



Bachelorarbeiten 2021

Bachelor of Science FHO in Maschinentechnik



Preisstifter für den Studiengang
Maschinentchnik | Innovation

Geberit Verwaltungs AG, Jona SG

Simcon Kunststofftechnische Software GmbH,
Würselen DE

Soudronic AG, Bergdietikon AG

Swiss Engineering STV – Der Berufsverband der
Ingenieure und Architekten, Zürich

thyssenkrupp Presta AG, Eschen FL

Vorwort



Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Studiengangleiter Maschinentechnik | Innovation

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Diplomandinnen und Diplomanden,
geschätzte Industriepartner

Voller Stolz präsentieren wir Ihnen die Diplom-broschüre des Studiengangs Maschinentechnik | Innovation. Die hier dargestellten Bachelorarbeiten stellen den Abschluss des Studiums dar und zeigen, welche komplexe Aufgabenstellungen unsere Studien-abgängerinnen und -abgänger nach nur drei Jahren Ausbildungszeit erfolgreich bearbeiten. Ganz besondere Hochachtung verdienen die Resultate der Bachelorarbeiten auch deshalb, weil die Studierenden fast die Hälfte ihres Studiums unter Corona-Einschränkungen absolvieren mussten. Diese Broschüre beweist, dass die Absolvierenden die gleich hervorragende Berufsbefähigung erreicht haben wie ihre Vorgänger. Diese Leistung verdient höchsten Respekt.

Wir Dozierende freuen uns sehr, Ihnen alle Bachelorarbeiten 2021 des Studiengangs Maschinentechnik | Innovation in einem attraktiven Format präsentieren zu dürfen.

Die vorliegenden Ergebnisse der Arbeiten zeigen, dass

- die Ausbildung sehr praxisbezogen ist, sind doch die meisten Arbeiten an konkreten Fragestellungen aus der Industrie oder im Rahmen von Forschungsprojekten mit industriellen Partnern erstellt worden.
- die Diplomierenden bewiesen haben, dass sie das Entscheidende gelernt haben: eine Aufgabe ingenieurmässig methodisch anzupacken und zum Erfolg zu führen.
- die Diplomierenden als gut ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure mit innovativen Lösungen einen Wettbewerbsvorteil in den Unternehmen schaffen können. Sie gehören zu den Wertschöpfenden, die unserer Gesellschaft auch nachhaltig Arbeitsplätze und Wohlstand schaffen.

Die Studienabgängerinnen und -abgänger können stolz auf ihren Abschluss sein. Gerade die Ausbildung an der Fachhochschule befähigt die Ingenieurinnen und Ingenieure, zielgerichtet Theorie und Praxis zu verbinden und so neue und tragfähige Lösungen zu erarbeiten. Dieser Jahrgang hat dies beeindruckend bewiesen beim grossen Entwicklungsprojekt «Selbst-reinigende Toilette», bei dem selbst die auftraggebende, global tätige Firma von der Lösungsvielfalt und vom Reifegrad der Prototypen beeindruckt war. Auch diese Arbeiten absolvierten die Studierenden trotz massiver Einschränkungen wegen des Corona-Virus.

Wir können unsere Absolvierenden mit Genugtuung und voller Zuversicht in eine aussichtsreiche Berufswelt entlassen. Wir sind uns sicher, dass sie dort im wahrsten Sinne des Wortes einen konstruktiven Beitrag zu einer erfolgreichen Wirtschaft leisten werden.

Im Namen aller Dozentinnen und Dozenten wünsche ich unseren Diplomierenden für ihre berufliche und private Zukunft alles Gute!

Rapperswil, im Juni 2021

Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Studiengangleiter Maschinentechnik | Innovation

Überblick

Examinatorinnen und Examinatoren

- 32 | 39 | 40 | 41 Prof. Dr. Gion Andrea Barandun
- 36 | 38 | 53 | 62 Prof. Ulrich Büse
- 27 | 31 | 34 |
35 | 37 | 42 Prof. Dr. Frank Ehrig
- 24 | 54 | 70 | 71 Prof. Dr. Hanspeter Gysin
- 26 | 44 | 50 | 51 | 61 Prof. Dr. Markus Henne
- 16 | 17 | 22 Prof. Michael Hubatka
- 33 | 49 Prof. Dr. Pierre Jousset
- 52 | 55 | 66 Prof. Hanspeter Keel
- 11 | 12 | 13 | 14 | 15 Prof. Dr. Agathe Koller-Hodac
- 23 | 56 | 57 | 58 | 72 Prof. Dr. Albert Loichinger
- 67 | 68 | 69 Boris Meier
- 18 | 25 | 63 Prof. Dr. Elmar Nestle
- 43 | 45 Prof. Dr. Felix Nyffenegger
- 20 | 21 | 60 | 64 Prof. Dr. Mohammad Rabiey
- 19 | 28 | 29 | 30 |
59 | 65 Prof. Daniel Schwendemann
- 10 | 46 | 47 | 48 Prof. Dr. Dejan Šeatović
- 72 Prof. Theodor Wüst

Überblick

Expertinnen und Experten

- 20 | 60 Stefano Capparelli
- 11 | 12 | 13 | 14 | 15 Dr. Alain Codourey
- 56 | 57 | 58 Dr. Fabian Eckermann
- 43 | 45 Marco Egli
- 36 | 38 | 53 | 62 Florian Gschwend
- 24 | 54 | 70 | 71 Prof. Dr. Hans Gut
- 10 | 46 | 47 | 48 Pavel Jelinek
- 29 | 59 | 65 Martin Klein
- 64 Dr. Wolfgang Knapp
- 52 | 55 | 66 Dr. Jürg Krauer
- 27 | 31 | 34 | 35 | 37 | 42 Christian Kruse
- 21 Dr. Fredy Kuster
- 19 | 28 | 30 Frank Mack
- 23 Dr. Elmar Nestle
- 26 | 32 | 33 | 39 |
40 | 41 | 44 | 49 |
50 | 51 | 61 Prof. Dr. Michael Niedermeier
- 16 | 17 | 22 Dr. Antje Rey
- 67 | 68 | 69 Pascal Sabbagh
- 18 | 25 | 63 Robert Spasov

Überblick

Themen

- Automation & Robotics**
- 10 Walking Module for SPOT
- 11 Automated fiber placement for reinforcement of 3D printed concrete
- 12 Entwicklung eines Labware Stacker-Moduls
- 13 Software Tool zum Erstellen von Trajektorien für ein Exoskelett
- 14 Terminierung von Faserkabeln
- 15 Weiterentwicklung des Soft Exosuits für die Rehabilitationstechnik
- 16 Weiterentwicklung eines Delta-Roboters
- Automation & Robotik, Mechatronik und Automatisierungstechnik, Sensorik, Betriebsführung & Instandhaltung**
- 17 Evaluation und Implementierung einer Kamera für eine Drohne
- Betriebsführung & Instandhaltung**
- 18 Condition Monitoring an einer Schlittenführung
- 19 Industrie 4.0 – Compoundieren
- Fertigungstechnik**
- 20 Entwicklung und Montage eines hochgenauen Spannsystems für den Schleifprozess
- 21 Werkzeugreparatur mittels Laserauftragschweißen von Warmarbeitsstahl 1.2343
- Fertigungstechnik, Automation & Robotik, Mechatronik und Automatisierungstechnik**
- 22 Integration einer CNC Schwenkachse
- Konstruktion und Systemtechnik**
- 23 Innovative Steuerung von Schlag-schrauberprozessen
- Konstruktion und Systemtechnik, Produktentwicklung**
- 24 Reduktion Getriebegeräusche von Bahngetrieben
- 25 Überführung eines Prototypen in ein Fahrgeschäft
- Konstruktion und Systemtechnik, Simulationstechnik**
- 26 Untersuchung zur Wendigkeit einer Fixed-Wing-Drohne
- Kunststofftechnik**
- 27 Bewertung des Einflusses verschiedener werkzeugtechnischen Massnahmen
- 28 CoEx-Filament mit leitfähiger Innenschicht
- 29 Evaluation Rotomolding mit Recyclingmaterialien
- 30 Extrusionsrheometer
- 31 Mould Monitoring – Detektion von Ablagerungen im Werkzeug
- 32 Neue Bauweisen für Exoskelette
- 33 Realisierung eines kontinuierlichen Ultraschallschweisprozesses
- 34 Spritzgiessen von rPET – Erarbeitung von Bauteilauslegungs- und Verarbeitungsrichtlinien
- 35 Steigerung der Verbundhaftung von TSG-Bauteilen mit unidirektionaler Tapeverstärkung
- 36 Untersuchung und Optimierung von AM-Bauteilen auf den Einfluss von UVC-Strahlung
- 37 Werkzeugkonstruktion für das Hinterspritzen von funktionalisierten Textilien
- Kunststofftechnik, Fertigungstechnik, Sensorik**
- 38 Entwicklung einer Temperaturverteilungs- und Schmelzetemperaturmessung
- Kunststofftechnik, Produktentwicklung**
- 39 Neue Bauweisen für Eishockey-Kufen
- 40 Optimierung der Verschleisserscheinung («Chipping») an Ski-Oberflächen
- Kunststofftechnik, Produktentwicklung, Fertigungstechnik**
- 41 CRAMPOW – Aufstiegshilfe für Freeriden und Skitouren

- Kunststofftechnik, Simulationstechnik, Konstruktion und Systemtechnik, Produktentwicklung
- 42 Auslegung und Herstellung von Gehäusen mit sehr dünnen Wanddicken
- Maschinenbau-Informatik
- 43 PLM Guideline für IoT Start-ups
- Maschinenbau-Informatik, Automation & Robotik
- 44 Dynamic Target Tracking
- Maschinenbau-Informatik, Automation & Robotik, Sensorik, Produktentwicklung
- 45 Digitalisierung eines Trowalgerätes
- Mechatronik und Automatisierungstechnik
- 46 SPOT-Extension: Bohrapplikation
- 47 SPOT-Extension: Entwicklung eines neuartigen Perzeptionssystems
- Mechatronik und Automatisierungstechnik, Produktentwicklung
- 48 SPOT-Extension: Entwicklung einer intelligenten Spritze
- Plastics Technology
- 49 Micro-testing of bonded components with very small dimensions
- Produktentwicklung
- 50 | 51 Autonomer Laufroboter Igel
- 52 Entwicklung eines Luftreinigers
- 53 Entwicklung eines personalisierten Aerobars für ein Zeitfahrrad
- 54 Entwicklung eines Prüfstandes zur Simulation von Lasten für schnell-drehende Motorspindeln
- 55 Integrierter Lenker-Vorbau für ein Mountainbike
- 56 Prototyp Ergonomische Skitourenbindung
- 57 Prototyp Setzgerät für lange Holzbauschrauben
- 58 Rohrpressgerät mit neuartigem Antrieb
- 59 Schneckenoptimierung für Schokolade
- 60 Schichtdickenbestimmung beim LMD-Prozess
- 61 Shockabsorber für eine Netzkanone
- 62 SLS Unterschenkel Orthese
- Produktentwicklung, Fertigungstechnik, Betriebsführung & Instandhaltung
- 63 Dosiereinrichtung für Elastomer-Halbzeuge
- 64 Untersuchung der Kühlschmierstoffzuführung der optimalen Düsenauslegung
- Produktentwicklung, Kunststofftechnik
- 65 Bioabbaubarer Verbisschutz
- 66 Entwicklung einer Rutschkupplung für Ventilantriebe
- Simulationstechnik
- 67 Auslegung eines Evakuierprozesses von pulverförmigen Nahrungsmitteln
- 68 Entwicklung und Auslegung eines Pulsröhrenkühlers für Laboranwendungen
- 69 Modellbasierte Prozessoptimierung für das Vakuumieren von Pulvern
- 70 Parametrisierung von Seilschwingungen an hohen Personenaufzügen
- Simulationstechnik, Sensorik, Betriebsführung & Instandhaltung
- 71 Machbarkeitsstudie von Methoden zur Detektion von Defekten
- Innovation 3 und 4 - 2019/2020
- 72 Selbstreinigende Toiletten

Überblick

Bachelors, Diplomandinnen und Diplomanden

60	Ackermann Cäsar	25	Habermacher Melany
67	Aeschlimann Yannick	32	Haberthür Eric
57	Atici Bedran	65	Hediger Andreas
56	Baggenstos Micha	42	Helbling Thomas
28	Bischof Jan	61	Heldstab Martin
11	Brun Thomas	18	Horber Fabienne
38	Burkhardt Jonas	54	Huber Nicola
71	Bär Roman	16	Hunziker Tobias
39	Chiabotti Stefano	46	Kläy Stephan
40	Deola Stephan	12	Knöpfel Adrian
47	Diedenhofen Dominic	62	Kranz David
69	Dürst Samuel	36	Kreier Orell
10	Ehrensperger Robin	49	Kühne Sven
58	Flury Andreas	53	Lauener Ramon
70	Fratino Marco	35	Lichtsteiner Marvin
66	Frehner Thibault	59	Meier Andreas
27	Frei Nicolas	20	Meier Andrin
29	Fäh Ralf	63	Menzi Silas Marc
22	Fässler Maiko	34	Miceli Fuad
17	Gallarotti Boris	50	Moens Sebastian
31	Gartmann Sandro	52	Nüesch Basil
		45	PETER Odin
		64	Preisig Remo
		19	Qereti Dardan

- 26 Reitemeier Lukas
- 24 Rippert Joel
- 33 Schiess Rainer
- 30 Schmid Jennifer
- 51 Schmidlin Yves
- 15 Schärer Jonas
- 43 Seeli Domenick
- 55 Seidler Karl
- 48 Suter Sebastian
- 23 Thoma Daniele
- 37 Vontobel Raphael
- 14 Weber Dominik
- 68 Wiederkehr Raphael
- 21 Willemin Fabian
- 13 Wirz Nicolas
- 41 Zahner Mike
- 44 Zenger Roman

Walking Module for SPOT

Graduate Candidate



Robin Ehrensperger

Introduction: SPOT is a quadrupedal robot by Boston Dynamics. Its capability of walking over rough terrain opens a new application field for autonomous robotics. Currently SPOT can walk well and maneuver around obstacles.

However, SPOT is not intended to execute missions on unknown terrain. The intended way to use this robot is to record a route once and then rerun this pre-recorded route. Since this robot can operate in almost any environment, fewer people have to go to hazardous areas.

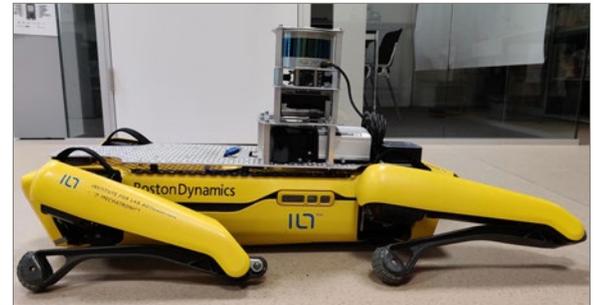
Definition of Task: The goal of this thesis is to create an easy to use command-issuing procedure. It should consist of the following parts:

1. A startup program that takes control over SPOT and authorizes the user to issue commands.
2. A way to receive commands and translate them to movement commands, SPOT can understand.
3. Issuing these commands to the robot.
4. Make any feedback and errors that occur during runtime available to an operator.

Result: The outcome of this thesis is a unified command-issuing interface, which can be expanded and modified, if further functionality needs to be added. The commands get issued using json files, which have the same basic structure for any command. Furthermore, the robot provides feedback on its current state and error state. This too, is done by sending json files.

The robot SPOT with a LIDAR Add-On

Bachelor Thesis, D. Diedenhofen



The robot SPOT with a herbicide sprayer Add-On

Bachelor Thesis, S. Suter



Examiner

Prof. Dr. Dejan Šeatović

Co-Advisor

Pavel Jelinek, Rieter
Maschinenfabrik AG,
Winterthur, ZH

Subject Area

Automation & Robotics

Automated fiber placement for reinforcement of 3D printed concrete

Diplomand



Thomas Brun

Einleitung: Das 3D-Betondruckverfahren ermöglicht, Betonteile in einem additiven Prozess herzustellen. In der Bauindustrie wird Beton üblicherweise mit Stahl bewehrt, um seine Zugfestigkeit zu verbessern. Eine der Methoden ist das Einbringen von Stahlfasern zwischen den Betonschichten, was bisher jedoch manuell gemacht werden musste.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Platzierung der Stahlfasern zu automatisieren. Es soll ein Prototyp entwickelt und gebaut werden, der die Stahlfasern während des 3D-Drucks in den noch weichen Beton legt und ausrichtet.

Ergebnis: Eine wichtige Erkenntnis dieser Arbeit ist, dass die Faserbündel als Lieferform der Fasern mit einem automatisierten System nur schwer zu handhaben sind. Das Konzept wird deshalb abgeändert, und die Fasern werden mit einem Stanzwerkzeug direkt auf dem Drucker geschnitten und gestanzt. Ein Stahldraht wird für die kontinuierliche Materialversorgung genutzt. Ein funktionsfähiges Funktionsmuster wurde realisiert und getestet. Allerdings muss der Durchsatz noch erhöht werden. Ein Rotationsmechanismus konnte konzipiert, aber innerhalb dieser Arbeit nicht gebaut werden.

Fazit: Für das weitere Vorgehen werden zwei Optionen empfohlen. Das System soll mit einem zusätzlichen Rotationsmechanismus zur Ausrichtung der Fasern erweitert werden. Zum Stanzen soll das gleiche Stanzwerkzeug wie im gebauten Funktionsmuster verwendet werden. Die zweite Option ist, ein Werkzeug mit zwei gegenläufigen Rollen zu bauen, das kontinuierlich Fasern stanzen kann. Dies hat den

Vorteil wesentlich kompakter zu sein und das Material kann kontinuierlich zugeführt werden.

