



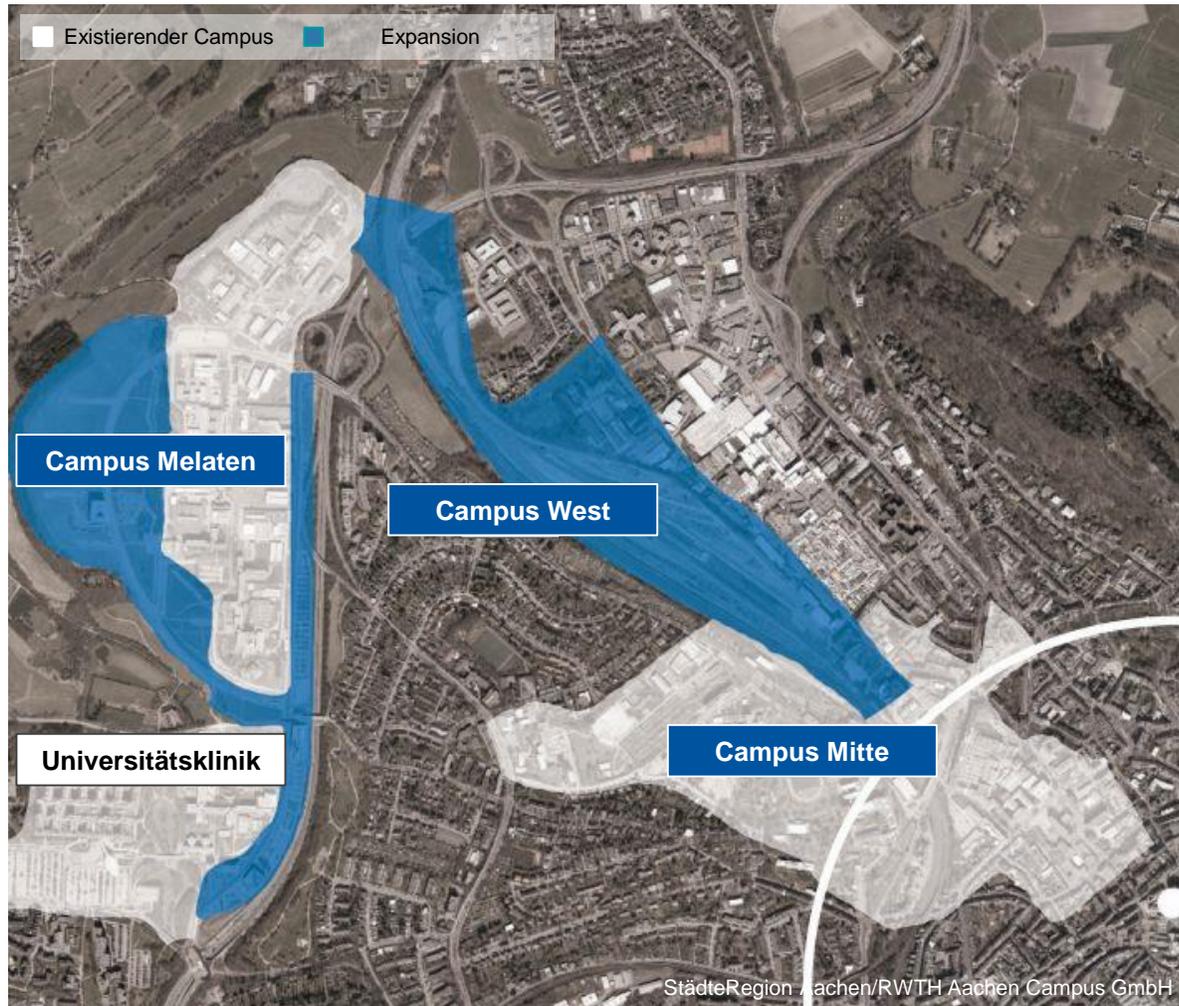
RWTHAACHEN
UNIVERSITY

Möglichkeiten und Herausforderungen in der Prüfung und Qualitätssicherung additiv gefertigter Bauteile

Maximilian Voshage, Aachen

RWTH Aachen University - Digital Additive Production DAP

Entstehung einer der größten Forschungslandschaften Europas auf dem Campus Melaten und Campust West



