

Rationell

Die Skalierung von Prototypen zur Produktion in der **additiven Fertigung** hat insbesondere im Bereich sicherheitsrelevanter Komponenten bisher noch nicht stattgefunden, weil die Auswirkung von Materialeigenschaften und Defekterscheinungen auf die Lebensdauer additiv gefertigter Komponenten erst unzureichend verstanden ist.

Für die BAM Leitlinie „Sicherheit in Technik und Chemie“ ist höchst relevant, dass die **Mikrostrukturalterung** und die inneren **Spannungen** bei mechanischen Belastungen, Temperaturänderungen, geänderten Umgebungsbedingungen etc. systematisch untersucht werden, um die Zuverlässigkeit additiv gefertigter Komponenten hinsichtlich ihre Schädigungsmechanismen und ihres Bruchverhaltens vorherzusagen.

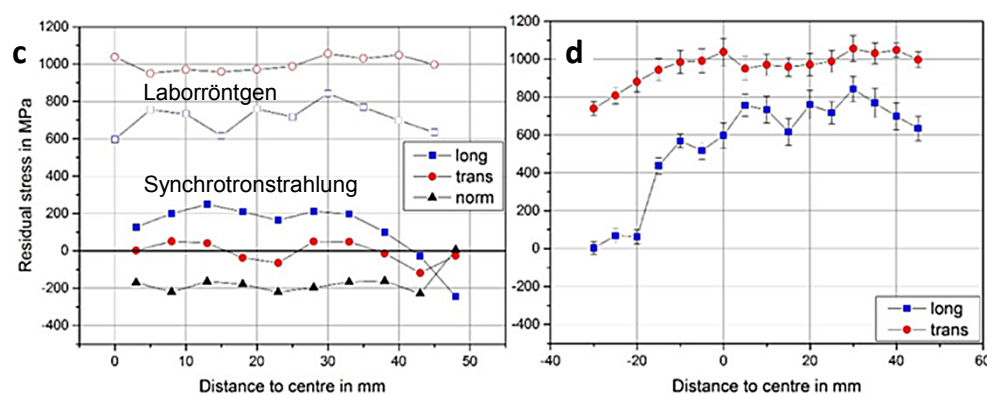
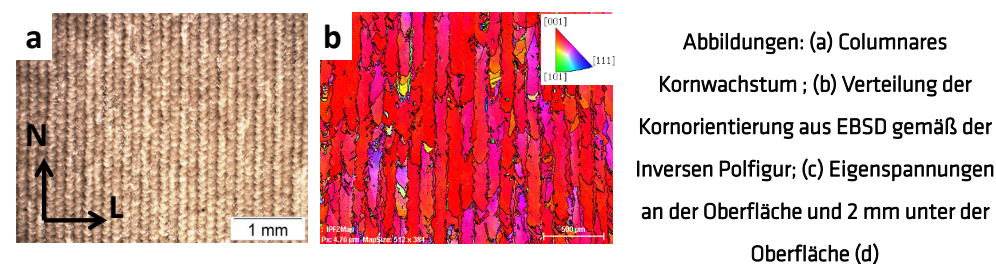
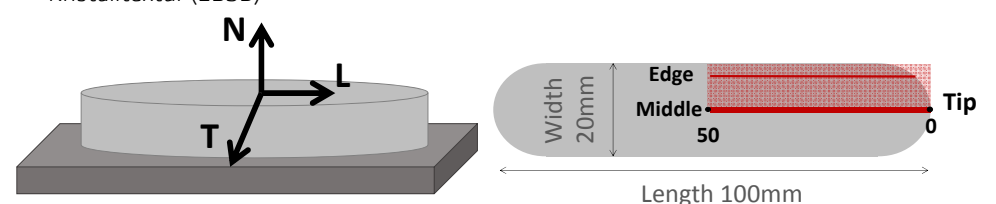
Das Ziel dieses Projektes ist es, die Materialeigenschaften (u. a. statische und dynamische mechanische Kennwerte, Eigenspannungen, 3D Mikrostruktur- inkl. Kristalltextur) von additiv und konventionell gefertigten Proben über die volle Lebensdauer systematisch zu untersuchen.

Im Fokus der Untersuchungen stehen der austenitische Stahl AISI 316L sowie die Ni-Basis-Legierung IN718. Für die Probenfertigung kommen die Verfahren Selective Laser Melting (SLM), Laser Metal Deposition (LMD) und Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) zum Einsatz.

Vorarbeiten - I

IN718 (SIEMENS AG, Power and Gas, Berlin)

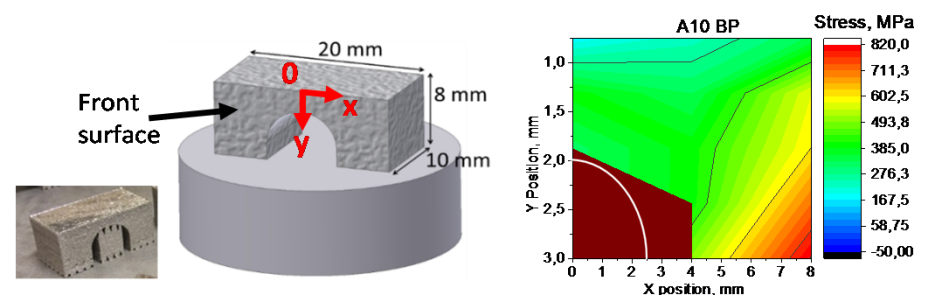
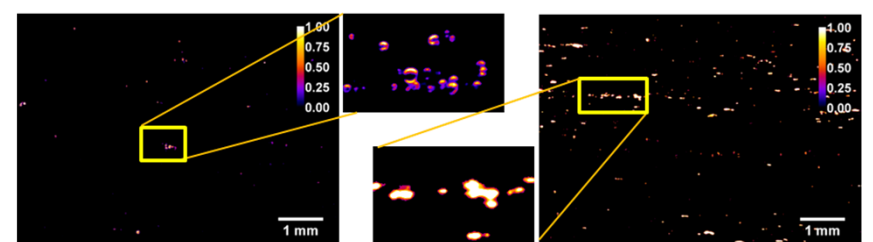
- Neutronenbeugung (BER II (HZB)).
- Mikrostruktur (REM, OM)
- Kristalltextur (EBSD)



