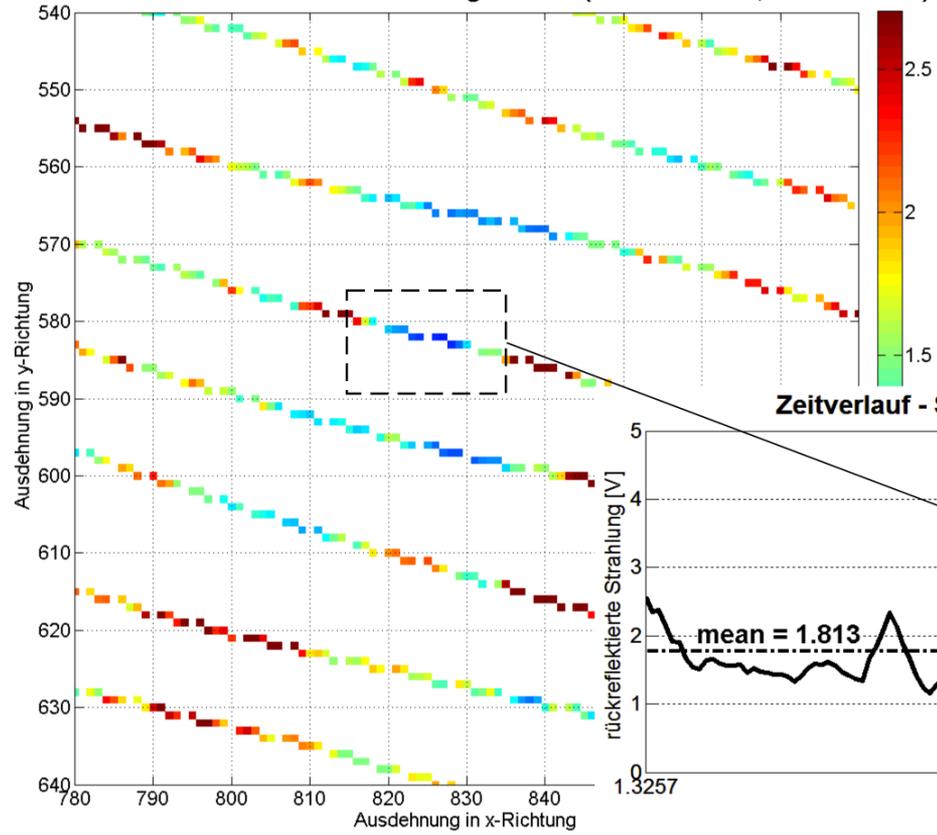
LED
Leiste

PAM - Prozessüberwachung

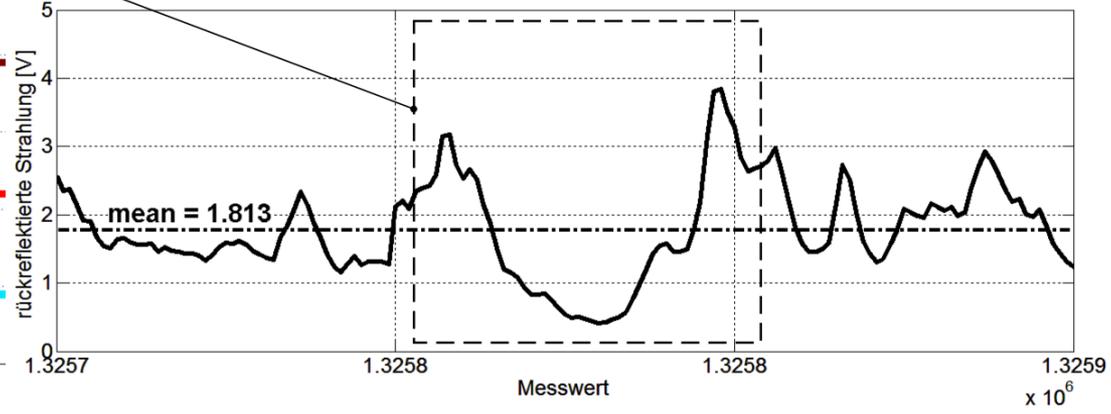


- Messung der rückreflektierten Laserstrahlung zur Detektion von Baufehlern (z.B. Lufteinschluss)