- Ziel des Campus: Erarbeiten von Lösungen für die relevanten Forschungsfragen unserer Zeit
- Inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie
- Entstehung eines zusammenhängenden Campus, der vollständig in das öffentliche Leben integriert wird
- Vergrößerung der Fläche um 800.000 m² auf 2,5 km²
- Gesamtinvestitionsvolumen: ca. 2 Mrd. €.
- Schaffung von 10.000 neuen direkten und indirekten Arbeitsplätzen

Aktuelle Bauvorhaben auf dem Campus Melaten

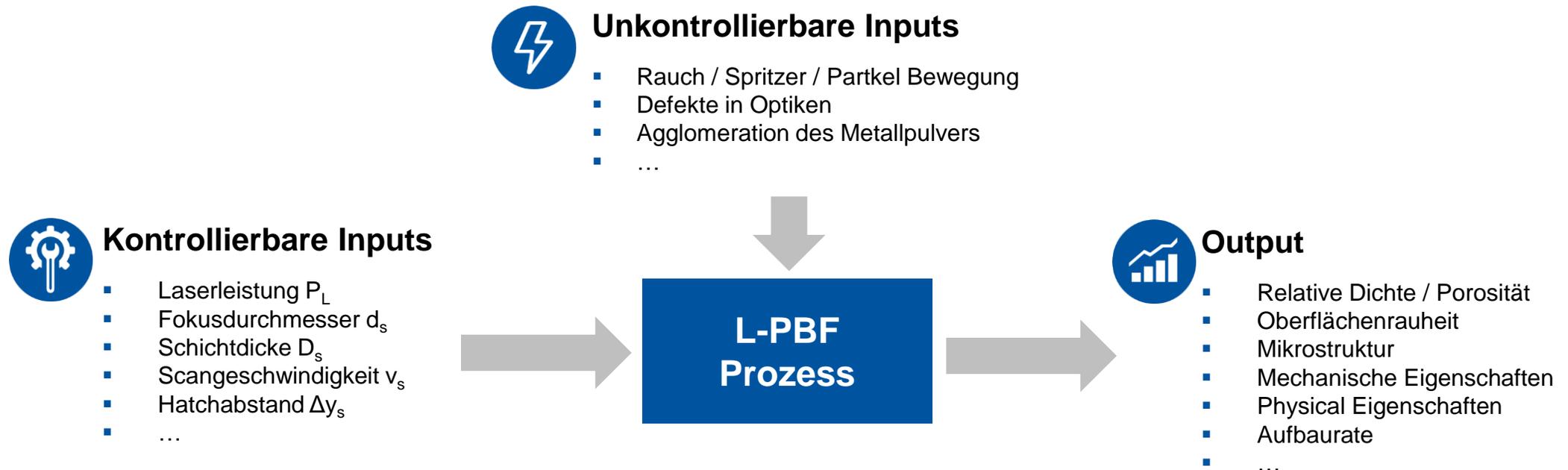


						
1	2	3	4	5	6	7
Biomedizintechnik Cluster	Biomedizintechnik Cluster	Produktionstechnik Cluster	Smart Logistics Cluster	Photonik Cluster	Photonik Cluster	Studentischer Wohnraum
Gebäude für Lehre und Schulungen	Zentrum für Biohybrid Medizinsysteme (CBMS)	1. Entwicklungsphase	Forschungsstätte für Elektromobilität (eLab)	Center for Digital Photonic Production (CDPP)	1. Entwicklungsphase	285 temporäre Unterkunftsmöglichkeiten
Beginn der Bauarbeiten Frühjahr 2016	Beginn der Bauarbeiten Frühjahr 2015	Fertigstellung Summer 2017	Fertigstellung August 2015	Beginn der Bauarbeiten Frühjahr 2015	Fertigstellung April 2016	Fertigstellung Oktober 2016

Herausforderungen in der Prüfung von additiv gefertigten Bauteilen



Warum ist Prüfung und Qualitätssicherung gerade wichtig bei AM?