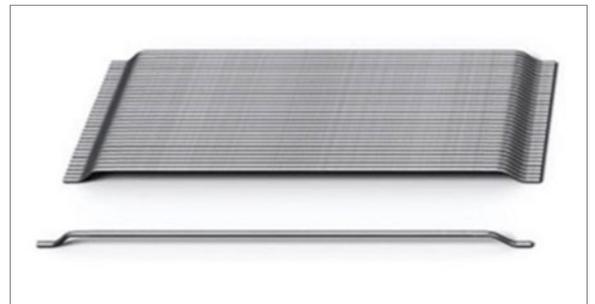
3D Betondrucker an der ETH Zürich

Eigene Darstellung



Stahlfaserbündel «Dramix 3D»

www.bekaert.com



3D Druck Anwendung

ETH Zurich / Foto: Axel Crettenand



Examinatorin

Prof. Dr.
Agathe Koller-Hodac

Experte

Dr. Alain Codourey,
Asyrl SA, Villaz-St-
Pierre, FR

Themengebiet

Automation & Robotik

Projektpartner

Institute of Technology
in Architecture, ETH
Zürich, Zürich

Entwicklung eines Labware Stacker-Moduls

Diplomand



Adrian Knöpfel

Einleitung: Im Bereich von Liquid-Handling-Instrumenten oder auch generell Laborgeräten besteht ein grosser Bedarf an Labware (Mikrotiterplatten, Disposable Tip Boxen usw.). Ein Stacker soll diese Labware autonom für den Handling-Arm des Laborgeräts zur Verfügung stellen. Sobald die Entnahme erfolgt ist, soll die nächste Labware präsentiert werden.

Aus Platzgründen soll der Stacker entgegen den bestehenden Lösungen unter dem Arbeitstisch des Laborgeräts verbaut werden. Der Stacker bringt die benötigte Labware in Entnahmeposition für die weitere Verwendung.

Der Stacker wird manuell beladen und soll von da an automatisch funktionieren.

Eine mögliche Erweiterung besteht darin, dass der Stacker über einfache Input-/Outputsignale oder eine intelligente Schnittstelle mit dem Laborgerät kommuniziert.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollen zwei identische, funktionsfähige Prototypen eines solchen Labware-Stackers konzeptioniert und realisiert werden. Der Fokus liegt dabei auf dem elektrischen Teil, die Mechanik wird vom Industriepartner entwickelt.

Ergebnis: Es wurden zwei funktionsfähige Prototypen gebaut, welche die Labware wie gefordert von unterhalb der Arbeitsfläche des Laborgeräts in die Entnahmeposition bringen. Dazu wird ein mit einem Schrittmotor angetriebenes Linearmodul verwendet. Am Schlitten des vertikal verbauten Linearmoduls befindet sich ein Präsentiertisch, auf dem ein ganzer Stapel Labware zwischengelagert wird. Die Bedienung erfolgt über ein touchfähiges Bedienpanel. Auf diesem Bedienpanel stehen verschiedene Betriebsmodi für den Stacker zur Verfügung. Ausserdem kann der sich im Stacker befindende Labwaretyp angewählt werden. Des Weiteren wird der Status des Stackers sowie die aktuelle Position des Präsentiertischs angezeigt.

Fazit: Viele Teile für den Aufbau sind aktuell noch aus 3D-gedruckten Teilen gefertigt, welche teilweise zu wenig Stabilität aufweisen. Diese müssen verstärkt konstruiert oder aus steiferen Materialien gefertigt werden.

Aktuell können Prozessparameter wie Verfahrensgeschwindigkeit oder neue Labwaretypen mit der entsprechenden Höhe noch nicht über das HMI angepasst oder hinzugefügt werden. Das könnte in einem weiteren Schritt ergänzt werden.

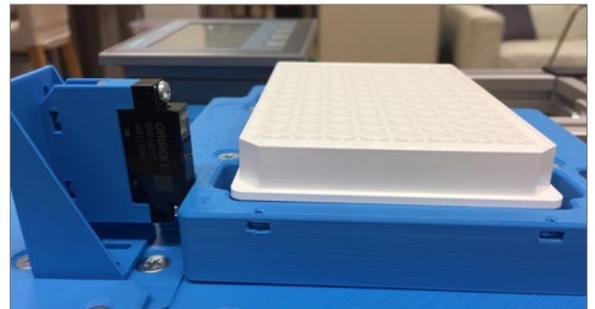
Transport von Labware

Eigene Darstellung



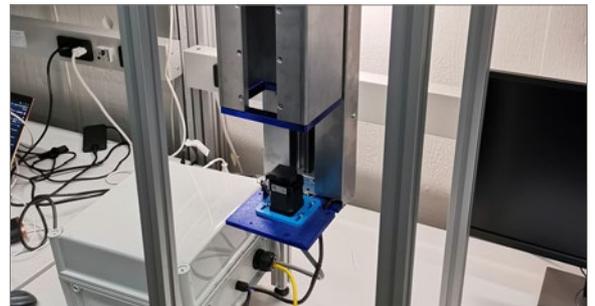
Detektion von Labware

Eigene Darstellung



Prototyp Labwarestacker

Eigene Darstellung



Examinatorin
Prof. Dr.
Agathe Koller-Hodac

Experte
Dr. Alain Codourey,
Asyrl SA, Villaz-St-
Pierre, FR

Themengebiet
Automation & Robotik

Projektpartner
Sysion GmbH,
Richterswil, ZH

Software Tool zum Erstellen von Trajektorien für ein Exoskelett

Diplomand



Nicolas Wirz

Ausgangslage: Das Exoskelett Varileg enhanced wird für die Teilnahme am Cybathlon und für die Forschung auf dem Gebiet technischer Assistenzsysteme für Personen mit Gehbehinderung entwickelt. Das Exoskelett hat verschiedenen Betriebsmodi, wie das Gehen, das Treppensteigen oder die Fortbewegung auf rauem Untergrund. Um ein möglichst natürliches Gangbild zu ermöglichen, sind entsprechende Trajektorien für jeden Betriebsmodus notwendig. Diese werden mithilfe von Motion-Capture-Aufnahmen von nicht behinderten Fussgängern erzeugt.

Ziel der Arbeit: Aktuell werden Aufnahmen von Fussgängern mit Markern an Hüfte, Knie und Knöchel in ein Motion-Capture-Programm geladen. Dort werden die Marker im Video verfolgt und die Bildkoordinaten davon ermittelt. Aus dem Motion-Capture-Programm entstehen 2D-Punktwolken mit den Bildkoordinaten der Marker. Diese müssen in Gelenkwinkel umgerechnet werden. Die so erhaltenen Trajektorien müssen anschliessend leicht angepasst werden. Bisher wurde dazu Microsoft Excel verwendet. Für die Darstellung der Winkel wurde die Software Geogebra verwendet. Alle Winkel der fertigen Trajektorie wurden bisher von Hand in ein JSON-File kopiert, welches in die Steuerung des Exoskeletts geladen werden konnte. Dieser Prozess ist enorm zeitaufwändig und fehleranfällig. Ausserdem sind viele Schritte repetitiv. Ziel der Arbeit ist es, eine neue Software Tool zu entwickeln, welche diesen Prozess vereinfacht.

Ergebnis: Die aktuelle Version der Software kann die 2D-Punktwolken einlesen und berechnet automatisch die Gelenkwinkel. Anschliessend werden dem Anwender die Winkeldaten in diversen Anzeigen visualisiert, und die grafische Benutzeroberfläche bietet einige Möglichkeiten, um die Trajektorien zu verändern. Die Trajektorien können weitestgehend automatisch in dem vom Exoskelett vorgegebenen JSON-Format exportiert werden.

Die Software wurde von einigen Testpersonen mit unterschiedlichen Hintergründen getestet. Diese Tests haben ergeben, dass die Software gut funktioniert und die Anforderungen erfüllt. Es gibt jedoch Raum für Verbesserung, insbesondere in Bezug auf die Anwenderfreundlichkeit. Zusätzlich gab es einige Vorschläge für Erweiterungen der Software. Es wird empfohlen, das Projekt weiterzuverfolgen und die Software schrittweise zu erweitern.

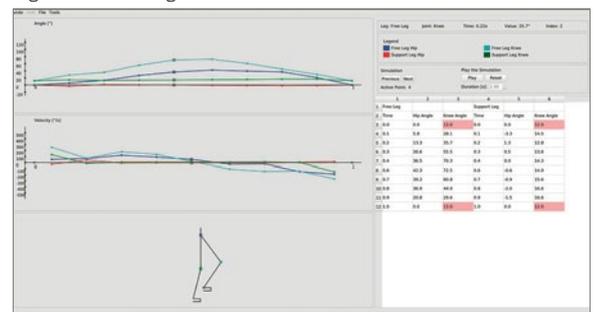
Examinatorin
Prof. Dr.
Agathe Koller-Hodac

Experte
Dr. Alain Codourey,
Asyrl SA, Villaz-St-
Pierre, FR

Themengebiet
Automation & Robotik

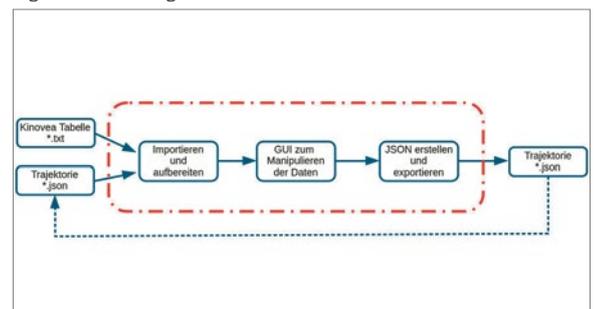
Software Tool

Eigene Darstellung



Aufgabenstellung

Eigene Darstellung



Exoskelett

Varileg enhanced, OST



Terminierung von Faserkabeln

Automationskonzept und Prototypaufbau zur Terminierung von Faserkabeln

Diplomand



Dominik Weber

Ausgangslage: Das Terminieren von Faserkabeln bedeutet das Verbinden eines Kabels mit einem Connector. Dieser Montageprozess ist bis heute bei vielen Firmen ein Handarbeitsprozess. Bei der Firma des Auftraggebers werden jährlich grössere Stückzahlen von Hand gefertigt. Der Prozess soll nun möglichst automatisiert werden.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen Prototyp zu realisieren, welcher eine Faser automatisiert in die Ferrule einführt. Wichtig dabei ist, dass der Prozess fehlerfrei funktioniert und es nicht zu Störungen kommt.

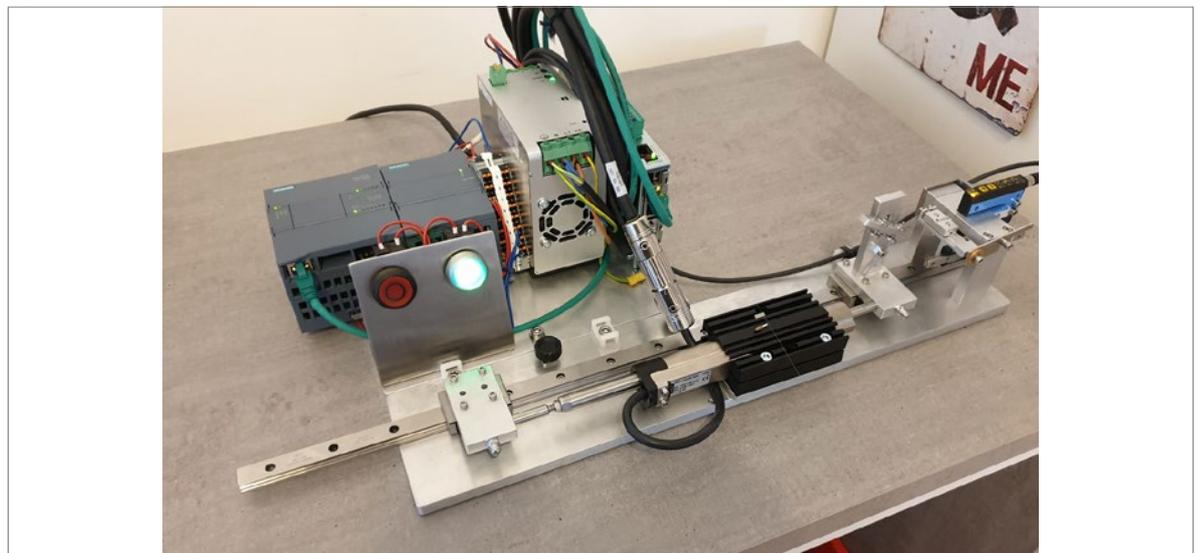
Das Projekt beinhaltet die Abklärung des heutigen Stands der Technik, eine Patentrecherche, Vorversuche, die Entwicklung, den Aufbau und die Programmierung eines Prototyps.

Ergebnis: Der Prototyp wurde entwickelt, aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Die Faser wird über ein V-Profil eingeschoben. Dadurch kann die Faser nicht weichen und kann wesentlich schneller als bei bestehenden Lösungen eingeführt werden. Es werden eine hohe Prozesssicherheit und Einführgeschwindigkeiten von bis zu 500mm/s erreicht. Der Prototyp erfüllt die Anforderungen aus dem Pflichtenheft.

Es wird empfohlen, dieses Konzept weiterzuentwickeln. Es könnte in Form eines Rundtisches als separate Station für das Einführen der Faser zum Einsatz kommen. Weitere Funktionen wie das Handling von Ferrulen und Faserkabeln sollen noch entwickelt werden.

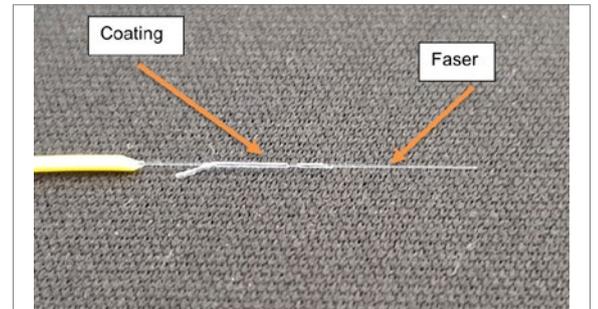
Fertiger Prototyp

Eigene Darstellung



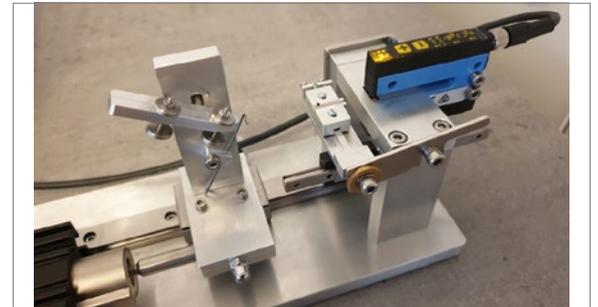
Faserkabel

Eigene Darstellung



Fasereinführung

Eigene Darstellung



Examinatorin

Prof. Dr.
Agathe Koller-Hodac

Experte

Dr. Alain Codourey,
Asyrl SA, Villaz-St-
Pierre, FR

Themengebiet

Automation & Robotik

Weiterentwicklung des Soft Exosuits für die Rehabilitationstechnik

Kraftmessung am Soft Exosuit

Diplomand



Jonas Schärer

Ausgangslage: Der am Institut ILT der Ostschweizer Fachhochschule entwickelte Soft Exosuit unterstützt dessen Träger, mithilfe externer Aktivierung der Gelenke, bei Alltagsbewegungen. Der Exosuit aktiviert die Gelenke über Bowdenzüge. Zur Unterstützung wird das Bewegungsprofil des Trägers aufgenommen und abgespeichert. Das generierte Bewegungsprofil wird unabhängig von der Bewegung des Trägers abgespielt. Dies führt zu einer Unsicherheit sowie einer unnatürlichen Unterstützung des Trägers.

Vorgehen: Zu Beginn wird der Stand der Technik geklärt. Anschliessend werden sieben Konzepte erarbeitet, welche in einer Nutzwertanalyse ausgewertet werden. Das finale Konzept wird im CAD aufgebaut und mit einer FEM-Analyse erweitert. Die ausgelegten Kraftsensoren werden platzsparend in die bestehende Struktur integriert. Nachfolgend wird das in labVIEW erstellte Programm getestet und ausgewertet. Nach den Tests werden die auftretenden Probleme behandelt und Lösungsvorschläge erläutert.

Ergebnis: Der bestehenden Soft Exosuit wurde mit einer Kraftmessung erweitert und getestet. Die Messungen zeigen einen linearen Kräfteverlauf, der stark von den elastischen Elementen an der Patienten-anbindung abhängig ist. Der Motorstrom korreliert dabei mit der wirkenden Kraft. Die Kraftmessung kann in Echtzeit über ein Graphical User Interface (GUI) verfolgt werden. Weiter kann im GUI eine Kraft zur Überlastsicherung festgelegt werden, welche die Bewegung der Bowdenkabel frei gibt und somit den Träger und das System schützt.

Exosuit im Test

Eigene Darstellung



Examinatorin
Prof. Dr.
Agathe Koller-Hodac

Experte
Dr. Alain Codourey,
Asyrl SA, Villaz-St-
Pierre, FR

Themengebiet
Automation & Robotik

Da durch die mechanischen Anpassungen das Bewegungsprofil nur unbefriedigend generiert werden kann, wurden noch Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

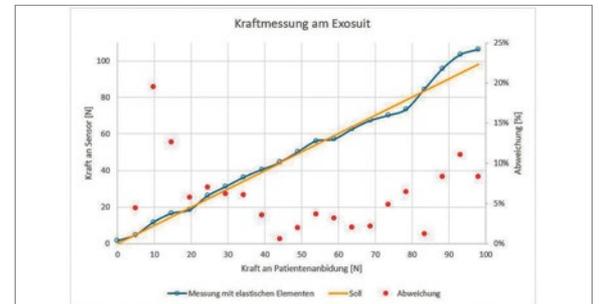
CAD Abbild der Antriebseinheit

Eigene Darstellung



Statische Kraftmessung mit elastischen Elementen

Eigene Darstellung



Weiterentwicklung eines Delta-Roboters

Diplomand



Tobias Hunziker

Ausgangslage: Die Firma Tecan Schweiz AG stellt innovative Laborgeräte her. Unter anderem sind das Liquid-Handling-Roboter. Als eine Alternative zu den seriellen kartesischen Robotern entwickelte die Tecan Schweiz AG einen Prototyp eines Delta-Roboters. Mit dem Delta-Roboter können bereits einfache Aufgaben ausgeführt werden. Der Prototyp soll nun weiterentwickelt werden.

