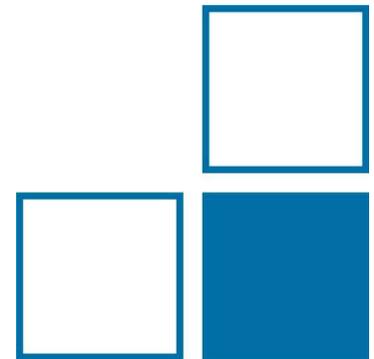


Hybride Prozesskette

QI-Digital Forum: Qualitätssicherung in der digital gestützten Produktion: Beispiel Additive Fertigung

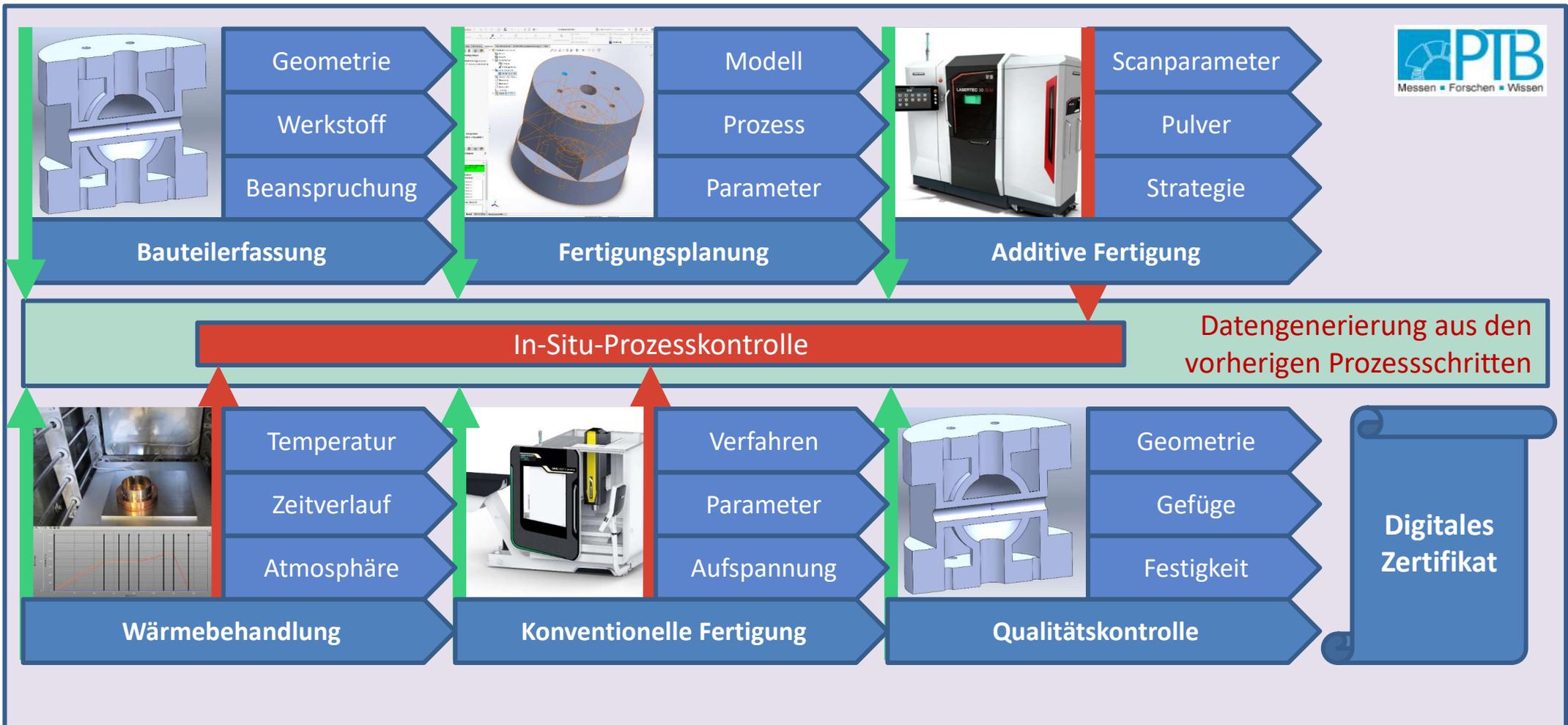
Harald Bosse, Wiebke Brandes, Daniel Hagedorn,
Karin Kniel, Mergim Krasniqi, René Laquai,
Frank Löffler, Ulrich Neuschaefer-Rube



