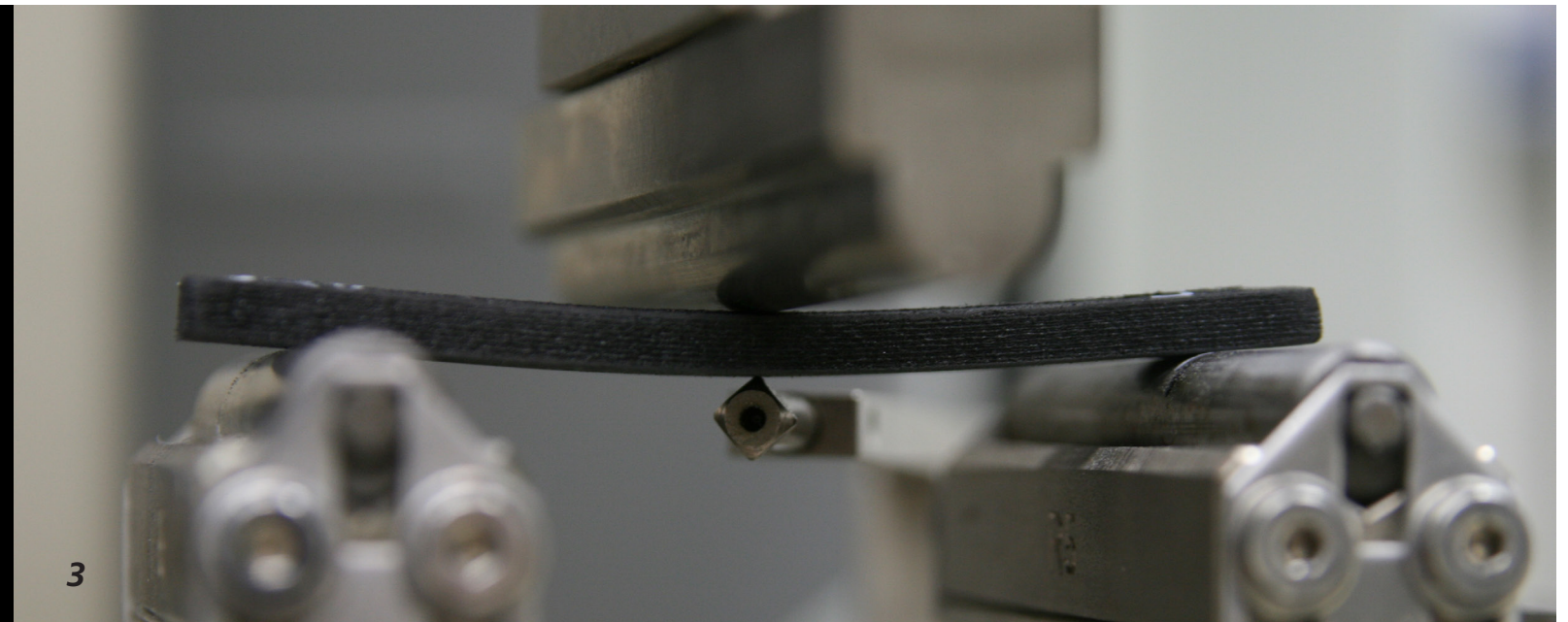
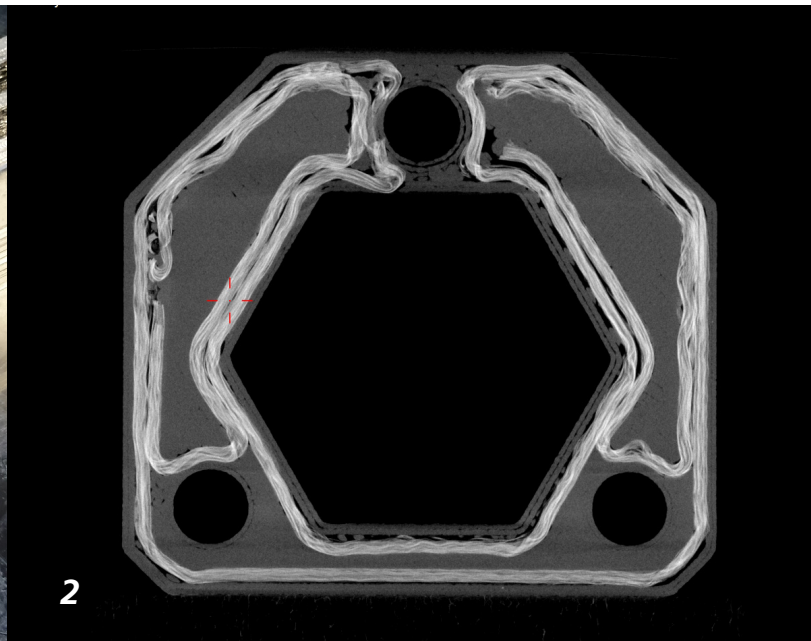
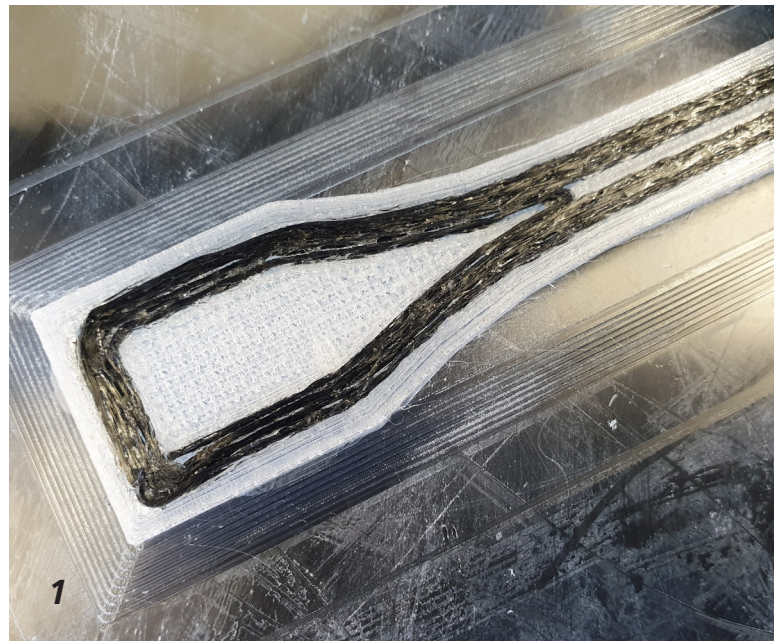

