

Aufgabenbeschreibung der Bachelorarbeit

Name: Niklas Thieme
Mat.-Nr.: 210015
Anschrift: Alfred-Nobel-Str. 3
44149 Dortmund

Thema: Entwicklung einer Methodik zur optischen Spannkraftdeformationsanalyse von additiv gefertigten Bauteilen

Betreuer Prof. Dr.-Ing. Petra Wiederkehr
Jan Liß, M.Sc.

Problemstellung und Lösungsansatz

Die additive Fertigung gewinnt in der Industrie zunehmend an Bedeutung, da sie im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren einen höheren Grad an Gestaltungsfreiheit bietet. Je nach eingesetztem Verfahren, ermöglicht der schichtweise Materialauftrag eine endkonturnahe Herstellung komplexer Bauteilgeometrien wie belastungsoptimierter Leichtbaustrukturen [SMB+17]. Allerdings sind die Oberflächenqualität und die Maßhaltigkeit additiv gefertigter Werkstücke limitiert, so dass eine Nachbearbeitung beispielsweise durch eine sich anschließende Fräsbearbeitung notwendig sein kann [KSV+22].

Für den Nachbearbeitungsschritt muss das Bauteil in seiner Position und Lage im Bauraum der Werkzeugmaschine fixiert werden. Die hierzu aufzubringenden Spannkräfte können die filigranen Bauteile elastisch –in Extremfällen auch plastisch– verformen, sodass eine maßhaltige spangebende Nachbearbeitung verhindert wird [BAB20]. Um den Spannprozess und dessen Auswirkungen auf das Bauteil hinsichtlich der erzielbaren geometrischen Genauigkeit optimieren zu können, ist eine Quantifizierung der spannkraftinduzierten Deformation notwendig.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll deshalb eine Methodik zur optischen Spannkraftdeformationsanalyse entwickelt werden. Auf Basis von geometrischen Ist-Daten eines additiv gefertigten Bauteils die mit Hilfe eines Laserscanners (Micro-Epsilon, LLT3000-25/BL [MEM20]) aufgezeichnet werden (vgl. siehe [PLW23]), ist eine Berechnung der spannkraftinduzierten Verzerrung des Bauteils zu realisieren, indem die Daten eines entspannten und gespannten Bauteils automatisiert miteinander verglichen werden sollen.

Da der Messbereich des einzusetzenden Lasers bei größeren Bauteilen einen limitierenden Faktor darstellt, ist anfänglich eine geeignete Aufbereitung der Messdaten notwendig. Um eine vollflächigen Darstellung der Oberfläche/Kontur des zu digitalisierenden Objekts zu erhalten, ist deshalb eine Stitching-Methodik zu implementiert, die einzelnen Digitalisierungen ohne Informationsverlust zusammenfügt (vgl. siehe [Quelle]). Das Benchmarking soll hierzu an einem additiv gefertigten Demonstratorbauteil aus Edelstahl durchgeführt werden. Final soll die entwickelte Methodik an unterschiedlichen Bauteilgeometrien validiert werden. Denkbar ist an dieser Stelle auch eine Funktionsprüfung der Methodik anhand eines Vergleichs von Bauteilen aus

unterschiedlicher Herstellungsverfahren (respektive Werkstoffe) wie dem Laser Powder Bed Fusion (Metall, Edelstahl) und dem Fused Deposition Modeling (Kunststoff, PLA).

Literaturrecherche

- [SMB+17] Schmidt M, Merklein M, Bourell D, Dimitrov D, Hausotte T, Wegener K, Overmeyer L, Vollersten F, Levy G N. Laser based additive manufacturing in industry and academia. CIRP Annals 2017; 66 (2), p. 561–583.
- [KSV+22] Kumar G R, Sathishkumar M, Vignesh M, Manikandan M, Rajyalakshmi G, Ramanujam R, Arivazhagan N. Metal additive manufacturing of commercial aerospace components – A comprehensive review. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering 2022; p. 1–14.
- [BAB20] Benoist V, Arnaud L, Baili M. A new method of design for additive manufacturing including machining constraints. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2020; 111 (1–2), p. 25–36.
- [MEM20] MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH and Co. KG. Datenblatt scanCONTROL // 2D/3D Laser-Profil-Sensoren, 2020. Onlinezugriff: <https://www.micro-epsilon.de/fileadmin/download/products/cat--scanCONTROL--de.pdf>
- [PLW23] N. Potthoff, J. Liß und P. Wiederkehr. Experimental setup for in-process measurements and analysis of wear-dependent surface topographies. Journal of manufacturing science and engineering 145 (2023) 10

In Absprache mit den Betreuern sind folgende Aufgabenteile zu bearbeiten:

- Literaturrecherche (Zeitangabe)
- Digitalisierung des Bauteils, Datenverarbeitung/-aufbereitung
- Entwicklung der Stitching-Methodik und Benchmarking an Demonstratorbauteil
- Entwicklung der automatisierten Deformationserkennung
- Validierung der Methodik an unterschiedlichen Bauteilgeometrien
- Dokumentation, Analyse und Diskussion der Ergebnisse

Dortmund, 19.02.2024

Studierender

Betreuer

Arbeitsauftrag bis zum nächsten Termin (26.02.):

1. Kommentare in der Aufgabenstellung bearbeiten
2. Zeitplan als Tabelle formatieren (in Anlehnung an den Punkt „Zu bearbeitende Aufgabenteile“)*
 - Recherche (Stand der Technik)
 - Konzeptionierung
 - Messung/Verarbeitung/Aufbereitung der Daten
 - Entwicklung der Stitching-Methodik (Benchmarking an Demonstrator)
 - Entwicklung der automatisierten Deformationserkennung
 - Validierung der Methodik an unterschiedlichen Bauteilgeometrien/(Materialien bzw. Herstellungsprozessen)
 - Dokumentation, Analyse und Diskussion der Ergebnisse/Kritische Auseinandersetzung mit der entwickelten Methode
 - Parallel zu allen Punkten
 - Schreiben der Arbeit
3. Antrittspräsentation (max. 10 min Vortrag) erstellen (PowerPoint Folien)

*Beispiel für einen tabellarischen Zeitplan

Zeitplan für Bachelorarbeit												
Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Vorbereitungsphase	Vorbereitung											
Formalitäten an der Uni klären												
Thema finden												
Gliederung erstellen												
Betreuer finden												
Exposé schreiben												
2. Recherche				Recherche								
Literaturrecherche und -analyse												
Auswahl der Methode												
Datensammlung												
Datenauswertung												
3. Schreibphase							Schreiben					
Einleitung												
Theorie												
Methoden-/Untersuchung												
Diskussion												
Fazit												
4. Korrektur											Korrektur	
Korrektur bzw. Lektorat												
Plagiatprüfung												
5. Druck und Abgabe												Druck und Abgabe
Arbeit drucken und binden lassen												
Abgabe												