Agenda

- 1 Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung**
- 2 Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)**
- 3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)**
- 4 Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren**
- 5 Zusammenfassung und Ausblick**

- 1 Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung**
- 2 Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)**
- 3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)**
- 4 Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren**
- 5 Zusammenfassung und Ausblick**

Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Abgrenzung zerstörungsfreier Werkstoffprüfung

Zerstörende Werkstoffprüfung



Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Prüfung und Qualitätssicherung entlang der AM Wertschöpfungskette

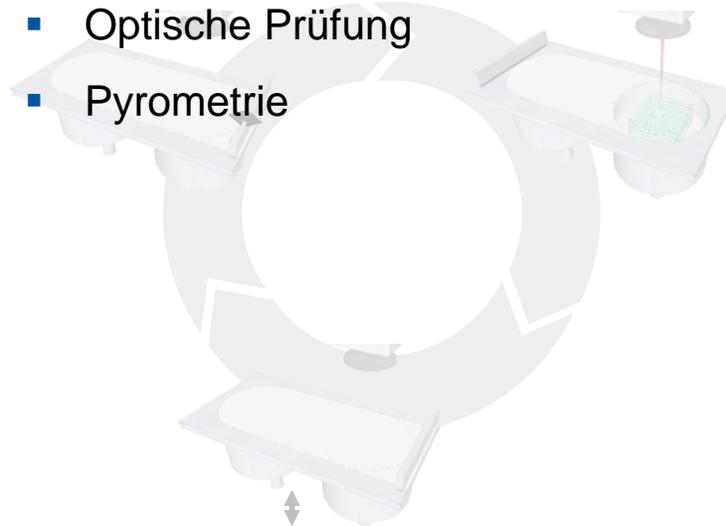
Pre-Process

- Bauteil Design
- Eingangskontrolle eingesetzter Materialien
- Kalibrierung verwendeter Anlagentechnik

© Der Span

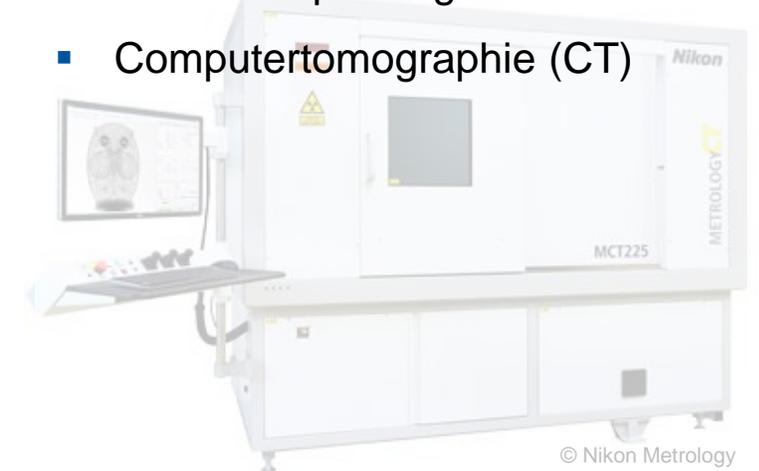
In-Situ

- Diode
- Optische Prüfung
- Pyrometrie



Post-Process

- Farbeindringprüfung
- Ultraschallprüfung
- Computertomographie (CT)



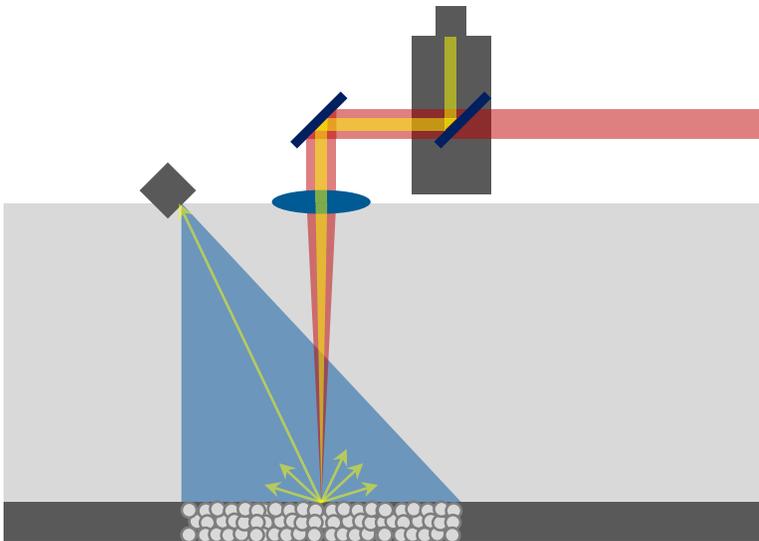
Agenda

- 1 Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- 2 Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)
- 3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)
- 4 Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

