

## Workshop 2.2

Eine digitale QI für die moderne Produktion:

Datenbasierte Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung

Moderation:

Dr.-Ing. Kai Hilgenberg, BAM

Dr.-Ing. Martin Epperlein, BAM

# Agenda

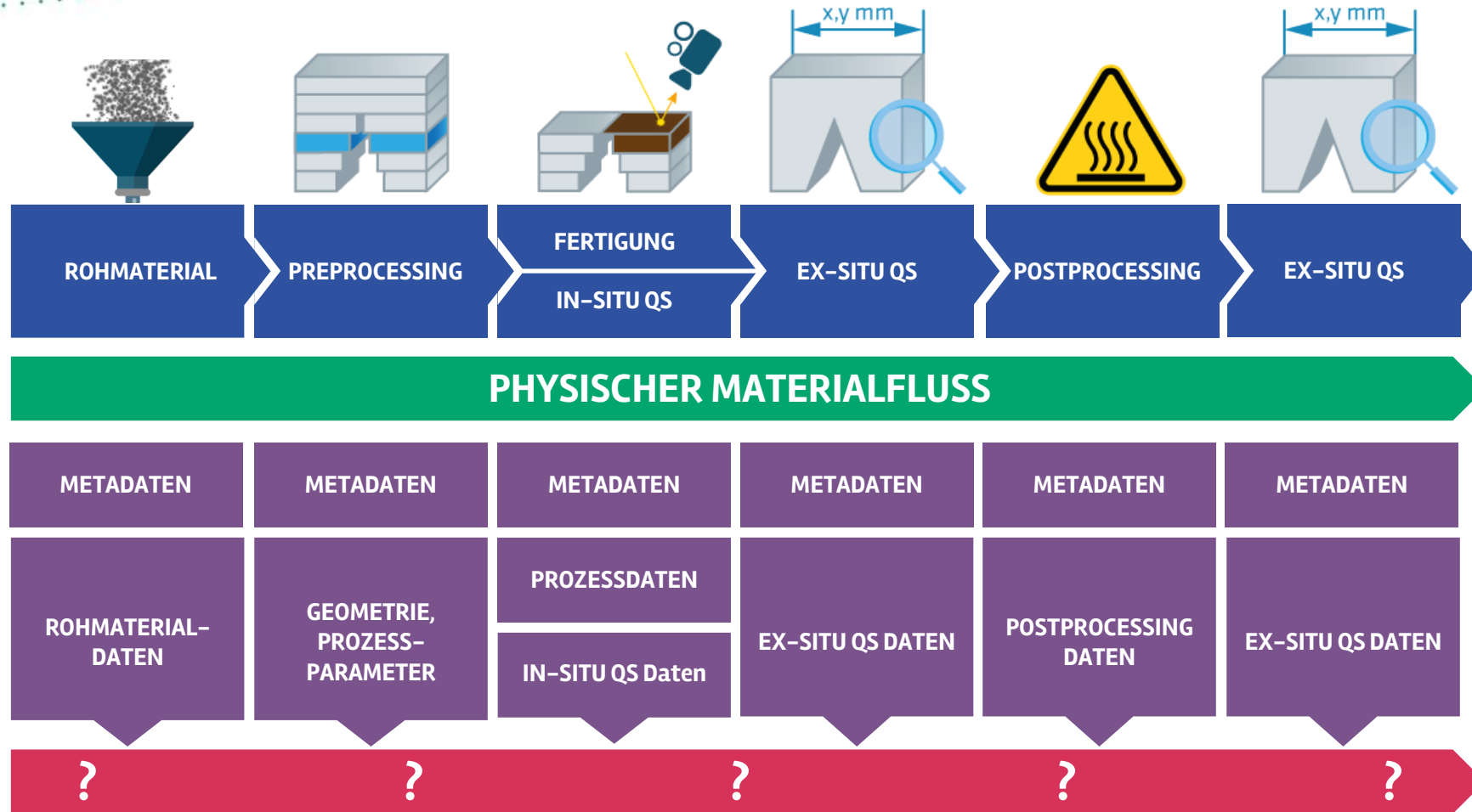
- Begrüßung/Vorstellung (Kai Hilgenberg, BAM)
- Pilotprojekt AM (Martin Epperlein, BAM)
- Datenbasierte Qualitätssicherung (Peter Lindecke, AMSight)
- Digitalisierung in der Zertifizierung (Gregor Reischle, AM Entrepreneur)
- Diskussion in Themengruppen