- Motivation
- Hybride Prozesskette
- Herausforderungen

- Subtraktive Bearbeitung von additiv gefertigten Bauteilen
- Anspruchsvoller Datenaustausch
- „Musterbetrieb“ abbildbar
- Mess- und Kalibriermöglichkeiten

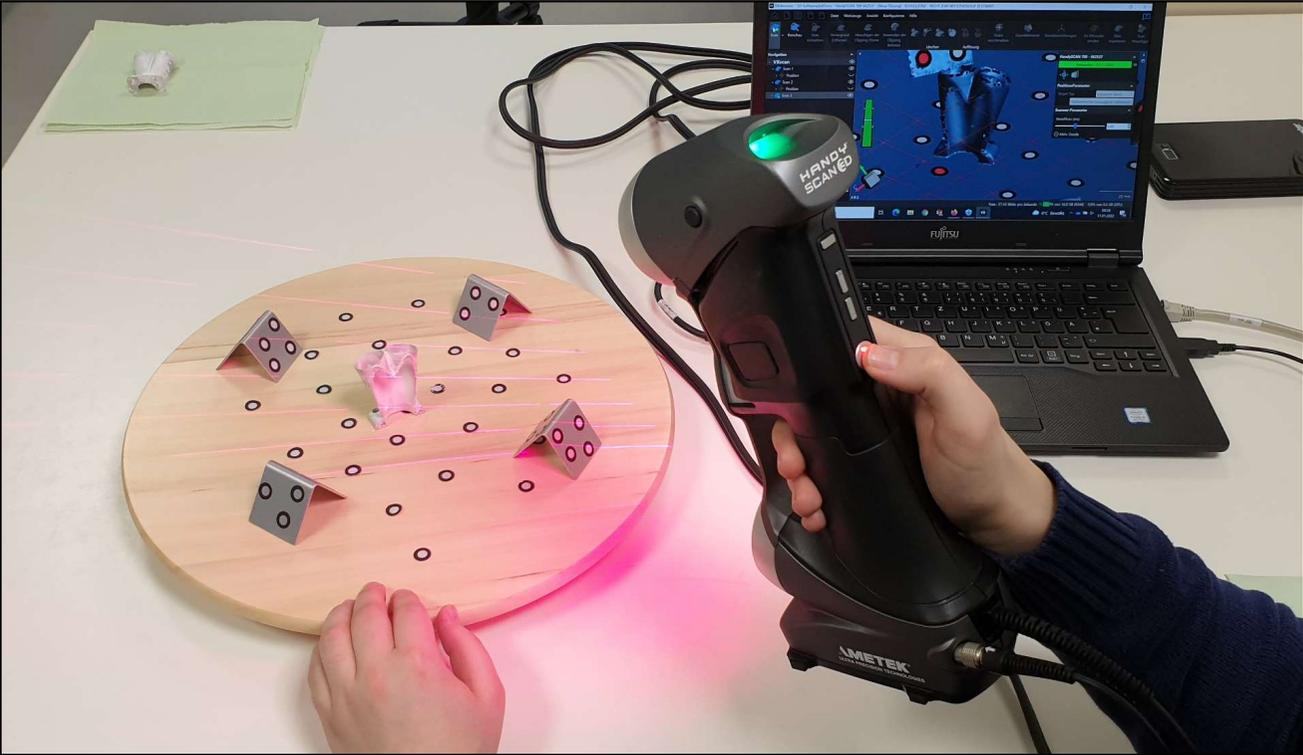
Hybride Additive Prozesskette