Ziel der Arbeit: Der Prototyp soll in den Bereichen der Regelungstechnik, der Mechanik und der Pfadplanung weiterentwickelt werden. Ziel ist es herauszufinden, ob der aktuelle Prototyp eine Alternative zu seriellen kartesischen Robotern sein kann. Der Delta-Roboter wird in iterativen Zyklen weiterentwickelt. Mit diesem Vorgehen sollen bereits während der Entwicklung möglichst viele Rückmeldungen gesammelt werden, um diese in folgende Entwicklungszyklen einfließen zu lassen.

Fazit: Durch Optimierung der Regelparameter des Delta-Roboters wird es möglich, dass dieser bestimmte Teile versetzen kann. Die angepassten Regelparameter des Delta-Roboters zeigen in Versuchen, dass die Bewegungen schnell, zuverlässig und robust sind. Die Verbesserungen wurden gemessen und mit einem seriellen kartesischen Roboter verglichen.

Es ist möglich, die Armglieder mittels kinematischer und dynamischer Berechnungen auf bestimmte Anwendungszwecke auszulegen. Die Armglieder sollen aus möglichst leichtem Material bestehen und dabei genügend Festigkeit aufweisen. Das benötigte Drehmoment für eine Bewegung kann durch eine geschickte Lagerung zwischen Ober- und Unterarm weiter reduziert werden. Die mechanischen Massnahmen führen zu schnelleren Bewegungen des Delta-Roboters. Zusätzlich mit einer optimierten Pfadplanung ist es möglich, die Zykluszeit beim Versetzen von Teilen deutlich zu verringern.

Es ist ersichtlich, dass der Delta-Roboter bereits im Prototypzustand eine Alternative zu seriellen kartesischen Robotern ist.

Examinator
Prof. Michael Hubatka

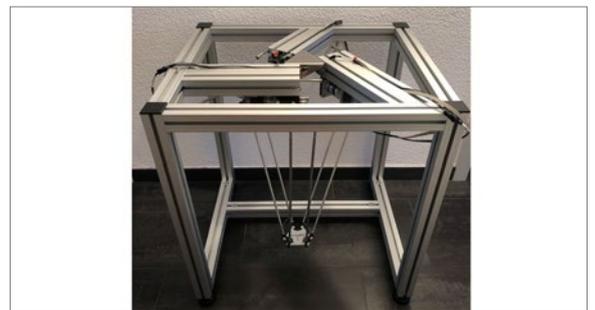
Expertin
Dr. Antje Rey, E. Blum & Co. AG, Zürich

Themengebiet
Automation & Robotik

Projektpartner
Tecan Schweiz AG,
Männedorf, ZH

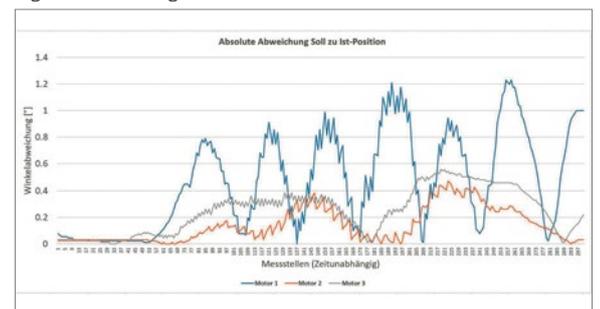
Prototyp Delta-Roboter

Eigene Darstellung



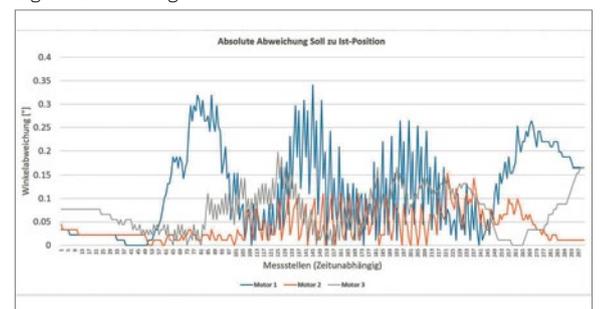
Winkelabweichung vor Weiterentwicklung

Eigene Darstellung



Winkelabweichung nach Weiterentwicklung mit neuen Regelparameter

Eigene Darstellung



Evaluation und Implementierung einer Kamera für eine Drohne

Diplomand



Boris Gallarotti

Aufgabenstellung: Sulzer Schmid setzt Drohnen für die Inspektion von Windkraftanlagen ein.

Die aktuelle Lösung erfüllt noch alle Anforderungen, aber sie wird in naher Zukunft aktualisiert, was eine grundlegende Änderung des Flugsystems mit sich bringen wird, sodass die derzeit verwendete Kamera nicht mehr mit dem Rest des Systems kompatibel sein wird.

Es musste eine Marktrecherche durchgeführt werden, um eine Kamera für das aktualisierte System zu finden. Diese Kamera muss auf Funktionalität und Bildqualität getestet werden, bevor sie in die 3DX™-Plattform implementiert werden kann.

Eine weitere Aufgabe bestand darin, anhand von Flugdaten zu untersuchen, ob die unscharfen Bilder aus früheren Inspektionen durch Bewegungsunschärfe oder etwas anderes verursacht wurden.

Im Zuge der Bachelorarbeit wurde beschlossen, parallel zur Suche nach einem Nachfolgekamerasystem ein massgeschneidertes Kamerasystem entwickeln zu lassen. Dafür sollten die Anforderungen genau analysiert werden, um darauf basierend einen Sensor und ein Objektiv auswählen zu können.

Vorgehen: Durch die Marktrecherche konnten potentielle Nachfolger für die aktuelle Kamera gefunden werden. Zwei davon wurden mit einer Vorrichtung zur Bewegungsunschärfemessung und einem Testchart nach ISO 12233 getestet. Die Bilder wurden anschließend durch Messungen der MTF50-Werte auf Schärfe analysiert und miteinander verglichen.

Für die Analyse der bisher ungeklärten Unschärfe bei einigen Bildern aus früheren Inspektionen wurden Rotations- und Translationsbewegungen der Kamera während der Aufnahme von unscharfen Bildern und während der Aufnahme von scharfen Bildern analysiert und miteinander verglichen.

Für die Entwicklung einer massgeschneiderten Kamera sollte der Inspektionsprozess gründlich analysiert und daraus Anforderungen abgeleitet werden können. Basierend auf diesen Anforderungen wurde eine Excel-Datei erstellt, welche alle relevanten Sensor- und Objektiv-Parameter berechnet.

Ergebnis: Durch die Marktforschung konnten viele Kameras ausgeschlossen und einige potenzielle Nachfolger gefunden werden. Zwei davon wurden weitergetestet, erwiesen sich aber leider als nicht geeignet für die Aufgabe.

Bei der Flugdatenanalyse wurden Hinweise gefunden, dass die Nick- und Rollbewegung der Kamera für die unscharfen Bilder verantwortlich sein könnten.

Es wurde eine Excel-Datei erstellt, die es erlaubt, sowohl die optimalen Sensorparameter als auch die optimale Brennweite für ein Objektiv anhand der jeweiligen Prüfanforderungen zu ermitteln. Mit Hilfe dieser Excel-Datei konnte ein geeigneter Sensor mit passendem Objektiv ausgewählt werden.

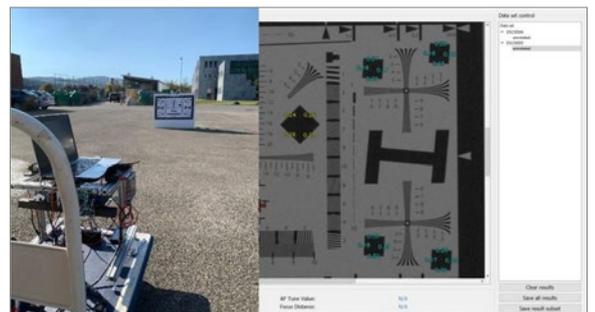
Drohnen-Inspektionen an Windkraftanlagen

<https://www.sulzerschmid.ch/offering/>



Bildqualitätsprüfung

Eigene Darstellung



Ausschnitt aus dem Tool zur Auslegung eines optischen Systems

Eigene Darstellung

Selection of sensor and lens					
1. Sensor selection					
Pixel size	Sensor diagonal	Ratio width to height	Sensor width	Sensor height	number of pixel
[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[M]
3.25	22.8196447	0.5	12.4	16.0	16.0
2. Lens selection					
Focal length	Cropfactor	Focal length (35mm-Eq.)	Focal length (35mm-Eq.)	Focal length (35mm-Eq.)	Focal length (35mm-Eq.)
[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
75	0.6666667	50.000000	50.000000	50.000000	50.000000
3. Resulting image					
Vertical Angle of View	Vertical Angle of View	Image width at working distance	Image height at working distance	Resulting resolution at working distance	%
[°]	[°]	[mm]	[mm]	[Pixel/mm]	
43.068333	34.916226	500.000000	333.333333	1.500000	100.000000
Working Depth of Field					
Aperture f	Ratio of CoC and print size	Circle of Confusion (CoC)	Close distance	Far distance	Optimal for
f		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
8	0	0.300000	3000	3000000000	3000000000

Examinator

Prof. Michael Hubatka

Expertin

Dr. Antje Rey, E. Blum & Co. AG, Zürich

Themengebiet

Automation & Robotik, Mechatronik und Automatisierungstechnik, Sensorik, Betriebsführung & Instandhaltung

Projektpartner

Sulzer & Schmid Laboratories AG, Oetwil am See, ZH

Condition Monitoring an einer Schlittenführung

Diplomandin



Fabienne Horber

Problemstellung: Beim Flachbackenwalzen von Gewinden läuft ein Schlitten auf einer Gleitführung. Durch die im Prozess auftretenden hohen Kräfte kann es zum Kaltverschweissen der Gleitplatten kommen. Dieser Schaden tritt in kürzester Zeit auf und führt unmittelbar zum Ausfall der Maschine. Die Instandsetzung der defekten Komponenten kann nur durch einen Experten des Maschinenherstellers erfolgen und dauert bis zu 10 Arbeitstagen. Mit der Zustandsüberwachung sollen kritische Maschinenzustände erkannt werden, damit die Instandhaltungsarbeiten geplant und ungeplante Stillstände verhindert werden können. Das Ziel der Arbeit ist, eine technische Lösung konzeptionell zu erarbeiten und durch erste Messungen Rückschlüsse auf die Betriebszustände zu machen.

Ergebnis: Condition-Monitoring-Systeme für reversierende Bewegungen sind kaum am Markt zu finden. Es wurde ein Messsystem von SKF installiert und Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Schwingungs- und Temperaturanalyse am Walzschlitten haben gezeigt, dass die Maschine mindestens 10 Minuten laufen muss, bis ein stationärer Zustand erreicht wird. Die Messdaten der Sensoren mit gleicher Ausrichtung sind sehr ähnlich. Für Aussagen über den Betriebs- oder Maschinenzustand müssen zusätzliche Betriebsdaten wie die Maschinengeschwindigkeit in die Auswertung importiert werden.

Fazit: Für die Schwingungsmessung werden mindestens zwei Messrichtungen empfohlen. Dies kann über einen oder mehrere Sensoren erfolgen. Die Position des Sensors soll in Richtung der Walzkraft und im Bereich des Walzwerkzeugs liegen. Mehrere Sensoren pro Messrichtung sind nicht nötig. Für die erfolgreiche Implementierung einer Zustandsüberwachung ist der Aufbau von betriebsinternem Fachwissen sowie die Zusammenarbeit mit einem kompetenten Partner notwendig. Zusätzlich wird nach erfolgreicher Installation eine Personalkapazität von 10 bis 20% für die Pflege des Systems und der Daten dieser Maschine notwendig.

Examinator
Prof. Dr. Elmar Nestle

Experte
Robert Spasov, Vat
Vakuumentile AG,
Haag (Rheintal), SG

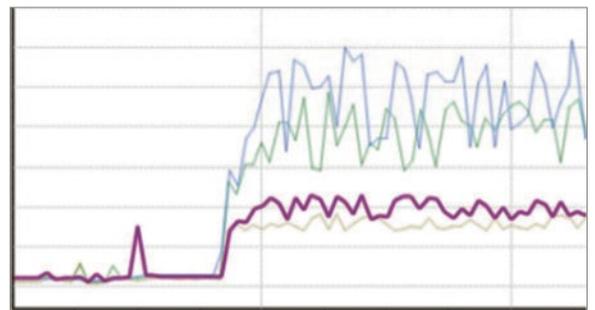
Themengebiet
Betriebsführung &
Instandhaltung

Projektpartner
Hilit AG, Schaan, FL

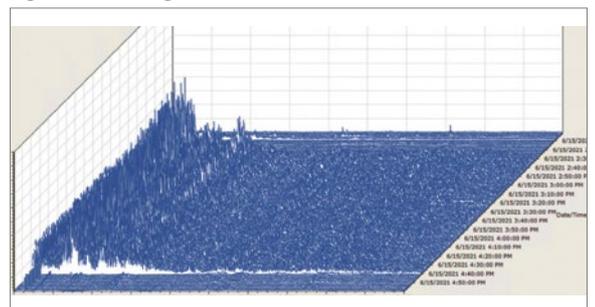
Zwei der vier montierten Sensoren auf der Schlittenführung
Eigene Darstellung



Das Zeitsignal der Beschleunigungsmessung über die Zeit
Eigene Darstellung



Das Frequenzspektrum der Beschleunigungsmessung als zeitlicher Verlauf
Eigene Darstellung



Industrie 4.0 – Compoundieren

Anbindung des Compounders ZSK-26 in die Smarte Fabrik, mit Berücksichtigung der Industrie 4.0

Diplomand



Dardan Qereti

Einleitung: Die Ostschweizer Fachhochschule baut im Techpark am Standort Eichwiess in Rapperswil eine smarte Fabrik auf. Dazu wird an diversen Digitalisierungsprojekten gearbeitet, um die einzelnen Produktionsanlagen im Labor miteinander über die Internettechnologie vernetzen zu können. Mit dem Verknüpfen der Anlagen und der datengetriebenen Prozessführung möchte man die Produktionshalle als Ganzes sowie die einzelnen Maschinen darin optimieren. Der Fokus dieser Bachelorarbeit lag hinsichtlich des Themas Industrie 4.0 darauf, die Compoundieranlage ZSK-26 in die smarte Fabrik einzubinden.

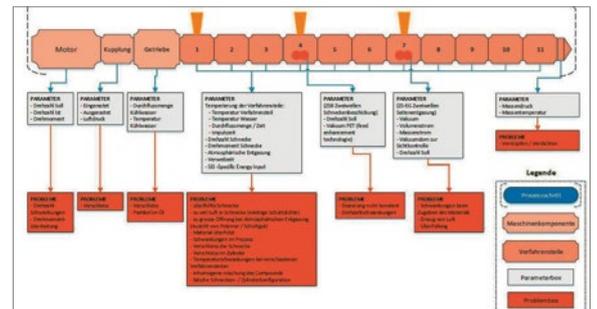
Vorgehen: Die Arbeit wurde mit einer ausführlichen Recherche gestartet, da die Industrie 4.0 ein breit gefächertes und komplexes Thema darstellt. Miteinbezogen wurden dabei Dozenten, welche in den Aufbau der smarten Fabrik involviert sind, um die Ziele der smarten Fabrik klar und transparent definieren zu können. Nach Abschluss der Recherche wurden verschiedene Übersichten über den Compoundierprozess erstellt (siehe Abbildungen 1 und 3). Diese dienten dazu, geeignete Use-Cases für die Produkt- und Prozessoptimierung festzulegen. Die Use-Cases wurden im Rahmen des Ist-Standes der Produktionshalle im Techpark analysiert und bewertet. Mit einer Versuchsreihe wurde der Messerfassung getestet.

Fazit: Der gesamte Compoundierprozess sowie die einzelnen Teilprozesse wurden ausführlich visualisiert. Darauf wurde, wie in Abbildung 2 ersichtlich, die Messwerterfassung aufgebaut. Diese konnte in einem Versuch erfolgreich getestet werden. Dabei wurden die gemessenen Daten über die Messbox mit jenen des Compounders verglichen. Es zeigte sich,

dass bei einer datengetriebenen Prozessoptimierung äusserst akkurat mit der Interpretation der Daten vorgegangen werden muss, um eine Optimierung mithilfe der Messungen erreichen zu können. Mit diesem Projekt ist die Basis zur Digitalisierung der Compoundieranlage gelegt.

