



Automatisierung des 3D-Druck-Prozesses mit Cobots

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Mittelstand-
Digital

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3D-Druck-Prozess mit Cobots

„Dieses Projekt zeigt sehr anschaulich, was möglich ist, wenn Unternehmen, Forschung und regionale Netzwerke ihre Kompetenzen bündeln, um unbürokratisch und schnell praxisnahe Lösungsansätze zu validieren und zu entwickeln.“ Juri Boos, Geschäftsführer URBANMAKER

Ausgangssituation

Additive Fertigungsverfahren, umgangssprachlich auch als 3D-Druck bezeichnet, verbinden Werkstoffe Schicht für Schicht miteinander. Das Verfahren wird derzeit vor allem für die Herstellung von Prototypen, Kleinserien oder Ersatzteilen eingesetzt. Vorteile des Verfahrens sind dabei die einfache Skalierbarkeit von Bauteilen aus dem gleichen Datensatz sowie die Verwendung unterschiedlicher Werkstoffe. Auch können spezielle Geometrien hergestellt werden, die mit subtraktiven oder formativen Verfahren schwierig zu produzieren sind.

Die Firma URBANMAKER aus Münster beschäftigt sich seit 8 Jahren mit der Technik und den Möglichkeiten des 3D-Drucks. Ihr neuer Service namens leanAM hat sich auf die wirtschaftliche Implementierung von 3D-Druckfertigungsprozessen in Unternehmen spezialisiert und ist in der Automatisierung additiver Fertigung im Fused Filament Fabrication (FFF) Verfahren führend. Das Unternehmen setzt konsequent auf Innovation, kontinuierliche Optimierung und kundenspezifische Anpassungen, um seine Kund*innen stets mit bestmöglichen Lösungen im Wettbewerb stärken zu können. Um 3D-Druck maximal wirtschaftlich betreiben zu können, ist es wichtig die Drucker möglichst rund um die Uhr auszulasten. Hierfür entwickelte man vor vier Jahren das

Automatisierungssystem JobOx. Dieses ermöglicht ein Upgrade der weitverbreiteten und in vielen Bereichen bereits etablierten FFF-3D-Druckern, wie etwa der Bambu Lab A1 oder der Prusa MK3S+ und MK4.

Durch das Automatisierungssystem können fertige Druckobjekte samt Druckplatte automatisch nach vorne ausgeworfen werden, wodurch der nächste Druck auf einer neuen Druckplatte ohne händisches Eingreifen gestartet werden kann. Es besteht aus einem Magazin mit Druckplatten und einer sogenannten Clearance Unit. Sobald ein Druckjob abgeschlossen ist, wird die fertige Druckplatte automatisch ausgeworfen und eine neue, vorinstallierte Platte aus dem Magazin geladen. Damit entfällt das manuelle Entfernen der Platte und das Starten des nächsten Drucks. Das Magazin kann dabei je nach Druckermodell mit bis zu zehn Druckplatten bestückt werden.

Herausforderungen

Mit dem JobOx-System schieben sich durch den mechanischen Vorschub neue Platten nach, während die zuvor fertigen Teile nach unten fallen. Dabei können die Druckplatten entweder in eine bereitgestellte Box fallen, wodurch die Platten samt Druckobjekt aufeinander geworfen werden. Alternativ wird das

Clearance Unit mit ausgefahrenen Profilstangen erweitert, um die ausgeworfenen Druckplatten auf die verlängerten Profile zu schieben. Dies benötigt jedoch viel Platz auf der Werkbank oder im Regal. Gerade in 3D-Druck-Farmen stehen die 3D-Drucker nebeneinander in Regalen, wodurch kein Platz für eine großartige Verlängerung bleibt.

Projektziele

Die Projektidee zur Automatisierung des 3D-Druck-Prozesses entstand aus einem ersten Austausch zwischen dem Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück und URBANMAKER auf einer gemeinsamen Veranstaltung. Dort stellte URBANMAKER seine Pläne zur Weiterentwicklung des JobOx-Systems vor, das FFF-3D-Drucker um die automatische Entnahme der Druckplatten erweitert. Das Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück erkannte unmittelbar das Potenzial dieses Ansatzes und brachte