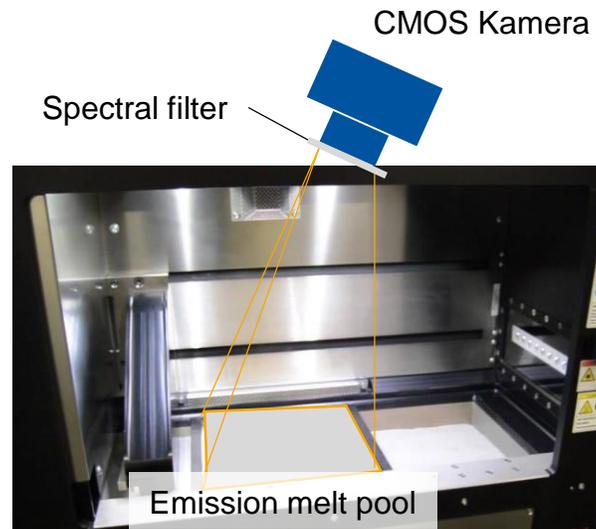
Diode

Erfassung der Intensität der Schmelzbadstrahlung



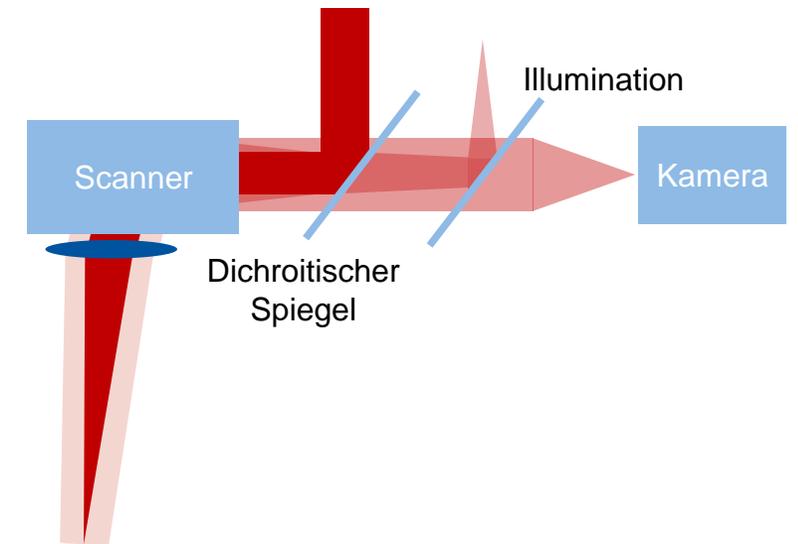
Optische Prüfung

Erfassung der Schmelzbadstrahlung im zeitlichen Verlauf



Pyrometrie

Erfassung der Wärmestrahlung

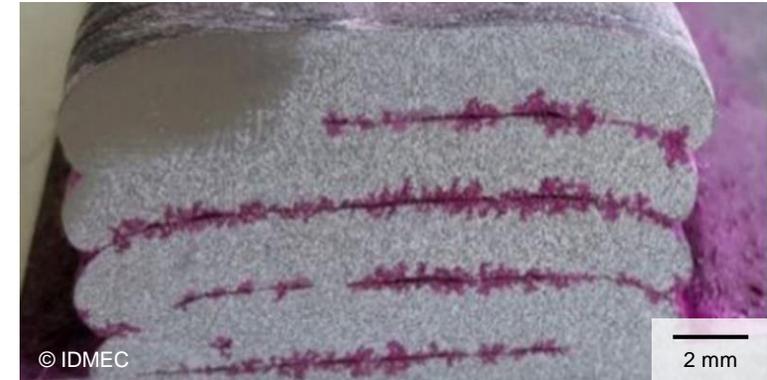


Agenda

- 1** Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- 2** Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)
- 3** Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)
- 4** Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren
- 5** Zusammenfassung und Ausblick