Vorarbeiten - II

Ti6Al4V (DLR, Köln)

- Synchrotronbeugung (BESSY II, Berlin)
- Computertomographie
- Röntgenrefraktion



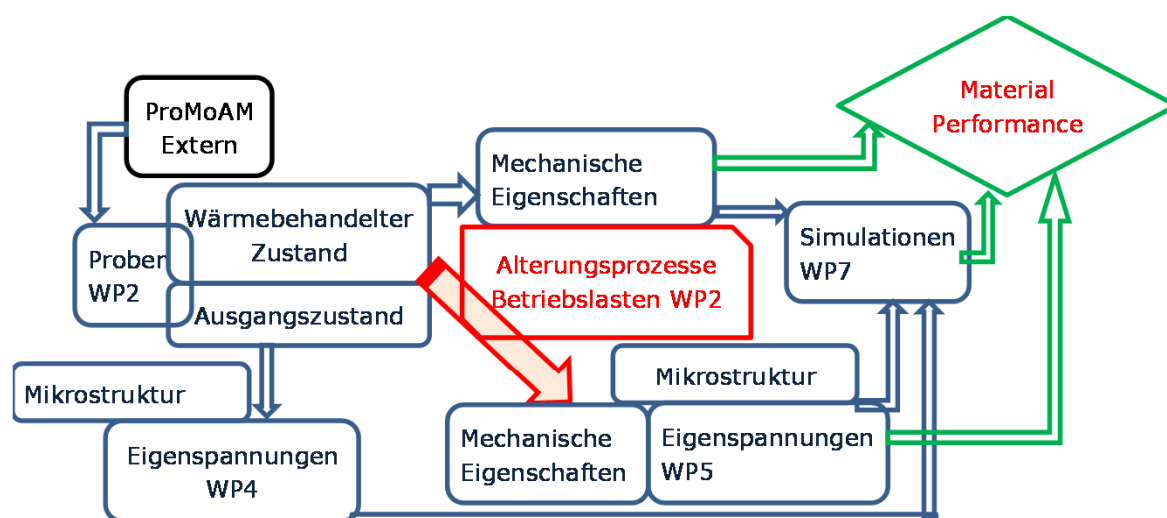
Abbildungen: (oben von links nach rechts) Fehlstellen zwischen Depositionsschichten: leere Poren und gefüllte Hohlräume; (unten) Eigenspannungsmapping an der Seitenfläche

Fazit

- Kompetenzen in der BAM vorhanden: Mikrostruktur- und Spannungsanalyse
- Zugang zu Großgeräten und in-house Ausstattung
- Aktive Kooperationen mit 'Key Players' in Deutschland und Europa

Projektkonzept

Das Projekt ist in 8 Arbeitspakete untergliedert, die die Charakterisierung der Mikrostruktur und der inneren Spannungen (ohne und mit externen Lasten) vor, während und nach Beanspruchung (Last und Temperatur) sichern. Simulationen werden eingesetzt, um die Ergebnisse zu rationalisieren und um Vorhersagen über die Wachstumskinetik sowie die Spannungsverteilung zu liefern. Das Projekt arbeitet in enger Kooperation mit externen Partnern (Siemens, DLR) und mit dem internen Projekt ProMoAM.



Projektablauf

- Definition und Herstellung der Probekörper, Vorselektion (mit ProMoAM): **WP 1 und 2**
- Systematische Untersuchung des Ausgangszustandes: Mikrostruktur, Defekte, Eigenspannungen, mechanische Eigenschaften: **WP3**.
- Wärmebehandlung und erneut Charakterisierung: **WP4**.
- Beanspruchung unter unterschiedlichen Szenarien (Schwingbelastung, thermomechanisch, Langzeit und statische Belastung); erneute Mikrostruktur- und Eigenspannungsanalyse, sowie mechanische Eigenschaften: **WP5 und 6**
- Simulationen auf der Kontinuums- (Finite Elemente sowie Lebensdauermodelle): **WP7**
- Dokumentation und Vorhersagen: Lebensdauer, Konstitutivgleichungen: **WP8**

Erwartete Ergebnisse

- ✓ Tiefgehendes Verständnis der Mikrostrukturentwicklung von AM Materialien unter verschiedensten Lastbedingungen
- ✓ Etablierung der Rolle der BAM in der industriellen AM Landschaft als Garant für die Sicherheit der Materialien
- ✓ Sichtbarer wissenschaftlicher Beitrag in der Community durch die Kombination verschiedener Charakterisierungstechniken und Simulation

Kontakt: giovanni.bruno@bam.de