



MITEINANDER ZUKUNFTSRELEVANT

Neue Designfreiheit durch Metall-3D-Druck für Konstrukteur:innen

I) Einführung und Grundlagen

D. Wimler

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
MATERIALS, Austria
Institut für Sensorik, Photonik und Fertigungstechnologien
Laser- und Plasma-Technologien

9. Juni 2026





Vorstellung

Vorwissen

Erwartungen

Inhalt I

- Einführung und Grundlagen
- Anlagenbesichtigung
- Design & Konstruktion
- Hands-on an der Anlage





Motivation für Metall 3D-Druck

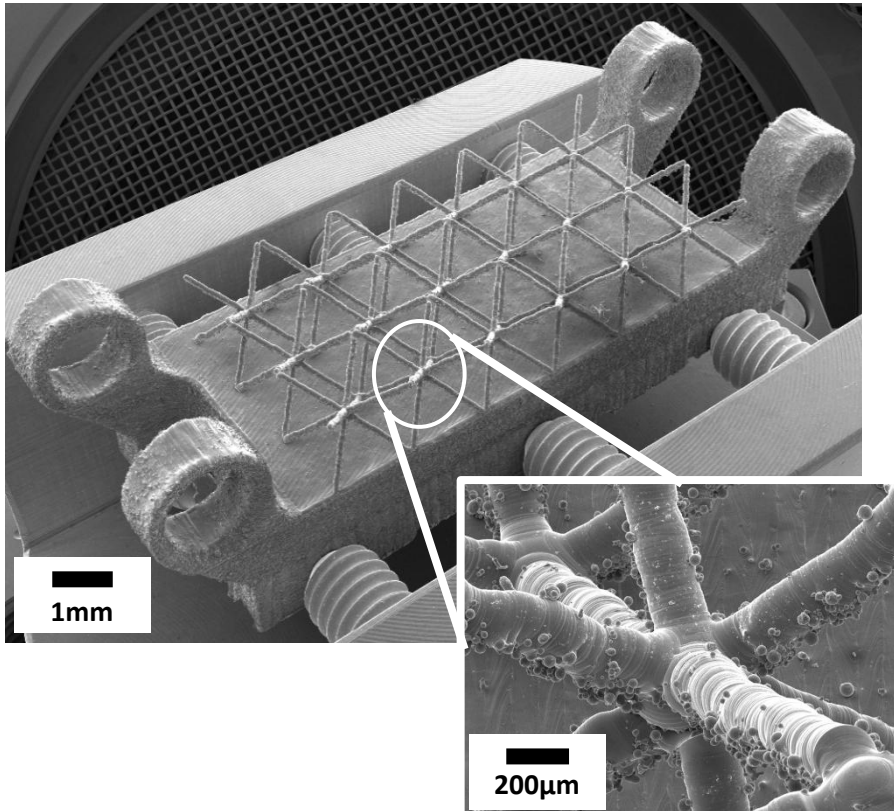
Vorteile aus Konstruktionssicht

Komplexe Geometrien



Funktionsintegration

Gewichtsreduzierung

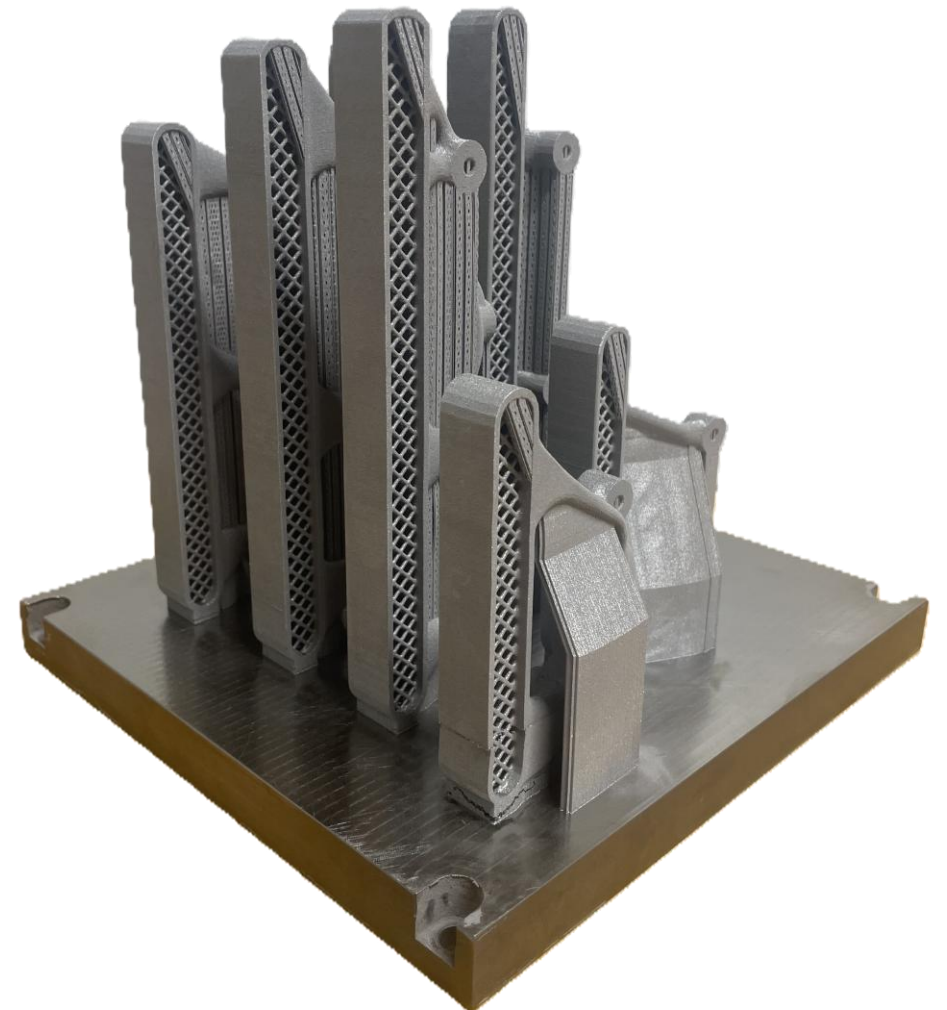
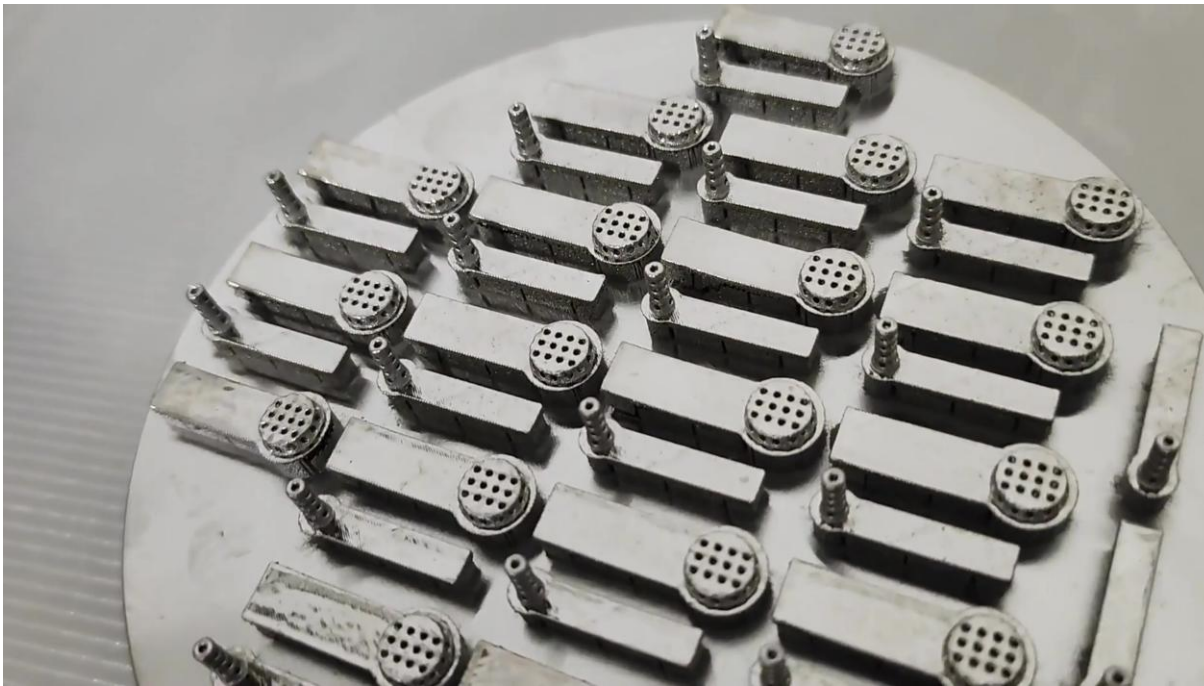




Motivation für Metall 3D-Druck

Vorteile aus betriebswirtschaftlicher Sicht

- Schnelle Prototypenerstellung
- Weniger Materialabfall
- Kosteneffizienz bei Klein- und Mittelserien





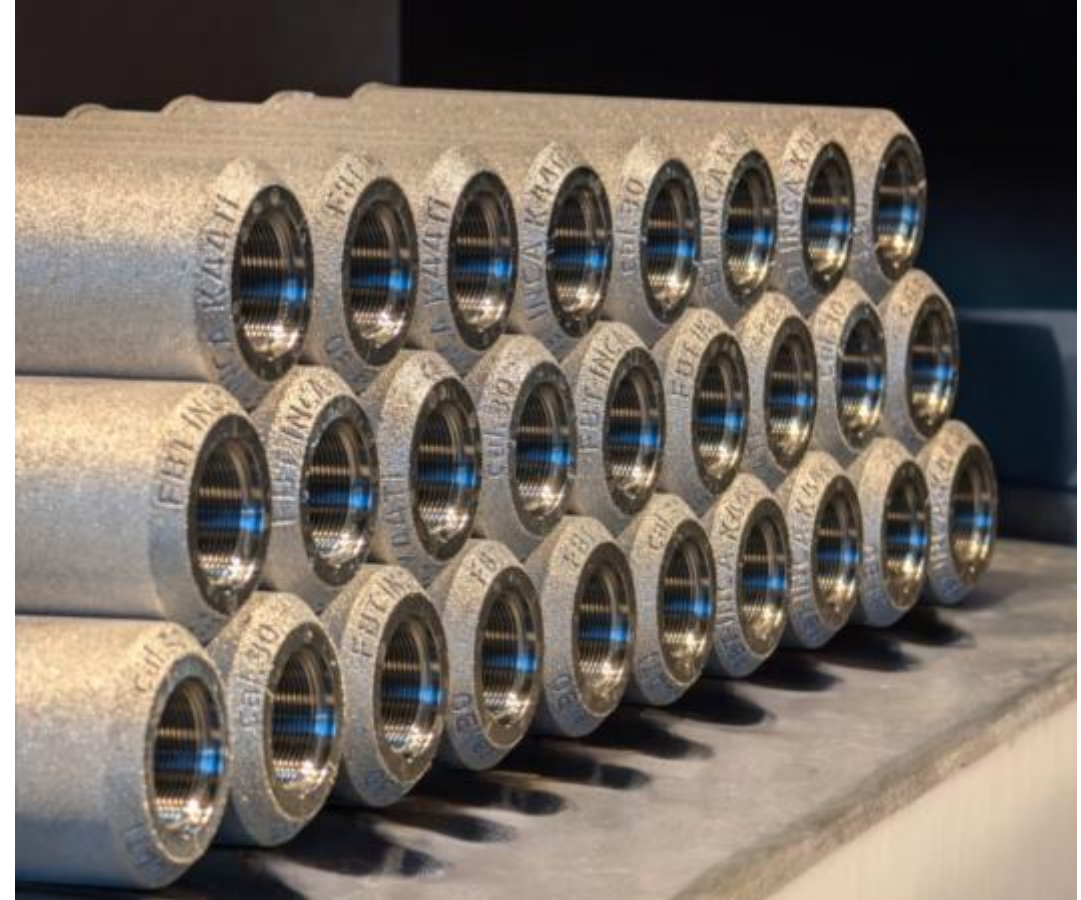
Motivation für Metall 3D-Druck

Anwendungen

- **individuellen Einzelstücken (1–10 Stk.)**
 - Medizintechnik,
- **Prototypenserien (10–100 Stk.)**
 - Maschinenbau
- **zu Großserien (100-5000 Stk.)**
 - Topologisch optimierte Konsumgüter.