Farbeindringprüfung

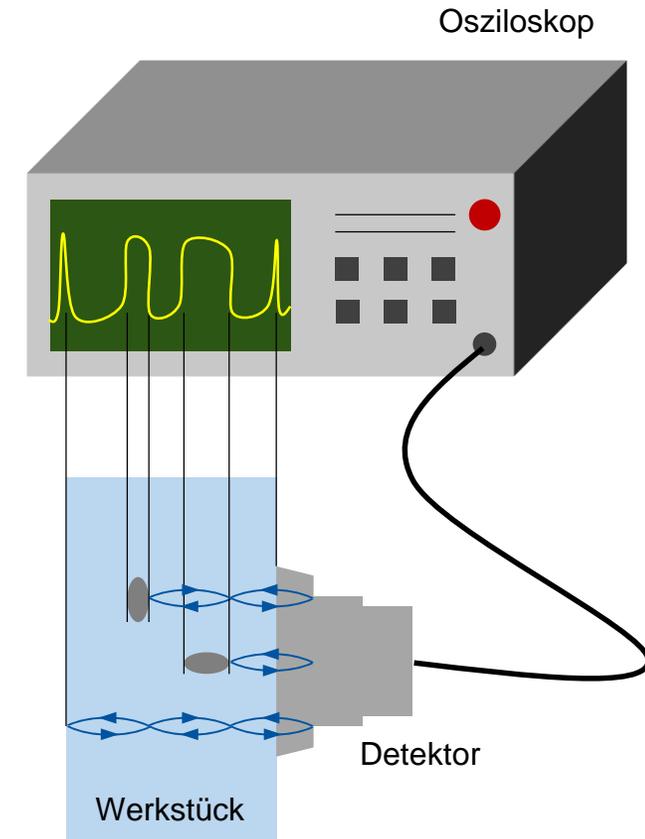
- Methode zur Detektion und Lokalisierung von Oberflächendefekten
- Methodik:
 - Werkstück wird mit fluoreszente Eindringmittel benetzt
 - Eindringmittel sickert in Oberflächendefekte ein
 - Überschüssiges Eindringmittel wird entfernt
 - Entwickler wird an der Oberfläche appliziert
- Minimal detektierbare Defektgröße: $> 50 \mu\text{m}$