URBANMAKER mit dem Digital Hub münsterLAND zusammen, um ein gemeinsames Projekt aufzusetzen. Im anschließenden Co-Creation-Workshop moderierte das Zentrum die Ausarbeitung des Projektziels, indem zunächst die bestehenden Prozessschritte analysiert, technische Anforderungen definiert und realistische Automatisierungsszenarien bewertet wurden. Dabei zeigte sich, dass eine robotergestützte Entnahme und Ablage der fertig gedruckten Bauteile technisch problemlos umsetzbar ist und einen deutlichen Mehrwert hinsichtlich Prozessstabilität, Effizienz und Personalaufwand bietet. Das Konzept eines automatisierten Übergangs zwischen Druckprozess und Bauteilentnahme erwies sich als besonders vielversprechend und bildete die Grundlage für den anschließenden Versuchsaufbau. Auf Basis der 3D-Druck-Expertise des Zentrums wurde schließlich ein klares Ziel formuliert: die Automatisierung der Entnahme der Druckplatten mittels eines funktionierenden Demonstrators. Hierzu soll ein Roboter

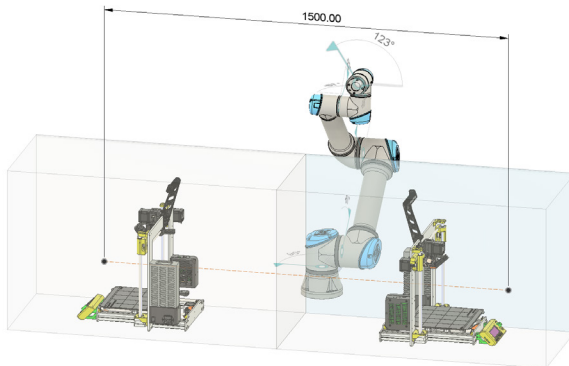


Abb. 1: CAD-Modell des Versuchsaufbaus: Auswurfseiten der 3D-Drucker liegen sich gegenüber.

eingesetzt werden, der die fertigen Druckplatten erkennt, entnimmt und definiert ablegt. Dadurch kann der Personalaufwand reduziert und die Produktivität erhöht sowie der Weg zu einem maximal autonomen 3D-Druckprozess geebnet werden.

Im Projekt soll ein Roboterarm die fertige Druckplatten selbstständig entnehmen und diese ablegen. Damit soll gezeigt werden, dass die Kombination aus dem Automatisierungssystem mit einem Roboter einen autonomen 3D-Druckprozess ermöglicht. Der Roboterarm muss präzise auf die Bewegungsabläufe des Druckers abgestimmt werden und sicher und zuverlässig die fertigen Druckplatten erkennen. Nur so kann der Auswurfmechanismus in einen automatisierten Workflow integriert werden. Zum Schluss soll eine Potenzialbewertung stattfinden, ob ein Roboter perspektivisch mehrere Drucker in einer 3D-Drucker-Farm bedienen könne.

Umsetzung und Ergebnis

Für die Umsetzung des Projekts wird ein 3D-Drucker der Marke Prusa (Modell Prusa i3 MK3S) verwendet. Durch eine Kooperation des Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster. Osnabrück mit dem Digital Hub münsterLAND konnte als Roboterarm ein Cobot von Universal Robots, der UR5, genutzt werden. Cobots (kurz für kollaborative Roboter) sind Roboter, die speziell für die direkte Zusammenarbeit mit Menschen entwickelt wurden. Sie sind im Gegensatz zu klassischen Industrierobotern,

die meist abgeschirmt in Sicherheitskäfigen arbeiten, frei zugänglich. Cobots zeichnen sich dadurch aus, dass sie mit Sensoren, Kameras und Krafrückmeldung ausgestattet sind, so dass sie bei Kontakt mit Menschen sofort stoppen oder ihre Bewegungen anpassen können. Zudem sind sie leicht, kompakt und schnell zu programmieren, wodurch sie in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden können. Im Gegensatz zu anderen Robotern benötigt die Steuerung der Cobots kein tiefes Programmierwissen. Sie lassen sich z. B. durch einfache Software steuern oder, indem man den Roboterarm per Hand führt und die Bewegung abspeichert.

Für die Planung des Projekts wurde zunächst im 3D-Produktentwicklungstool Fusion 360 ein digitales Modell erstellt, in dem der Roboterarm und der 3D-Drucker virtuell positioniert wurden. Dadurch konnte im CAD-Modell geprüft werden, ob der Bewegungsradius des UR5 ausreicht, um einen oder zwei Drucker zu bedienen. Die Analyse des CAD-Modells zeigte, dass der UR5 prinzipiell in der Lage ist, zwei Prusa 3D-Drucker gleichzeitig zu bedienen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Drucker so angeordnet sind, dass ihre Auswurfseiten einander gegenüberliegen. Nur so kann der Bewegungsradius des Roboters optimal genutzt werden.