# ***Eine digitale QI für die moderne Produktion: Datenbasierte Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung***

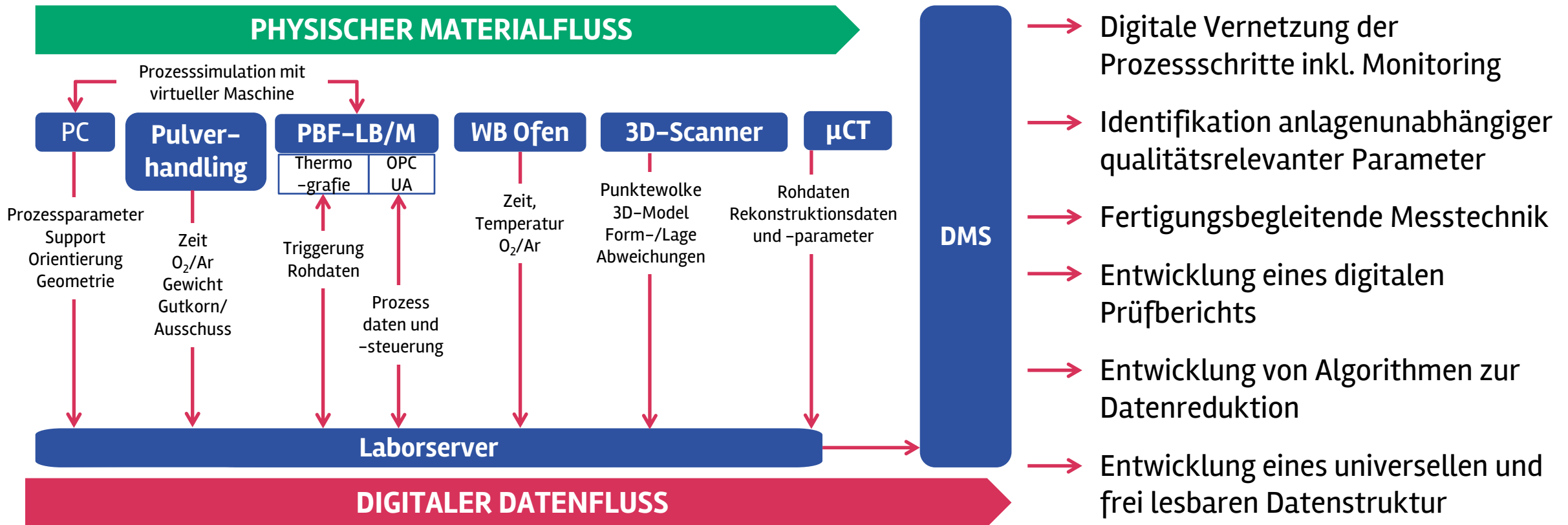
Dr.-Ing. Martin Epperlein  
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung  
Fachbereich 9.6 Additive Fertigung metallischer Komponenten