Detailübersicht des Compounders

Eigene Darstellung



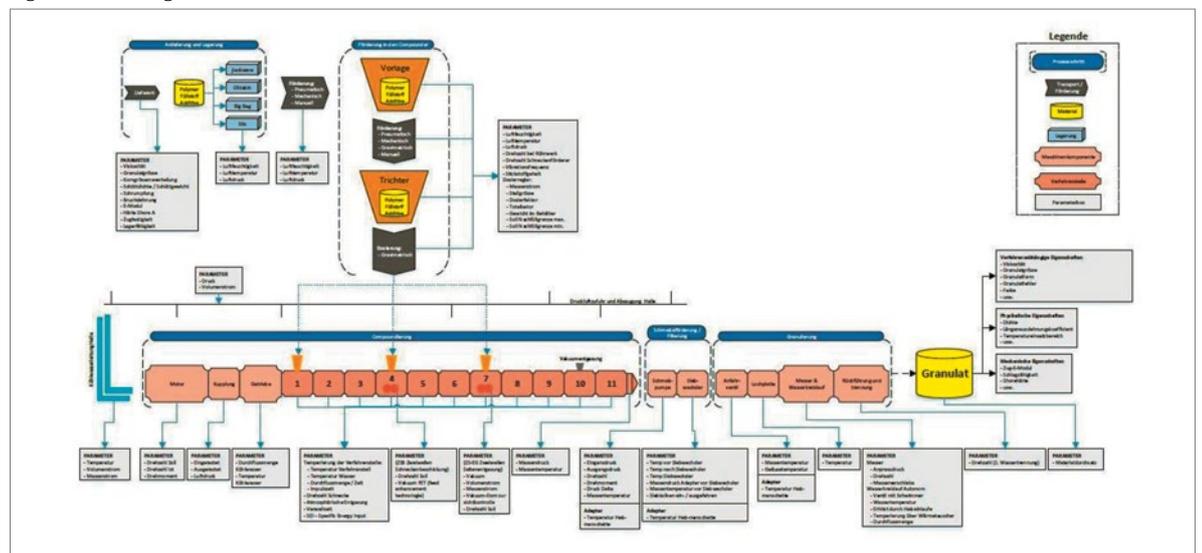
Messbox per Ethernet verbunden mit der Steuerung der Compoundieranlage

Eigene Darstellung



Übersicht über den gesamten Compoundierprozess

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Daniel Schwendemann

Experte
Frank Mack, Coperion GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet
Betriebsführung & Instandhaltung

Entwicklung und Montage eines hochgenauen Spannsystems für den Schleifprozess

und Messung der Genauigkeit von Form- und Lagetoleranzen von Profilen

Diplomand



Andrin Meier

Ausgangslage: Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung IWK an der Ostschweizer Fachhochschule (OST) verfügt über eine Schleifmaschine, welche mit einem zusätzlichen LMD-Druckkopf ausgerüstet ist. Beide Fertigungsverfahren können optimal kombiniert werden, um Bauteile neu aufzubauen oder zu reparieren. Durch den Schleifprozess können komplexe und anspruchsvolle Bauteile mit hoher Genauigkeit bearbeitet werden. Die Maschine wird mit diversen Aufspanvorrichtungen für unterschiedliche Bauteilgestalten komplettiert. Diese können an die CNC-Drehachse angebracht werden. Die Abbildung rechts zeigt eine Übersicht über die verfügbaren Spannvorrichtungen. Die durchgezogenen Linien kennzeichnen fest montierte Bestandteile. Die gestrichelten Linien verdeutlichen die Verbindungen, welche getrennt werden müssen, wenn zwischen den Spannsystemen gewechselt werden möchte. Auf der linken Seite ist das bisherige System ersichtlich. Die Struktur auf der rechten Seite veranschaulicht das neue Konzept.

Ziel der Arbeit: Bei bisherigen Schleifversuchen hat sich gezeigt, dass mit den vorhandenen Spannsystemen nicht die gewünschte Genauigkeit erreicht werden kann. Vor allem bei der Verwendung des Schraubstocks und der Magnetspannplatte. Das Hauptziel der Bachelorarbeit besteht darin, das bestehende System zu untersuchen, die Ursache für die Ungenauigkeit zu erfassen und Massnahmen zu ergreifen, damit das System für genauere Anwendungen verwendet werden kann.

Ergebnis: Nach dem Ausmessen der Rund- und Planlauffehler aller beteiligten Komponenten, kann klar bestimmt werden, dass die Zwischenplatte zwischen der CNC-Drehachse und dem Null-Punkt-Spannsystem den grössten Fehler ins Gesamtsystem bringen.

Um diese Problematik zu beseitigen, wird ein neues Adapterbauteil beschafft. Ausserdem wird das Null-Punkt-Spannsystem neu für die Anbindung aller verfügbaren Spannsysteme verwendet. In der nebenstehenden Grafik ist die neue Lösung dargestellt. Der neue Adapter (Pos. 9) und das Null-Punkt-Spannsystem (Pos. 8) müssen nur einmalig montiert und ausgerichtet werden. Die Positionen 4–7 können mit wenig Aufwand in die Grundplatte des Null-Punkt-Spannsystems (Pos. 8) eingespannt werden.

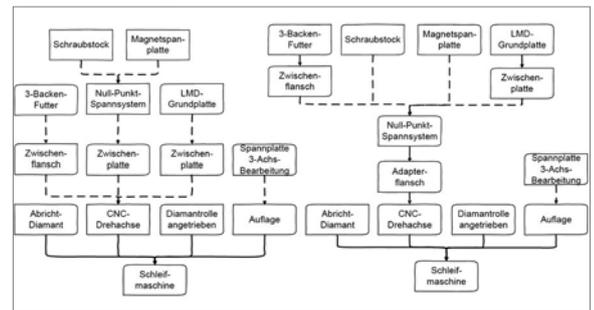
Um zu prüfen, ob die neue Lösung die geforderten Genauigkeiten erreicht, wird diese erneut ausgemessen. Dabei wird deutlich, dass der Rundlauf deutlich verbessert werden konnte. Der, für das Schleifen wichtigere, Planlauf konnte jedoch nur minimal verbessert werden. Dieser beträgt nach dem Umbau

eine maximale Abweichung von 5 Mikrometer. Um diese verbleibende Ungenauigkeit zu reduzieren, muss die Grundplatte in der Maschine im eingebauten Zustand überschleift werden. Anschliessend sollte die geforderte Genauigkeit erreicht werden.

Mit dem angepassten Konzept für die Spannsysteme reduziert sich der Aufwand für das Umrüsten zwischen den Aufspanvorrichtungen massgeblich. Mit den getroffenen und definierten Massnahmen steht ein zuverlässiges und einheitliches Spannsystem zur Verfügung.

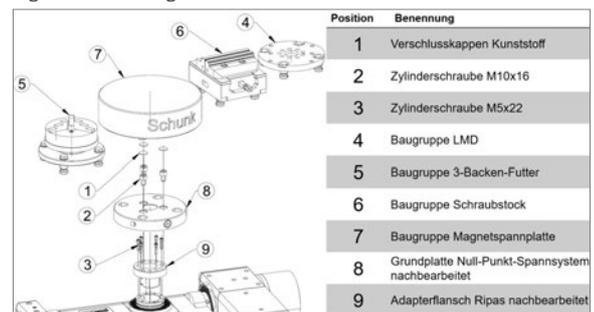
Übersicht des bisherigen und des neuen Konzepts für die Verwendung der Spannsysteme

Eigene Darstellung



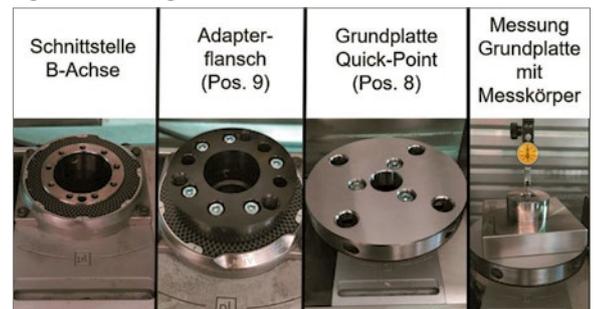
Aufbau der neuen Lösung anhand einer Explosionsdarstellung

Eigene Darstellung



Montageschritte (von links nach rechts) und Messung des Rundlaufs der Grundplatte mit einem Messkörper

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Mohammad Rabiey

Experte
Stefano Capparelli,
Roche Diagnostics
International AG,
Rotkreuz, ZG

Themengebiet
Fertigungstechnik

Werkzeugreparatur mittels Laserauftragungsschweißen von Warmarbeitsstahl 1.2343

Diplomand



Fabian Willemin

Ausgangslage: Spritzguss- und Stanzwerkzeuge sind aufwendig und teuer herzustellen. Mittels konventionellen, spanabhebenden Fertigungsverfahren kann nur Material abgetragen werden. Eine Reparatur eines verschlissenen Werkzeuges, oder eine nachträgliche Änderung, die Materialauftrag erfordert, ist damit nicht möglich.

Das Ziel ist es, Parametersätze für die ELB-Hybrid-LMD-Anlage zu finden, die ein Schweißgefüge produzieren, dessen Materialeigenschaften möglichst den Eigenschaften des Substrates entsprechen. Es sollen insbesondere die Schweißparameter Energiedichte und Vorschub bei einer konstanten Pulverfördertrate untersucht werden. Dabei wird die von der HSR noch nicht untersuchte 1mm-Laserdüse der Anlage eingesetzt.

Vorgehen: Um einen vertretbaren Versuchsumfang zu ermöglichen, wird mit der statistischen Versuchsplanung (Design of Experiment, DoE) gearbeitet. Der 3²-Versuchsplan ist vollständig faktoriell aufgestellt, und ermöglicht es, mit neun Versuchen, die Einflüsse und Wechselwirkungen aller untersuchten Faktoren zu bestimmen. Als Zielfaktor der Versuchsplanung wird die Härte­differenz zwischen Schweißnaht und Substrat ausgewertet. Ausserdem wird das Gefüge der Schweißnaht mittels metallographischer Schläffe bewertet.

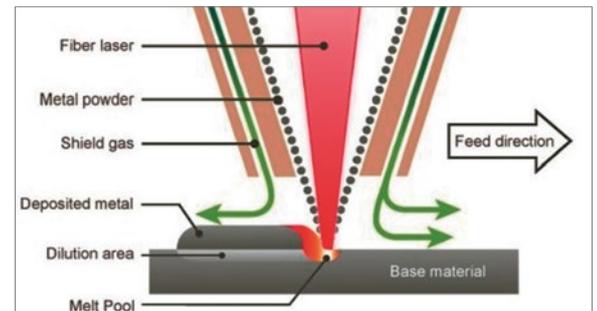
Die besten vier Parametersätze werden zusätzlich bezüglich ihrer Zugfestigkeit, und ihrer Ultraschallscans untersucht.

Ergebnis: Die Ergebnisse der DoE-Auswertung zeigen auf, wie sich die Einflussfaktoren Energiedichte

und Vorschub auf die Härte des Substrates, des Schweißgefüges, sowie auf die Härte­differenz zwischen Substrat und Schweißgefüge auswirken. Eine minimale Härte­differenz kann mit einer Energiedichte von 60J/mm² in Kombination mit einem Vorschub von 400mm/min erreicht werden.

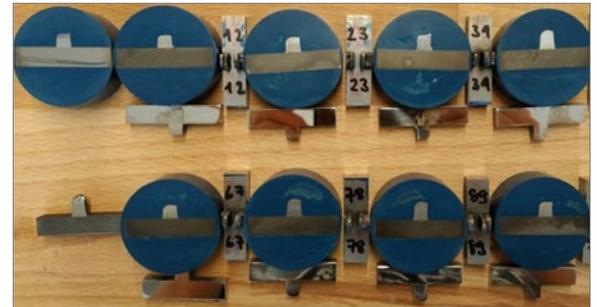
LMD Prozess

Hybrid Manufacturing Technologies, Leicesterchire, 2019.



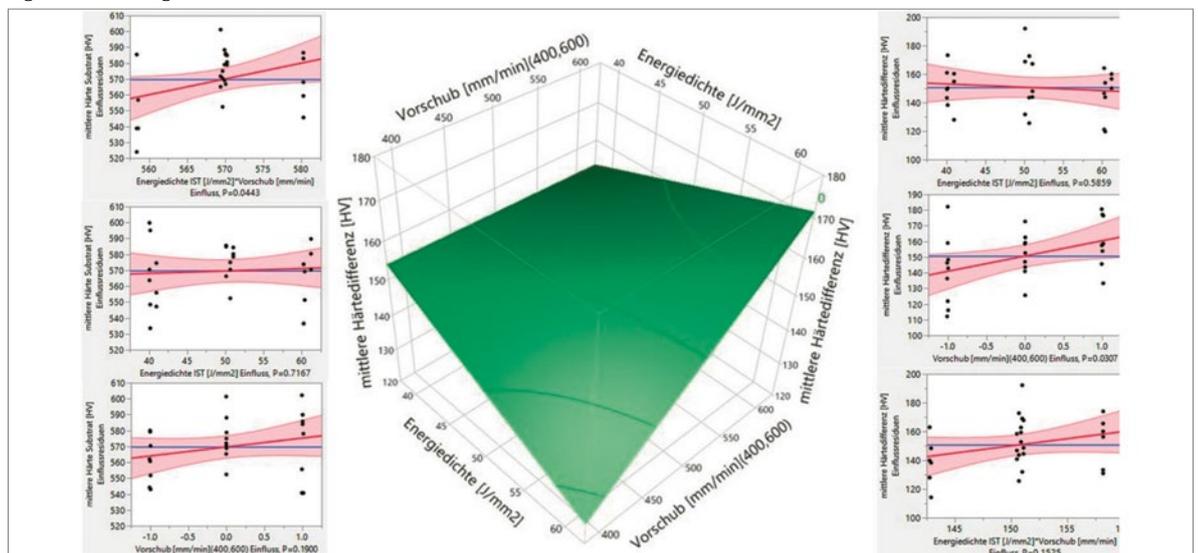
Versuchsproben zur Bestimmung der Härte sowie des Gefüges

Eigene Darstellung



DoE-Auswertung, Härte­differenz zwischen Substrat und Schweißgefüge in Abhängigkeit von Energiedichte und Vorschub

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Mohammad Rabiey

Experte
Dr. Fredy Kuster,
Neuhaus SG, SG

Themengebiet
Fertigungstechnik

Integration einer CNC Schwenkachse

Diplomand
Maiko Fässler

Einleitung: Eine vorhandene Schwenkachse für eine CNC-Maschine wird auf den aktuellen Stand der Technik umgebaut und in einer CNC-Maschine in Betrieb genommen. Dies wird mithilfe einer neuartigen Steuerung, der CtrlX Core von Bosch Rexroth, realisiert. Dabei wird sie auf ihr Potential untersucht. Insbesondere die verschiedenen Möglichkeiten, ein Programm zu erstellen, Daten zu sammeln und auszuwerten. Dies kann direkt auf der erstellten Anlage, aber auch unabhängig davon erfolgen.

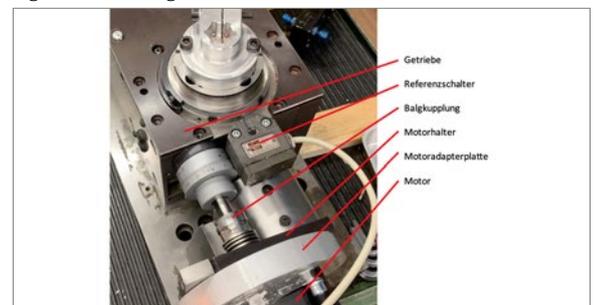
Vorgehen: Die Arbeit wird nach der Norm VDI 2222 «klären, konzipieren, entwerfen und ausarbeiten» durchgeführt. Zusätzlich wird eine Schulung bei Bosch Rexroth zur CtrlX Core besucht, in welcher die Basics der Steuerung vermittelt werden. Zu Beginn wird die Steuerung mit den passenden Mitteln an die Schwenkachse angebaut, danach werden weitere Möglichkeiten der CtrlX Core untersucht.

Ergebnis: Die neue CtrlX-Steuerung von Bosch Rexroth performte mit ihrer grossen Vielfalt an Möglichkeiten. Es konnte nicht nur die CNC-Achse mit Servomotoren und modernen Servoverstärkern ausgestattet werden, auch gelang es, eine Kommunikation zu verschiedenen Maschinen mit älteren Schnittstellen zu realisieren. So wird es möglich, alte Maschinen einfach mit neuer Technologie nachzurüsten und nicht nur zusätzliche Aggregate zu ergänzen, sondern auch Mess- und Prozessdaten zu sammeln. Dies ermöglicht ein Optimieren der laufenden Prozesse und ein Überwachen, welches dem Nutzer neue Informationen in Echtzeit bereitstellt.

Achse mit Motor, Koordinaten und Achsen beschriftet
Eigene Darstellung

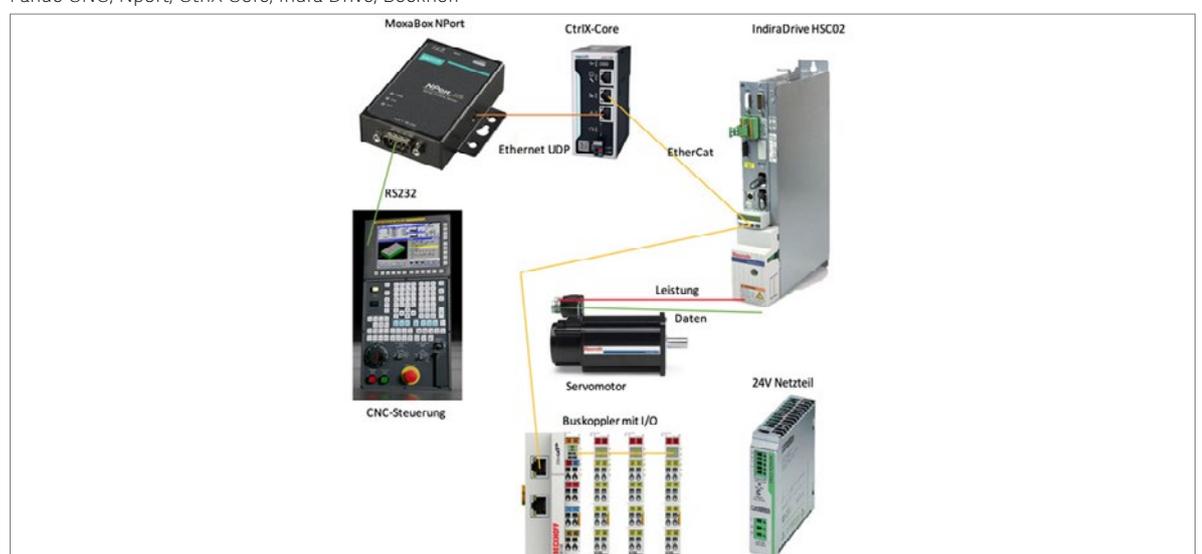


Mechanische Komponenten
Eigene Darstellung



Elektrische Komponenten

Fanuc CNC; Nport; CtrlX Core; Indra Drive; Beckhoff



Examinator
Prof. Michael Hubatka

Expertin
Dr. Antje Rey, E. Blum &
Co. AG, Zürich

Themengebiet
Fertigungstechnik,
Automation & Robotik,
Mechatronik und Auto-
matisierungstechnik

Innovative Steuerung von Schlagschrauberprozessen

Anzug einer M12 Schraube mit Tangential-Schlagschrauber unter verschiedene Einflussgrößen

Diplomand
Daniele Thoma

Ausgangslage: Der Tangential-Schlagschrauber ist ein Bohrschrauber, mit dem sich Gewindeverbindungen deutlich leichter anziehen lassen als mit herkömmlichen Methoden. In Zukunft werden die Tangential-Schlagschrauber zum kontrollierten Anziehen von Schraubverbindungen eingesetzt. Kontrolliertes Verschrauben bedeutet, dass jede Art von Schraubverbindung und die dazugehörige Schraube ihre eigenen Parameter haben, die beachtet werden müssen, um ein optimales Anziehen zu erreichen. Zu diesen Parametern gehören die Vorspannkraft und das Drehmoment, unter dem die Verbindung belastet wird. Diese Parameter werden heute noch mit Drehmomentschlüsseln, Torsionsstäben, Abschalt-Steuerungen usw. überprüft.