Apple Watch



Trivion: 2000Stk

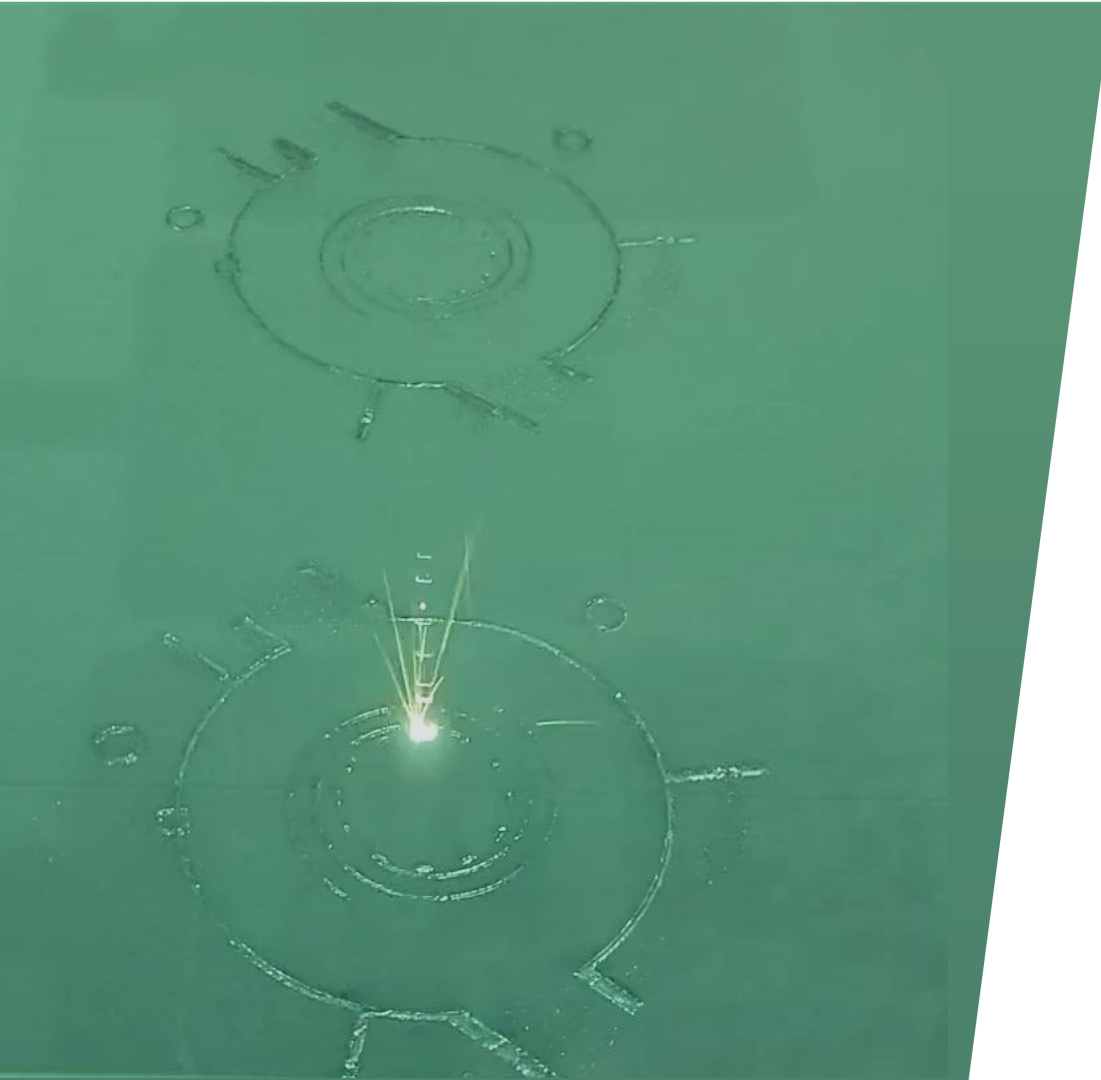


Nomenklatur

- Additive Fertigung/ Additiv Manufacturing
- Metal 3D Druck
- SLM
 - Selektiv Laser Melting
- **L-PBF**
 - **Laser-Powder Bed Fusion**

Nicht verwechseln mit

- EBM
 - Electron Beam Melting
- Kunststoff 3D-Druck
- Lithographie





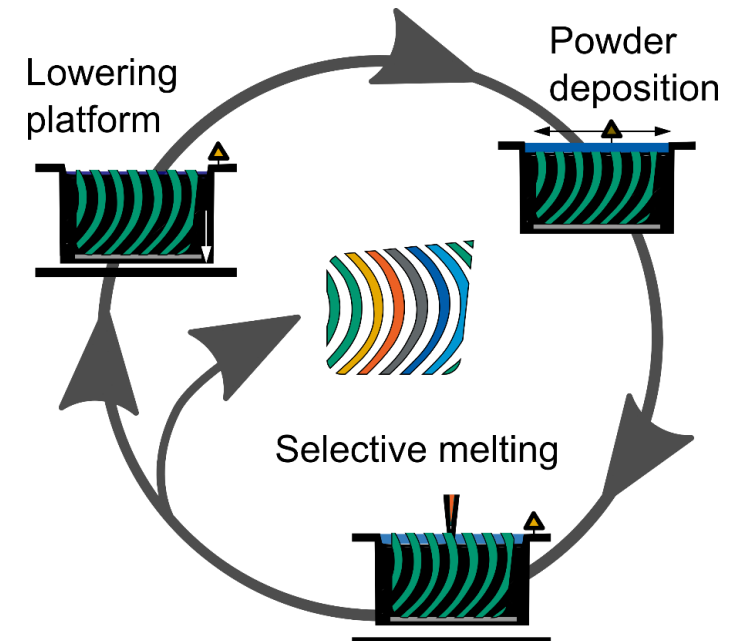
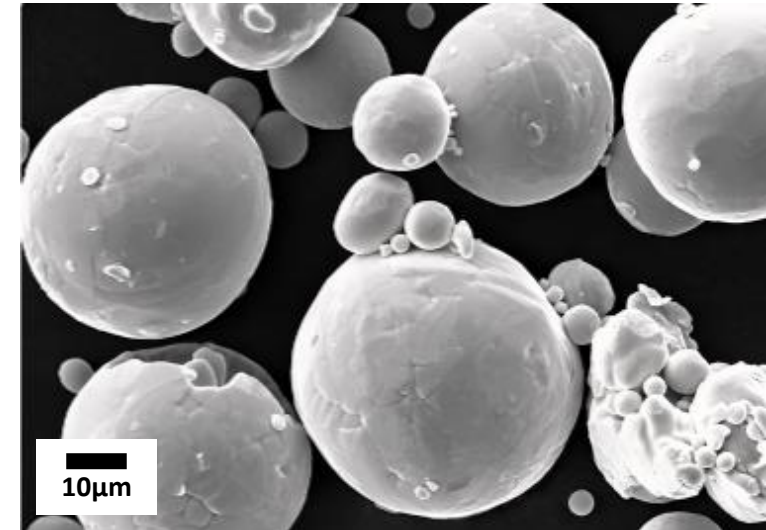
Metall 3D Druck

Schichtweiser Aufbau

- Ausgangsmaterial: Metall Pulver
 - 20-63µm



- Wiederholender Zyklus
 - Pulver wird aufgetragen
 - Selektives Schmelzen mit Laser
 - Support
 - Material
 - Kontoren
 - Plattform wird abgesenkt

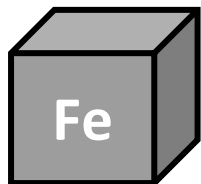




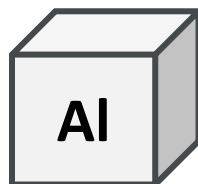
Metall 3D Druck

- Teile
- Preis
- Hand

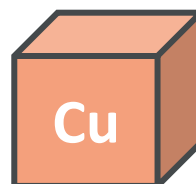
Materialien



Bei JR 316L, MS1



AlSi10Mg10, 2xxx
6xxx



GrCop-42,
CuCrZr



Ti64, Ti67Nb,
Ti Gd2, MMC



In718, In625

Typische Legierung	316L	AlSi10Mg	CuCrZr	Ti6Al4V	In718
Dichte g/cm ³	8	2,67 ↓	8,96	4,43 ↓	8,19
Festigkeiten Rm MPa	500-700 ↑	350-500	220-500	900-1200 ↑	1000-1400 ↑
Anwendung	vielseitig, Werkzeug, Maschinenbau	leicht, Luftfahrt, Automotiv	Leitfähigkeit, Wärmetauscher, Elektronik	spez. Festigkeit, Luftfahrt, Medizintechnik	Hochtemperatur, Turbinen, Energiesektor



Anlagen

■ EOS M280

400W
250x250x280mm³



1-10Stk

10-100Stk

100-5000Stk

- ✓ Standardlegierungen
- ✓ Größere Bauteile
- ✓ Prototypen Serien

■ Samylabs Alba 300

300W
Ø160x200mm³



- ✓ Prozess Entwicklung
- ✓ Neue Legierungen
- ✓ Individuelle Einzelstücke

■ Samylabs Alba 500

(Mitte 2026)
500W
250x250x300mm³



- ✓ Größere Bauteile
- ✓ Größere Stückzahlen
- ✓ Prototypen Serien

• Groß Anlagen

Fuchshofer: 4x 700W 650x650x800mm³
Trivion: 4x 1000W 433 x 358 x 400mm³



- ✓ Standardlegierungen
- ✓ Größere Bauteile
- ✓ Großserien



Neue Designfreiheit durch Metall-3D-Druck II) Anlagenbesichtigung



Diskussion

Was glaubt ihr sind Schwächen?



Flip Chart

Thank you

Shaping the future, together

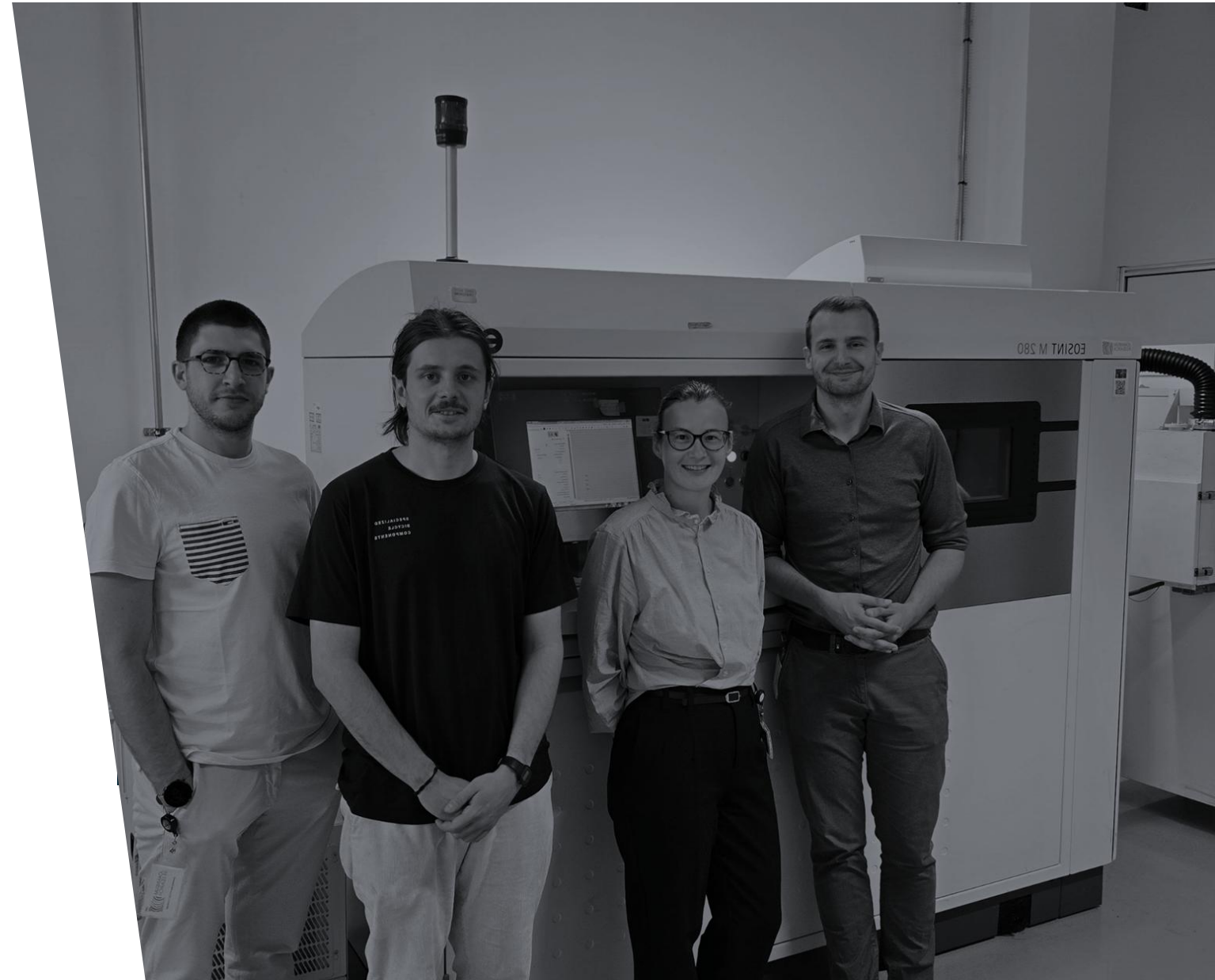
MITEINANDER
ZUKUNFTSRELEVANT

David Wimler

phone: +43 316 876-3320

email: david.wimler@joanneum.at

www.joanneum.at



Our Partners and Customers (Selection)

16





MITEINANDER ZUKUNFTSRELEVANT

Neue Designfreiheit durch Metall-3D-Druck für Konstrukteur:innen

III) Design und Konstruktion

D. Wimler

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
MATERIALS, Austria
Institut für Sensorik, Photonik und Fertigungstechnologien
Laser- und Plasma-Technologien

9. Juni 2026

MITEINANDER ZUKUNFTSRELEVANT





Teile Ideen

20x20x20mm³ eigene Teile



Design for Additive Manufacturing

Funktion integrieren statt montieren

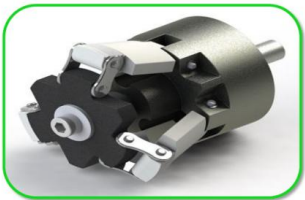
■ Mehrere Bauteile zu einem Bauteil zusammenfassen.