# HERAUSFORDERUNGEN EINER DIGITALISIERTEN PRODUKTION



# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG FORSCHUNGSBETRIEB

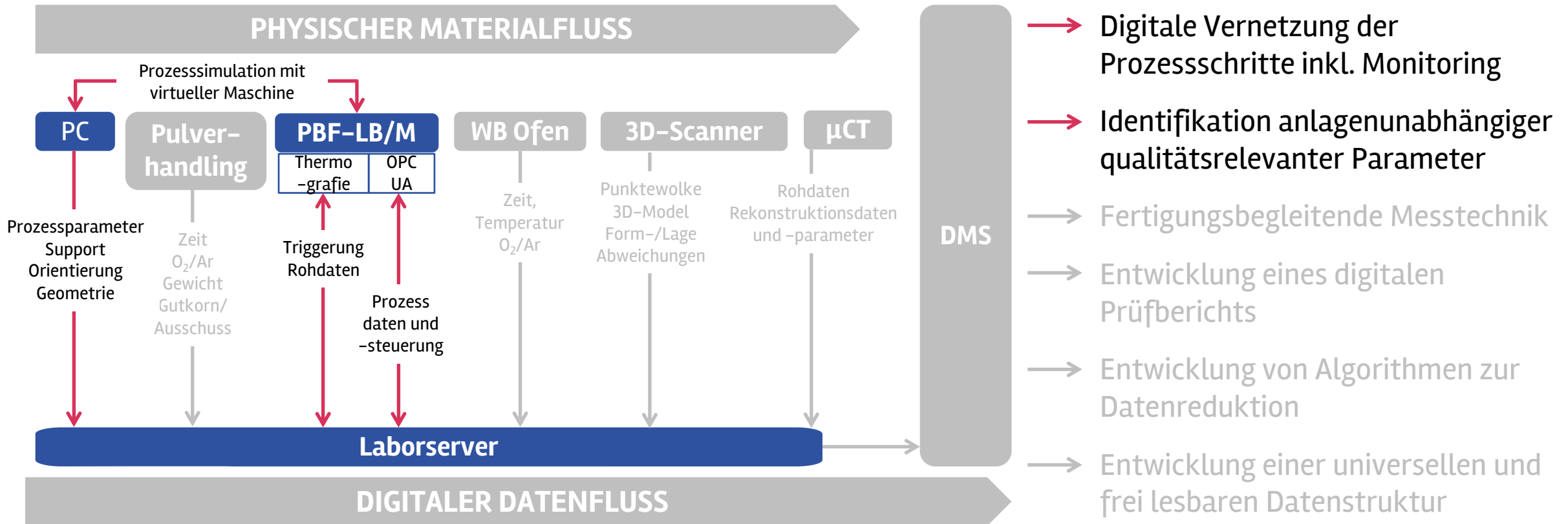
5



# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG

## DIGITALE VERNETZUNG

6

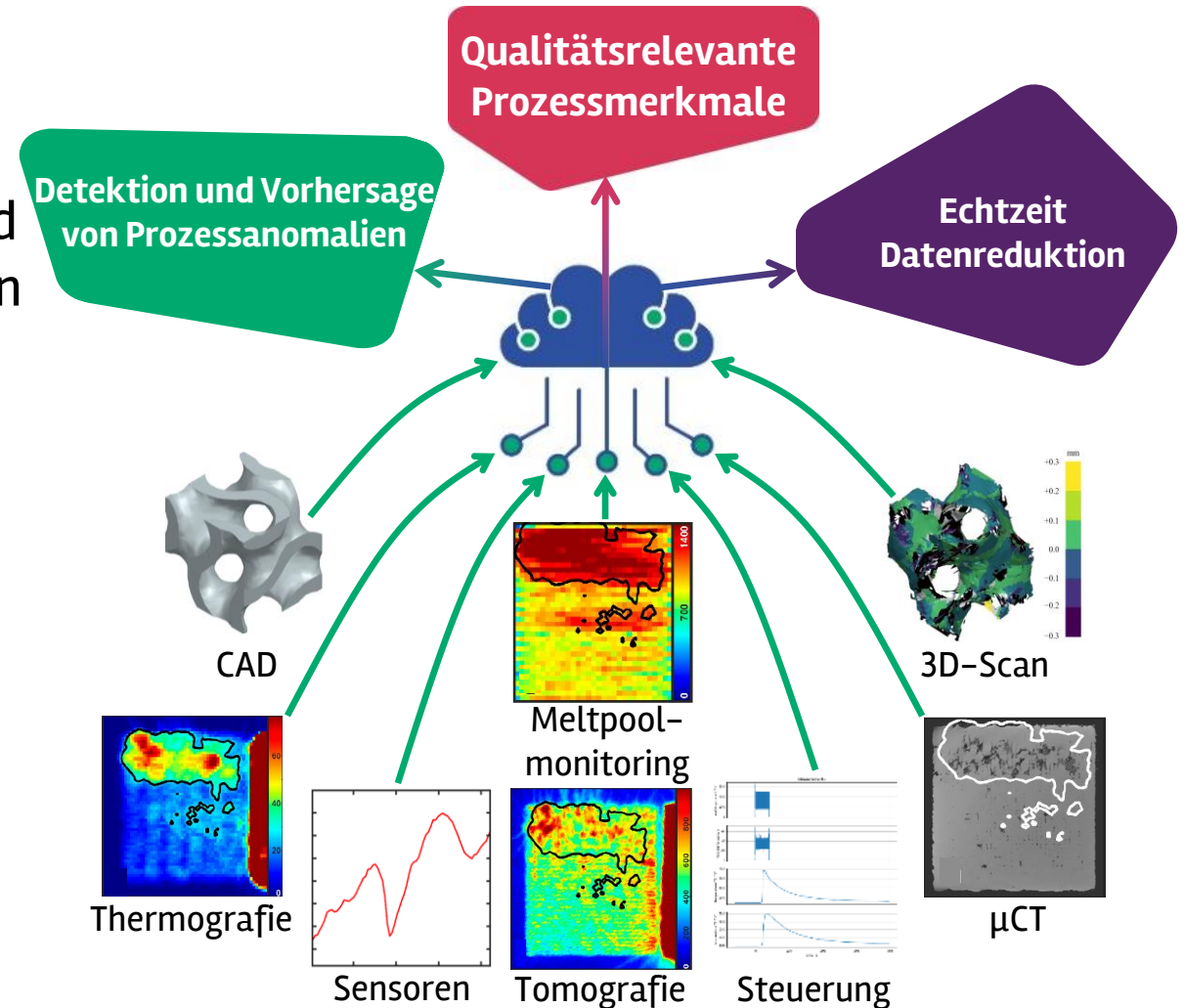


# ***Eine digitale QI für die moderne Produktion: Datenbasierte Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung***

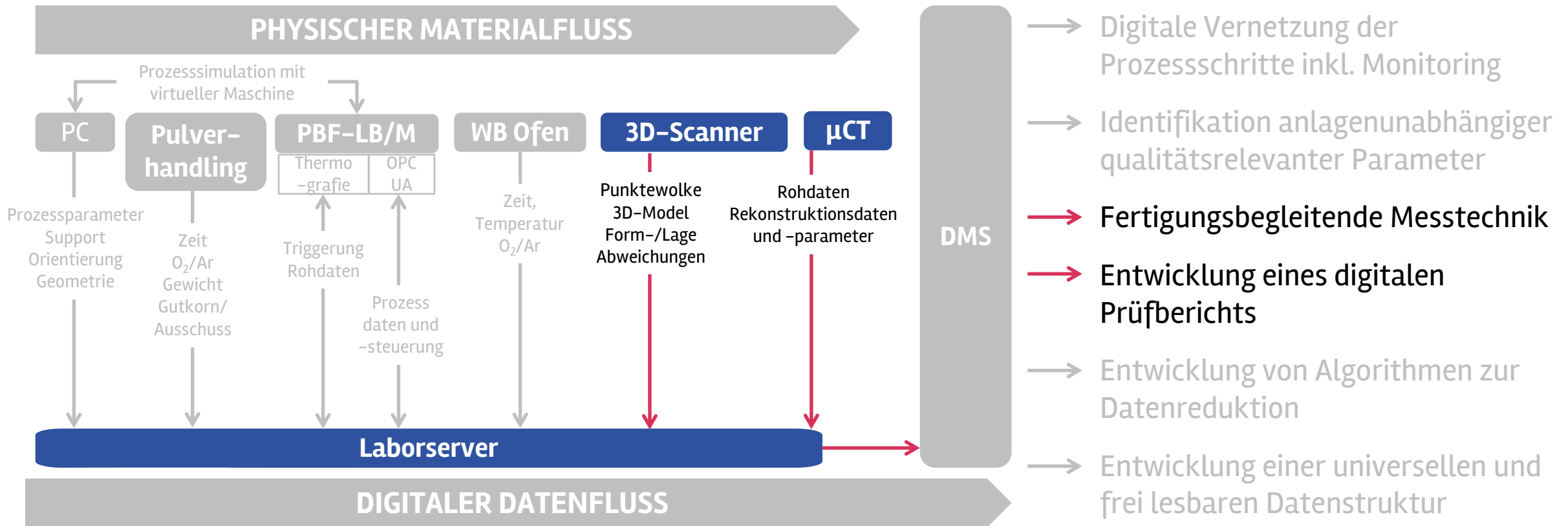
Dr.-Ing. Martin Epperlein  
Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung  
Fachbereich 9.6 Additive Fertigung metallischer Komponenten

# KORRELATION DER DATEN VON IN-SITU UND EX-SITU QS

- Detektion von internen Bauteildefekten anhand Thermografie, OT und weiteren Sensorsystemen
  - Entwicklung von Messsystemen
  - Modellierung (u.a. durch ML)
- Methoden zur Datenregistrierung
- Identifikation qualitätsrelevanter Prozessmerkmale
- Identifikation von Unsicherheits-faktoren (Messtechnik, KI/ML, etc.)