Demonstratorbauteil Hybride Fertigung



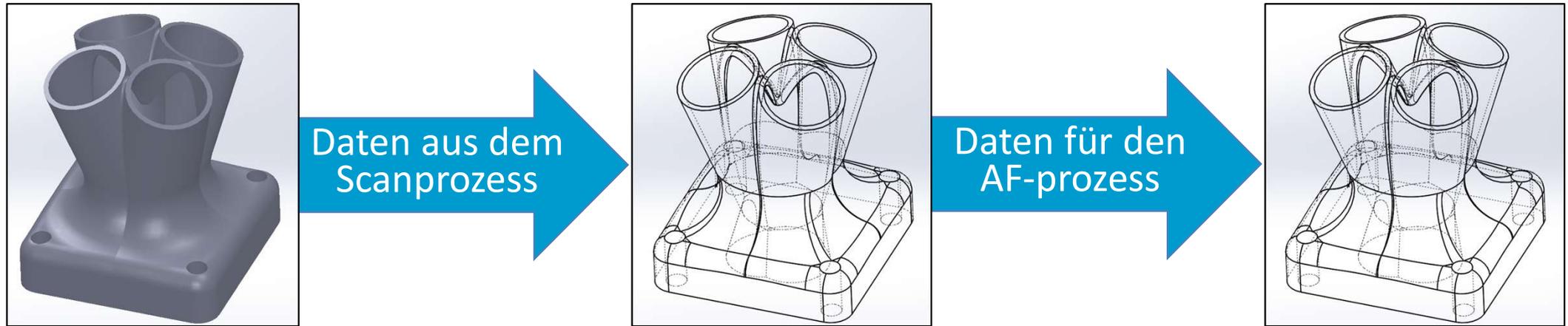
Bauteilerfassung



- optischer 3D-Scanner
- Koordinatenmessgerät
- Computertomograph



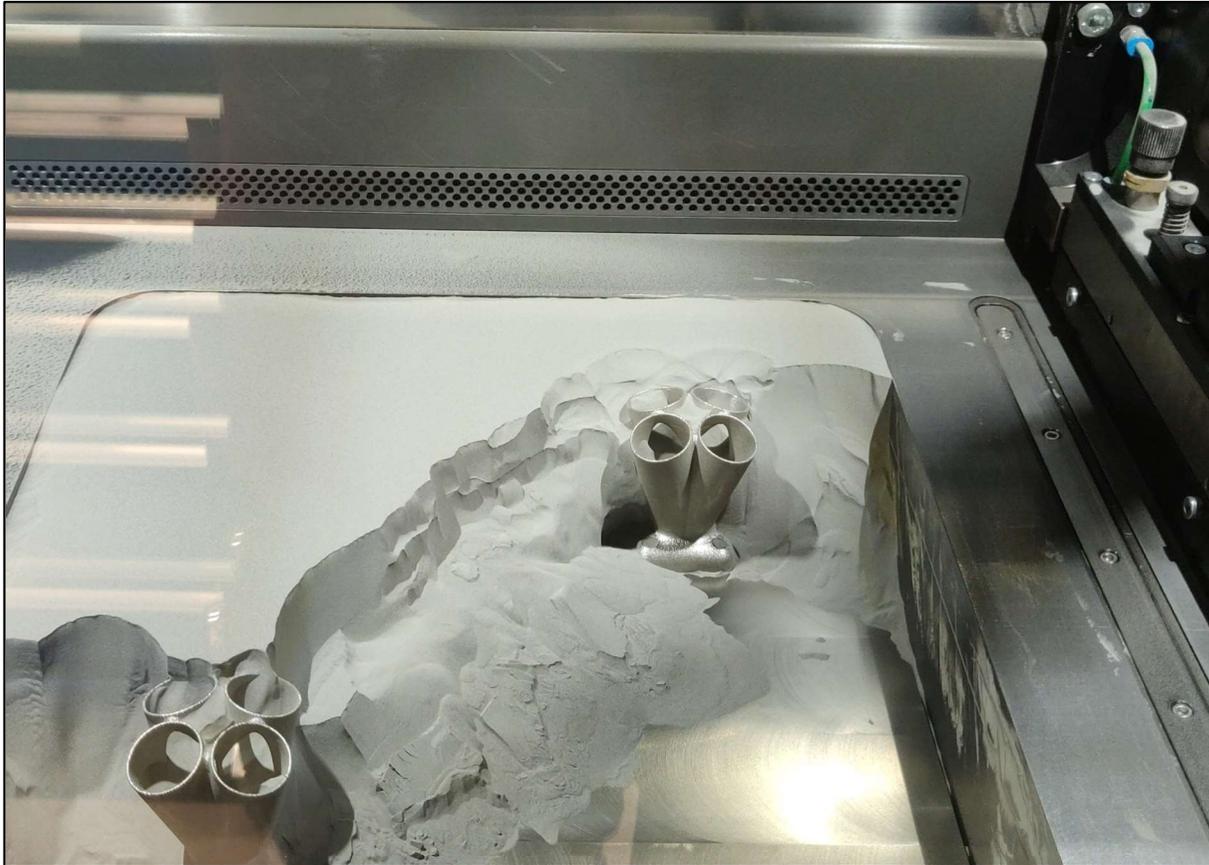
Fertigungsplanung



- Scanprozess: STL Format
- Fertigungsprozess: STL, STEP, SLDPRT
- Größe der „Patches“