■ **Beispiel:**

- Gefräste Baugruppe: 10 Einzelteile + Schrauben
- Additiv gefertigt: 1 integriertes Bauteil

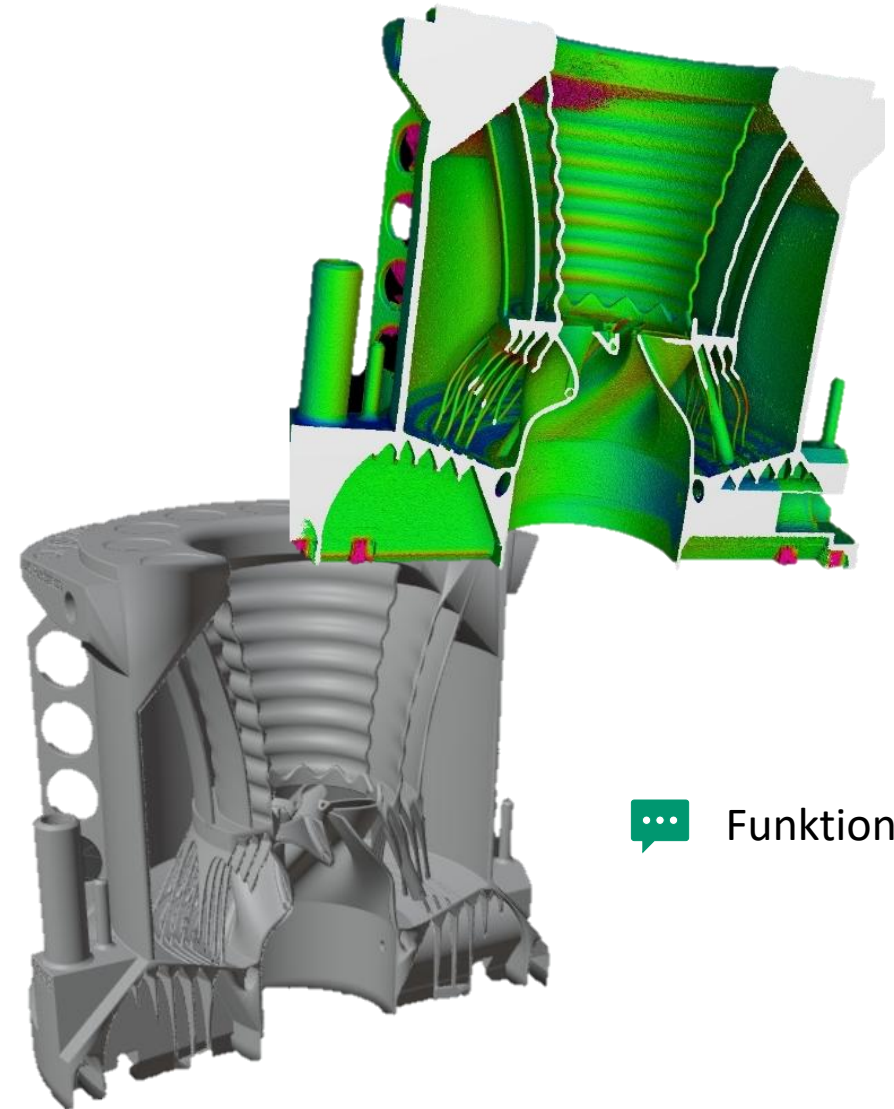
■ **Vorteile:**

- weniger Montage
- geringere Fehleranfälligkeit
- geringeres Gewicht



Greifeinheit

	Konventionell	Additiv
Stückpreis	360 Euro	110 Euro
Bauteile	6 Frästeile + 17 Kaufteile	1
Wiederbeschaffungszeit	3-4 Wochen	4 Tage
Gewicht	560 g	100 g
Entwicklungszeit inkl. Varianten	180 Stunden	125 Stunden



... Funktionen

Jedes Verbindungselement sollte hinterfragt werden.



Design for Additive Manufacturing

Material nur dort einsetzen, wo Lasten auftreten

Methoden:

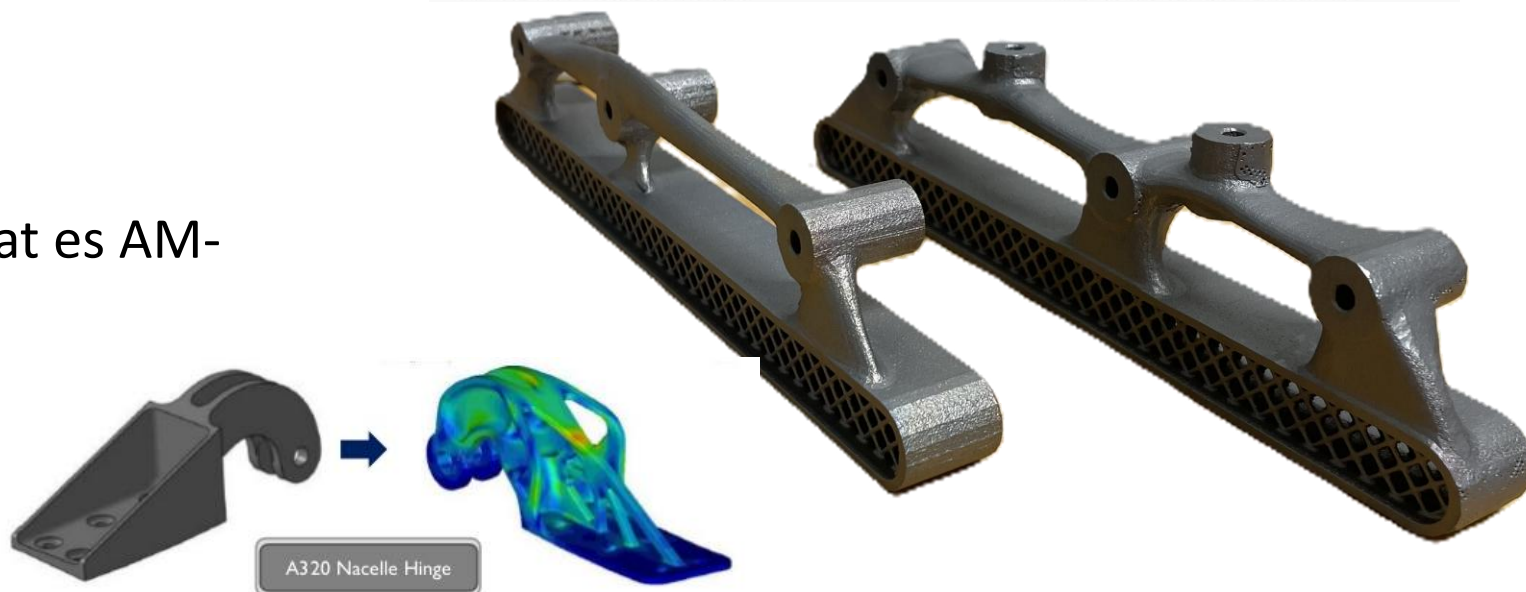
- Topologieoptimierung
- Gitterstrukturen (Lattice)
- Bionische Strukturen

Vorteile:

- geringeres Gewicht

Welche Software verwendet ihr? Hat es AM-Module integriert?

Ansys, SiemensNX, Autodesk Fusion, FreeCAD

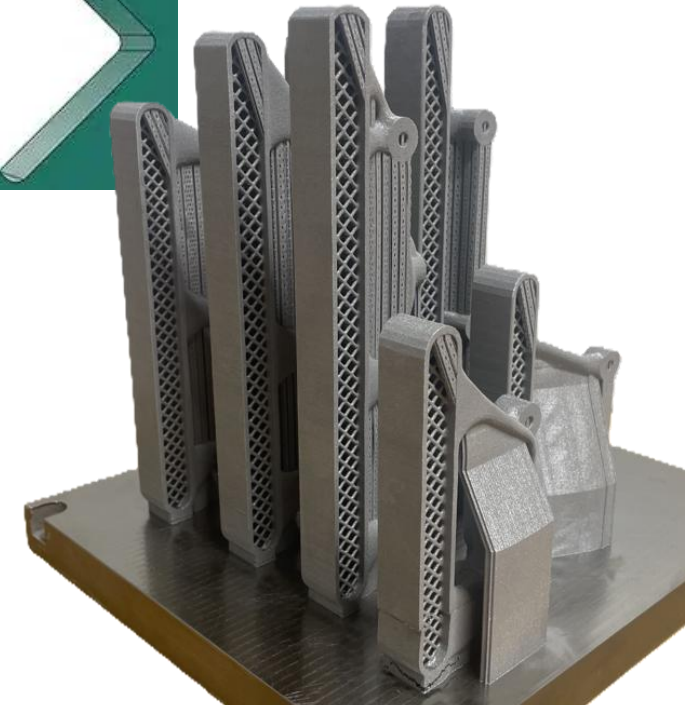
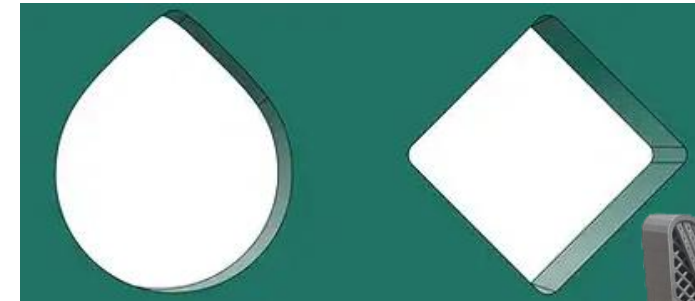


Jeder Kubikzentimeter Material muss eine Funktion erfüllen



Stützstrukturen vermeiden

- Was sind Stützstrukturen/Support Strukturen?
- **Stützstrukturen verursachen:**
 - Materialverbrauch
 - Nacharbeit
 - längere Bauzeit
- **Faustregeln (Metall-LPBF):**
 - Überhänge $< 45^\circ$ möglichst vermeiden
 - Bohrung $> 8\text{mm}$ brauchen Stützstruktur
 - große horizontale Flächen vermeiden
 - Selbsttragende Geometrien bevorzugen



Alles unter 45° benötigt besondere Aufmerksamkeit.



Pulverentfernung sicherstellen

■ Innenkanäle und Hohlräume nutzen

- Bohrungen >2mm
- Kanäle >3mm
- Wandstärken >1mm

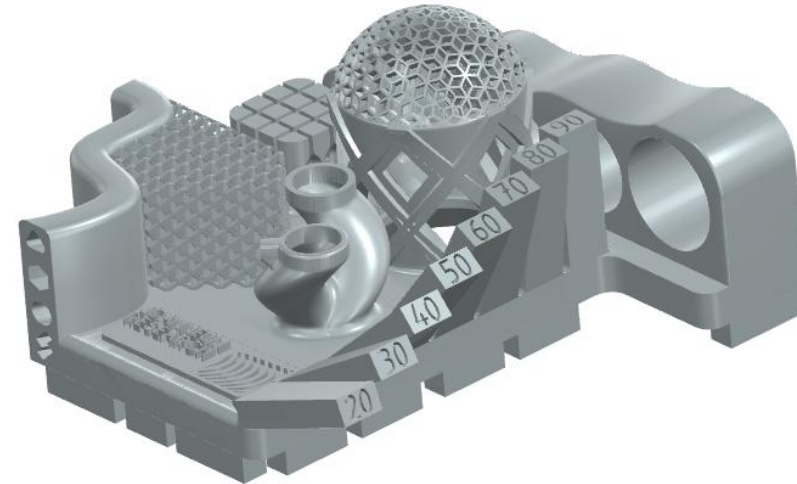
Konventionell oft unmöglich oder sehr teuer.

■ Thema:

- Wie gelangt das Pulver hinein?
- Wie kommt es wieder heraus?

■ Lösungen:

- Entpulverungsöffnungen vorsehen
- Sackgassen vermeiden



Überall wo Pulver hineinkommt, muss es auch wieder herauskommen.



Design for Additive Manufacturing

Bauteilorientierung früh berücksichtigen

Die Orientierung beeinflusst:

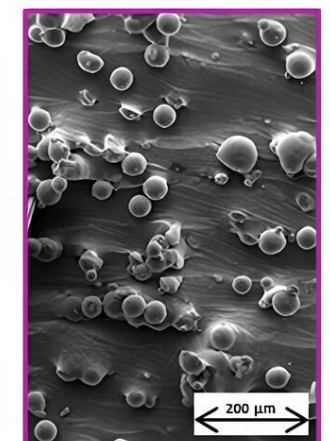
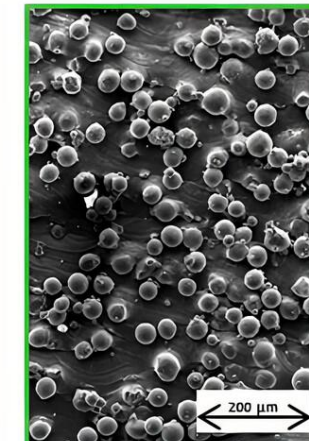
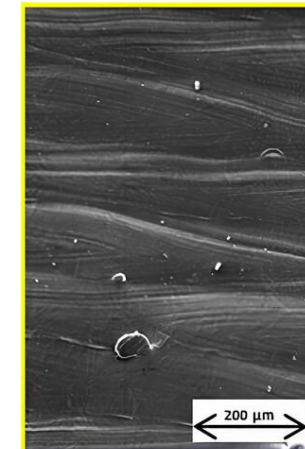
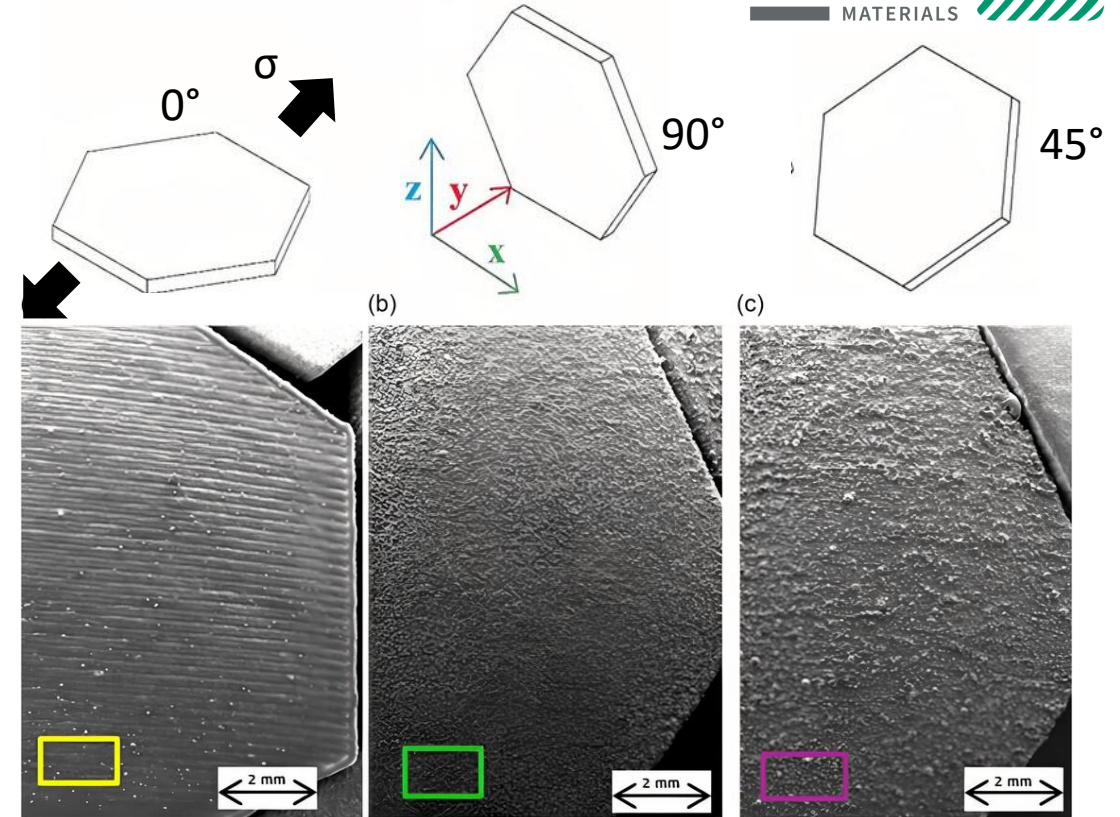
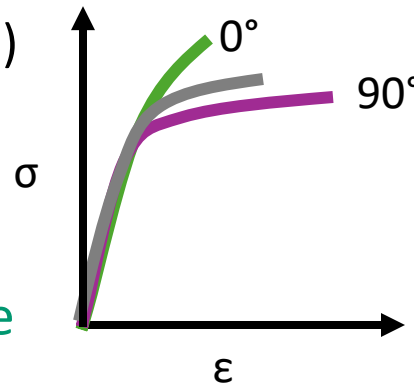
- Oberflächenqualität (5-20 μ m)
- Festigkeit (5-20%)
- Bauzeit
- Anzahl der Stützen

Maximale Qualität oder minimale Bauzeit?

Drucken, wo Komplexität günstig ist;

Spanend bearbeiten, wo Präzision benötigt wird

Die beste Orientierung minimiert Stützen und maximiert die Funktionsqualität.





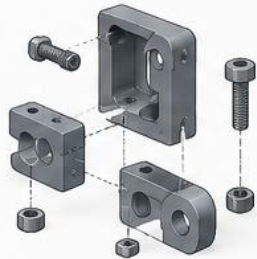
Design for Additive Manufacturing (DfAM)

5 wichtigsten Konstruktionsgrundlagen

1 FUNKTION INTEGRIEREN STATT MONTIEREN

Mehrere Teile zu einem Bauteil zusammenfassen

KONVENTIONELL



ADDITIV FERTIGT



- ✓ weniger Teile
- ✓ geringere Montage
- ✓ geringeres Gewicht
- ✓ weniger Fehlerquellen

2 MATERIAL NUR DORT EINSETZEN, WO ES BENÖTIGT WIRD

Leichtbau durch intelligente Strukturen

MASSIV



TOPOLOGIEOPTIMIERT / GITTERSTRUKTUR

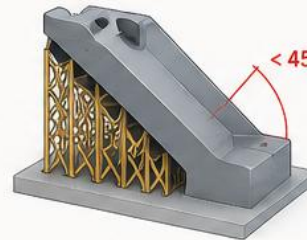


- ✓ geringeres Gewicht
- ✓ weniger Material
- ✓ gleiche / bessere Leistung

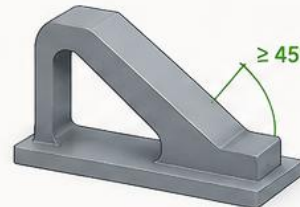
3 STÜTZSTRUKTUREN VERMEIDEN

Selbsttragende Geometrien bevorzugen

UNGÜNSTIG



GÜNSTIG

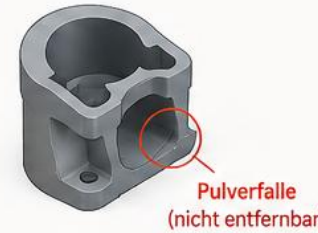


- ✓ weniger Stützen
- ✓ weniger Material

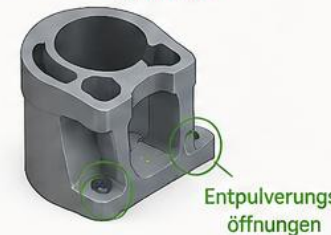
4 PULVERENTFERNUNG SICHERSTELLEN

Pulver muss hinein- und wieder herauskommen

UNGÜNSTIG



GÜNSTIG

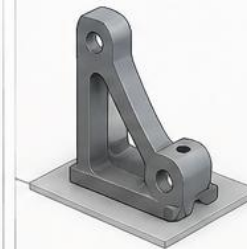


- ✓ Pulverentfernung möglich
- ✓ keine Rückstände
- ✓ Prozesssicher

5 BAUTEILORIENTIERUNG FRÜH BERÜCKSICHTIGEN

Orientierung beeinflusst Qualität und Effizienz

ORIENTIERUNG A

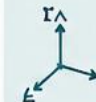


Oberfläche
☆☆☆
Festigkeit (Z)
☆☆☆
Bauzeit
⌚ lang

ORIENTIERUNG B



Oberfläche
★★★★
Festigkeit (Z)
★★★★
Bauzeit
⌚ kurz



- ✓ bessere Oberfläche
- ✓ höhere Festigkeit
- ✓ kürzere Bauzeit
- ✓ weniger Stützen



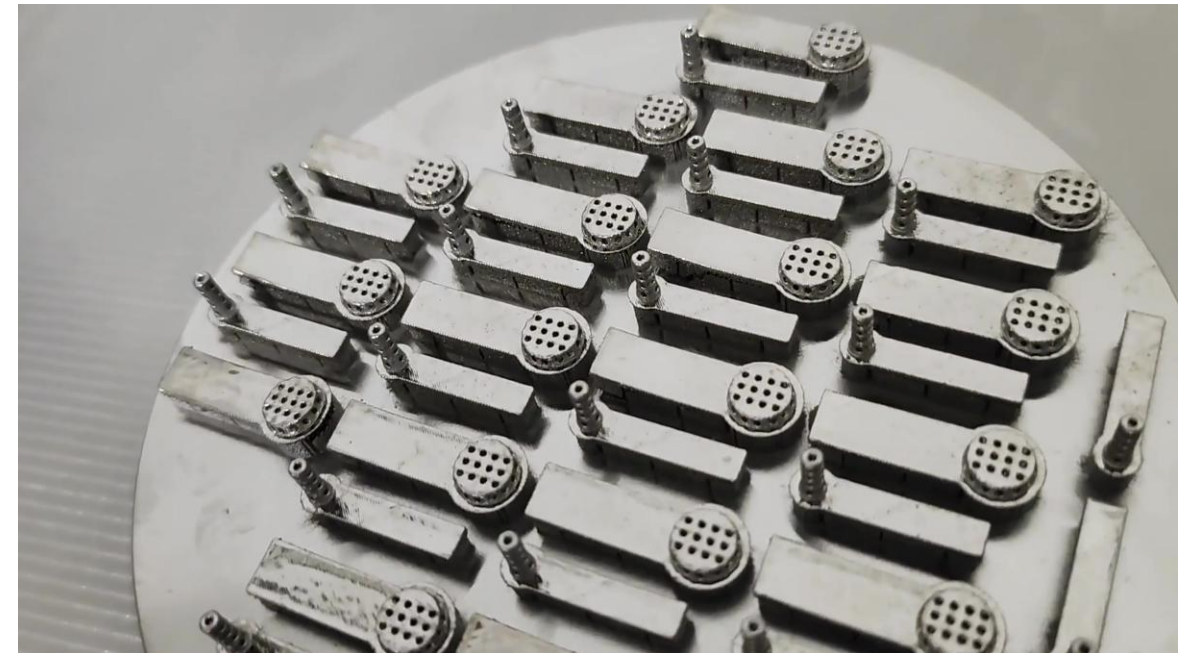
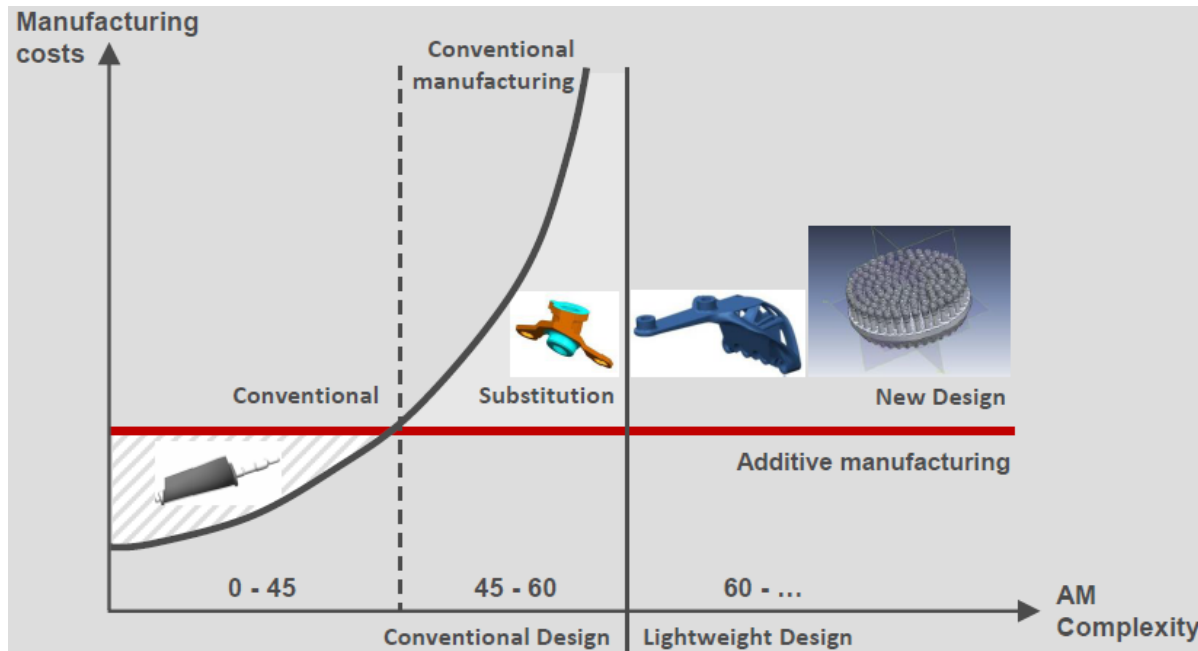
Design for Additive Manufacturing (DfAM)

Mehrwert

Nutze ich die Designfreiheit der additiven Fertigung gezielt

- Redesign
- Rethink

Kann ich das Bauteil leichter, einfacher, stützenärmer gestalten, ohne die Funktion zu verlieren?