- **Fertigungsbegleitende Messtechnik**

Untersuchung geeigneter Messmethoden zur Qualitätssicherung von additiv gefertigten Bauteilen, speziell im Hinblick auf spezifische Anforderung von KMU (kostengünstige, fertigungsbegleitende Messtechnik)



- **Digitaler Prüfbericht mit Prozessdaten wird ergänzt um-**

Materialqualifizierung nach ISO/ASTM 52908

(inkl. Maßhaltigkeitsuntersuchungen, Rauheitsmessungen, Dichtemessungen, Härtemessungen, Zugversuche, Kerbschlagbiegeversuche)



# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG

## FERTIGUNGSBEGLEITENDE MESSTECHNIK

11



### Ausgangssituation / Problemstellung

- Additiv gefertigter Prüfkörper mit subtraktiver Nachbearbeitung
- Untersuchung geeigneter Messmethoden zur Qualitätssicherung

### Zielstellung

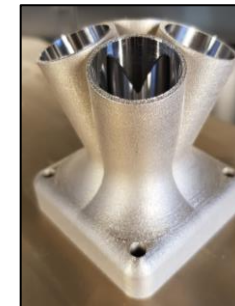
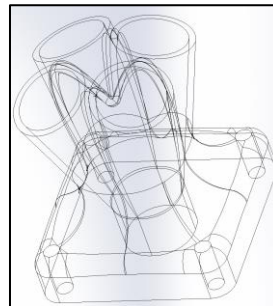
- Vergleichbare Angaben zur erreichbaren Güte von Messergebnissen an fertigungsbegleitenden Messgeräten sowie High-End-Messgeräten
- Angabe von Messunsicherheiten additiv gefertigter Komponenten

### Messprozesse

- Messschieber
- Lehren
- Werkstatt-KMG
- Messarm
- Computertomograph
- Koordinatenmessgerät