Ziel dieser Arbeit ist, eine Analyse der Einflussgrößen auf die Vorspannkraft und die Drehmomente einer M12-Schraube und deren Einfluss von verschiedenen Schraubparametern.

Um dies zu ermitteln, ist es notwendig, Tests zu erstellen, und dann Versuche durchzuführen, damit am Ende die Grundlagen, wie ein Gerät mit kontrolliertem Anziehen konzipiert werden kann, vorhanden sind.

Fazit: Am Ende dieser Arbeit stellt sich eine gesamte Übersicht über die Einflüsse und die Verschraubungstechniken für die Verschraubung mit dem Tangential-Schlagschrauber dar.

Hier wurden die Vorspannkraft und die Drehmomente gemessen, die entsprechenden Daten erfasst, und es wurde anhand einer bestimmten Aufgabe Informationen über die Bewegungsfähigkeit der einzelnen Versuche ermittelt. Im besten Fall kann eine Vorspannkraft von 50/60 kN erreicht werden, im schlechtesten Fall nur 30 kN. Der Unterschied liegt in der Art der Verschraubung und dem Einfluss von äusseren Faktoren. Die wichtigsten Faktoren wurden in der Praxis mit dem Prüfstand getestet.

Der Wirkungsgrad wird auch stark von der Variation dieser Parameter beeinflusst. Dank den hier durchgeführten Tests konnte festgestellt werden, wie sich die Gesamtwirkungsgrade der Verschraubungen beeinflussen.

Ergebnis: Das Drehmoment ist das, was die Vorspannkraft ansteigen lässt. Es entsteht durch den Tangential-Schlagschrauber, der Schläge ausführt, sodass ein Drehmoment an der Schraube entsteht, das sich immer mehr zusammenzieht. Man kann sofort sehen, wie die Vorspannkraft nach jeder Erhöhung des Drehmoments schrittweise ansteigt.

Die Erhöhung des Drehmoments steht in direktem Zusammenhang mit der Vorspannkraft. Jeder Schlag hat eine Erhöhung der Vorspannkraft zur Folge. Bei einem Schlag steigt das Drehmoment «Anzug» und das Drehmoment «Schraube» in der Schraube momentan. Diese beiden sind verbunden und beide sind auch mit der Vorspannkraft verbunden. Damit sie ein Moment ausüben, das die Schraube dreht und die Vorspannkraft erhöht.

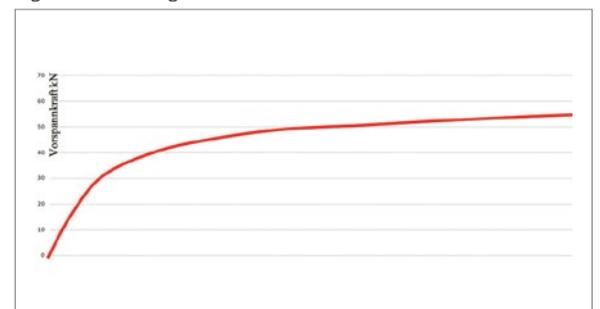
Bosch Tangential-Schlagschrauber

www.bosch-professional.com/ch/it/products/gds-18v-200-c-0601



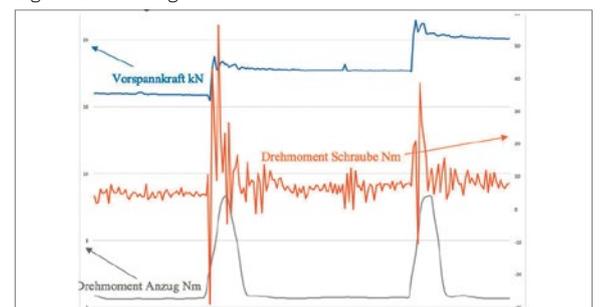
Verlauf Vorspannkraft während des Verschraubungsprozesses

Eigene Darstellung



Vorspannkraft und Drehmomente während zweier Schläge

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Albert Loichinger

Experte
Dr. Elmar Nestle, Vat
Vakuumentile AG,
Haag (Rheintal), SG

Themengebiet
Konstruktion und
Systemtechnik

Reduktion Getriebegeräusche von Bahngetrieben

Diplomand



Joel Rippert

Ziel der Arbeit: Die Firma Stadler Rail, mit Hauptsitz im thurgauischen Bussnang, ist ein weltweit tätiges Unternehmen, welches Schienenfahrzeuge für alle Märkte anbietet. Gerade im Bereich der Personentriebzüge werden die Anforderungen bezüglich Innen- und Aussenlärm laufend strenger. Eine wesentliche und störende Geräuschquelle sind die Radsatzgetriebe. In Anbetracht einer weiteren Urbanisierung sowie Verdichtung des öffentlichen Nah- und Fernverkehrsangebots, kommt der verstärkte Wunsch nach Reduzierung von Geräuschemissionen auf.

Es soll im Rahmen dieser Bachelorarbeit ein bestehendes zweistufiges Stirnrad-Radsatzgetriebe bezüglich Geräuschentwicklung untersucht und optimiert werden. Zu beachten sind dabei die durch Luft- und Körperschall verursachten, störenden Geräusche. Basierend auf den Untersuchungen sollen Massnahmen erarbeitet werden, welche sich unter Einhaltung von Randbedingungen und für Schienenfahrzeuge typischen Gegebenheiten, konstruktiv und fertigungstechnisch umsetzen lassen.

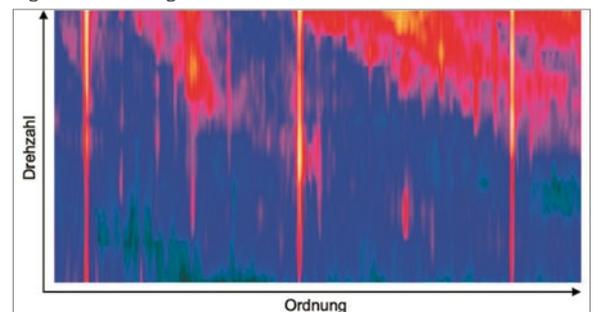
Vorgehen: Das Vorgehen in dieser Arbeit folgt den in der Maschinenakustik üblichen Schritten. Dabei wird zuerst die Quelle identifiziert und lokalisiert. Sind die Geräuschquellen gefunden, ist zu klären, wie sich von diesen Quellen aus der Körperschall in der Konstruktion ausbreiten kann. In einem letzten Schritt gilt es zu verstehen, wie der Körperschall, über die Umwandlung zu Luftschall und damit verbunden der Abstrahlung von der Maschine, zum Empfänger gelangt. Um dies zu erfassen, ist der Einsatz von Akustik- und Schwingungsmessmitteln zwingend. Auf dem Weg zur Konstruktion einer geräuschoptimierten Verzahnung wurden Messungen auf dem Getriebeprüfstand, eine experimentelle Modalanalyse am Drehgestell, Messungen an gefertigten Zahnrädern und Schallmessungen (inkl. akustische Kamera) im fahrenden Schienenfahrzeug, durchgeführt.

Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass sich durch die Wahl einer günstigen Kombination aus Zähnezahlen, Modul, Eingriffs- und Schrägungswinkel, Profilverschiebung und Profilkorrekturen ein gleichmässiger Systemsteifigkeitsverlauf während des Zahneingriffs erreichen lässt. Ein gleichmässiger Steifigkeitsverlauf resultiert in einem kleinen Drehwegfehler. Durch eine neu konstruierte Verzahnung, welche mithilfe der Software KISSsoft bezüglich Schalldruckpegel optimiert wurde, wird eine massive Reduktion des Schalldruckpegels erreicht. Die konstruierte Verzahnung erfüllt die durch Stadler geforderten Sicherheitsfaktoren in sämtlichen Lastfällen und wird sowohl fertigungstechnischen als auch wirtschaftlichen Kriterien gerecht.

Moderner Triebzug ABe 4/12 Saphir der Aargau Verkehr AG
Aargau Verkehr AG



Ordnungsspektrum Getriebe-Fahrmotoreinheit
Eigene Darstellung



Ausgelegte geräuschoptimierte Verzahnung
Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr.
Hanspeter Gysin

Experte

Prof. Dr. Hans Gut,
Güdel AG, Langenthal,
BE

Themengebiet

Konstruktion und
Systemtechnik,
Produktentwicklung

Projektpartner

Stadler Bussnang AG,
Bussnang, TG

Überführung eines Prototypen in ein Fahrgeschäft

Diplomandin



Melany Habermacher

Ausgangslage: Die Firma VR Coaster GmbH & Co KG gehört zu den erfolgreichsten Unternehmen, wenn es darum geht, die reale und die virtuelle Realität miteinander verschmelzen zu lassen.

VR Coaster beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Kombination von virtueller Realität und realen Ereignissen. Auftretende Beschleunigungen oder reale Kräfte, echte Drops oder das Gefühl der Schwerelosigkeit, auch «Airtime» genannt, VR Coaster schafft durch innovative Ansätze das erstaunlichste Fahrerlebnis aller Zeiten. Von Weltraumschlachten bis zum Ritt auf einem fliegenden Drachen ist alles möglich – sogar Interaktion und Gaming!

Durch die Zugehörigkeit der MACK Unternehmensgruppe und deren über 240-jähriger Erfahrung im Vergnügungsanlagenbau wird es der VR Coaster ermöglicht, ihre Produkte als schlüsselfertige Lösung anbieten zu können.

Mit ihren Anlagen und Ideen begeistert MACK täglich Millionen von Menschen. Neben Entwicklung und Konstruktion besitzt man eine grosse Herstellungs- und Fertigungsexpertise. Durch den eigenen Freizeitpark werden die Produkte nah am Markt und am Bedarf des Kunden entwickelt.

Mit VR Coaster, Mack Rides, MackNeXT und Mack-Media hat die Unternehmensgruppe alle erforderlichen Kompetenzen für 4D-Attraktionsfilme, Motion-Ride-Inhalte, Dome-Projektionen und Virtual-Reality-Erlebnisse. So können Filme und Videos optimal auf die Attraktion und das Fahrgeschäft abgestimmt werden, um so einzigartige Erlebnisse zu erschaffen. Aufgrund der wachsenden Trends in der Digitalisierung und im Bereich von Virtual Reality, wurde dieses Jahr mit VR Coaster die Idee eines neuen Anlagenkonzeptes ins Leben gerufen.

Ziel der Arbeit: Aufgrund von Geheimhaltungsvereinbarungen werden die Ziele stark zusammengefasst. Das Ziel der Arbeit ist es, das Überführen eines Prototyps in ein mögliches Anlagenkonzept. Dabei sollen die vielfältigen Möglichkeiten der Bewegungsprofile der Anlage überprüft und die Rahmenbedingungen festgelegt werden. Das Anlagenkonzept ist den einschlägigen Normen der «fliegenden Bauten» entsprechend zu designen.

Es gilt aufzuzeigen, ob eine solche Technologie Potential hat und eine kostengünstige Alternative zur klassischen Achterbahn bietet.

Ergebnis: Es konnte ein umfangreiches Dossier abgegeben werden, welches die im Rahmen dieser Arbeit

ermittelten Ergebnisse aufzeigt und dem Freizeitparkanlagenhersteller klar die Vor- und Nachteile der Anlage, sowie mögliche Einschränkungen, Schwierigkeiten oder Leistungsgrenzen aufzeigt. Ebenso konnte ein Ausblick für anstehende oder weiterführende Arbeiten gegeben werden.

VR Experience

Quelle: VR Coaster GmbH & Co KG



Motion-Ride VR

Quelle: VR Coaster GmbH & Co KG



Examinator

Prof. Dr. Elmar Nestle

Experte

Robert Spasov, V&V
Vakuumentile AG,
Haag (Rheintal), SG

Themengebiet

Konstruktion und
Systemtechnik,
Produktentwicklung

Projektpartner

VR Coaster GmbH & Co
KG, Kaiserslautern, DE

Untersuchung zur Wendigkeit einer Fixed-Wing-Drohne

Modifikation und Erprobung der mobula X

Diplomand



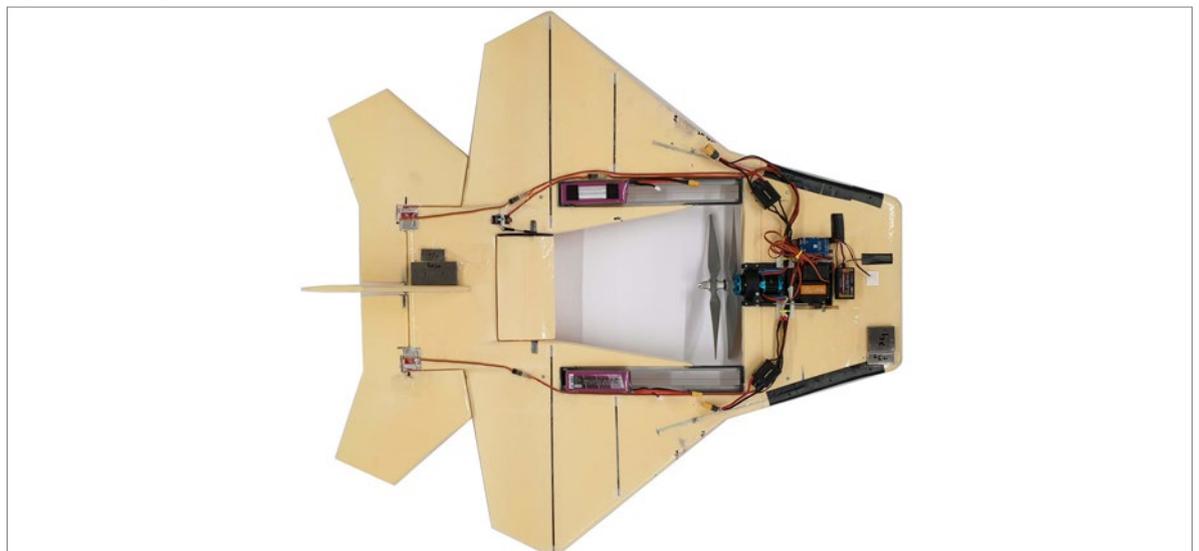
Lukas Reitemeier

Ausgangslage: An der Ostschweizer Fachhochschule wird seit 2017 das mobula Projekt zur autonomen Bekämpfung von unbemannten Flugobjekten verfolgt. Dabei wurde eine wendige Fixed-Wing-Drohne entwickelt, welche eine gefährliche Drohne abfangen und mit einer Netzkanone zu Boden bringen kann. Beim Verfolgen eines Flugobjektes ist die Wendigkeit zentral, was ein gewisses Mass an Instabilität verlangt. Gleichzeitig ist es aber von Vorteil, wenn ein Flugobjekt von sich aus stabil ist.

Vorgehen: Am Beispiel der mobula XS wurde die aerodynamische Instabilität von Flächenfliegern beleuchtet. Basierend auf der Geometrie der mobula XS NT wurde die wendigere Testdrohne mobula X mit folgenden Modifikationen ausgestattet: einer Schub-Vektor-Steuerung in der Querachse, einem zusätzlichen Höhenruder, welches von den Propellern angestrahlt wird, einem im Flug variablen Schwerpunkt und statischen Canard-Flügeln. Die Modifikationen zielen auf eine Erhöhung der Steuerwirkung oder auf eine Erhöhung der aerodynamischen Instabilität ab. Komplementär dazu wurden CFD-Simulationen durchgeführt.

Ergebnis: Die Simulationen zeigten, dass der Druckpunkt weiter hinten liegt als bisher angenommen. Mittels der Testflüge konnte dies bestätigt und die Effektivität der Modifikationen quantifiziert werden. Das Verschieben des Schwerpunkts und die Schub-Vektor-Steuerung erwiesen sich als am effektivsten. Die Dauer für einen Looping konnte, mit allen Modifikationen kombiniert, von 5,5 Sekunden auf 0,9 Sekunden verringert werden. Somit gilt das Ziel der Arbeit als erfüllt und die Effektivität der Modifikationen als erwiesen.