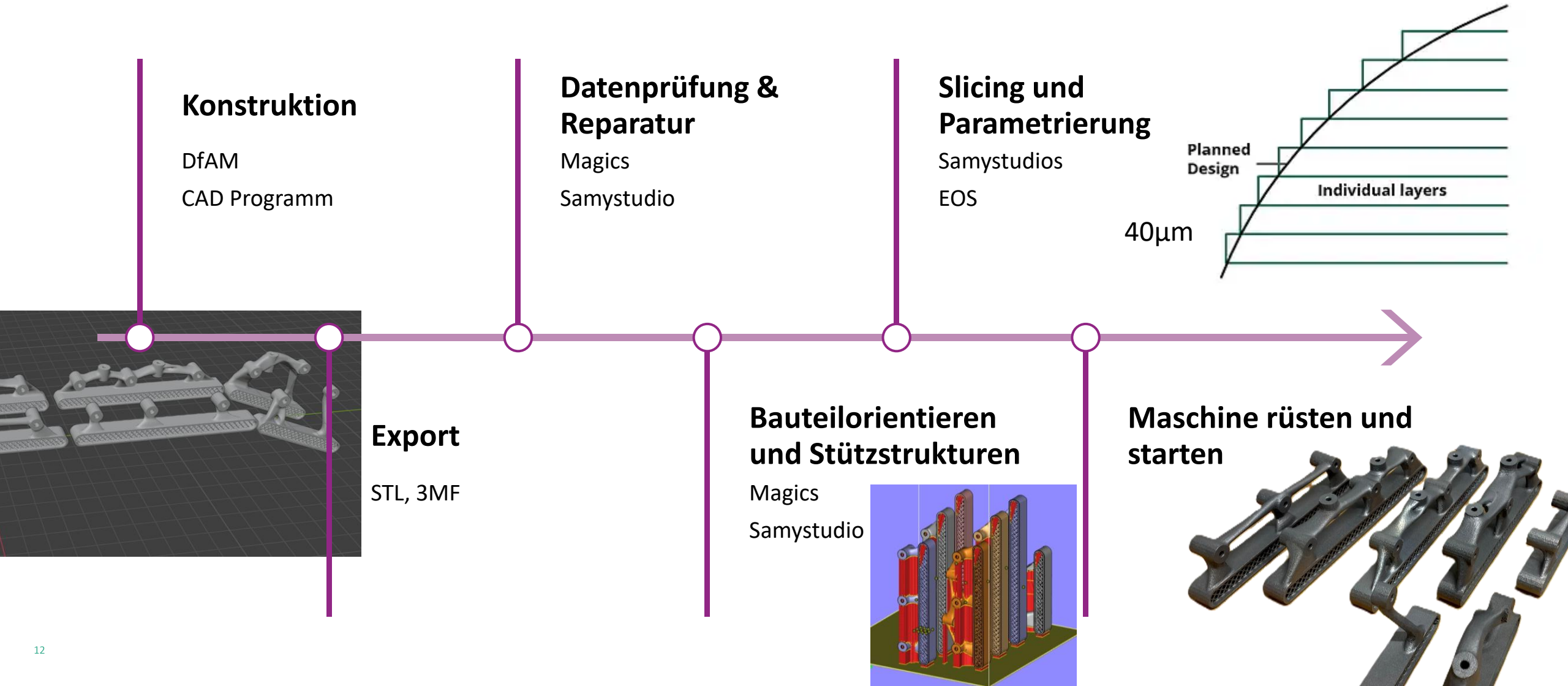
Neue Designfreiheit durch Metall-3D-Druck III) Hands-on an der Anlage





Routine im Metall 3D-Druck

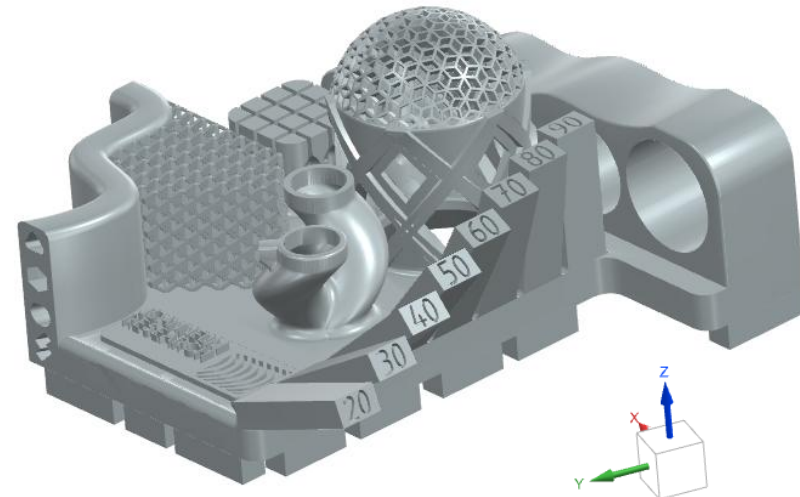
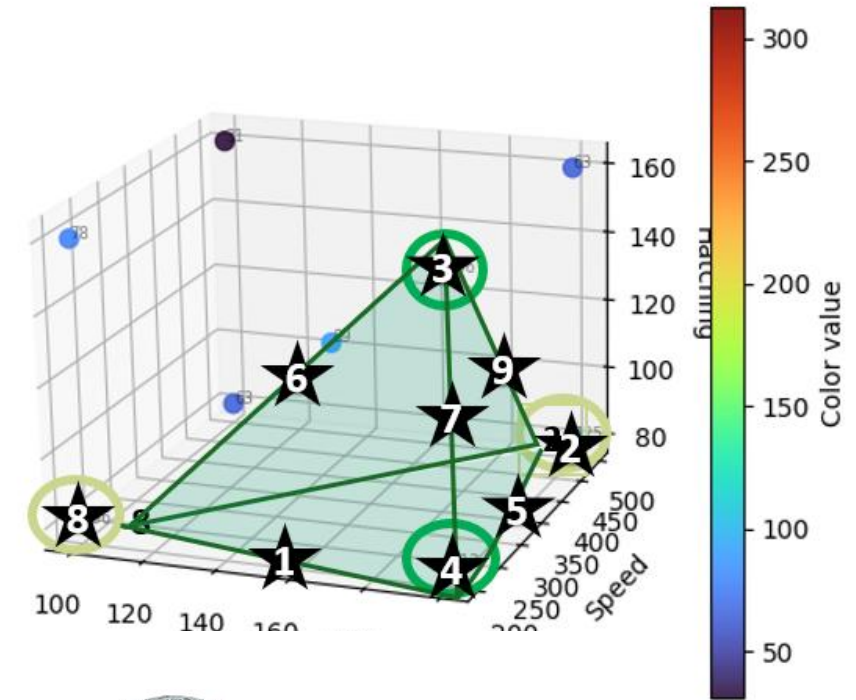
Prozesskette





Parameterentwicklung

1. DoE 1: Breites Fenster
2. Dichtemessung
3. DoE 2: Multilevel
4. Dichtemessung
5. Bestimmung der besten Parameter
6. Benchmarkt Artefact
7. Definition der Limits
8. Fertiger Parametersatz für neue Legierung





Metall 3D Druck

Druckjob in Niklasdorf



Diskussion

Welche Teil kommen euch in den Sinn?



Flip Chart

Thank you

Shaping the future, together

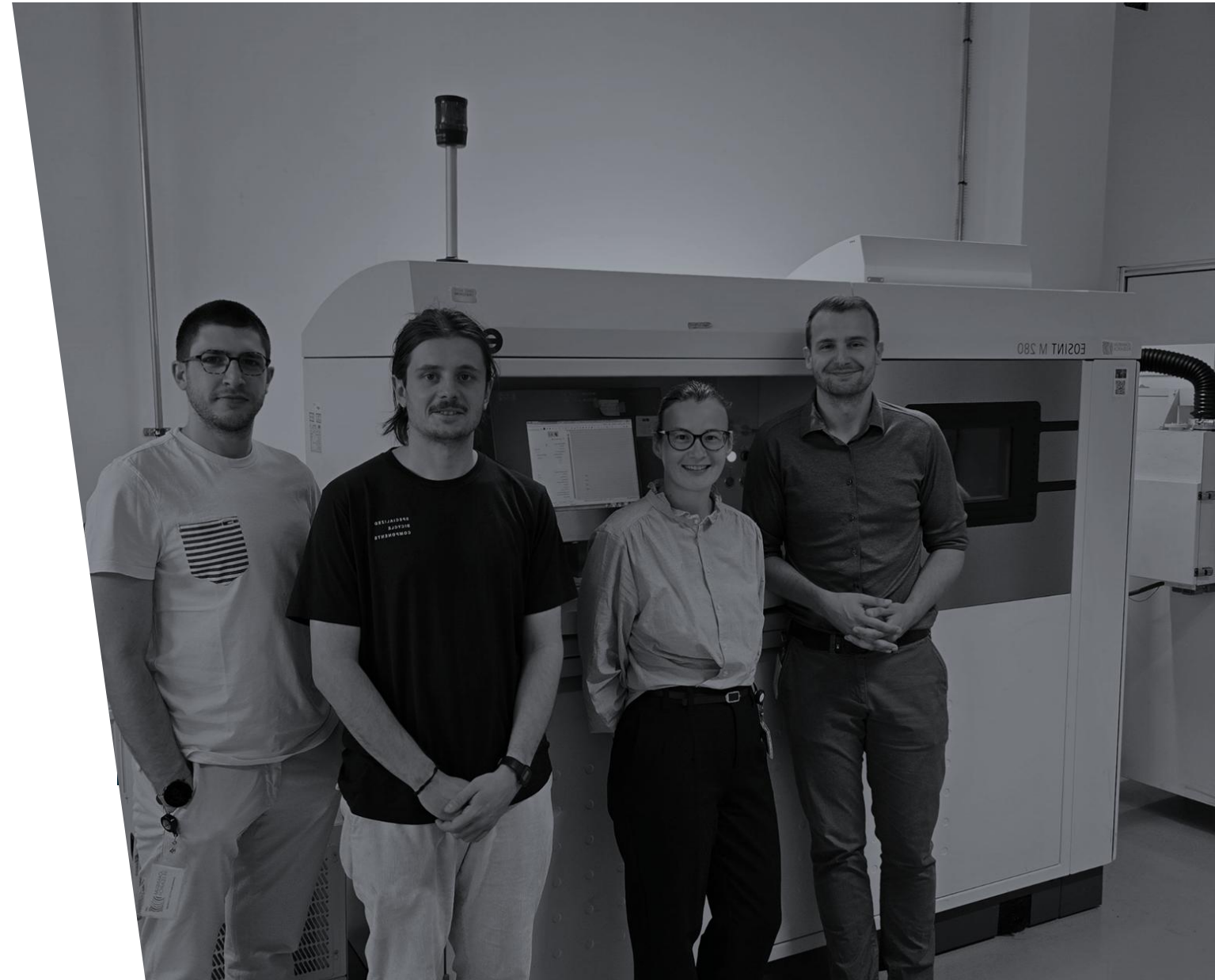
MITEINANDER
ZUKUNFTSRELEVANT

David Wimler

phone: +43 316 876-3320

email: david.wimler@joanneum.at

www.joanneum.at



Our Partners and Customers (Selection)

17





Wie läuft es ab

- Stundensätze (grob)
- Bauplattform
- Procedere
 1. Material Selection
 2. Design of Experiment
 3. Geometry feasibility
 4. Support Structure
 5. Printing Job
 6. Part Removal
 7. Heat and/or Surface Treatment



MITEINANDER ZUKUNFTSRELEVANT

Neue Designfreiheit durch Metall-3D-Druck für Konstrukteur:innen

IV) Arbeiten mit LPBF Software

D. Wimler

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
MATERIALS, Austria
Institut für Sensorik, Photonik und Fertigungstechnologien
Laser- und Plasma-Technologien

23. Juni 2026



Inhalt IV

- Design für AM
- Software Lösungen
- FreeCAD
- Beispiele der Teilnehmenden
- Kosten

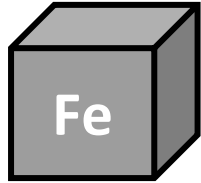




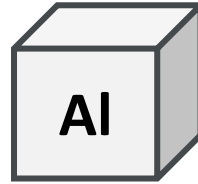
Metall 3D Druck

Materialien

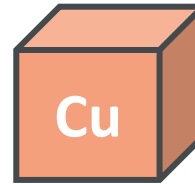
- Teile
- Preis
- Hand



Bei JR 316L, MS1



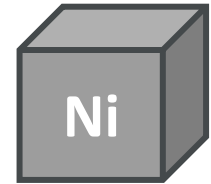
AlSi10Mg10, 2xxx
6xxx



GrCop-42,
CuCrZr



Ti64, Ti67Nb,
Ti Gd2, MMC



In718, In625

Typische Legierung	316L	AlSi10Mg	CuCrZr	Ti6Al4V	In718
Dichte g/cm ³	8	2,67 ↓	8,96	4,43 ↓	8,19
Festigkeiten Rm MPa	500-700 ↑	350-500	220-500	900-1200 ↑	1000-1400 ↑
Anwendung	vielseitig, Werkzeug, Maschinenbau	leicht, Luftfahrt, Automotiv	Leitfähigkeit, Wärmetauscher, Elektronik	spez. Festigkeit, Luftfahrt, Medizintechnik	Hochtemperatur, Turbinen, Energiesektor



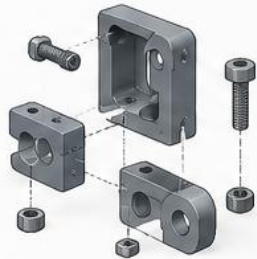
Design for Additive Manufacturing (DfAM)

5 wichtigsten Konstruktionsgrundlagen

1 FUNKTION INTEGRIEREN STATT MONTIEREN

Mehrere Teile zu einem Bauteil zusammenfassen

KONVENTIONELL



ADDITIV FERTIGT



- ✓ weniger Teile
- ✓ geringere Montage
- ✓ geringeres Gewicht
- ✓ weniger Fehlerquellen

2 MATERIAL NUR DORT EINSETZEN, WO ES BENÖTIGT WIRD

Leichtbau durch intelligente Strukturen

MASSIV



TOPOLOGIEOPTIMIERT / GITTERSTRUKTUR

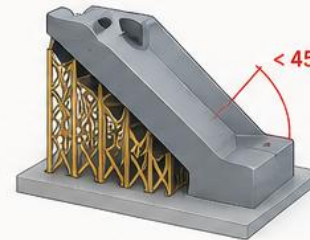


- ✓ geringeres Gewicht
- ✓ weniger Material
- ✓ gleiche / bessere Leistung

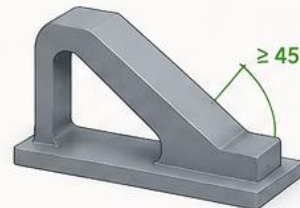
3 STÜTZSTRUKTUREN VERMEIDEN

Selbsttragende Geometrien bevorzugen

UNGÜNSTIG



GÜNSTIG

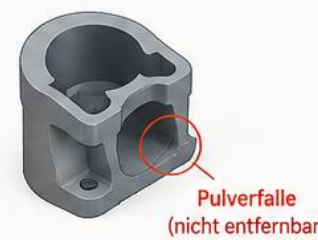


- ✓ weniger Stützen
- ✓ weniger Material

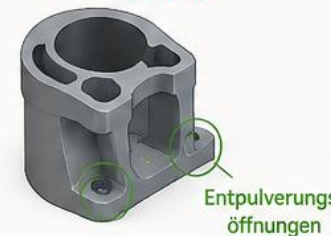
4 PULVERENTFERNUNG SICHERSTELLEN

Pulver muss hinein- und wieder herauskommen

UNGÜNSTIG



GÜNSTIG

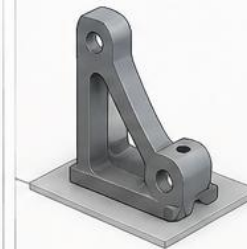


- ✓ Pulverentfernung möglich
- ✓ keine Rückstände
- ✓ Prozesssicher

5 BAUTEILORIENTIERUNG FRÜH BERÜCKSICHTIGEN

Orientierung beeinflusst Qualität und Effizienz

ORIENTIERUNG A



Oberfläche
☆☆☆
Festigkeit (Z)
☆☆☆
Bauzeit
⌚ lang

ORIENTIERUNG B



Oberfläche
★★★★
Festigkeit (Z)
★★★★
Bauzeit
⌚ kurz



- ✓ bessere Oberfläche
- ✓ höhere Festigkeit
- ✓ kürzere Bauzeit
- ✓ weniger Stützen