3 mm

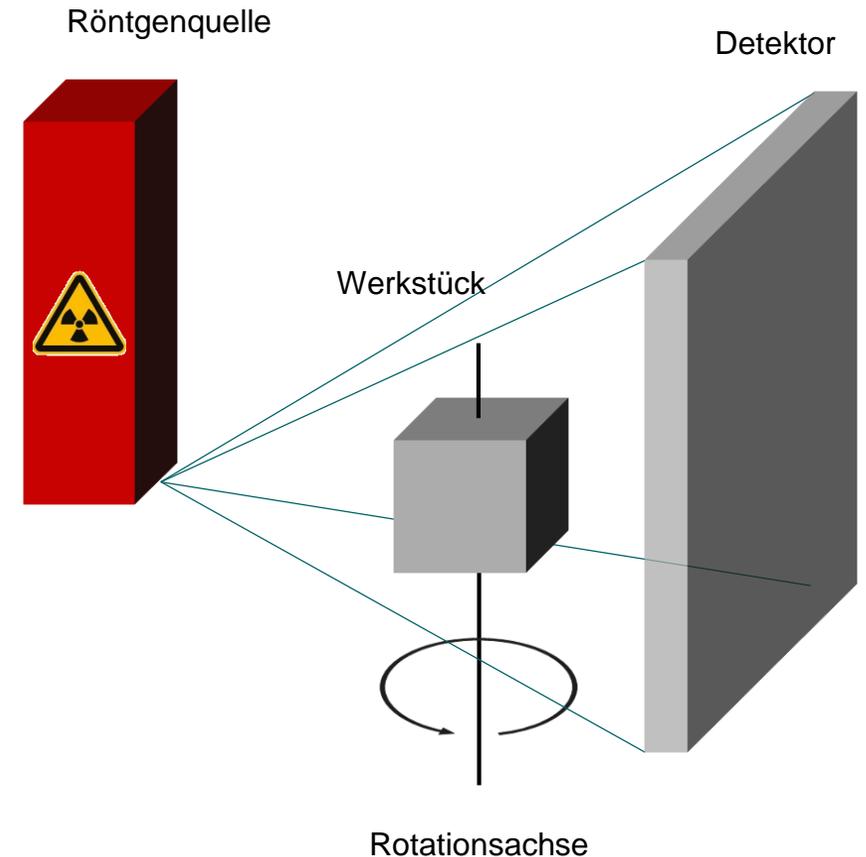
Ultraschallprüfung

- Methode zur Detektion und Lokalisierung von Defekten
- Methodik:
 - Hochfrequente Schallwelle wird in den Werkstoff gegeben
 - Reflektierte Schallwellen werden zur Identifikation und Lokalisierung von Defekten analysiert
- Minimal detektierbare Defektgröße: $> 600 \mu\text{m}$



Computertomographie (CT)

- Methode zur Erstellung von 3D Darstellungen
- Methodik:
 - Aufnahme von Röntgenaufnahmen um eine Rotationsachse
 - Prinzip der Kernspinresonanz
 - Verwendung von Algorithmen zur Rekonstruktion der Geometrie
- Minimal detektierbare Defektgröße: $> 10 \mu\text{m}$



Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post Process)

Zusammenfassung

Farbeindringprüfung

Methodik:

Benetzung der Oberfläche mit Eindringmittel

- Detektion von Oberflächendefekten möglich +
- Kostengünstig

- Keine Detektion innenliegender Defekte möglich -
- Schwer zu standardisieren
- Zeitaufwändig (nicht Online)

Ultraschallprüfung

Methodik:

Erfassung von an Defekten reflektierten Schallwellen

- Detektion von tiefsitzenden Defekten möglich +
- Lokalisierung von Defekten

- Oberflächenbehandlung erforderlich -
- Vergleichsweise geringe Auflösung
- Nicht für Werkstücke mit lokal unebenen Oberflächen

Computertomographie

Methodik:

Röntgenaufnahmen von rotierendem Bauteil

- Detektion von tiefsitzenden Defekten möglich +
- Lokalisierung von Defekten

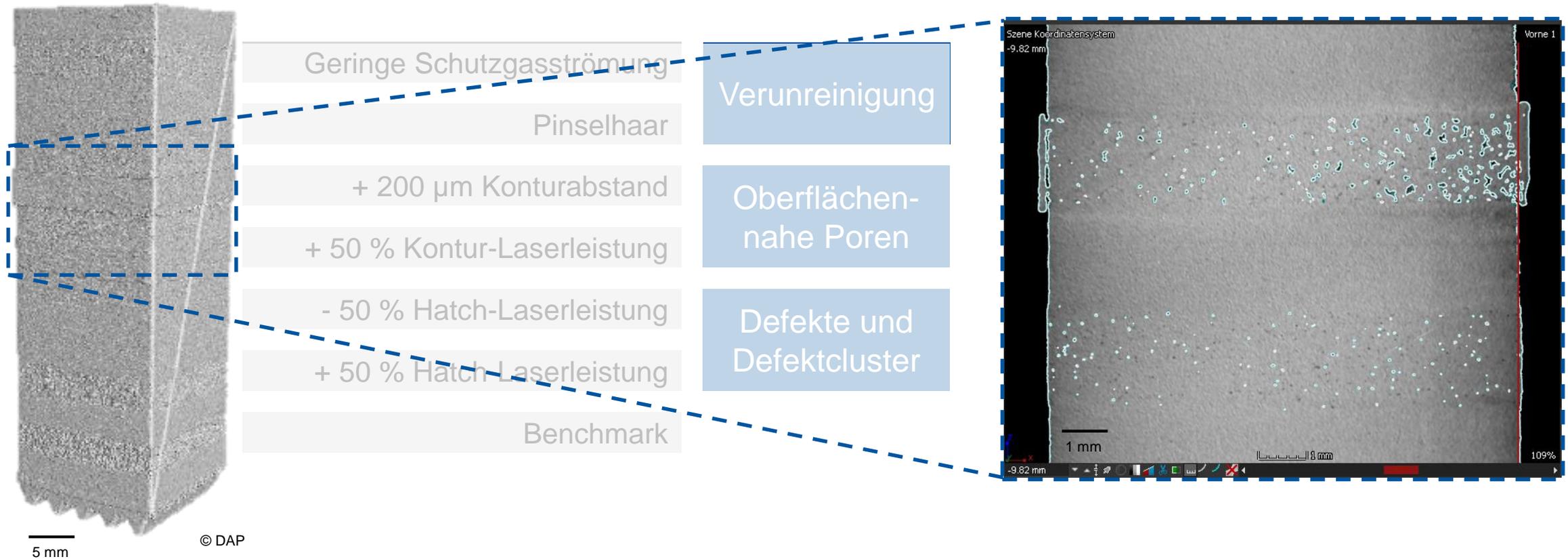
- Zeitaufwändig -
- Größenlimitationen
- Auflösungslimitation