Qualitätssicherung
in der additiven Fertigung



Kompetenzzentrum Qualitätssicherung in der additiven Fertigung

Die additive Fertigung von Bauteilen und Strukturen bietet gegenüber konventionellen Bearbeitungsverfahren zahlreiche Vorteile.

Neue additive Fertigungstechnologien erlauben es heutzutage, beinahe alle Materialien zu verarbeiten. Die Anwendungen des 3D-Drucks wandeln sich von der Herstellung kleiner Designobjekte hin zur industriellen Fertigung von funktionalen Bauteilen. Mit der zunehmenden Komplexität der Verfahren und Einflussparameter wächst aber auch die Notwendigkeit effizienter und effektiver Qualitätsbewertungsmethoden. Das Fraunhofer IMWS forscht in seinem Kompetenzzentrum für Qualitätssicherung in der additiven Fertigung intensiv an neuen Lösungen hierfür. Dabei stehen insbesondere industrielle Anwendungen der additiven Fertigung mit Kunststoffen im Fokus.

Im Kompetenzzentrum ergänzen moderne Anlagen der additiven Fertigung die umfangreiche technische Ausstattung des Fraunhofer IMWS im Bereich der Mikrostrukturdiagnostik und der Charakterisierung des ein- und prozessrelevanten mechanischen Verhaltens von Werkstoffen und Strukturen. Ziel aktueller Forschungsarbeiten ist die Erhöhung der Zuverlässigkeit von additiv gefertigten Strukturen für den industriellen Einsatz sowie die dafür notwendige Qualifizierung neuer Materialien und Technologien.

Anwendungsfelder

- Maschinenbau und Automatisierungstechnik
- Medizintechnik
- Fahrzeugbau

Aktuelle Forschungsthemen

- Aufklärung der komplexen Wechselwirkungen zwischen Werkstoff-Prozess-Eigenschafts-Korrelation für FFF/FLM/SLS und Granulat-Direktextrusionsverfahren
- Methoden zur Qualifikation von Prozessen, Werkstoffen und Bauteilen für den 3D-Druck
- Aufbau einer Werkstoff- und Prozessdatenbank für die additive Fertigung
- Optimierung von kunststoffbasierten 3D-Druckprozessen
- Materialentwicklung und -qualifizierung für den 3D-Druck (z.B. biobasierte Kunststoffe)
- 3D-Druck mit kurzfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen für verbesserte mechanische Eigenschaften
- Entwicklung von 3D-Druckverfahren für die Verarbeitung von endlosfaserverstärkten KunststoffenHybride Verarbeitungsverfahren durch Kombination von FFF sowie Granulat-Direktextrusion mit 3d-Mikro-Tapelegen