Softwarelösungen Inhouse

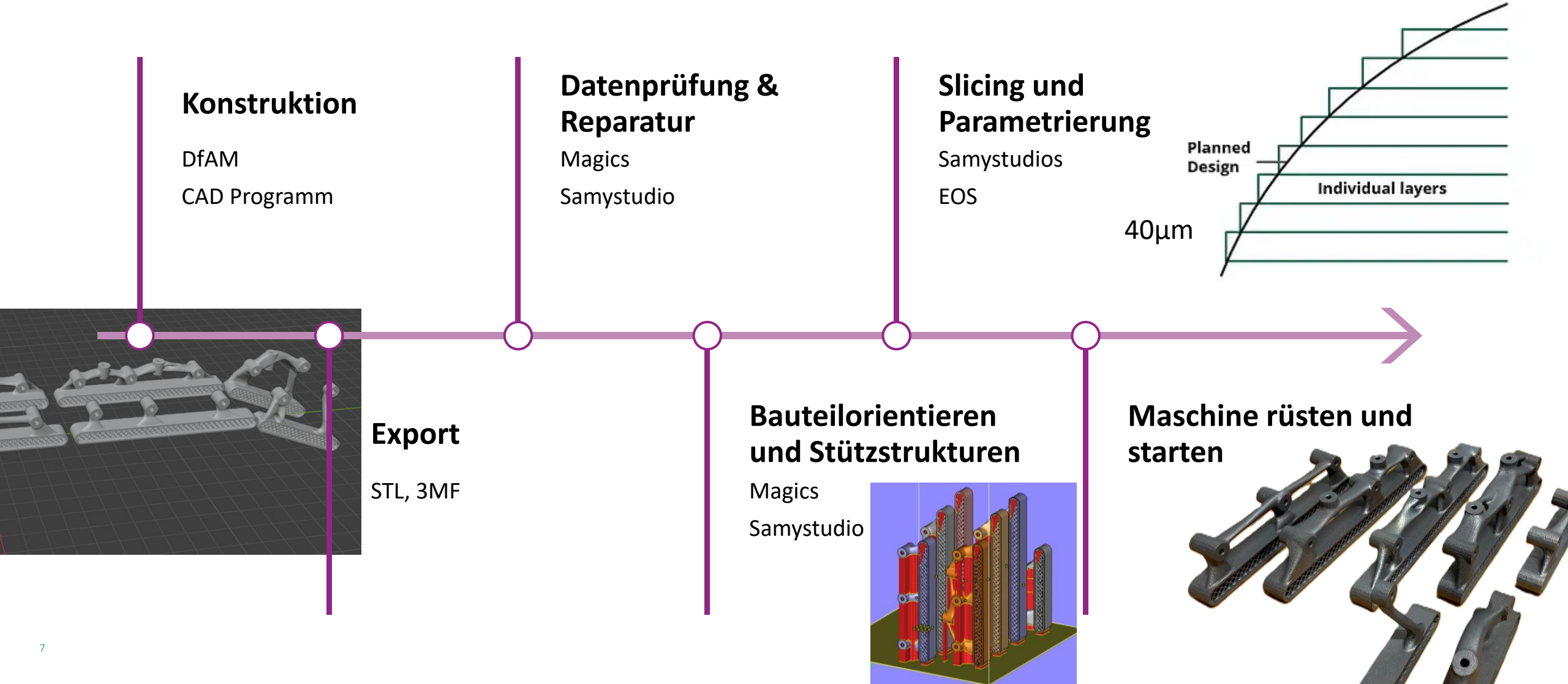
CAD-FEM-AM

Erfahrungen



Prozesskette

Routine im Metall 3D-Druck





Software

Design

Ziel

- DfAM
- Topological Optimization
- Gitter Strukturen

Lösungen

- **Ansys** Mechanical + Topology Optimization
 - Topologie-, Form- und Gitteroptimierung, gekoppelt mit Simulation
- **Autodesk Fusion 360** Generative Design
 - Einfacher Einstieg, Cloud-basiert, fertigungsgerechte Designs
- **Siemens NX** Topology Optimization
 - Voll integrierter CAD-Workflow, Fertigungsrestriktionen
- **FreeCAD** +Addons

AM

Ziel

- Reparatur
- Support Strukturen
- DfAM Feedback
- Position

Lösungen

- **Materialise Magics**
 - Support und Maschinen Datenbank
 - **Samylab Studio**
 - Maschinen spezifisch
 - Maschine spez. Software
- Keine empfehlenswerte Freeware für Support
-

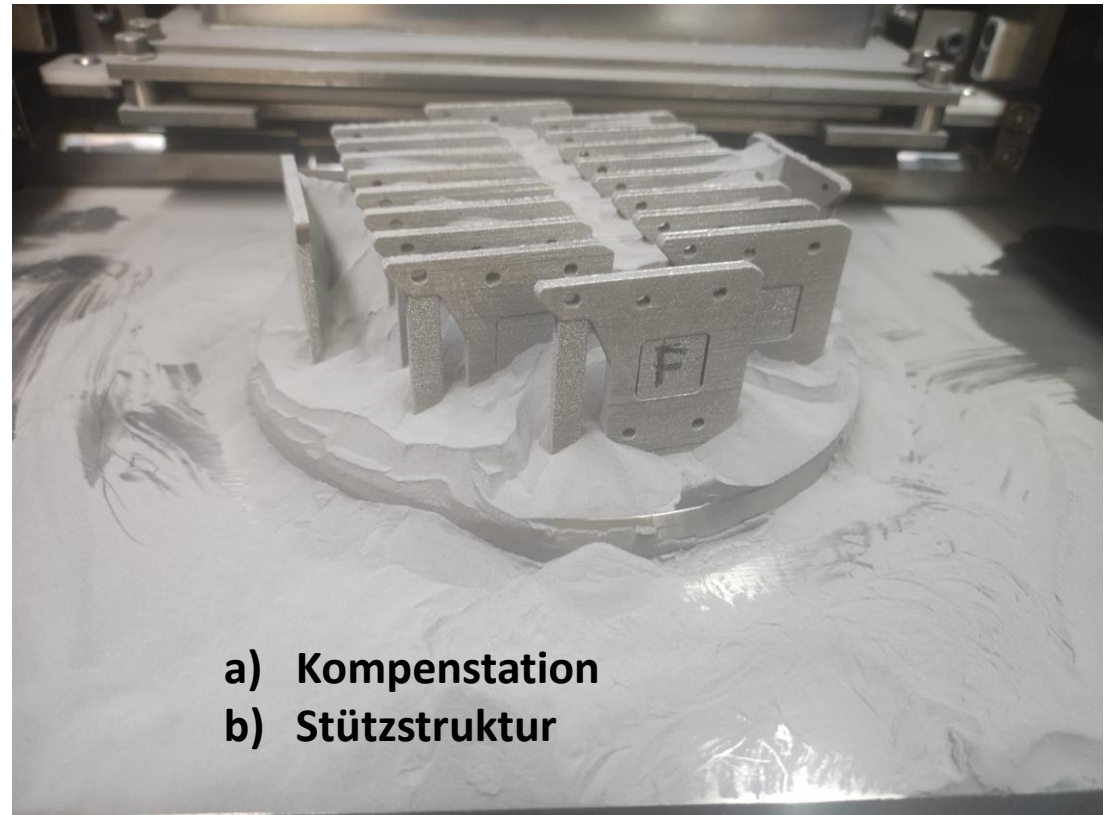
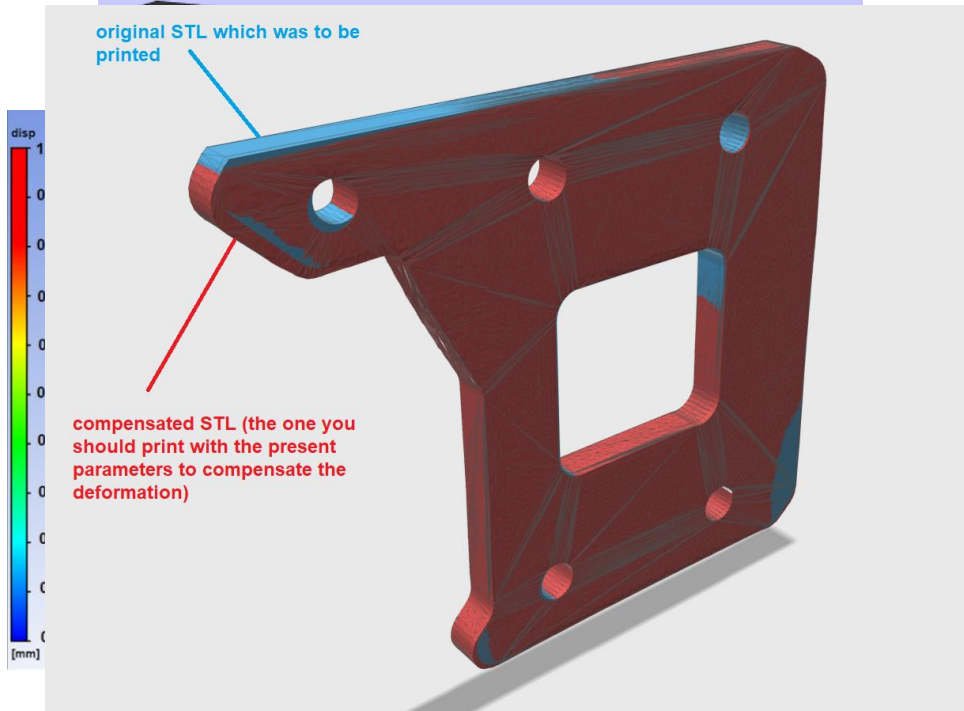
Slicing