In der Umsetzungsphase wurde nun ein einzelner Prusa 3D-Drucker nach Anleitung mit dem JobOx-System ausgestattet. Damit der Cobot weiß, wann ein Druck beendet und die



Abb. 2: UR5-Cobot von Universal Robots im Zusammenspiel mit dem mit JobOx-System ausgestatteten Prusa-3D-Drucker.

fertige Druckplatte ausgeworfen wurde, wird eine Lichtschranke installiert, die das Objekt in der Clearance Unit erkennt. Nach dem Auswurf der fertigen Druckplatte erkennt die Lichtschranke das Objekt und übermittelt das Signal an den Roboter. Daraufhin fährt der UR5 ein programmiertes Bewegungsmuster ab, entnimmt die Platte und legt sie am vorgesehenen Lagerort ab.

Dabei erfolgte die Programmierung des Roboterarms über das Teach-in-Verfahren, welches eine intuitive Methode ist, mit der die Bediener:innen dem Roboter neue Bewegungen und Aufgaben beibringen. Dabei wird der Roboterarm von den Anwender:innen physisch an die gewünschten Positionen bewegt. Jede dieser Positionen kann über das Teach

Pendant, also dem Steuer-Tablet des Roboters, als Wegpunkt gespeichert werden. Durch Aneinanderreihen solcher Wegpunkte entsteht nun ein Bewegungsablauf, den der Roboter später selbstständig wiederholen kann. Nach ersten Tests wurden die Bewegungsabläufe weiter optimiert und stabilisiert.

Das Ergebnis des Projekts demonstriert einen voll funktionsfähigen, reproduzierbaren Automatisierungsschritt, der die Entnahme und Ablage der fertigen Druckplatte vollständig übernimmt. Aufbauend auf diesem Proof-of-Concept lassen sich weitere Szenarien entwickeln, wie z. B. eine 3D-Drucker-Farm mit Regalsystem, in der der Roboter fertige Druckplatten aus mehreren Druckern entnimmt und zentral ablegt. Hierdurch muss der Mensch

nicht mehr in den Druckprozess eingreifen und kann die fertigen Druckplatten einem zentralen Ort entnehmen. Schätzungen zu Folge kann mit leichten Anpassungen auf die Betreuung von vier Druckern oder mit einem von URBAN-MAKER angedachten Schienensystem theoretisch auch auf 32 Druckern erweitert werden. Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse plant der Projektpartner nun, das Projekt aktiv bei seinen Kunden und Partnern zu präsentieren, um weitere anwendungsorientierte Automatisierungsprojekte anzustoßen und praktische Umsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Fazit

Das Projekt zeigt, dass die Kombination aus JobOx, Prusa 3D-Drucker und UR5-Roboter die Grundlage für einen vollautomatisierten 3D-Druckprozess bilden kann. Mit vergleichsweise geringem Aufwand konnte ein funktionierender Prototyp erstellt werden, der die manuelle Entnahme von Druckplatten überflüssig macht. Der Ansatz ist skalierbar und kann zukünftig in größeren Produktionsumgebungen, wie etwa einer Druckerfarm, eingesetzt werden.

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung mit dem Schwerpunkt Künstliche Intelligenz. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung der Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de.

Platz für Ihre Notizen

Impressum

Verleger:

Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück
c/o IT-Dienstleistungsgesellschaft mbH Emsland

Geschäftsführer:

Dipl.-Inform. Michael Schnaider,
Kaiserstraße 10b, 49809 Lingen
T 0049/ 591/ 80 76 980
E info@it-emsland.de

Sitz: Lingen (Ems), Reg.-G: Amtsgericht Osnabrück
HBR: 100772,

Ust-IdNr gem.§ 27a UStG.: DE 22004387

Ansprechperson

Friederike v. Unruh

Tel.: 0251 53556885

Mail: fu@digitalhub.ms

Für den Inhalt Verantwortliche gem. § 18 II StV :

Nils Bernemann

Mittelstand-Digital Zentrum Lingen.Münster.Osnabrück
Kaiserstraße 10b

49809 Lingen

Tel.: 0591 80769 80

Redaktion: Nils Bernemann