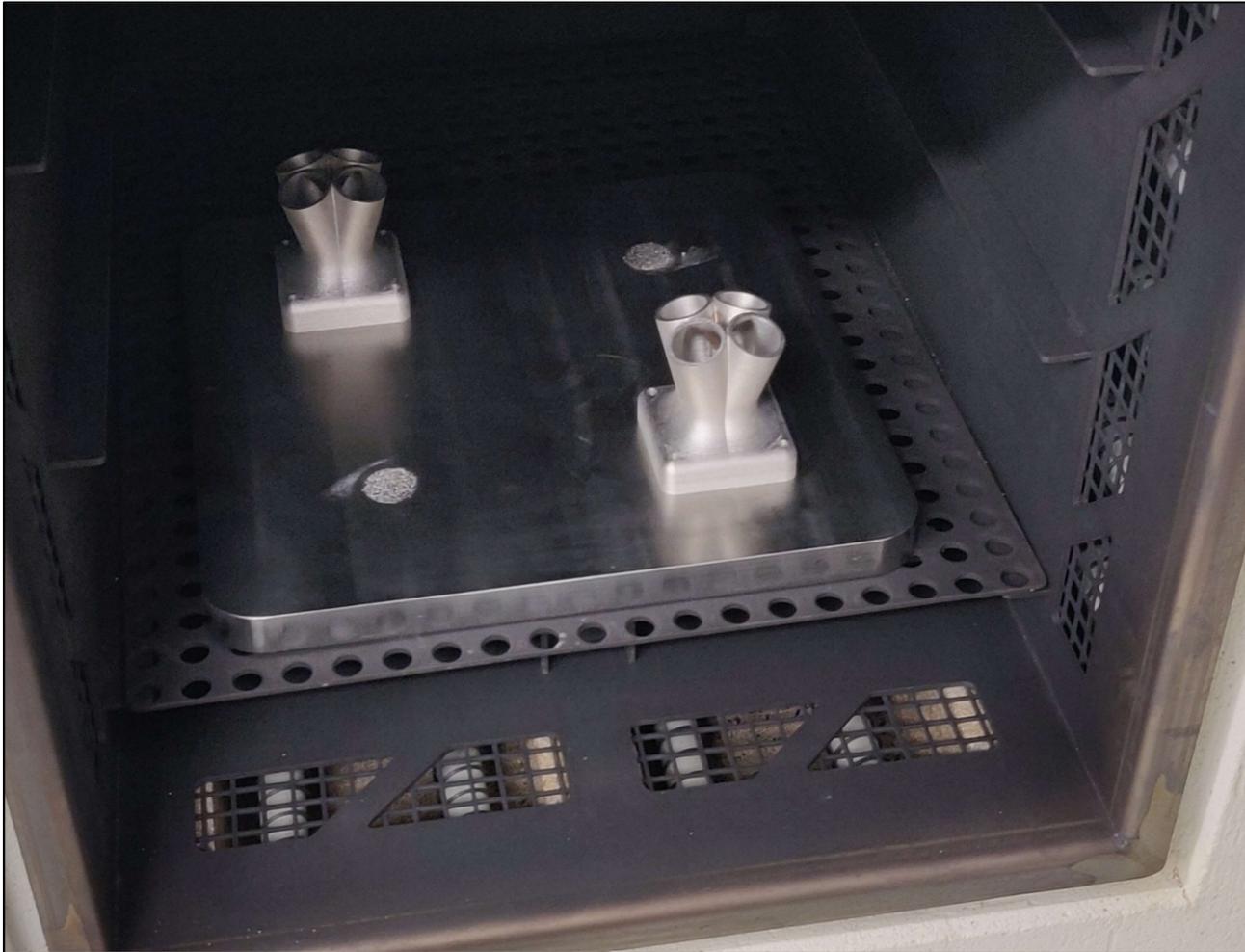
Additive Fertigung



- Prozessmonitoring
- Positionsangabe auf der Bauplattform
- Nullpunktspannsystem