Samylab Studio
Machine Specific Software
Immer beim Fertiger vorhanden



Design

- Auszug aus Forschung und Entwicklung
 - Eigenspannungen



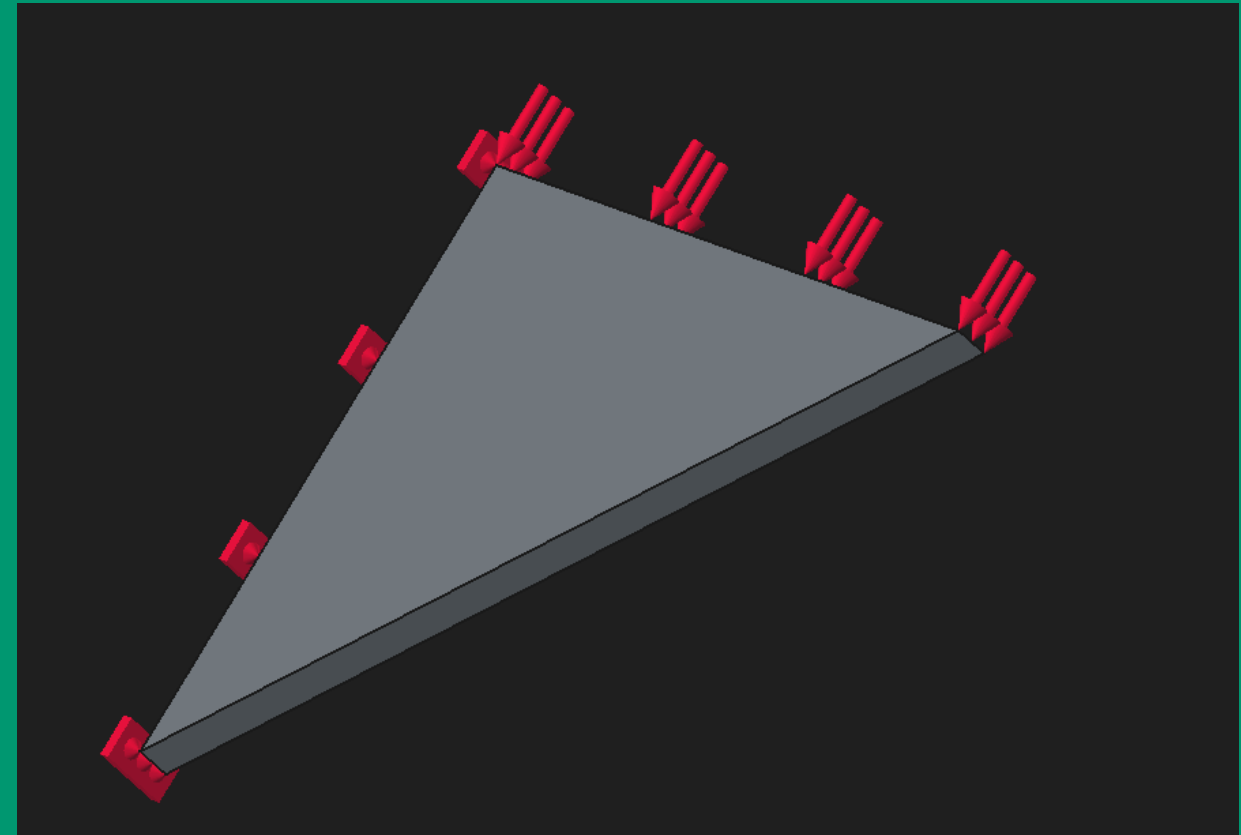
Design



Free CAD

Beispiel

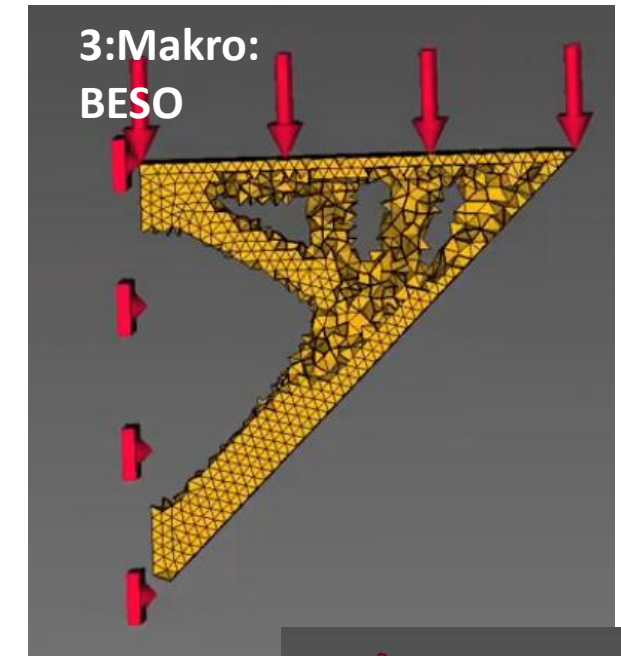
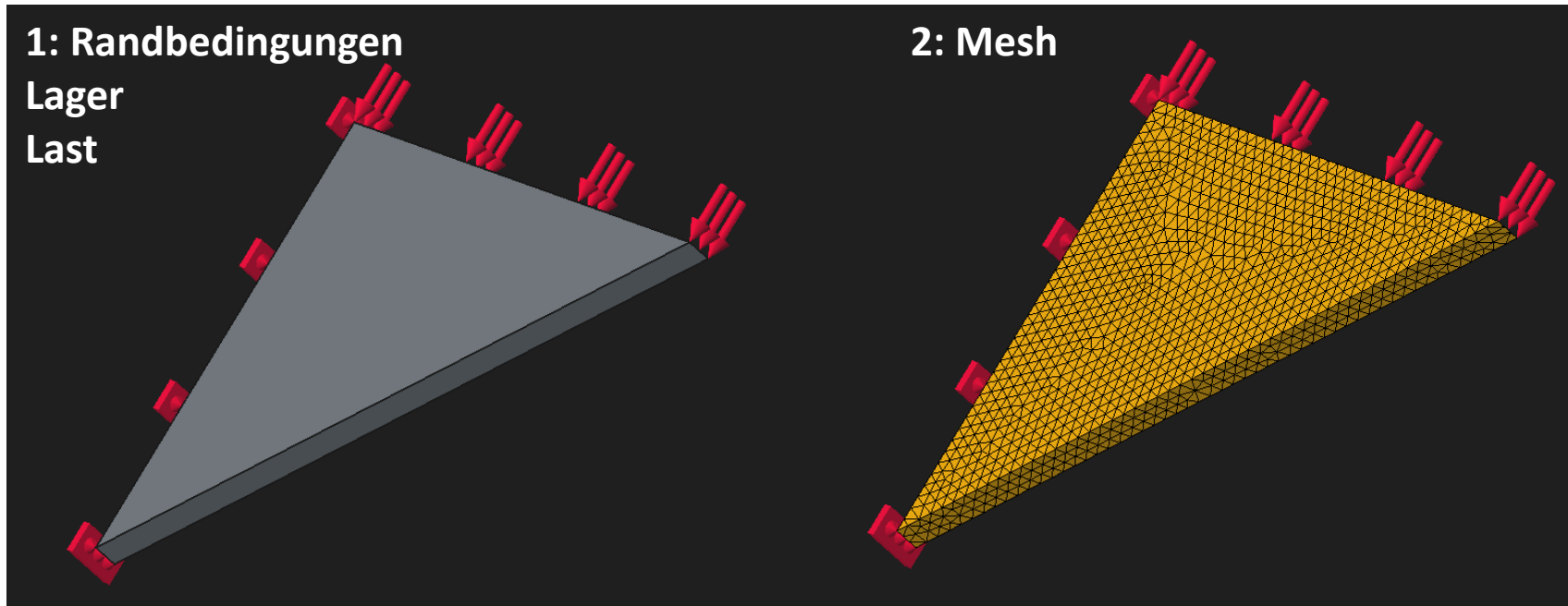
- Topological Optimization
- Lattice/Gitter



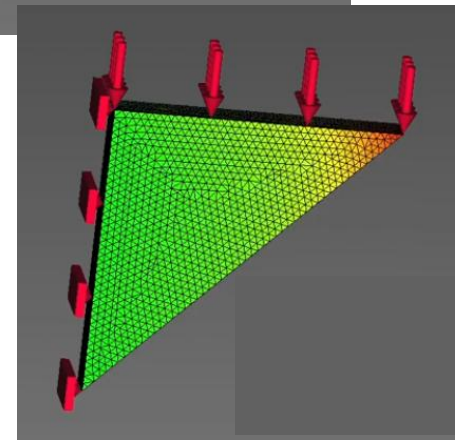


Free CAD Beispiel

Einfaches Beispiel in CAD



- [Shape optimization / Topology In FreeCAD Tutorial](#)
- [FreeCAD Live #2: Generative Design & Optimization in FreeCAD](#)
- [GitHub - calculix/beso: Python code for topology optimization using CalculiX FEM solver. · GitHub](#)





Software

Design

Ziel

- DfAM
- Topological Optimization
- Gitter Strukturen

Lösungen

- **Ansys** Mechanical + Topology Optimization
 - Topologie-, Form- und Gitteroptimierung, gekoppelt mit Simulation
- **Autodesk Fusion 360** Generative Design
 - Einfacher Einstieg, Cloud-basiert, fertigungsgerechte Designs
- **Siemens NX** Topology Optimization
 - Voll integrierter CAD-Workflow, Fertigungsrestriktionen
- **FreeCAD** +Addons

AM

Ziel

- Reparatur
- Support Strukturen
- DfAM Feedback
- Position

Lösungen

- **Materialise Magics**
 - Support und Maschinen Datenbank
 - **Samylab Studio**
 - Maschinen spezifisch
 - Maschine spez. Software
- Keine empfehlenswerte Freeware für Support
-

Slicing

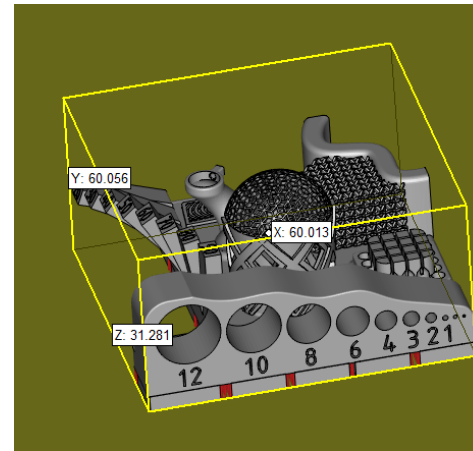
Samylab Studio
Machine Specific Software
Immer beim Fertiger vorhanden



