

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⁺23].

Für den Nachbearbeitungsschritt muss das Bauteil in seiner Position und Lage im Bauraum der Werkzeugmaschine fixiert werden. Die hierzu aufzubringenden Spannkkräfte 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 [MES20]) 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 [BCV14], [SD21]). 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).

Zeitplan

Zeitplan Bachelorarbeit																				
Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
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																				
Schreiben der Arbeit																				

Abbildung 1: Zeitplan

Aufgabenteile

- Literaturrecherche (3 Wochen)
- Digitalisierung des Bauteils, Datenverarbeitung/-aufbereitung (2 Wochen)
- Entwicklung der Stitching-Methodik und Benchmarking an Demonstratorbauteil (3 Wochen)
- Entwicklung der automatisierten Deformationserkennung (3 Wochen)
- Validierung der Methodik an unterschiedlichen Bauteilgeometrien (3 Wochen)
- Dokumentation, Analyse und Diskussion der Ergebnisse (2 Wochen)

Dortmund, 27. Februar 2024

(Studierender)

(Betreuer)

Literatur

- [BAB20] Vincent Benoist, Lionel Arnaud, and Maher Baili. A new method of design for additive manufacturing including machining constraints. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111:1–12, 11 2020.
- [BCV14] Susana Brandão, João P. Costeira, and Manuela Veloso. Effortless scanning of 3d object models by boundary aligning and stitching. In *2014 International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP)*, volume 1, pages 667–674, 2014.
- [KSV⁺23] G. Ranjith Kumar, M. Sathishkumar, M. Vignesh, M. Manikandan, G. Rajyalakshmi, R. Ramanujam, and N. Arivazhagan. Metal additive manufacturing of commercial aerospace components – a comprehensive review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part E Journal of Process Mechanical Engineering*, 237(2):441–454, 2023.
- [MES20] MICRO-EPSILON MESSTECHNIK. Präzision. - scancontrol // 2d/3d laser-profil-sensoren, 2020. <https://www.micro-epsilon.de/fileadmin/download/products/cat--scanCONTROL--de.pdf> [Accessed: 26.02.2024].
- [PLW23] Nils Potthoff, Jan Liß, and Petra Wiederkehr. Experimental setup for in-process measurements and analysis of wear-dependent surface topographies. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 145(10), 2023.
- [SD21] Lei Sun and Zhongliang Deng. A fast and robust rotation search and point cloud registration method for 2d stitching and 3d object localization. *Applied Sciences*, 11(20):9775, 2021.
- [SMB⁺17] Michael Schmidt, Marion Merklein, David Bourell, Dimitri Dimitrov, Tino Hausotte, Konrad Wegener, Ludger Overmeyer, Frank Vollertsen, and Gideon N. Levy. Laser based additive manufacturing in industry and academia. *CIRP Annals*, 66(2):561–583, 2017.