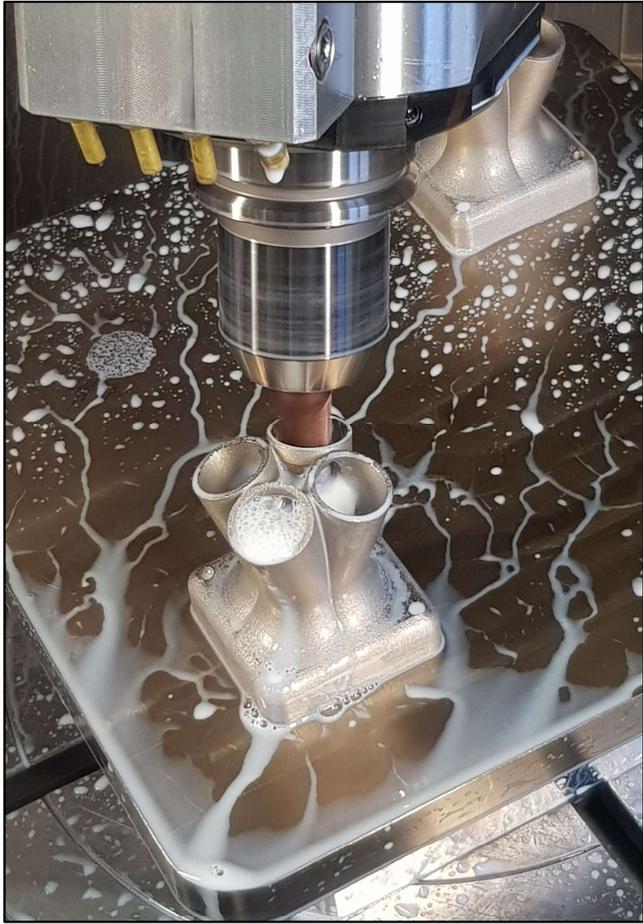
Wärmebehandlung



- Prozessmonitoring
- Positionsangabe auf der Bauplattform
- Abbau der Spannungen



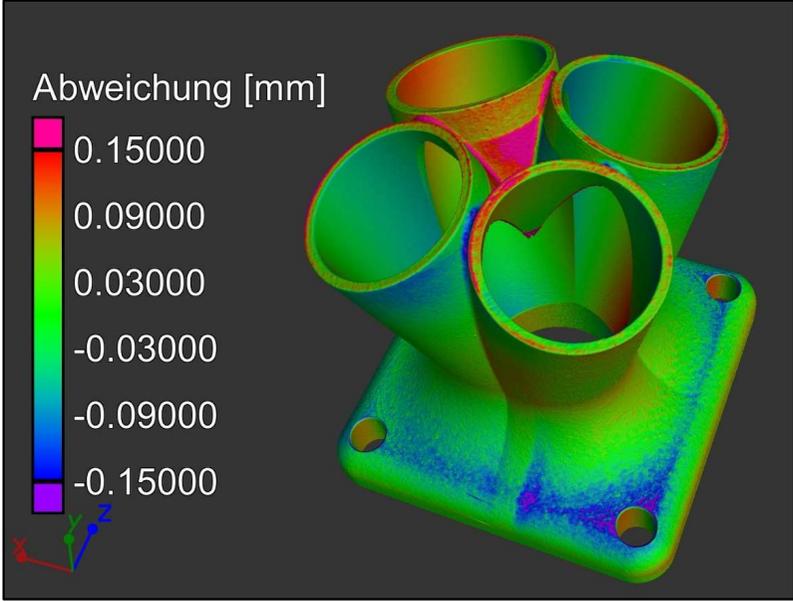
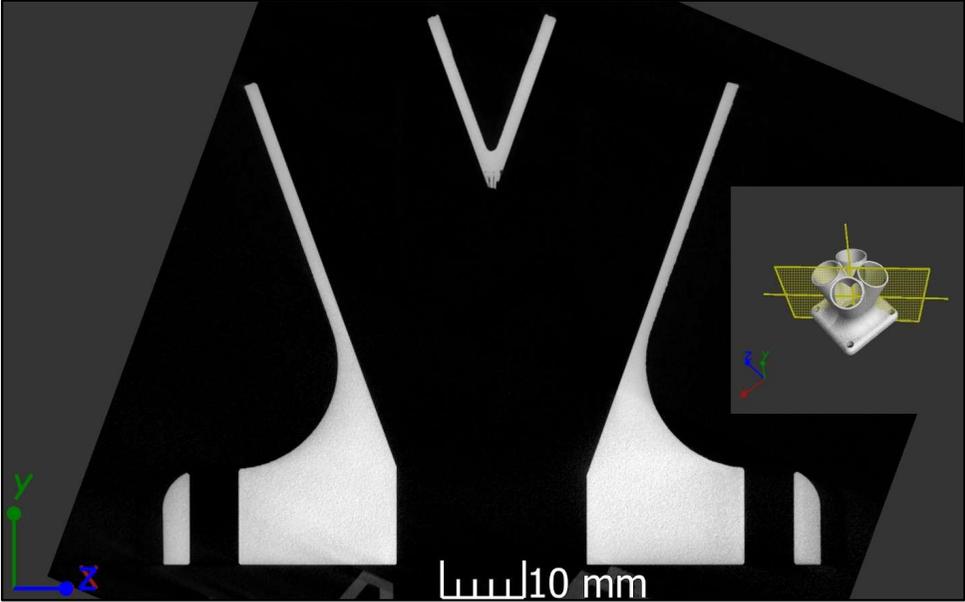
Konventionelle (subtraktive) Fertigung