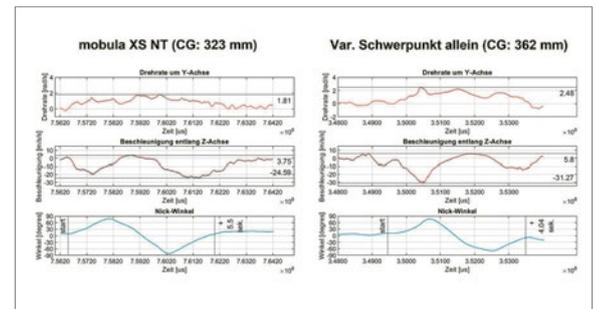
Draufsicht – mobula X ohne Canard-Flügel
Eigene Darstellung



Abschliessend kann gesagt werden, dass die mobula XS ein robustes Design ist, welches Modifikationen einfach zulässt und noch Potenzial zur Erhöhung der Wendigkeit aufweist. Die Erkenntnisse der Untersuchung können folgenden Projekten als Hilfe dienen.

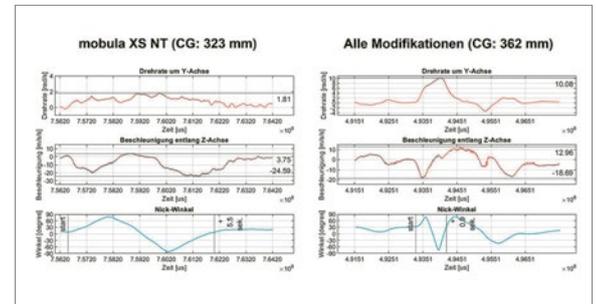
Vergleich: Original-Konfiguration und leicht verschobener Schwerpunkt

Eigene Darstellung



Vergleich: Original-Konfiguration und alle Modifikationen kombiniert

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Markus Henne

Experte
Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Konstruktion und Systemtechnik,
Simulationstechnik

Bewertung des Einflusses verschiedener werkzeugtechnischen Massnahmen

auf die Bauteilqualität beim Thermoplast-Schaumspritzgiessen

Diplomand



Nicolas Frei

Ausgangslage: Am IWK existiert für das Thermoplast-Schaumspritzgiessen (TSG) ein spezielles Werkzeug mit Core-back-Technologie (Kernrückzug) zur Herstellung von geschäumten Bauteilen mit möglichst integralen Schaumstrukturen. Das Werkzeug ist mit verschiedenen Zusatzfeatures ausgerüstet. Die FDU-Düse (Flat Die Unit) ist eine neuartige Breitschlitz-Heisskanaldüse und vereint die Vorteile von Spritzgiess- und Extrusionstechnologie (Bild 1). So verspricht diese beim Kompaktspritzguss unter anderem reduzierte Einspritz- und Nachdruckzeiten sowie eine materialschonende Verarbeitung. Nun soll überprüft werden, wie sich die FDU im Vergleich zu einem herkömmlichen Nadelverschlussheisskanal auf die Qualität geschäumter Teile auswirkt.

Vorgehen: Es werden zwei unterschiedliche Versuchspläne für die Materialien Polypropylen und Polyamid erstellt. Innerhalb des Versuchsplans werden verschiedene Prozessparameter verändert und jeweils mit dem Nadelverschlussheisskanal und der FDU durchgeführt. So können sowohl die Prozessparameter als auch die zwei Heisskanalsysteme miteinander verglichen werden.

Danach werden die Kriterien und Messgrössen zur Beurteilung der Schaumqualität festgelegt. Dazu zählen Biegemodul, Gewichtsreduktion, Verzug und eine optische Analyse der Zellstruktur.

Das Bauteil (Bild 2) eignet sich aufgrund seiner Geometrie nicht für mechanische Prüfungen. Deshalb wird es in unterschiedliche Fragmente zerteilt, welche separat geprüft werden können. Im Anschluss werden die gewonnenen Daten in Grafiken dargestellt und interpretiert.

Ergebnis: Verglichen zum Standard-Heisskanal beeinflusst die Flat Die Unit viele der definierten Kriterien positiv. Bei Polyamid verringert sie den Verzug, ermöglicht sie grössere Dichtereduktionen und erhöht sie den spezifischen Biegemodul in gewissen Konfigurationen. Bild 3 zeigt die Blasenverteilung über dem Querschnitt. Bei Polypropylen verkürzt sie die Kühlzeit, indem weniger Scherwärme ins Bauteil transportiert wird. Eine generelle Verschlechterung konnte nicht festgestellt werden.

Die mit Core-Back-Technologie hergestellten Bauteile wurden zum ersten Mal auf deren mechanische Eigenschaften geprüft. Zurzeit bringt die Technologie keine Verbesserung des spezifischen Biegemoduls (Biegelmodul/Dichte).

Examinator

Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte

Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet
Kunststofftechnik

Breitschlitzdüse des Heisskanalsystems «FDU»

FDU Hotrunner GmbH



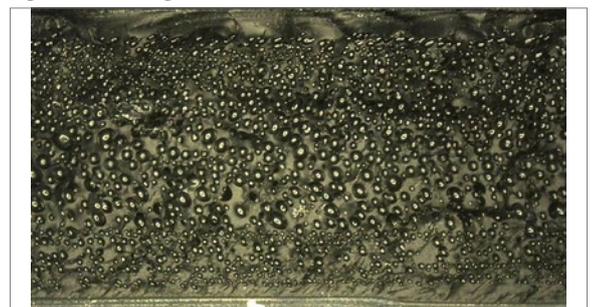
geschäumtes Demobauteil mit dreiecksförmigem Bandanguss

Eigene Darstellung



Integrale Schaumstruktur im Inneren des Demobauteils

Eigene Darstellung



CoEx-Filament mit leitfähiger Innenschicht

Diplomand



Jan Bischof

Einleitung: Der Bereich der additiven Fertigung hat in den letzten Jahren eine grosse Entwicklung durchlaufen. Während das Hauptaugenmerk zu Beginn auf neuen Prozessen und Materialien lag, werden diese aktuell auf spezifische Bedürfnisse angepasst. Neben Monomaterialstrukturen werden zunehmend hybride Strukturen benötigt und untersucht. Zu den Festigkeitsaspekten ist vor allem die elektrische Leitfähigkeit von grosser Bedeutung.

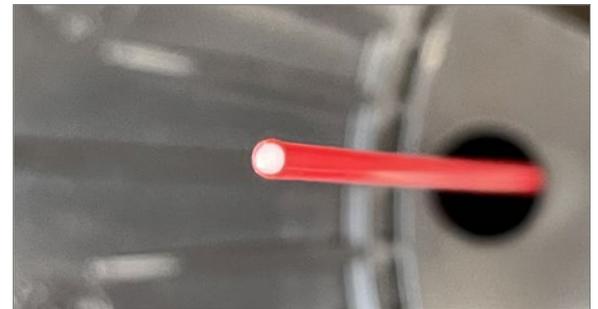
Ziel der Arbeit: Im Umfang der Bachelorarbeit wird eine eigens entwickelte Co-Extrusionsdüse für die Filamentherstellung in Betrieb genommen und geprüft. Anschliessend soll ein Kunststoff mit einem Additiv hergestellt werden, welches im Kern des späteren CoEx-Filaments eingesetzt wird. Das Mantelmaterial soll im gedruckten Zustand stets eine Isolation gegen aussen und gegen andere Schichten gewährleisten. Der Kern soll konstant vorhanden sein und eine gewisse Leitfähigkeit aufweisen.

Ergebnis: Die entwickelte CoEx-Düse erfüllt ihre Anforderungen. Der Kern des Filaments konnte zentral positioniert und die Herstellung in verschiedenen Dimensionen gewährleistet werden. Die Suche nach einem geeigneten Additiv zeigte, dass der Einfluss dessen auf den einzusetzenden Kunststoff unbekannt ist und getestet werden muss. In der Arbeit konnte mithilfe eines geeigneten Additivs in angepasster Dosierung ein Polymer erstellt werden, welches die gewünschte Leitfähigkeit aufweist. Dabei hat sich gezeigt, dass die erreichbare Leitfähigkeit stark von der Verarbeitungsdauer und -art abhängig ist. Durch die Versprödung wurde die Biegefestigkeit negativ beeinflusst.

Die Untersuchung bezüglich der Druckfähigkeit und der Qualität des Filaments ergab, dass das Material mit einem gängigen 3D-Drucker verarbeitet werden kann. Mithilfe einer CT Untersuchung war es möglich, die optischen Fehlstellen zu differenzieren. Als Fazit kann gesagt werden, dass ein optisch einwandfreies Teil fehlerfrei ist.

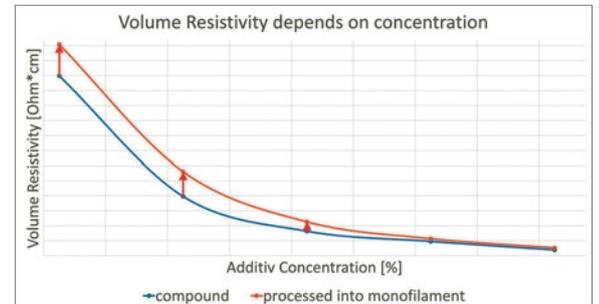
CoEx-Filament mit zentriertem Kern

Eigene Darstellung



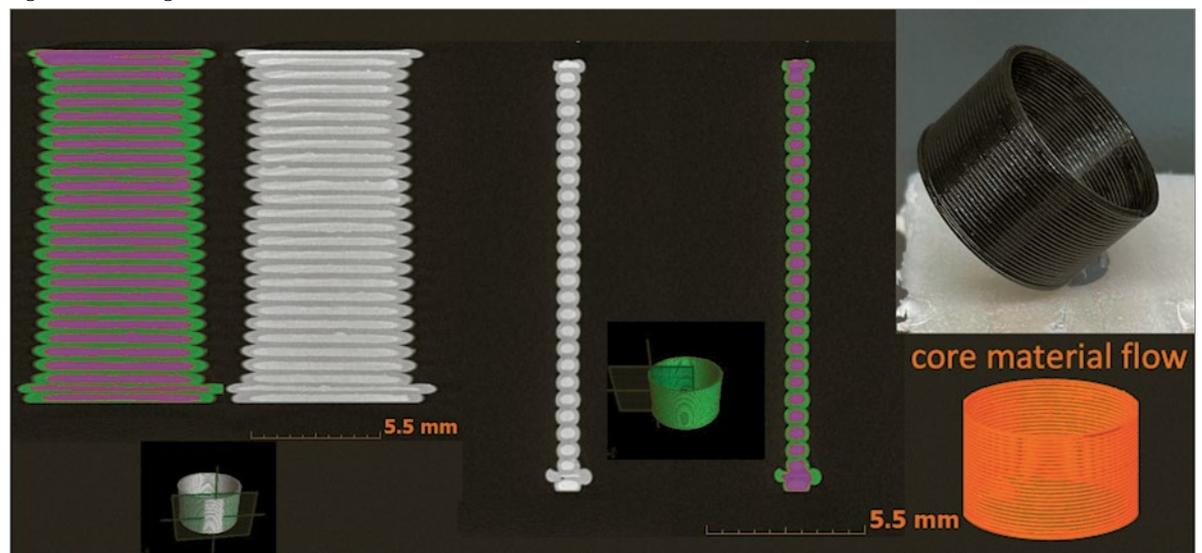
Einfluss der Weiterverarbeitung auf die Leitfähigkeit

Eigene Darstellung



CT-Untersuchung einer Druckprobe ohne Fehlstellen (Färbung durch Filter)

Eigene Darstellung



Examinator

Prof.
Daniel Schwendemann

Experte

Frank Mack, Coperion
GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet
Kunststofftechnik

Evaluation Rotomolding mit Recyclingmaterialien

Diplomand



Ralf Föh

Einleitung: Die Grütter Kunststoff AG in Hombrechtikon stellt Kunststoffbauteile mittels Rotomolding her. Beim Rotomolding wird Pulver in ein Werkzeug gefüllt, welches rotiert und erhitzt wird. Ist das schmelzförmige Material verteilt, wird es abgekühlt, und das Bauteil kann entformt werden. Durch diese Arbeit soll es ermöglicht werden, Bauteile aus PE-Recyclingmaterialien herstellen zu können. Bereits durchgeführte Versuche zeigten, dass es sehr zeitaufwendig ist, die Versuchsreihen auf der Produktionsanlage durchzuführen.

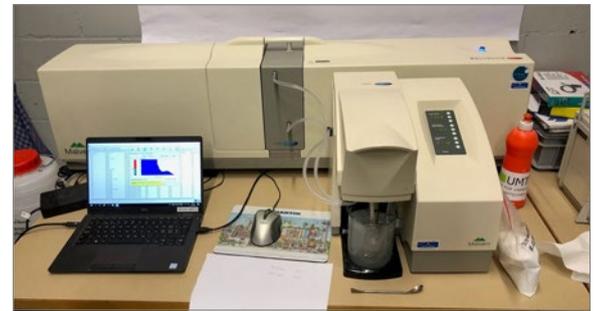
Vorgehen / Technologien: Zuerst wurde eine intensive Recherche zum Thema Rotomolding gemacht, um den Prozess und die Einflüsse zu analysieren. Um Zugstäbe schneller herstellen zu können, wurden zwei Werkzeuge konstruiert und gefertigt, welche es ermöglichen, den Prozess im Labormassstab durchzuführen. Die mechanischen Werte der Zugstäbe wurden ermittelt, und von allen Mischungen wurden die MFI-Werte sowie die Partikelgrößenverteilung der Pulver bestimmt.

Ergebnis: Die Herstellung von Zugstäben mit Neumaterialien hat sehr gut funktioniert, und die Festigkeitswerte sind vergleichbar mit jenen von Rotomoldingbauteilen. Die hergestellten Zugstäbe aus Recyclingmaterial hatten teilweise noch etwas schlechtere Festigkeitswerte, Oberflächen und auch poröse Strukturen. Mittels der durchgeführten MFI-Messungen wurde aufgezeigt, dass die eingesetzten Recyclingmaterialien zu schlecht fließen. Zusätzlich wurde durch die Messung der Partikelgrößenverteilung der Einfluss der unterschiedlichen Partikelgrößen evaluiert. Abschliessend wurden in einem weite-

ren Versuch Deckel von PET-Flaschen gemahlen und zu Zugstäben verarbeitet. Die generelle Machbarkeit konnte aufgezeigt werden, und es konnten die entscheidenden Parameter ermittelt werden. Durch die Möglichkeit, nun Abmusterungen im Labormassstab durchführen zu können, wird der weitere Entwicklungsprozess deutlich beschleunigt.

Messen der Partikelgrößenverteilung mit dem Laserbeugungsspektrometer

Eigene Darstellung



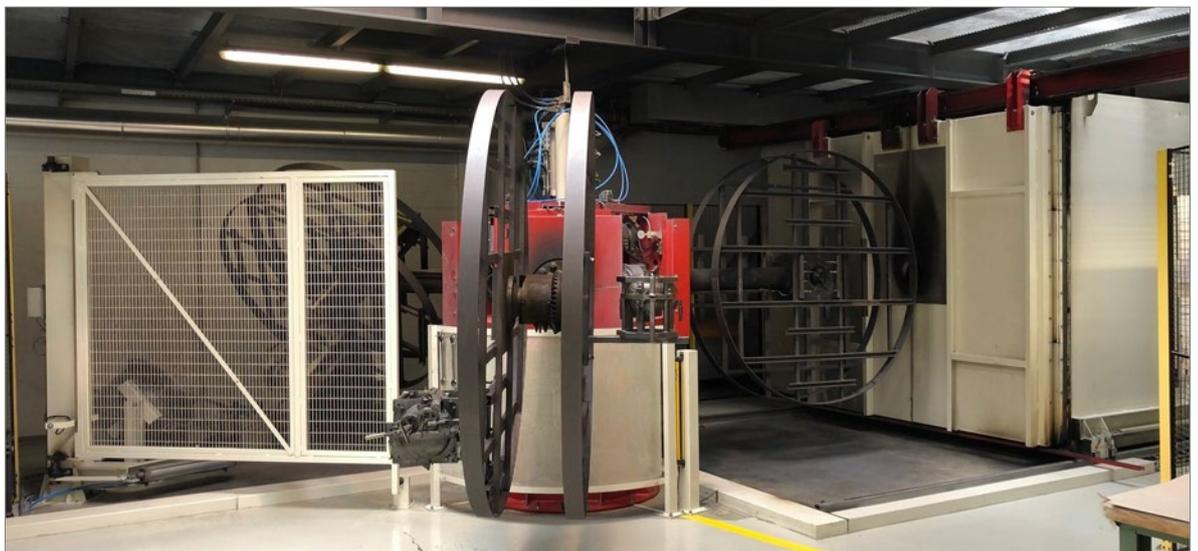
Zugstäbe hergestellt aus PE-Granulaten mit dem neuen Werkzeug, welchen den Evaluationsprozess beschleunigt.

Eigene Darstellung



Rotomoldingmaschine bei Grütter Kunststoff Formen AG

Eigene Darstellung



Examinator

Prof.
Daniel Schwendemann

Experte

Martin Klein, Coperion
GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet Kunststofftechnik

Projektpartner

Grütter Kunststoff
Formen AG,
Hombrechtikon, ZH

Extrusionsrheometer

Umsetzung und Evaluation einer Schlitzkapillardüse

Diplomandin



Jennifer Schmid

Einleitung: Für die Fertigung von Kunststoffbauteilen wird immer häufiger eine Simulation durchgeführt. Um eine realistische Vorhersage der Fertigung zu machen, werden die rheologischen Daten der Kunststoffe benötigt, welche meist nur unter Laborbedingungen ermittelt werden. Zudem ist der Einfluss von gewissen Extrusions-Phänomenen noch unklar.

