



LEHRE UND FORSCHUNG

2016

Trier University
of Applied Sciences

H O C H
S C H U L E
T R I E R

ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG EINES GROSSFORMAT 3D-DRUCKSYSTEMS ALS VERSUCHSPLATTFORM FÜR STUDENTISCHE LEHR-, FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKTE

FB TECHNIK MASCHINENBAU



Michael Hoffmann
M.Hoffmann@mb.hochschule-
trier.de

STUDIERENDE:

Kay Königs
Kevin Diederich
Jens Biehl
Maximilian von Gundlach
Nicolas Schreiner
Cédric Malek

Die Zukunftstechnologie 3D-Druck/Additive Fertigung wird im Zuge der Digitalisierung zu einer industriellen Revolution beitragen. Unternehmen werden in einer effizienteren Produktentwicklung und der Herstellung vom Prototypen über Kleinserien bis hin zur Serienproduktion mit völlig neuen Gestaltungsmöglichkeiten in hoher Qualität erheblich profitieren. Allerdings verändert sich dadurch die traditionelle Vorgehensweise im gesamten Produktlebenszyklus.

Im Fachbereich Technik / Fachrichtung Maschinenbau der Hochschule Trier werden im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung [LDPF] sowohl in der Lehre, als auch in Forschung und Entwicklung industrielle Anwendungen von 3D-Drucktechnologien untersucht und in konkreten Kooperationsprojekten mit Industriepartnern unterschiedlichster Branchen eingesetzt und bewertet.

Im Rahmen studentischer Projektarbeiten, gefördert durch die Nikolaus Koch Stiftung Trier und verschiedener Kooperationen mit den Unternehmen Klimatec GmbH, Paas Werkzeug- und Maschinenbau Fließem, Wittenstein SE, Harmonic Drive AG, Dohle Extrusionstechnik GmbH, FEM-TECH GmbH und Beckhoff Automation GmbH & Co. KG wird im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung im Fachbereich Technik / Fachrichtung Maschinenbau eine 3D-Druck Versuchsplattform entwickelt. Ziel dieses Projektes unter der Leitung von Dozent Michael Hoffmann sind Themen wie:

- Fertigung von Großformat-Bauteilen in kleinen Losgrößen z.B.: Prototypen- und Formenbau, Digitaler Modell-/Möbelbau etc.

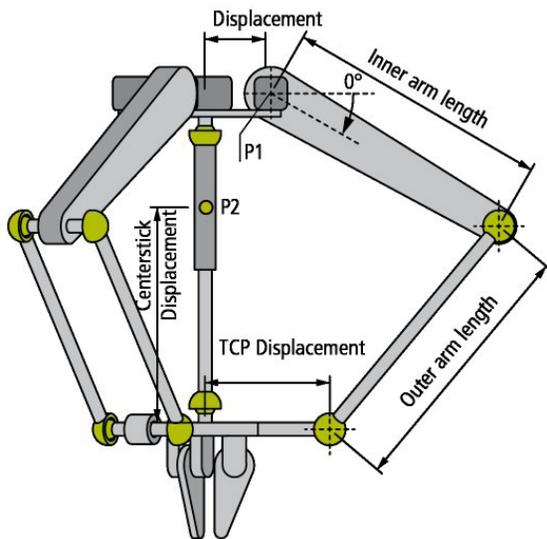


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Delta-Kinematik-Transformation
[Quelle: BECKHOFF]

- Untersuchung der Leistungsfähigkeit moderner Industriesteuerungen Anforderungen/Parametrisierung/ Leistungsfähigkeit moderner Industrie-Steuerungen (Kooperation mit Beckhoff Automation GmbH & Co. KG in Verl)
- Entwicklung eines Granulatextruders mit integrierter Förderanlage
- Versuchsreihen zu alternativen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen (z.B. Bio-Werkstoffen) (Kooperation mit Industrie-Extruder und Filament-Herstellern)
- 3D-Druck und Nachhaltigkeit durch Integration einer Recycling-Anlage zur direkten (Wieder-) Verarbeitung von Kunststoffen.

Das Anlagenkonzept mit den Grundabmessungen 2m x 2m x 3m besteht aus einem geschlossenen ca. 8m³ großen voll klimatisierbaren Druckraum. Als kinematisches Grundkonzept der Verfahrsachsen wurde eine Parallelkinematik (Tri-Glide) gewählt, ein sogenannter Deltapod mit Kragarmen.