- Prozessmonitoring
- Nutzung der Positionsangabe auf der Bauplattform
- Flanschfertigung



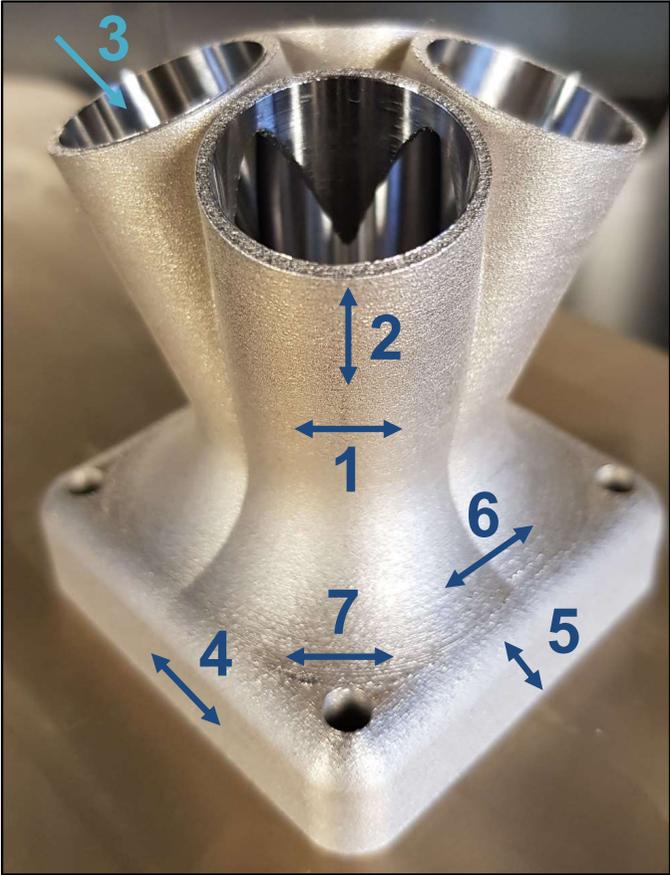
Qualitätskontrolle



- Datenvergleich zur Sollgeometrie
- Datenbewertung



Qualitätskontrolle



| Messstelle | R_a [μm] | R_z [μm] | R_{max} [μm] |
|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1 | 6,3 | 32,9 | 46,4 |
| 2 | 7,1 | 44,5 | 61,8 |
| 3 | 0,2 | 1,6 | 2,9 |
| 4 | 12,0 | 65,1 | 76,9 |
| 5 | 10,9 | 57,8 | 71,3 |
| 6 | 8,5 | 42,7 | 48,7 |
| 7 | 11,4 | 60,9 | 100,4 |