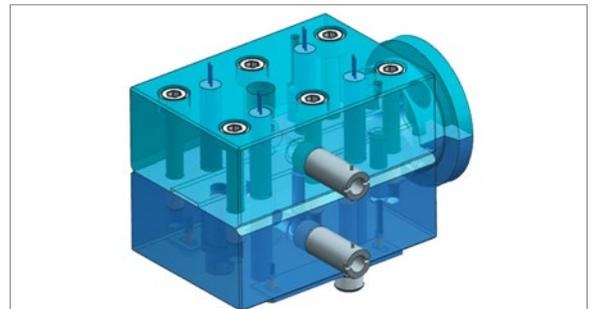
Ziel der Arbeit: Im Umfang dieser Bachelorarbeit gilt es, eine Rheoschlitzdüse zu entwerfen und diese schliesslich in Betrieb zu nehmen, sodass die Viskosität von diversen Kunststoffen unter realen Bedingungen ermittelt werden kann.

Diese Arbeit stützt sich auf ein Vorprojekt, in dem es um die Auslegung und Simulation einer solchen Rheoschlitzdüse ging. Anhand einiger gewonnener Erkenntnisse wird das Ziel schrittweise nach den erlernten Entwicklungsmethoden verfolgt bis zur Fertigung und anschliessenden Inbetriebnahme.

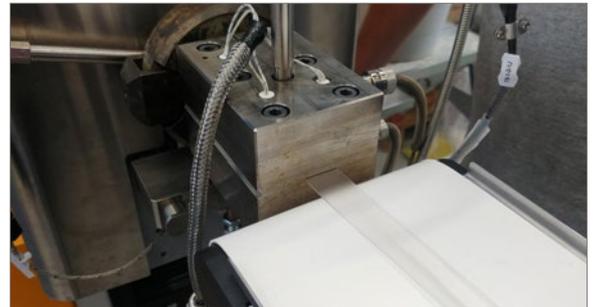
Ergebnis: Mit der entwickelten und gefertigten Rheoschlitzdüse können verschiedene Kunststoffe auf dem Extruder des IWKS extrudiert werden. Dabei kann der Druckverlust über eingebaute Sensoriken erfasst werden, wodurch schliesslich ein Viskositätsverlauf anhand der Schergeschwindigkeit im Material aufgezeichnet werden kann. Je nach Werkstoffverhalten kann die Viskosität über verschiedene Schergeschwindigkeitsbereiche erfasst werden. Für hochviskose Kunststoffe würde sich eine Düse mit höherem Schlitzspalt besser eignen, welche bereits konstruiert, aber aus Kostengründen noch nicht gefertigt worden ist.

Die ermittelten Viskositätsverläufe, welche unter realen Bedingungen bestimmt wurden, entsprechen beinahe den Daten aus einer Datenbank wie Cadmould. Im Vergleich zu Labormessungen mittels Frequenz liegen die Unterschiede deutlich höher, was Anlass dazu gibt, diesbezüglich weitere Nachforschungen zu betreiben.

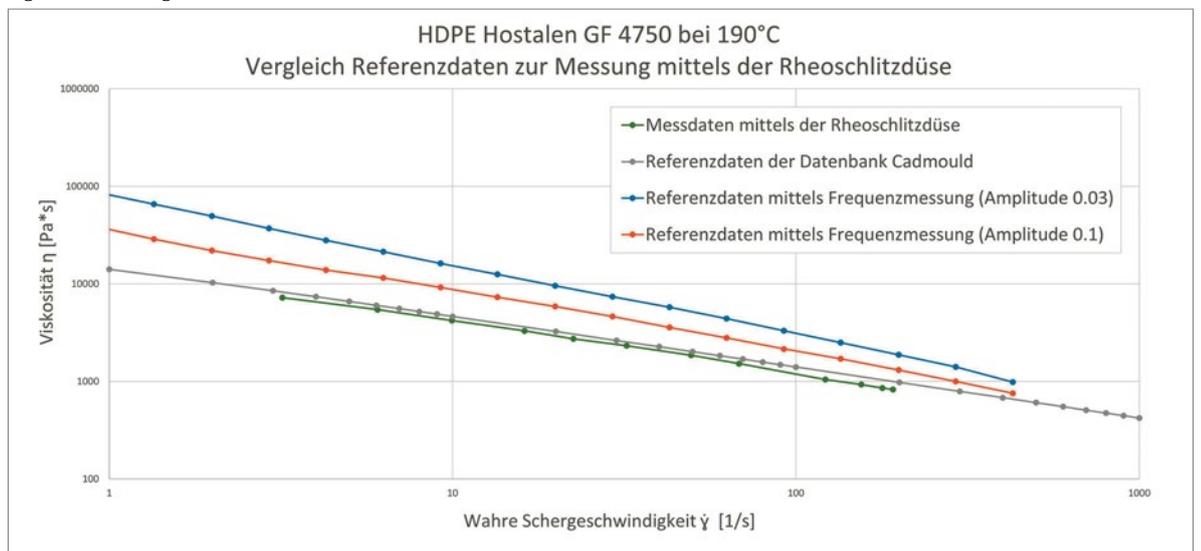
Konzeptkonstruktion
Eigene Darstellung



Testlauf am Extruder
Eigene Darstellung



Auswertung der Mess- und Referenzdaten
Eigene Darstellung



Examinator
Prof.
Daniel Schwendemann

Experte
Frank Mack, Coperion
GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet
Kunststofftechnik

Mould Monitoring – Detektion von Ablagerungen im Werkzeug

Diplomand



Sandro Gartmann

Problemstellung: Spritzgiesswerkzeuge können sich während des Betriebs verschmutzen. Dies kann sich anhand von Ablagerungen in der Kavität, in der Trennebene oder in der Entlüftung äussern. Bei den Ablagerungen handelt es sich um Zersetzungsprodukte der Polymerschmelze oder deren Additive, aufgrund von thermischen oder mechanischen Belastungen der Schmelze. Solche Ablagerungen können sich, je nachdem, wie stark diese ausgeprägt sind, negativ auf das Bauteil auswirken. Verstopfte Entlüftungen und daraus resultierende Dieseleffekte, welche das Bauteil lokal verbrennen, oder generelle Oberflächenmängel können die Folgen sein. Der genaue Zeitpunkt für das Auftreten von Ablagerungen und deren negativen Auswirkungen auf das Bauteil kann nicht von vornherein vorausgesagt werden. Um solchen Problemen vorzubeugen, wird das Werkzeug nach festgelegten Zyklen gereinigt. Es kann durchaus vorkommen, dass die Reinigung schon vor auftretenden Bauteilmängeln erfolgt. Das heisst, die Produktion wird unnötig unterbrochen und das Werkzeug gereinigt, obwohl noch weitere Zyklen erfolgen könnten.

Ziel der Arbeit: Es soll ein Demobauteil mit dazugehörigem Werkzeug entwickelt werden. Das Werkzeug soll über eine integrierte Sensorik verfügen. Mithilfe dieser Sensorik soll es möglich sein, die auftretenden Ablagerungen zu detektieren und eine Korrelation zwischen diesen und den Signalen herzustellen.

Ergebnis: In der vorgegebenen Zeit konnte ein Werkzeug mit dazugehöriger Sensorik realisiert werden. Überwacht wird die Temperatur der Werkzeugoberfläche an zwei Stellen mithilfe von zwei verschiedenen Sensoren, der Luftdruck in der Kavität während des Einspritzens, die Dicke der Ablagerung in der Entlüftung und der Volumenstrom der Abluft, welche durch die Entlüftung beim Einspritzen ausströmt. Die drei durchgeführten Versuchsreihen zeigen, dass über die Detektion des Volumenstroms beschrieben werden kann, inwieweit die Entlüftung noch frei ist. Ebenfalls Tendenzen zum Zustand der Entlüftung sind über die Messung des Luftdruckes in der Kavität während dem Einspritzen ersichtlich. Eine Überwachung der Temperatur der Werkzeugoberfläche zeigt, dass sich diese lokal erhöht. Es kann aber noch nicht gesagt werden, ob diese Temperaturerhöhung effektiv nur auf die auftretenden Ablagerungen zurückzuführen ist oder auch auf das Einpendeln des Spritzgiessprozesses. Die Temperaturüberwachung mit einem anderen Sensor führte zu keinen Ergebnissen, da sich im Bereich von diesem Sensor keine Ablagerungen bilden. Die Erfassung der Dicke der Ablagerung stellt sich als nicht geeignet heraus, da das Signal sehr leicht durch äussere Einflüsse gestört werden kann.

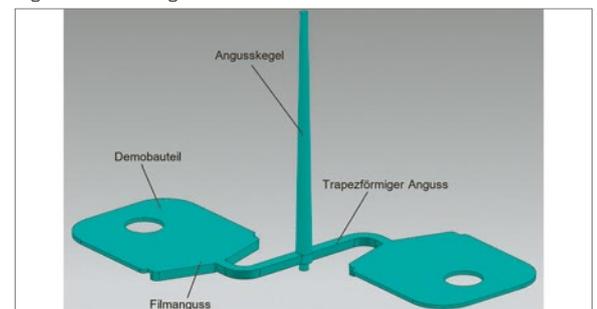
Examinator
Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte
Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet
Kunststofftechnik

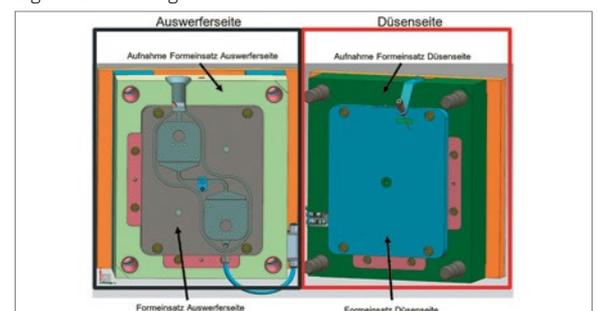
Demoteile samt Angussystem

Eigene Darstellung



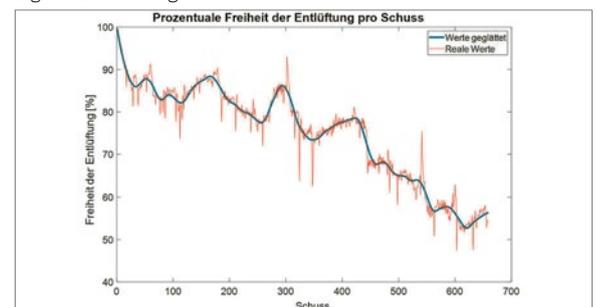
Überblick Versuchswerkzeug

Eigene Darstellung



Prozentuale Freiheit der Entlüftung pro Schuss

Eigene Darstellung



Neue Bauweisen für Exoskelette

Diplomand



Eric Haberthür

Ausgangslage: Exoskelette helfen Menschen, welche körperlich beeinträchtigt sind, ihre Mobilität zumindest teilweise zurückzugewinnen. «VariLeg Enhanced» ist ein solches Exoskelett, welches für Menschen mit Querschnittlähmung entwickelt wurde. Das Projekt entstand ursprünglich an der ETH Zürich. Im Jahr 2016 fand der erste Cybathlon statt, an dem die ETH Zürich bereits mit dem «VariLeg 2» teilgenommen hat. Zu diesem Zeitpunkt war auch die HSR mit Ihrem elektrischen Rollstuhl HSR enhanced vertreten. Für den Cybathlon 2020 beschlossen die Institute pdz, ReLab und ILT, ihre Kräfte zu vereinen. Somit entstand durch die Zusammenarbeit in Form eines Fokusprojektes von 15 Studierenden das neue Exoskelett «VariLeg Enhanced». Dieses hat nun sein Zuhause am ILT der OST und wird dort weiterentwickelt.

Problemstellung: Exoskelette sind aufwändige Systeme, bestehend aus vielen unterschiedlichen Komponenten, die perfekt zusammenspielen müssen. Neben den gewichtsbezogenen mechanischen Eigenschaften spielt auch die Integration (z.B. Aktuatoren, Sensoren), sowie die Krafteinleitung (Verbindung zwischen den verschiedenen Elementen, inkl. Motoren) eine wichtige Rolle. Dies führt häufig zu sehr uneinheitlichen, komplexen Konstruktionen, die teuer und fehleranfällig sind.

In der Arbeit soll untersucht werden, wie einfachere, ggf. modulare Bauweisen mit möglichst vielen Standard-Elementen vorstellbar sind. Abgeleitet davon sind Konzepte für die notwendigen Bauteile zu erarbeiten und gemäss der Lastfälle zu dimensionieren, und Ansätze für die Krafteinleitung zu entwickeln.

Vorgehen: Um eine möglichst grosse Vielfalt an Lösungen zu prüfen, wurde grosser Wert auf die Vielfalt der Konzeptideen gelegt. Diese wurden in den weiterführenden Schritten ausgewertet und aussortiert, womit gleichzeitig der Detaillierungsgrad steigt. Schlussendlich entstehen 3 Konzeptvarianten, aus denen die optimale Lösung evaluiert werden soll. Das definitive Konzept wurde anhand einer Simulation mit einer Vielzahl an Detailvarianten ausgewertet, um den schliesslich den bestgeeignetsten Aufbau für die definierten Lastfälle zu finden.

Examinator

Prof. Dr.
Gion Andrea Barandun

Experte

Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Hochschule
Ravensburg-
Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Kunststofftechnik

Projektpartner
ILT Institut für
Laborautomation
und Mechatronik,
Rapperswil, SG

Dokumentarfilm: Schritt für Schritt – aus dem Rollstuhl an den Cybathlon

<https://hook-film.com/aus-dem-rollstuhl-an-den-cybathlon/>

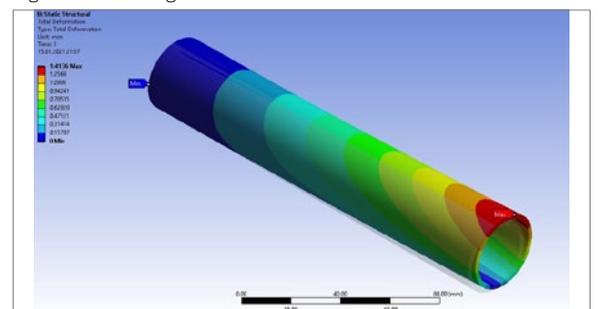


VariLeg Enhanced

<https://www.varileg-enhanced.ch/exo/>



Deformation des Unterschenkelements aus CFK mit $\pm 30^\circ$ Lagen
Eigene Darstellung



Realisierung eines kontinuierlichen Ultraschallschweissprozesses

mit Zugabe von Hot-Melt Tapes

Diplomand



Rainer Schiess

Ausgangslage: Die Firma Victorinox AG, seit jeher bekannt für ihre Schweizer Taschenmesser, produziert auch Reisekoffer. Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) unterstützt dabei die Victorinox AG im Rahmen eines Innosuisse-Projektes bei der Entwicklung und Umsetzung einer neuen Verbindungstechnologie für das Fügen einer Polycarbonat-Kofferschale mit einem Textilreissverschluss. Grundlegendes Ziel des neuen Fügeverfahrens muss sein, dass dieses leichter, günstiger und hinsichtlich mechanischer Eigenschaften besser ausfällt als die bisherige Füge-technologie, wo die Kofferschale mit dem Textilreissverschluss vernäht wird. Nachteilig daran ist, dass meist mit einem Zusatzmaterial die unästhetische Naht verdeckt werden muss. Bereits vorausgegangen ist eine Semesterarbeit, die mehrere Schweissttechnologien und hybride Verbindungen verfolgt hat. Dabei hat sich gezeigt, dass das Ultraschallschweissen unter der Zugabe von Hot-Melt-Tapes ein grosses Potenzial hat.

Ziel der Arbeit: Es soll ein erster Prototyp gebaut werden, der es ermöglicht, eine Kofferhalbschale mittels kontinuierlichem Ultraschallschweissen unter Zugabe von Hot-Melt-Tapes auf der Herrmann Ultraschallschweissmaschine HiQ Dialog herzustellen und anschliessend weitere Festigkeitsversuche daran durchzuführen, um das Schweissergebnis beurteilen zu können.

Ergebnis: Es konnte ein Prototyp konstruiert und gebaut werden, der die präzise und anpassbare Zuführung des Reissverschlusses und Hot-Melt-Tapes sicherstellt. Der Reissverschluss sowie das Tape können als Meterware zugeführt werden. Ein angetriebenes Ambossrad realisiert die Vorschubgeschwindigkeit für den kontinuierlichen Schweissprozess. Der Koffer muss noch von Hand mitgedreht werden. Eine automatisierbare Lösung in diesem Bereich ist anzustreben, damit eine Fertigung des Koffers in der Schweiz oder Europa realisiert werden kann. Wegen einer Maschinenreparatur konnten abschliessende Tests, die die Festigkeit einer kontinuierlichen geschweissten Naht geprüft hätten, nicht durchgeführt werden, folgen jedoch bei erster Gelegenheit. Grundsätzlich sieht der Aufbau aber vielversprechend aus, und eine Kostenschätzung zeigt, dass die Prozesskosten, abhängig von der Fertigungszeit pro Kofferhalbschale, tief ausfallen können.