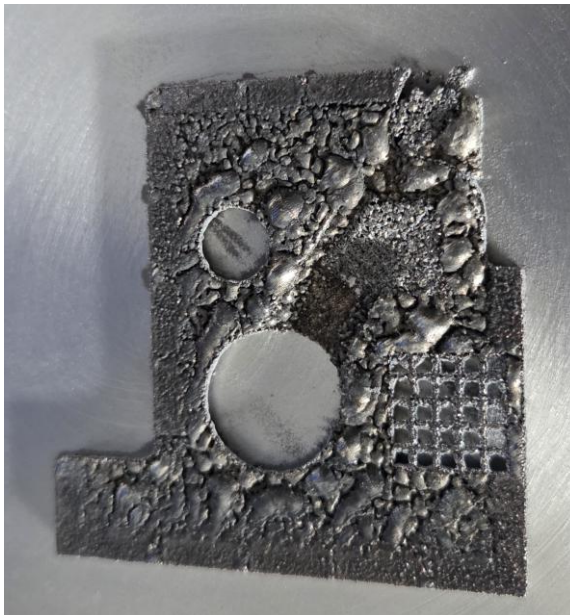
Beispiele

AM

■ Support Fehler

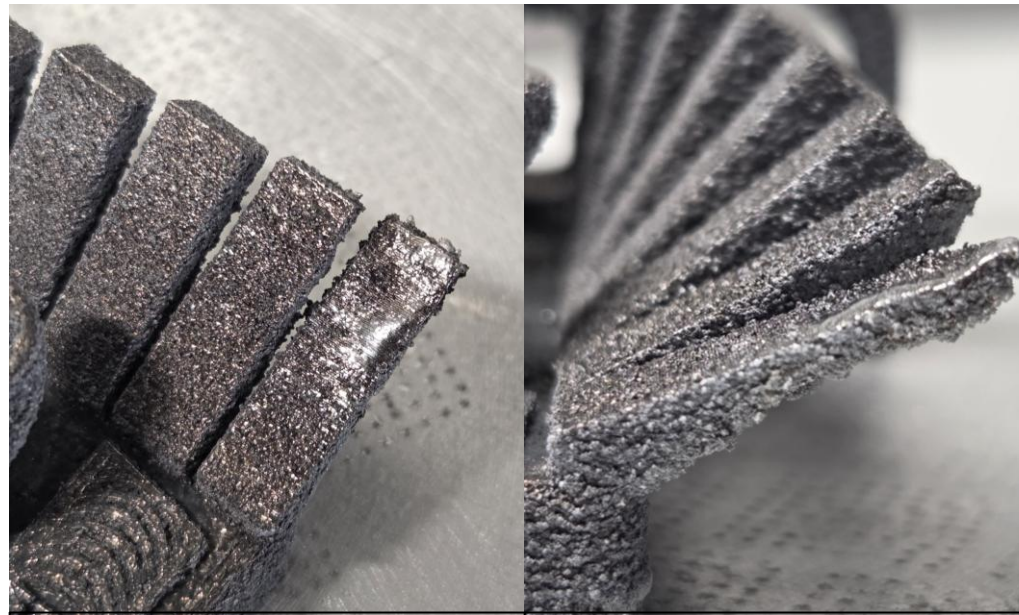


Worst Case



Support-Auswahl wurde
von Anlage falsch gebaut

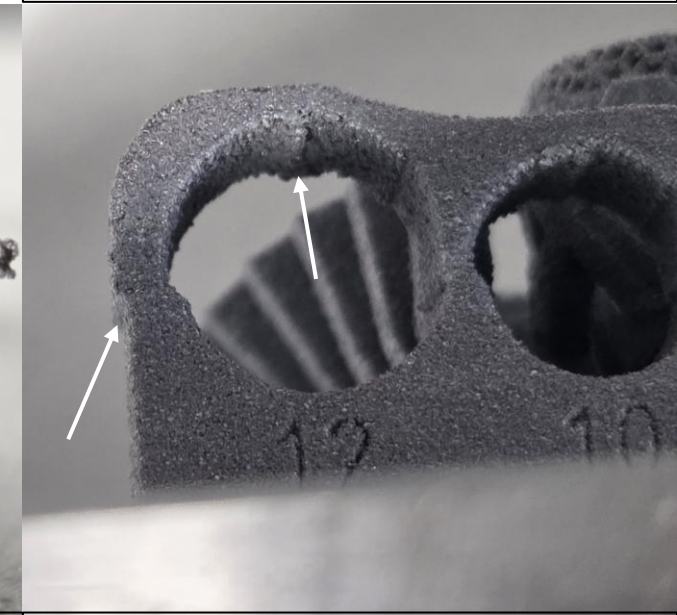
Grenze



20° Supportlos führt zu
fehlern -> Blasen

20° Supportlos führt zu
fehlern -> Geometrie

Thermische Spannungen



8-12mm Bohrung leichte
Anschlussfehler

AM



Magics

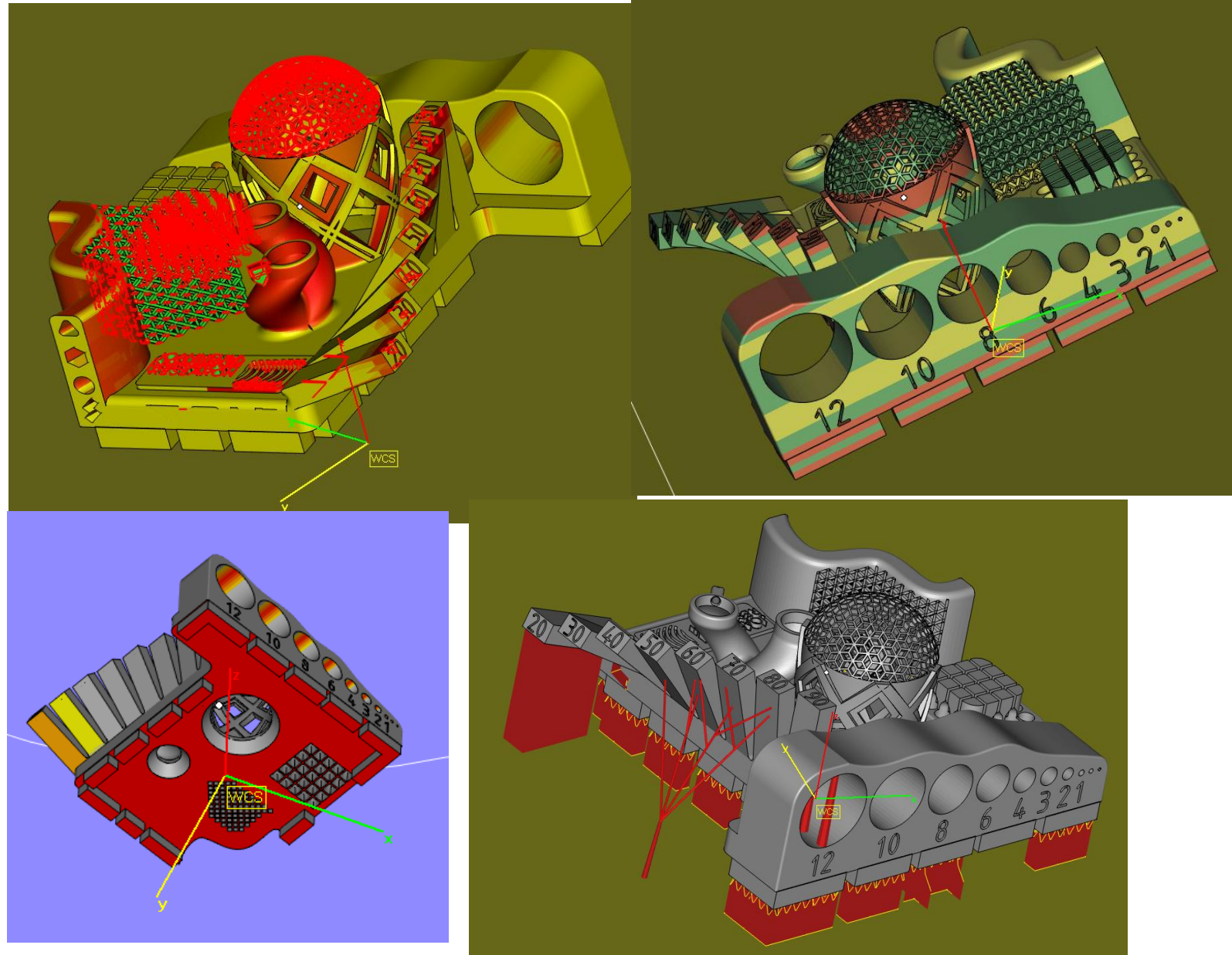
Beispiel

- Position
- Feedback
- Support



Interactiv in Software

- Scene
- Part
- Analyze
 - Wall Thickness
 - Trapped Powder
- Support
 - Supported Area Preview
 - Auto Matic Support
 - Support Generation





Software

Design

Ziel

- DfAM
- Topological Optimization
- Gitter Strukturen

Lösungen

- **Ansys** Mechanical + Topology Optimization
 - Topologie-, Form- und Gitteroptimierung, gekoppelt mit Simulation
- **Autodesk Fusion 360** Generative Design
 - Einfacher Einstieg, Cloud-basiert, fertigungsgerechte Designs
- **Siemens NX** Topology Optimization
 - Voll integrierter CAD-Workflow, Fertigungsrestriktionen
- **FreeCAD** +Addons

AM

Ziel

- Reparatur
- Support Strukturen
- DfAM Feedback
- Position

Lösungen

- **Materialise Magics**
 - Support und Maschinen Datenbank
 - **Samylab Studio**
 - Maschinen spezifisch
 - Maschine spez. Software
- Keine empfehlenswerte Freeware für Support
-

Slicing

Samylab Studio
Machine Specific Software
Immer beim Fertiger vorhanden



Teile Ideen

20x20x20mm³ eigene Teile



Teil Idee

1 FUNKTION INTEGRIEREN STATT MONTIEREN Mehrere Teile zu einem Bauteil zusammenfassen KONVENTIONELL ADDITIV FERTIGT ✓ weniger Teile ✓ geringere Montage ✓ geringeres Gewicht ✓ weniger Fehlerquellen	2 MATERIAL NUR DORT EINSETZEN, WO ES BENÖTIGT WIRD Leichtbau durch intelligente Strukturen MASSIV TOPOLOGIEOPTIMIERT / GITTERSTRUKTUR ✓ geringeres Gewicht ✓ weniger Material ✓ gleiche / bessere Leistung	3 STÜTZSTRUKTUREN VERMEIDEN Selbsttragende Geometrien bevorzugen UNGÜNSTIG GÜNSTIG ✓ weniger Stützen ✓ weniger Material	4 PULVERENTFERNUNG SICHERSTELLEN Pulver muss hinein- und wieder herauskommen UNGÜNSTIG GÜNSTIG ✓ Pulverentfernung möglich ✓ keine Rückstände ✓ Prozesssicher	5 BAUTEILORIENTIERUNG FRÜH BERÜCKSICHTIGEN Orientierung beeinflusst Qualität und Effizienz ORIENTIERUNG A Oberfläche ☆☆☆ Festigkeit (Z) ☆☆☆ Bauzeit ⌚ lang ORIENTIERUNG B Oberfläche ★★☆☆ Festigkeit (Z) ★★☆☆ Bauzeit ⌚ kurz ✓ bessere Oberfläche ✓ höhere Festigkeit ✓ kürzere Bauzeit ✓ weniger Stützen
---	---	---	---	---

Baugruppen mit 5–20 Teilen können oft zu 1 Bauteil **zusammengefasst** werden.

Wartungs- und Verschleißteile weiterhin trennen.

Mindestwandstärke: **0,5–1,0 mm**;

tragende Strukturen: **>1,5 mm**;

Topologie-optimierung und Gitterstrukturen nutzen.

Überhangwinkel **>45°** bevorzugen;

Brückenlängen **<5–10 mm**;

große horizontale Flächen vermeiden.

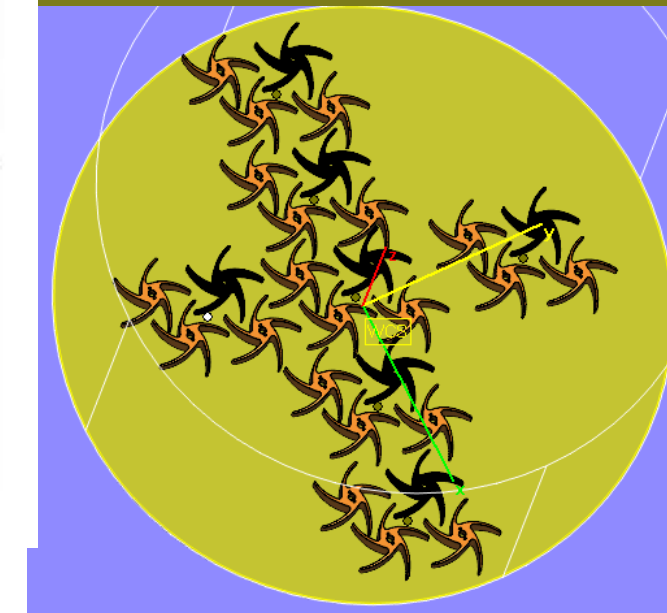
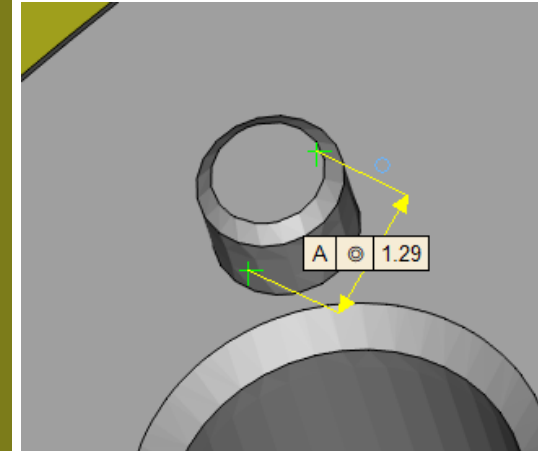
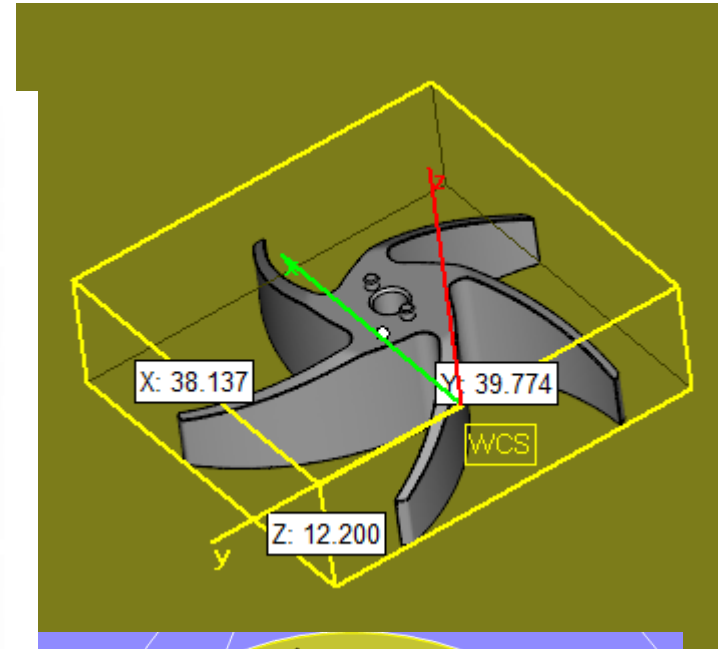
Entpulverungsöffnungen **≥5 mm**;

Innenkanäle **≥3–5 mm**;
Sackgassen und geschlossene Hohlräume vermeiden.

Festigkeitsunterschied XY/Z: **5–20 %**;

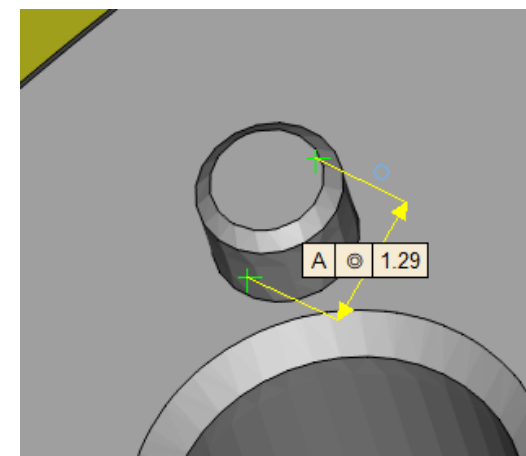
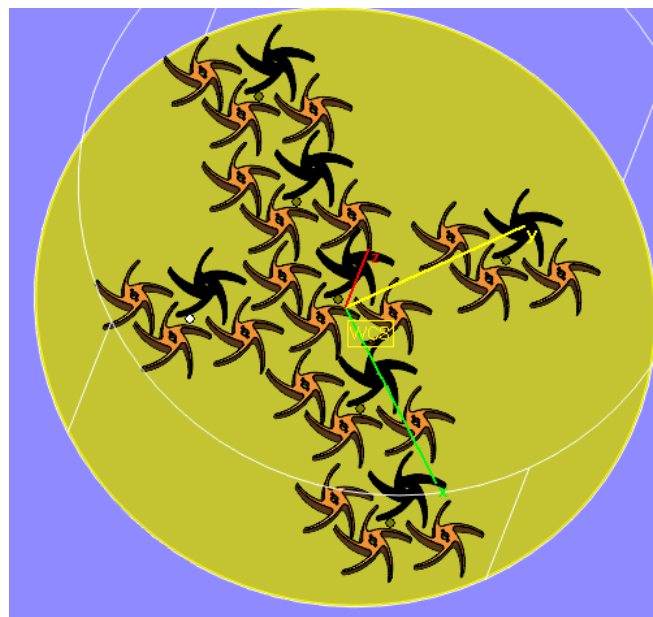
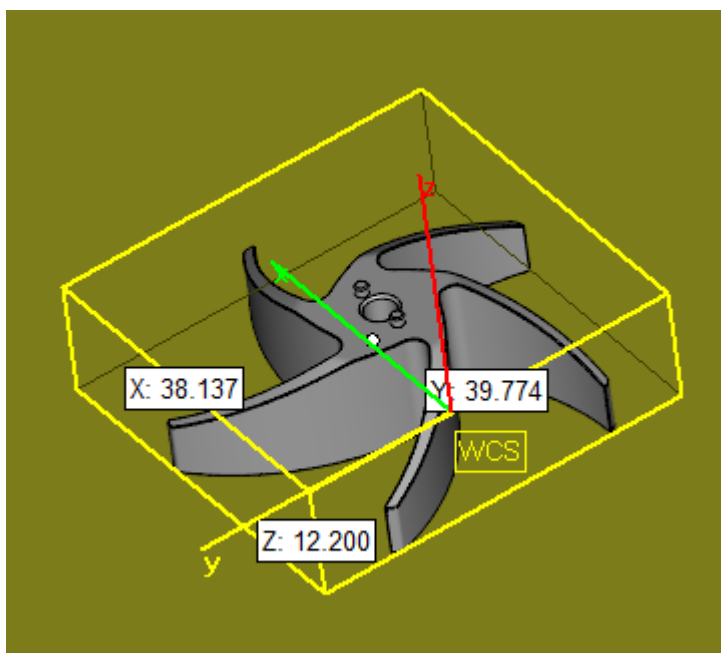
hohe Bauteile erhöhen die Bauzeit stark;

kritische Flächen möglichst nach oben orientieren.





Teil Idee



Our Partners and Customers (Selection)

20



Thank you

Shaping the future, together

MITEINANDER
ZUKUNFTSRELEVANT

David Wimler

phone: +43 316 876-3320

email: david.wimler@joanneum.at

www.joanneum.at