- Rauheitswerte
- Datenbewertung



Bestimmung der Messunsicherheit zur Sicherstellung der Rückführbarkeit

- Einflüsse von Geometrieabweichungen
- Einflüsse Röntgeneffekten (Strahlaufhärtung, Streuung, Fluoreszenz)
- Effekte von Quelle und Detektor
- AF spezifische Einflüsse (z. B. systematische Abweichung zu taktilen Messungen durch Rauheit)
- Good Practice Guide für CT-Messungen an AF Bauteilen

Validierung

- Durchlauf der Prozesskette an mindestens einem Bauteil

Einbindung in das Digitale Kalibrierzertifikat

- Erfordert validierte Messunsicherheit



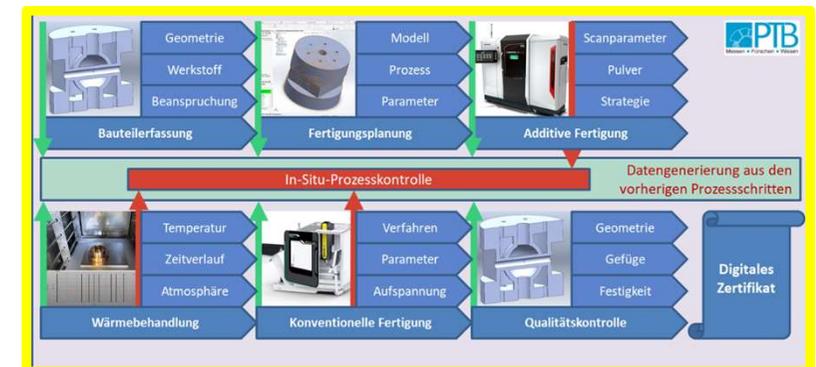
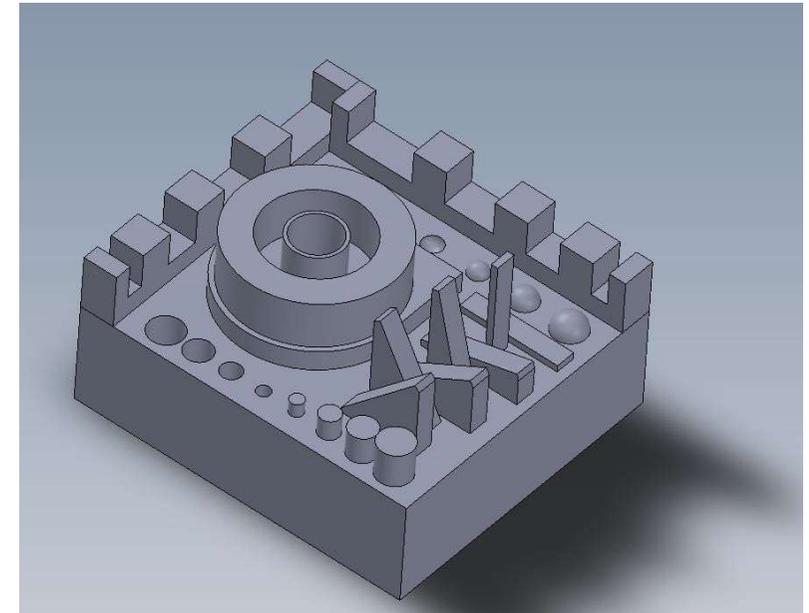
Design eines synthetischen Bauteils

Repräsentation von Regelgeometrien

- Zylinder, Kegel, Halbkugeln, Kalotten, Quader
Radien: 1,0 mm – 6,5 mm
- Äußere Abmessungen: 30 mm × 30 mm × 30 mm
- Material: Aluminium

Datenaustausch

- Welche Daten? (Oberflächen, Punktwolken, Maße, ...)
- Welche Datenformate?
- Abfrage über QI-Cloud (Auswertungen auf Oberflächen, Vergleich von Geometrieparametern)
- Metadaten? (Messparameter, Prozessparameter, Umgebungsbedingungen, Zeit, Verantwortliche Person, ...)



- Vergleichbarkeit der Geometriedaten
- Zusätzliche Informationen für jeden Prozessschritt
- Mit steigender Genauigkeit erhöht sich das Datenvolumen
- Berücksichtigung der Anforderung aus der Industrie

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