### Prüfkörper

Additiv gefertigter Krümmersammler, der konventionell nachbearbeitet wurde



# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG

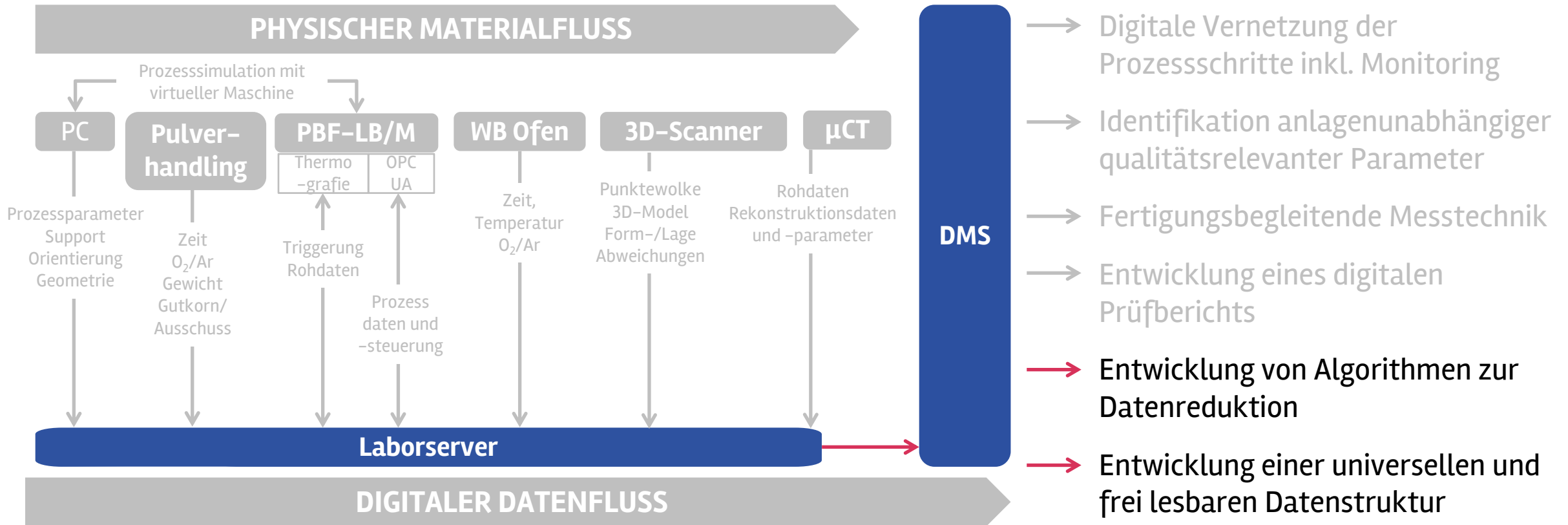
## FERTIGUNGSBEGLEITENDE MESSTECHNIK



	Investitionskosten / Betriebskosten	Zeit	Messunsicherheit	Messmöglichkeit
Messschieber	↑	↑	↓	→
Lehren	↑	↑	↓	→
Messarm	→	→	→	→
Werkstatt-KMG	→	→	→	→
Koordinatenmessgerät	↓	↓	↑	↑
Computertomograph	↓	→	↑	↑



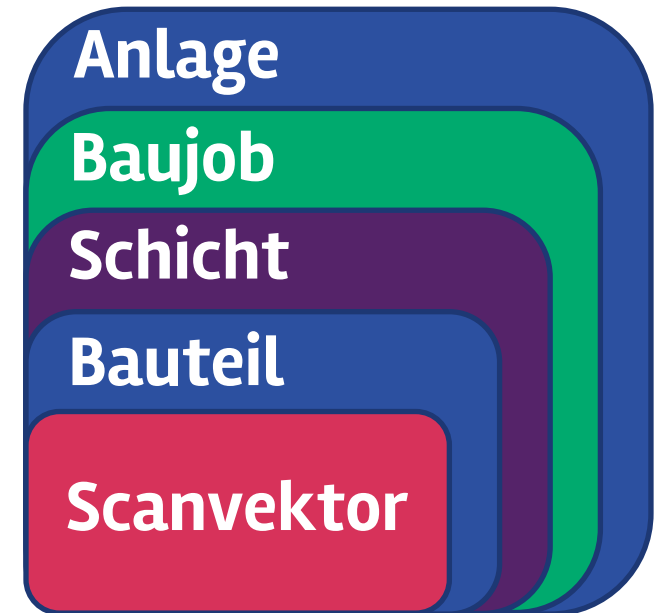
# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG FORSCHUNGSBETRIEB



# Entwicklung eines universellen Austauschformates für die Additive Fertigung

## Struktur:

- Metadaten
- Voxelbasierte Geometrie inkl. Baujobvorbereitung
- Schichtweise Prozessdaten inkl. In-Situ und Ex-Situ QS-Daten
- Nachbehandlung, bauteilspezifische Ex-Situ QS-Daten
- Ergebnissektion, Querverweise, QS relevante Daten