Agenda

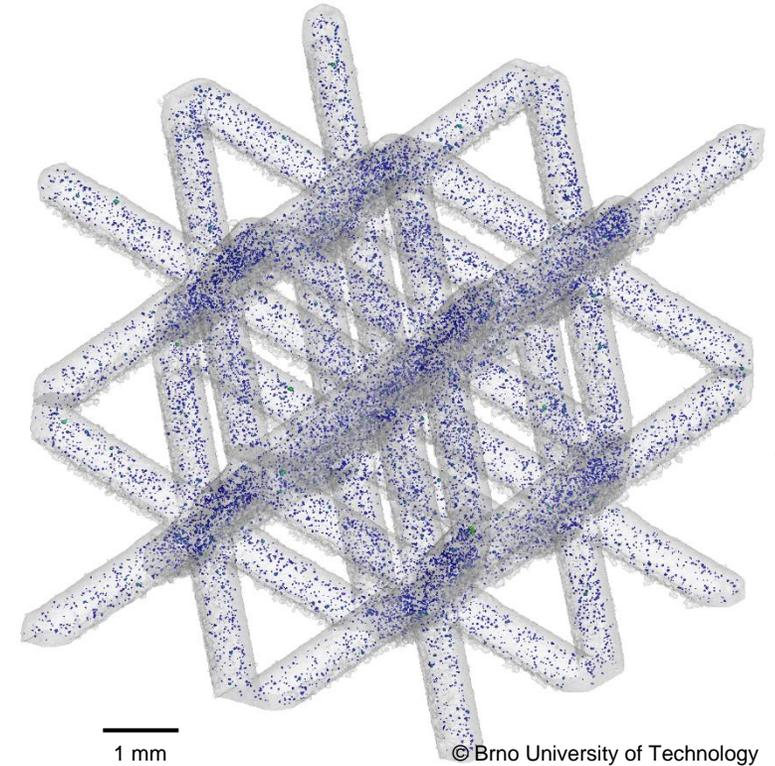
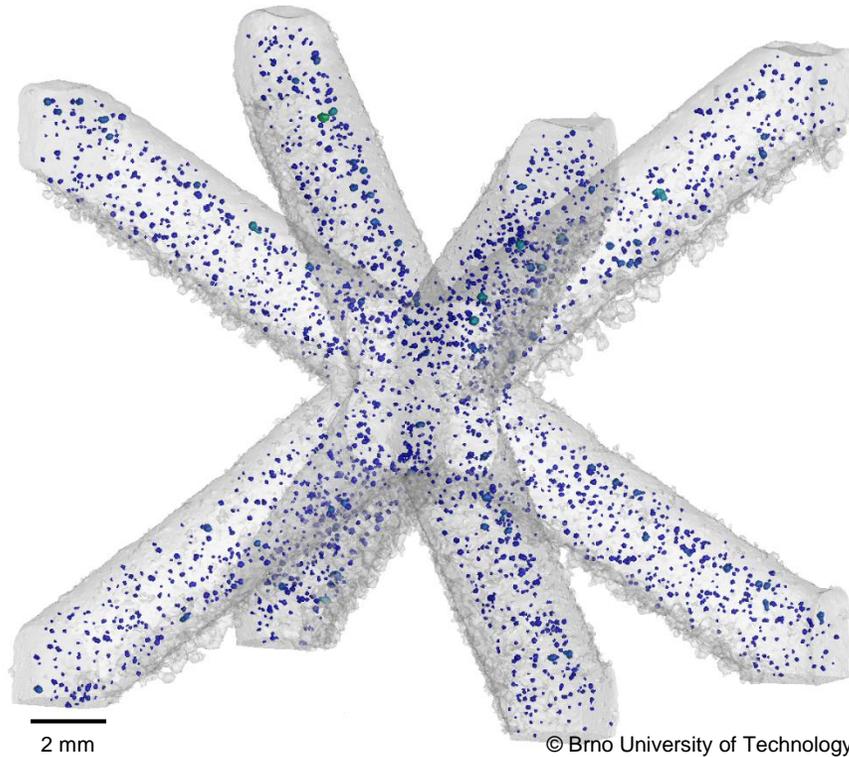
- 1 Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung**
- 2 Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)**
- 3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)**
- 4 Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren**
- 5 Zusammenfassung und Ausblick**

Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren

μ CT eines additiv gefertigten Würfels (In718)



μ CT periodischer Gitterstrukturen



μ CT periodischer Gitterstrukturen

- Poröse Struktur
- Material: Reineisen

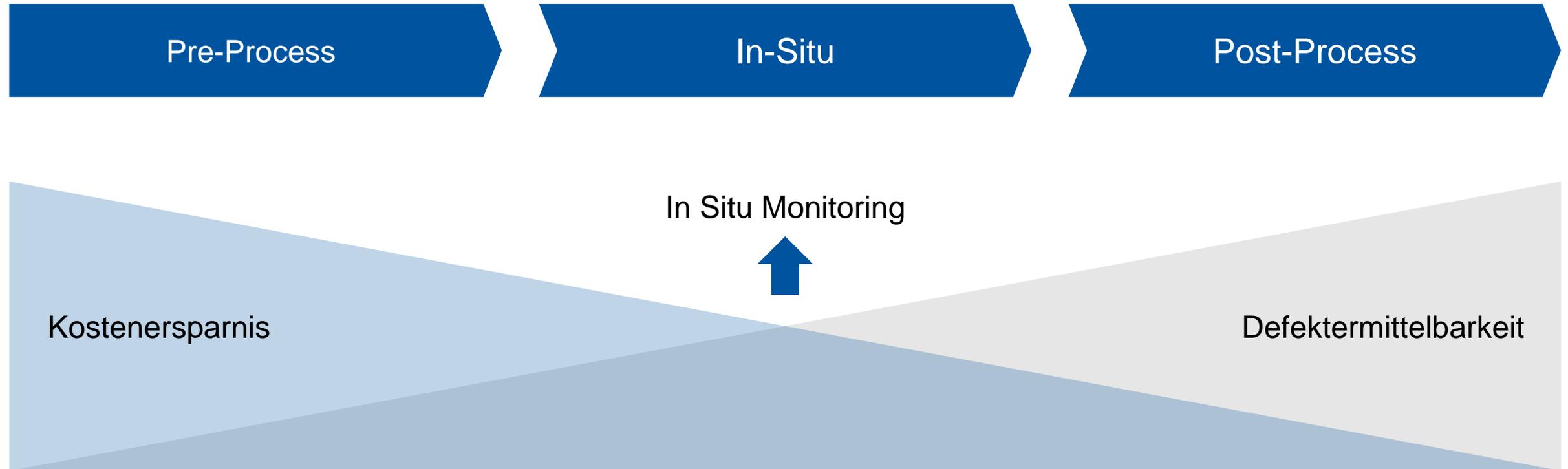


© Access

Agenda

- 1 Einführung in die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung**
- 2 Zerstörungsfreie Prüfung (In-Situ Process Monitoring)**
- 3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren (Post-Process)**
- 4 Exemplarische Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren**
- 5 Zusammenfassung und Ausblick**

Prüfung und Qualitätssicherung entlang der AM Wertschöpfungskette



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

M.Sc. Maximilian Voshage
RWTH Aachen University – Digital Additive Production
Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon: + 49 241 8906-8334
maximilian.voshage@dap.rwth-aachen.de