Die u.a. Vorteile dieser Bauweise führen zu erheblichen Kosteneinsparungen:

- Es werden keinerlei Führungen benötigt, die vollständige Lagerung kann über Radial-/Axiallager erfolgen
- die Zugänglichkeit liegt je nach Shuttleposition bei 360° Horizontalwinkel
- die Kragarme können unmittelbar in ihrer Winkelstellung über Servomotoren angesteuert werden, es entfallen

Spindelachsen oder Riementreibe

- aufgrund der speziellen Kragarmkonstruktion verbessertes „Arbeitsraum zu Aufstellfläche“-Verhältnis
- Gestell und Robotik sind voneinander unabhängig, der Roboter kann in das klimatisierte Gehäuse eingehängt werden

Eine besondere Herausforderung bestand unter anderem in der mechanischen Auslegung des Gesamtsystems aufgrund der Überbestimmtheit. Dazu wurde in einer Kooperation mit der FEM-TECH GmbH ein Simulationsmodell erstellt, um z.B. für ausgesuchte kritische Positionen und Beschleunigungen des Kinematiksystems die resultierenden Kräfte zur Lager- und Bauteildimensionierung und die Antriebsmomente zur Auswahl der Antriebe zu berechnen.

Die Fertigung und Montage der Grundanlage erfolgte mit Unterstützung der Kooperationspartner Klimattec GmbH (Klimatisierbares Grundgestell/-gehäuse), Paas Werkzeugbau und Maschinenbau GmbH (Fertigung der mechanischen Komponenten). Weitere Unternehmen zeigten großes Interesse an dem Projekt und konnten als Partner gewonnen werden: Wittenstein GmbH (Präzisions-Getriebe), Harmonic Drive AG (Servoantrieb Extruder), Puls GmbH (Elektronik-Komponenten). Für die Steuerung wurde nach einem intensiven Benchmark das PC-basierte TwinCAT-System der Fa. Beckhoff Automation GmbH & Co. KG ausgewählt. In dieser Steuerung werden Transformationen für komplexe Kinematiken wie unsere 3D-Delta-Kinematik unterstützt.

Die Anlage wurde bereits im aktuellen Entwicklungsstand und als Abschluss der herausragenden Bachelorarbeiten von Kay Königs

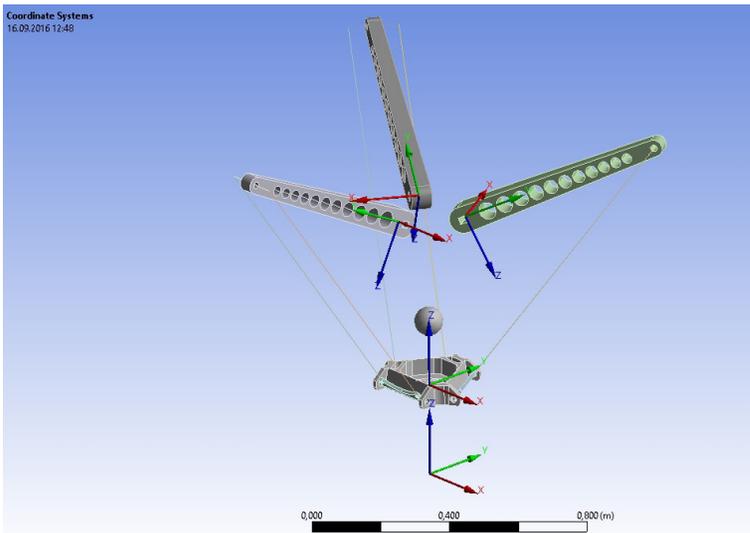


Abb. 2: Grundlagen für das Berechnungsmodell

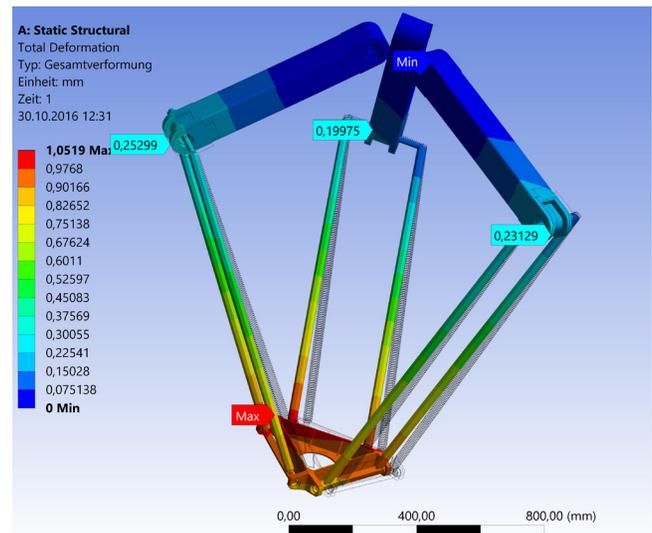


Abb. 3: Verformung der Parallelkinematik für einen extremen Lastfall (Axiale/Querbeschleunigung von $1g/2g$), Ergebnisdarstellung skaliert

und Kevin Diederichs am Stand des Kooperationspartners Dohle Extrusionstechnik GmbH auf der Internationalen Kunststoffmesse 2016 vom 19. bis 26. Oktober 2016 in Düsseldorf vorgestellt.