## Parameterquellen/Schnittstellen:

CAM Software

Build Processor

REST-API

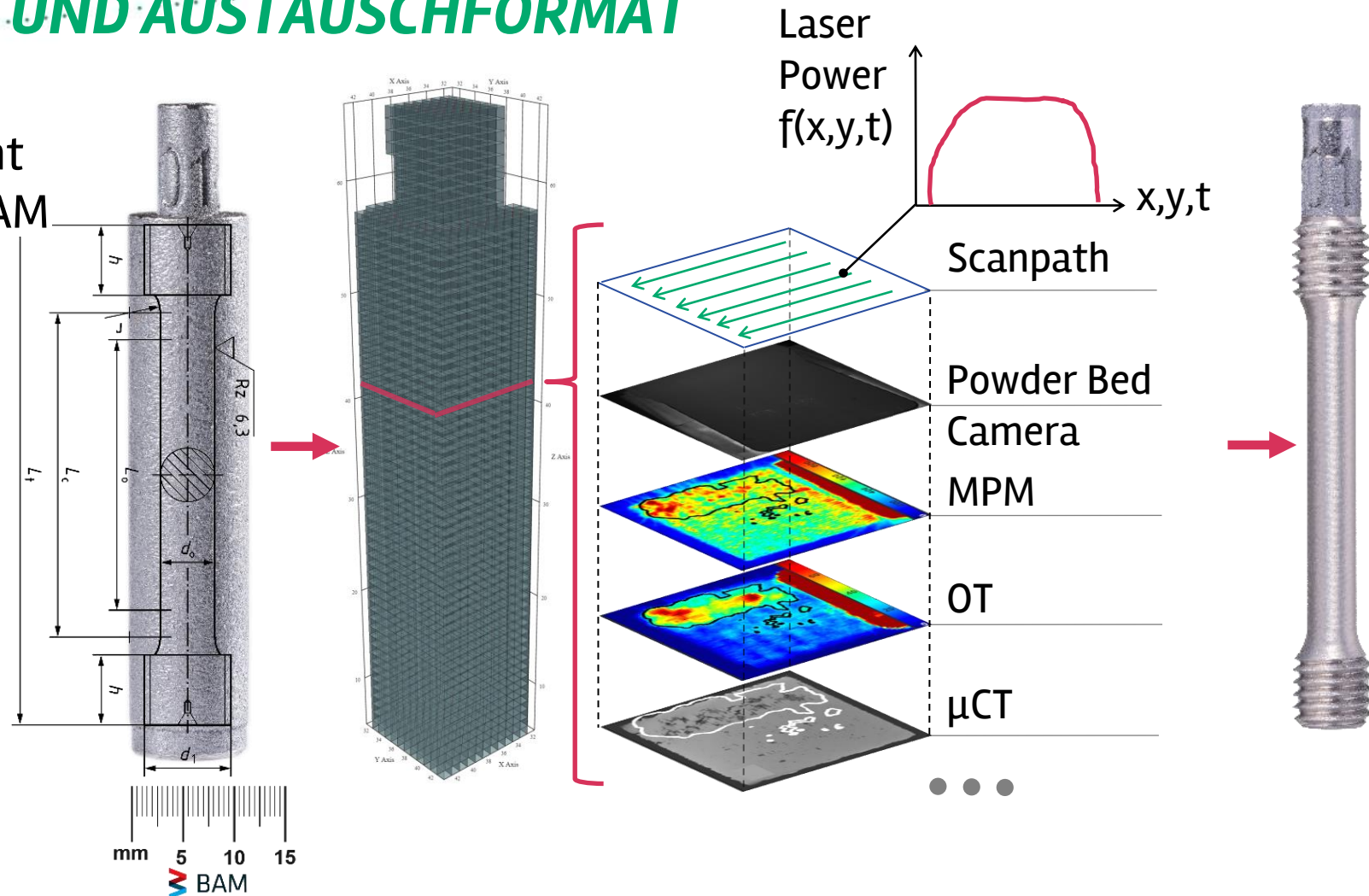
OPC UA



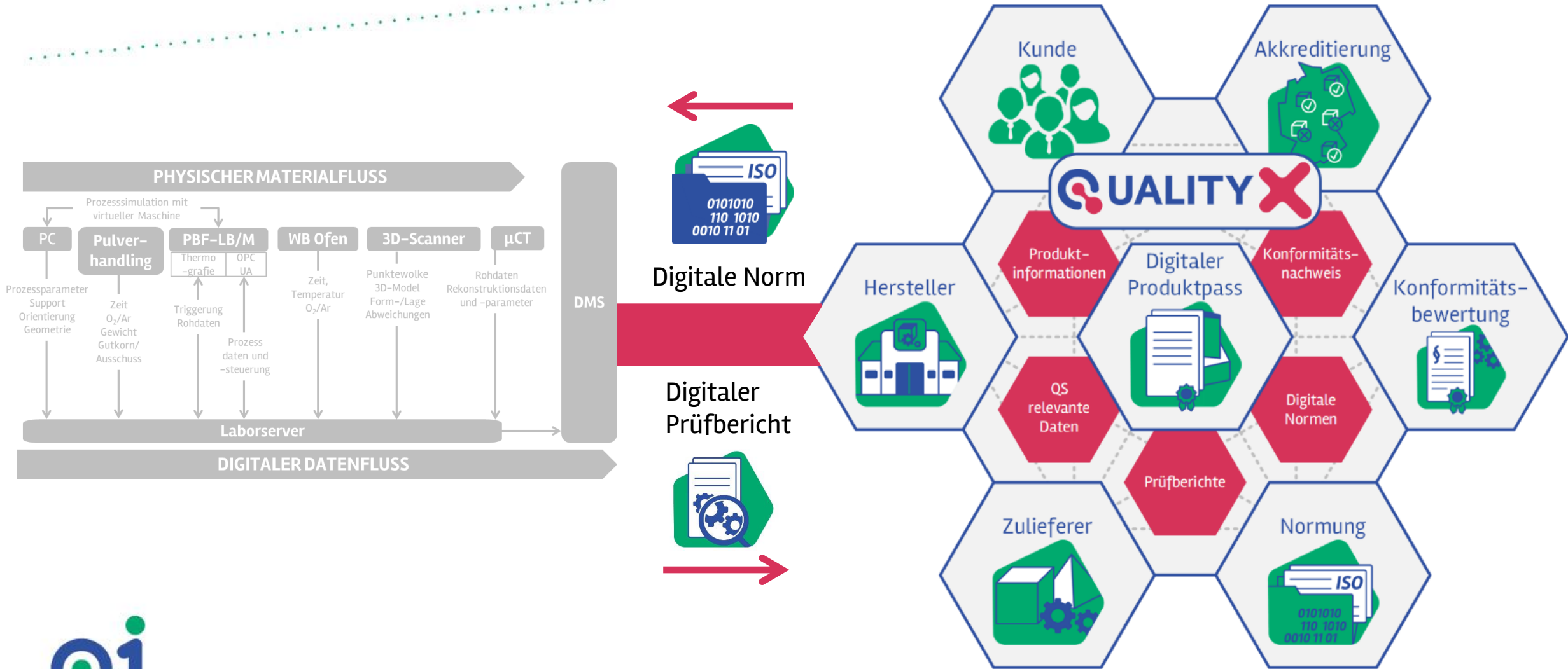
# QI-DIGITAL – REALLABOR FÜR DIE ADDITIVE FERTIGUNG

## DATENREDUKTION UND AUSTAUSCHFORMAT

- Einfaches Management der Prozessdaten für AM
- Einfacher Austausch zw. Stakeholdern
- Qualitätsrelevante Prozessdaten bauteilindividuell bereitstellen
- Basierend auf Voxelmodell



# VISION EINER DIGITALEN QI FÜR DIE MODERNE FERTIGUNG





## FAZIT – WAS WURDE BISHER ERREICHT?

- Reallabor AM aufgebaut, mit dig. Vernetzung, dig. Prozesskette mit Monitoring
- Aufbau Datenpipeline (ETL) mit Datenablage
- ML Methoden zur Echtzeit-Prozessanalyse, Datenregistrierung
- Vernetzung mit Verbänden, Normung
- Gründung Expertenkreis AM, Erarbeiten eines Normvorschlags



## **FAZIT – WAS IST FÜR 2024 GEPLANT?**

- Auditierung des Reallabors nach ISO/ASTM 52920
- Digitalisierungspotenziale in der Zertifizierung ableiten
- Integration genormter Prozessanforderungen in maschinenlesbarer Form
- Parameterstudien zur Identifikation QS-relevanter Prozessinformationen
- Anbindung des Reallabors an Quality-X und Demonstration einer digitalen QS für AM



## **FAZIT – WIE KANN ES NACH 2024 WEITERGEHEN?**

- Transfer und Erprobung der entwickelten Methoden/Tools
- Weiterentwicklung u. Transfer der dig. Assets (z.B. D-CoC/AM)
- Einbindung weiterer Stakeholder
- Anwendung auf weitere Fertigungsverfahren



***SPRECHEN SIE UNS AN!***



[martin.epperlein@bam.de](mailto:martin.epperlein@bam.de)

***<https://app.conceptboard.com/board/bgr5-x9ue-5muu-e7p8-6pZR>***