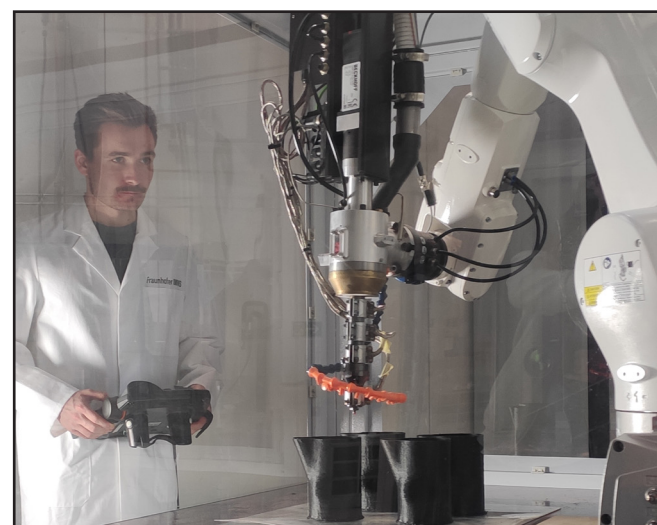


Abb.4: Yizumi SpaceA 6-Achs-Industrieroboter mit Granulat Extruder

Digitalisierung von Werkstoff- und Prozessmerkmalen

Die regelmäßige Erfassung von Werkstoff- und Prozessdaten sowie Qualitätsmerkmalen aus zerstörender und zerstörungsfreier Prüfung ermöglicht die Aufklärung von Korrelationen dieser Parameter. So lassen sich mechanische Eigenschaften der Bauteile voraussagen. Neben der numerischen Simulation nutzen wir weitere Methoden zur Verbesserung des Werkstoff- und Prozessverständnisses (z.B. Insitu-CT und digitale Volumenkorrelation).

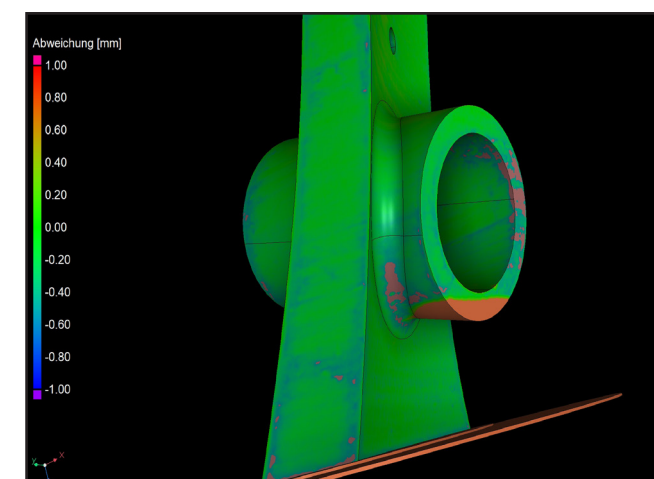


Abb 5: Röntgen-CT Soll-Ist Analyse eines FDM Greiferfingers

3D Druck mit faserverstärkten Kunststoffen

Funktionsbauteile müssen gegenüber reinen Prototypen vor allem gesteigerte mechanische Kennwerte aufweisen. Bei Kunststoffen wird dies durch das Einbringen von Verstärkungsfasern erreicht. Das Fraunhofer IMWS besitzt eine hohe Kompetenz bei der Material- und Prozessentwicklung von Composites mit Kurzfasern bis hin zu Endlosfasern mit höchster mechanischer Performance.

Verfahren und Ausstattung

Additive Fertigungstechnologien

- FDM Drucker (3ntr, flashforge, markforged, rencforce)
- Yizumi SpaceA 1100-500-S (6-Achs-Industrieroboter mit Granulat Extruder)
- SLM (Elego Mars)
- SLS (Trumpf) mit Atomizer
- Compounder und Extruder für die Herstellung von angepassten Filamenten und Granulaten
- UD-Tape-Anlage für endlosfaserverstärkte Filamente

Charakterisierung

- Strukturanalyse mit Elektronen- und Lichtmikroskopie (REM, TEM)
- 3D-Strukturanalyse mit Röntgen-Computertomographie (μCT, Insitu-Belastungsvorrichtungen)
- Zerstörungsfreie Prüfung mit Thermographie und Ultraschall
- Mechanische Charakterisierung (Ermittlung von Kennwerten bei statischen und Ermüdungslasten, Bauteilversuche)
- Klimaauslagerung, Trocknung, Konditionierung
- physikalische Eigenschaften (z.B. Leitfähigkeit elektrisch/thermisch)
- Verarbeitungseigenschaften (DSC, TGA, STA, DMA, Rheologie)
- Geometrieerfassung und Soll-Ist-Vergleich mit optischen Systemen und Röntgen-CT
- Oberflächengüte und Rauheit (AFM, Profilometer)

CAE-Systeme

- CAD Systeme (Autodesk Inventor, CATIA V5)
- Slicer (Simplify3D, Cura, KISSlicer, Flashprint, SSI Slicer, Markforged Eiger)
- Finite-Elemente-Simulation: ANSYS, ABAQUS
- Werkstoff- und Prozessparameter Datenbank DigiLab
- Digitale Volumenkorrelation (DVC)



Titelbild: Additive Fertigung im Direktextrusionsverfahren mit 6-Achs-Industrieroboter (Yizumi Space A)

Abb. 1: Endlosfaserverstärkter Zugprüfkörper während des Druckprozesses.

Abb. 2: Röntgen-CT-Aufnahme eines endlosfaserverstärkten 3D-gedruckten Bauteils.

Abb. 3: Drei-Punkt-Biegeprüfung eines gedruckten Prüfkörpers.

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle
www.imws.fraunhofer.de

Dr. Ralf Schlimper
Geschäftsfeld Polymeranwendungen
ralf.schlimper@imws.fraunhofer.de
Telefon +49 345 5589-263

Andreas Krombholz
Geschäftsfeld Polymeranwendungen
andreas.krombholz@imws.fraunhofer.de
Telefon +49 345 5589-153