INBETRIEBNAHME UND EXTRUDERKONZEPTE

In aktuellen Projektarbeiten wird im Rahmen der Inbetriebnahme ein Sicherheitssystem (Nothalt, Türabschaltung etc.) erarbeitet. Im Auslegungskonzept der Anlage sollen verschiedene Extrudersysteme zum Einsatz kommen. Im ersten Schritt wird ein Industrie-Extruder der Fa. Dohle, einem weiteren Kooperationspartner des Projektes eingesetzt. Parallel dazu werden in studentischen Projektarbeiten weitere Extrudersysteme entwickelt, die in der Anlage modulweise gewechselt werden können. In einem Extruderkonzept wird eine unmittelbare Granulatverarbeitung entwickelt. Dabei soll innerhalb der Anlage das Granulat befüllt, getrocknet und über ein Fördersystem unmittelbar zur Verarbeitung im Granulat-Extruder transportiert werden. In diesem Konzept sollen Versuche zur Verarbeitung von Bio- oder Recycling-Materialien untersucht werden. Für das Antriebskonzept des Extruders war ein Getriebemotor mit sehr kompakter Bauweise, geringem Gewicht und einem hohen Abtriebsmoment mit Antriebs-Hohlwelle erforderlich. Auch hier ist das Entwicklerteam fündig geworden. Das Unternehmen Harmonic Drive AG stieg sofort mit einem passenden Produkt als Kooperationspartner in das Projekt ein. Einige Prototypen-Bauteile des komplexen Extrudersystems wurden bereits auf vorhandenen 3D-Drucksystemen im LDPF der Hochschule gefertigt. Mit Spannung erwarten wir die ersten Versuche in der Anlage.



Abb. 4: Präsentation auf der Internationalen Kunststoffmesse im Oktober 2016 in Düsseldorf

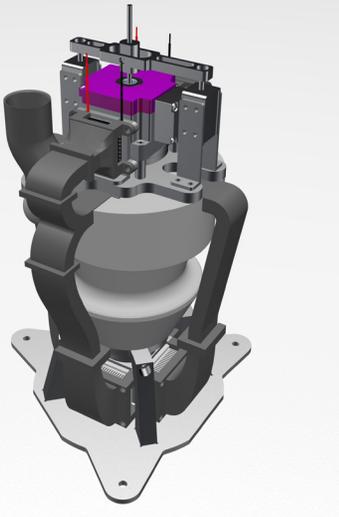


Abb.5: 3D-CAD Modell: Konzept
Granulatorextruder



Abb. 6: Versuchsaufbau Granulat-Extruder und Förderung

FAZIT

Die additive Fertigung hat mit erheblichen Zeiteinsparungen und Prozessinnovationen im Produktentwicklungs- und Fertigungsprozessen ein enormes Innovationspotential. Vom Design über die Produktentwicklung bis hin zur Fertigung entstehen völlig neuen Freiheitsgrade in der Gestaltung und Formgebung von Produkten und Bauteilstrukturen. Mit der industriellen Anwendung der additiven Fertigung können sich in Unternehmen bzw. Unternehmensgründungen völlig neue Geschäftsmodelle erschließen. Allerdings bleiben in vielen Bereichen für den prozesssicheren, wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Einsatz dieser Technologie noch viele Fragen offen, die sich nicht zuletzt auch aus der langjährigen Erfahrung in zahlreichen Kooperationsprojekten an der Hochschule Trier stellen.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Umsetzung einer Versuchsplattform schafft eine hervorragende Infrastruktur, um gemeinsam mit den Studierenden auf viele Fragestellungen der Additiven Fertigung experimentelle Szenarien auszuarbeiten und Lösungsansätze zusammen mit Kooperationspartnern in interdisziplinären Projekten an der Hochschule oder auch gemeinsam mit Industriepartnern zu finden.

Ein Förderprojekt mit freundlicher Unterstützung der

Nikolaus Koch Stiftung

KOOPERATIONSPARTNER:

BECKHOFF

DOHLE

FEM-TECH
BERECHNUNG ■ ENTWICKLUNG ■ BERATUNG

 Harmonic
Drive AG

 **KLIMATEC**

paas 
werkzeug- und maschinenbau


WITTENSTEIN