Prozesskammer-Werte auf 0.007 mm gemittelt (mean = 1.813, std = 0.7894)



Zeitverlauf - Schicht 474 - Prozesskammer - Probe 10 - ROI 4



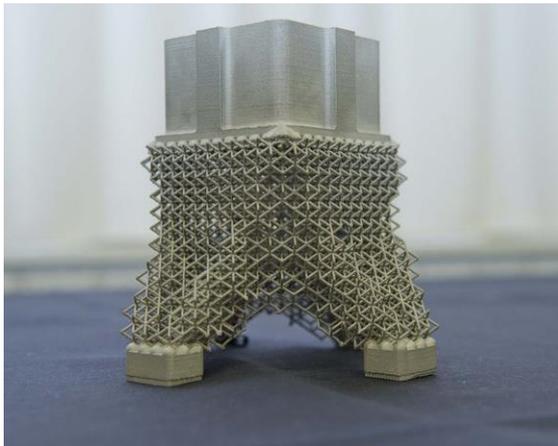
GenerAL – Generativ mittels Laserstrahlschweißen von Pulvern gefertigte Aluminiumluftfahrtbauteile

- Parametrierung von neuen Aluminiumlegierungen für Luftfahrtanwendungen
- Optimierung des End-to-End Prozesses (vom Pulver zum fertigen Bauteil)
 - *Pulverherstellung, -lagerung und -handhabung*
 - *Bauparametermodifikation (hohe Dichte und Genauigkeit)*
 - *Gute Oberflächenqualität auch auf Innenkonturen*
- Bestimmung der Bauteileigenschaften und ein Vergleich mit konventionell gefertigten Komponenten

Evaluierung und Herstellung von Strukturbauteilen für Satelliten

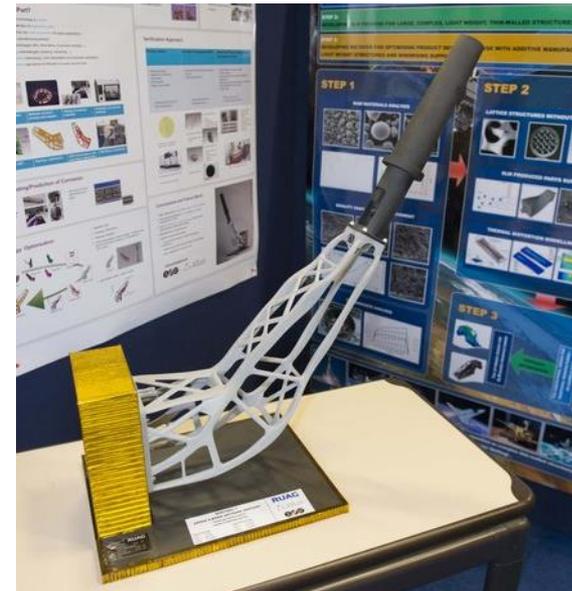
- Aktuell laufen **zwei** ESA-Projekte, die SLM behandeln
- Weitere Projekte wurden eingereicht – **großes Potential**, da die Raumfahrt höchste Anforderungen stellt

Quelle: www.esa.int



Satellitenhalterung

Quelle: www.esa.int



Antennensupport

Zusammenfassung und Ausblick

- FOTEC GmbH ist eine Forschungstochter der Fachhochschule Wiener Neustadt
- Erfahrung im Bereich Selective Laser Melting seit **2011**
- Kernthemen sind Prozessüberwachung, Parametrierung neuer Materialien und die Optimierung des kompletten End-to-End Prozesses
- Speziell Raumfahrtprojekte stellen höchste Anforderungen und motivieren so zur ständigen Weiterentwicklung des Verfahrens
- **In Zukunft möchte die FOTEC GmbH noch stärker auf SLM setzen bzw. seinen Vorsprung ausbauen, hierzu wird die Infrastruktur erweitert**

Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Dr. Markus Hatzenbichler

FOTEC Forschungs- und
Technologietransfer GmbH

fo **tec**

www.fotec.at

hatzenbichler@fotec.at