Examinator

Prof. Dr. Pierre Jousset

Experte

Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet

Kunststofftechnik

Projektpartner

Victorinox AG, Ibach, SZ

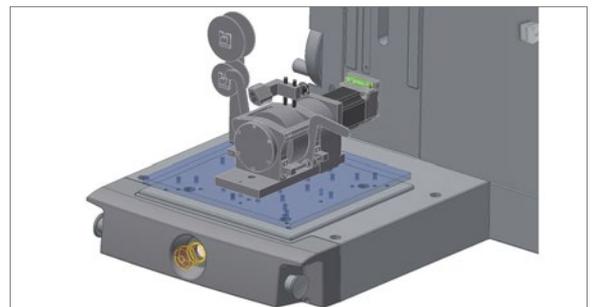
Geschlossener Reissverschluss mit Nähstichen, welche üblicherweise von einem Zusatzstoff verdeckt werden

Eigene Darstellung



CAD-Konstruktion des Antriebs und Zuführsystems für den Reissverschluss & das Hot-Melt Tape

Eigene Darstellung



Spritzgiessen von rPET – Erarbeitung von Bauteil- auslegungs- und Verarbeitungsrichtlinien

Diplomand



Fuad Miceli

Ausgangslage: Aufgrund strenger Vorschriften für Produkte mit Lebensmittelkontakt (Kontaminierung), können nicht alle PET-Flaschen in ihren ursprünglichen Recyclingkreislauf zurückgeführt werden. Diese werden aufgrund dessen zu Polyesterfasern gesponnen oder energetisch verwertet. Aufgrund der herausragenden mechanischen Eigenschaften von PET, werden nun neue Verwertungsmöglichkeiten gesucht. Jedoch erschwert die anspruchsvolle Verarbeitung des Werkstoffes, technisch nutzbare Bauteile wirtschaftlich (Spritzguss) herzustellen. Hauptproblem ist hier die Kristallisationsgeschwindigkeit von PET, die bei schneller Abkühlung zu eher amorphen Bauteilen führt. Durch den natürlichen Alterungsprozess solcher Bauteile oder den Einsatz bei höheren Temperaturen folgen jedoch grosse Nachschwindungen.

Ziel der Arbeit: Ziel der Arbeit, ist die Untersuchung des gesamten Spritzgussprozesses von PET-Rezyklat (kurz rPET). Um das Problem der hohen Nachschwindung zu beheben, werden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

- Ein möglichst hoher Kristallinitätsgrad durch Einsatz von Nukleierungsmitteln (kurz NM);
- amorphe Bauteile durch PET-G (rPET-GAG).

Ergebnis: Die Untersuchung zeigt, wie sich NM auf die Verarbeitung und die Eigenschaften auswirken. Die Erhöhung der Kristallisationsgeschwindigkeit führt bei Bauteilen mit einer Wandstärke von 2mm zu einer Verdoppelung des Kristallinitätsgrades (siehe Abb. 1). Dies macht sich unter anderem in der signifikanten Nachschwindungsreduktion bemerkbar (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Durch den Einsatz von NM

spielt die Werkzeugtemperatur nur eine untergeordnete Rolle. So können deutlich tiefere Werkzeugtemperaturen gefahren werden, wodurch eine signifikante Verringerung der Zykluszeit erzielt wird. Gerade für technische Bauteile mit einer Wandstärke von bis zu 2mm wird der Einsatz von NM empfohlen.

Abb. 1: Kristallinität verschiedener Wandstärken und Werkzeugtemperaturen

Eigene Darstellung

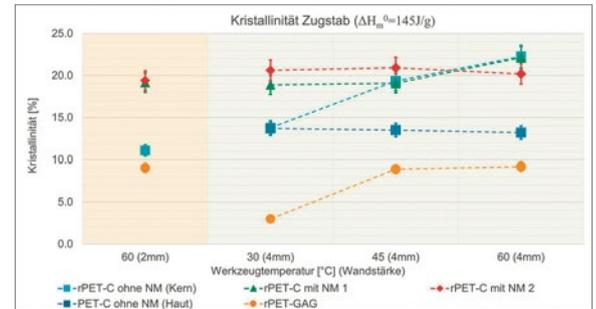


Abb. 2: Nachschwindung verschiedener Wandstärken und Werkzeugtemperaturen

Eigene Darstellung

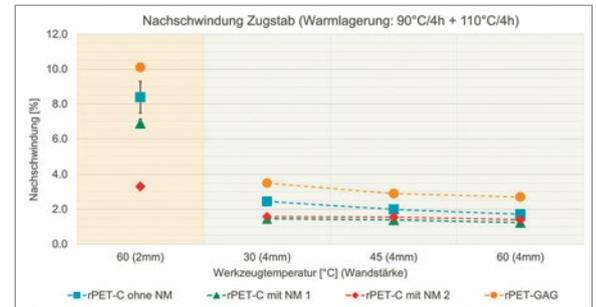


Abb. 3: Nachschwindung: 2mm Zugstab vor und nach der Warmlagerung (90 °C/4h + 110 °C/4h)

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte
Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet
Kunststofftechnik

Steigerung der Verbundhaftung von TSG-Bauteilen mit unidirektionaler Tapeverstärkung

Bachelorarbeit FS 21

Diplomand



Marvin Lichtsteiner

Ausgangslage: In der Automobil-, Industrie- und Freizeit-anwendung sind immer öfters hochsteife gewichtsoptimierte Bauteile gefragt. Durch das Thermoplast-Schaumspritzgiessen (kurz TSG) mit zusätzlicher Verstärkung durch endlosfaserverstärkten Deckschichten können Bauteile mit hoher Steifigkeit und geringem Bauteilgewicht wirtschaftlich hergestellt werden. Eine Versagensursache solcher Sandwichstrukturen ist eine mangelnde Verbundhaftung zwischen den Deckschichten und dem geschäumten Kern. Aus diesem Grund soll im Rahmen dieser Bachelorarbeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung der Fachhochschule OST die Verbundhaftung solcher Bauteile optimiert werden.

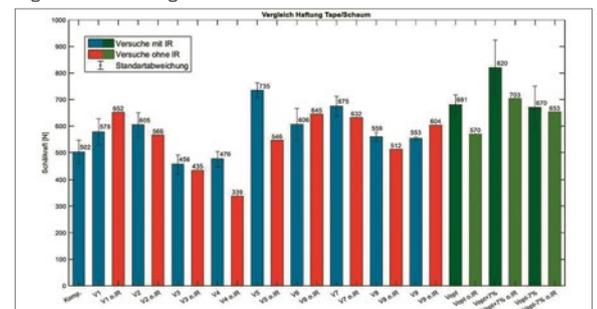
Vorgehen / Technologien: In einem ersten Schritt wurde eine ausführliche Recherche zum Thema TSG-Prozess und dessen Prozessparameter durchgeführt. Aufgrund der Literaturrecherche wurde festgestellt, dass ein Aufheizen der endlosfaserverstärkten Tape-Halbzeuge die Adhäsionseigenschaften zwischen Deckschicht und Schaum verbessern kann. Dies floss in die Versuchsplanung mithilfe von Stasa QC mit ein, und es wurden Versuche mit einer Polypropylen- und einer Polyamid-Materialkombination durchgeführt. Die hergestellten Proben wurden auf einem Schälprüfstand des IWK getestet. Durch die Auswertung der Versuchsreihen wurde ein Optimum der Parameter in Bezug auf die Verbundhaftung evaluiert. Mit den optimalen Parametern wurden Proben hergestellt, welche auf die zweite Optimierungsgrösse die Gewichtsreduktion (hell- und dunkelgrün) abgestimmt wurden.

Ergebnis: Durch eine Auswertung der Adhäsionseigenschaften mithilfe des Schälprüfstandes konnte ein Optimum bezüglich der Verbundhaftung und der Gewichtsreduktion gefunden werden. Ebenfalls konnte bestätigt werden, dass ein Aufheizen der faserverstärkten Tape-Halbzeuge die Verbundhaftung verbessert. Mithilfe der Auswertung des Programmes Stasa QC konnte festgestellt werden, dass die Masetemperatur und die Aufheiztemperatur der Tape-Halbzeuge den grössten Einfluss auf die Adhäsionseigenschaften ausmachen. Prozessparameter wie die Werkzeugtemperatur und die Einspritzgeschwindigkeit beeinflussen die Verbundhaftung der Proben nur geringfügig. Durch die Auswertung der CT-Scans konnten Unterschiede in der Schaumzellengrösse und -verteilung bestimmt werden. Beim Polypropylen-Granulat (PP-Granulat) mit 20% Glasfasern wurden zehnmals grössere Schaumzellen als beim Polyamid-Granulat (PA-Granulat) beobachtet. Dabei beläuft sich die maximale Gewichtsreduktion beim PP-Granulat auf ca. 23%. Trotz einer Gewichtsreduktion von

23% konnten hohe Adhäsionskräfte gemessen werden. Mit dem PP-Granulat wurden aussergewöhnlich hohe Adhäsionskräfte bei einer Gewichtsreduktion von ca. 7% erreicht. Eine hohe Gewichtsreduktion mit zugleich hohen Schälkräften wurde bei einer Gewichtsreduktion von 13,3% gemessen. Das zweite Granulat mit Polyamid als Matrix und mit 65% Glasfasern weist sehr kleine Schaumzellen auf. Trotz dieser kleinen Schaumzellen konnten Gewichtsreduktionen von bis zu 33,5% erreicht werden. Diese Materialkombination weist sehr hohe Schälkräfte bis zu einer Gewichtsreduktion von 27% auf. Zudem konnte mithilfe der Versuche der Einfluss der einzelnen Prozessparameter auf die Verbundhaftung und die Gewichtsreduktion bestimmt und quantifiziert werden.

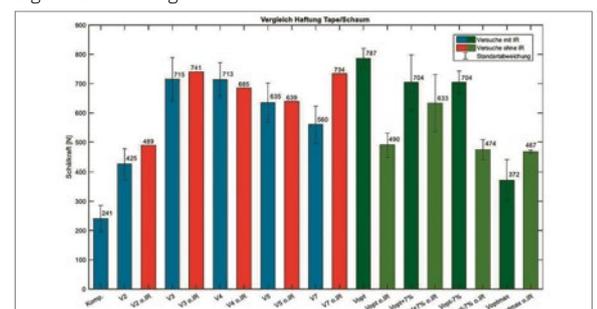
Adhäsionskräfte PP-Versuchsreihe

Eigene Darstellung



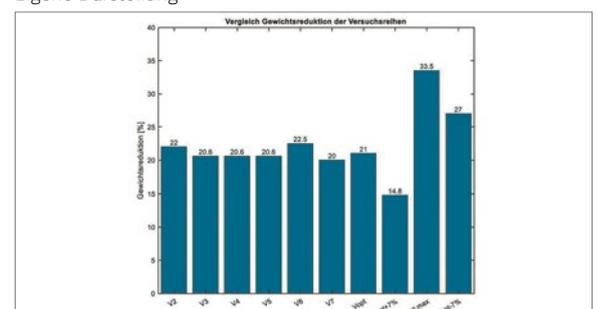
Adhäsionskräfte PA-Versuchsreihe

Eigene Darstellung



Gewichtsreduktion PA-Versuchsreihe

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte

Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet

Kunststofftechnik

Untersuchung und Optimierung von AM-Bauteilen auf den Einfluss von UVC-Strahlung

Diplomand



Orell Kreier

Ausgangslage: Speziell in der Medizinaltechnik wird UVC-Strahlung häufig zur Oberflächendesinfektion verwendet. Auch werden immer häufiger additiv gefertigte Bauteile in die Apparaturen eingebaut. Über die Beständigkeit dieser Kombination wurden bisher kaum Untersuchungen durchgeführt. Hier besteht Handlungsbedarf.

Diese Arbeit hat zum Ziel, das Alterungsverhalten durch UVC-Strahlung von additiv gefertigten Bauteilen aus Polyamid 12 aus dem Verfahren selektives Laser Sintern (SLS) und aus dem Verfahren Multi Jet Fusion (MJF) zu testen. Zusätzlich wurden einige Proben gelb und schwarz eingefärbt.

Mit den Ergebnissen sollen Aussagen über die Lebensdauer gemacht werden können. Hinsichtlich veränderter mechanischer Eigenschaften (Modul, Festigkeit, Schlagzähigkeit, usw.) sind auch chemische Eigenschaften (Abbauverhalten, Tiefe der gealterten Schicht, Gewichtsverlust) von Interesse.

Vorgehen: Für die Untersuchungen wurde eigens ein Belichtungskasten konstruiert und gebaut. In diesem Kasten wurde mit einem entsprechenden Messgerät die Intensität der UVC-Strahlung bestimmt. Darauf aufbauend wurde ein «Belichtungsplan» erstellt, um die UVC-Bestrahlungszeiten der Proben für gewisse Lebenszyklen zu bestimmen. Während der Belichtung durch die UVC-Lichtquelle wurden zusätzlich die Temperatur und die relative Luftfeuchte in dem Belichtungskasten überwacht.

Die Proben bestanden aus Zugstäben und Kerbschlagbiegeproben, die der jeweiligen Norm entsprechen. Vor der Prüfung wurden die Proben ebenfalls normgerecht konditioniert.

Neben der vom Kunden vorgegebenen Lebensdauer von 7 Jahren wurden auch Proben einer Strahlendosis von 1, 2, 5 und 10 Jahren ausgesetzt. So konnte das Alterungsverhalten genauer ermittelt werden. Anschliessend wurden die Proben in einer ausgiebigen Testreihe untersucht.

Ergebnis: Bei allen Proben sind optische Veränderungen zu beobachten. Diese reichen von einer leichten Vergilbung bis zum kompletten Ausbleichen der Farbe.

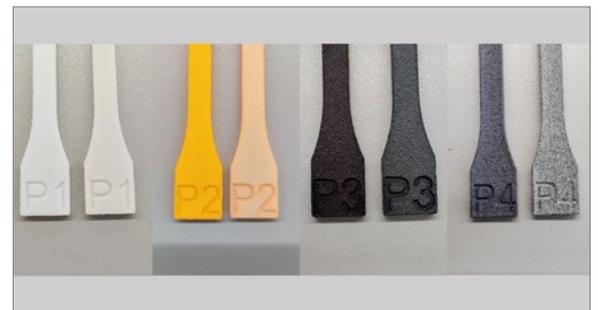
Wie im Spannungs-Dehnungsdiagramm zu erkennen ist, tritt keine Veränderung im elastischen Bereich auf. Hier dargestellt sind die Ergebnisse einer weissen Probe (SLS-Verfahren) vor und nach der Belichtung über den vom Hersteller vorgegebenen Zeitraum der normalen Lebensdauer. Jedoch sinkt die Reissdehnung um ca. 23% und die Kerbschlagzähigkeit sogar um 45%.

Wie die Langzeitversuche zeigen, kann die UVC-Strahlung das Material nur bis zu einer Eindringtiefe von ca. 0,3mm schädigen. Das bedeutet, dass die Schädigungen nur oberflächlich sind und das Material im Kern nicht direkt beschädigt wird. Solange ein Bauteil im elastischen Bereich des Materials betrieben wird, kann davon ausgegangen werden, dass die vorgesehene Lebensdauer erreicht wird.

Unter allen Proben stellte sich heraus, dass die schwarz eingefärbten SLS-Proben die besten mechanischen und optischen Eigenschaften über den Lebenszyklus aufweisen.

Optische Veränderung einiger Proben (jeweils links vor und rechts nach der Bestrahlung mit UVC-Licht)

Eigene Darstellung



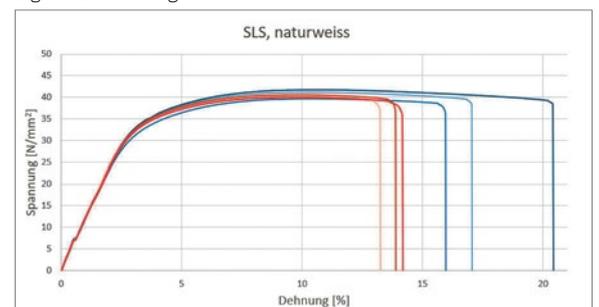
Mechanische Eigenschaften eines unbelichteten Zugstabs und eines mit einer Dosis von 7 Jahren belichteten Zugstabs

Eigene Darstellung

		E-Modul [N/mm]	Zugfestigkeit [N/mm]	Reissdehnung [%]	Kerbschlagzähigkeit [kJ/m ²]
SLS (naturweiss)	Unbelichtet	1403	41.1	17.6	4.2
	Belichtet	1449	40	13.6	2.3
	Veränderung	-0.6 %	-2.6%	-22.8	-45%

Spannungs-Dehnungsdiagramm, unbelichtet (blau), belichtet (rot) mit einer Dosis die 7 Jahre Einsatzdauer entspricht

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Ulrich Büse

Experte
Florian Gschwend,
Geberit International
AG, Jona, SG

Themengebiet
Kunststofftechnik

Projektpartner
Hamilton Bonaduz AG,
Bonaduz, GR

Werkzeugkonstruktion für das Hinterspritzen von funktionalisierten Textilien

Diplomand



Raphael Vontobel

Ausgangslage: Der Spritzgiessprozess zeichnet sich durch die Integrationsmöglichkeit von Funktionen und Prozessen aus. Ein wichtiges Anwendungsgebiet sind dekorative Bauteile, bei denen im Spritzgiessprozess Lack aufgebracht wird oder Folien, Metallbänder und Textilien hinterspritzt werden. Im vorliegenden Fall existiert ein Textil, das die technische Funktionalität von Spritzgussbauteilen steigern soll, jedoch in der Verarbeitung noch Probleme verursacht. Um die Möglichkeiten, die durch den Einsatz des Gewebes entstehen, aber auch die Herausforderungen in dessen Verarbeitung aufzuzeigen, sind ein Demonstratorbauteil und das dazugehörige Spritzgiesswerkzeug zu konstruieren.

Vorgehen: Der erste Schritt der Arbeit ist eine Literaturrecherche zum Thema Textilhinterspritzen. Darauf folgen praktische Versuche auf der Spritzgiessmaschine, bei denen mit einem vorhandenen Werkzeug das funktionelle Textil in Bauteile integriert wird. Mithilfe der gewonnenen Erkenntnisse werden Anforderungen ans Demobauteil gestellt, die im Anschluss in die Gestaltung einfließen. Nach der Auslegung und Konstruktion des Demoteils folgt zum Abschluss noch die Konstruktion des Werkzeugs.

Ergebnis: Das Resultat dieser Arbeit ist ein Demobauteil mit verschiedenen, für das Textil herausfordernden Form- und Befestigungselementen. Das dazugehörige Spritzgusswerkzeug kann in eine handelsübliche Spritzgussmaschine eingebaut werden. Das Spritzgiesswerkzeug verfügt über austauschbare Formeinsätze mit unterschiedlichen Geometrien, um verschiedene Anforderungen zu prüfen.

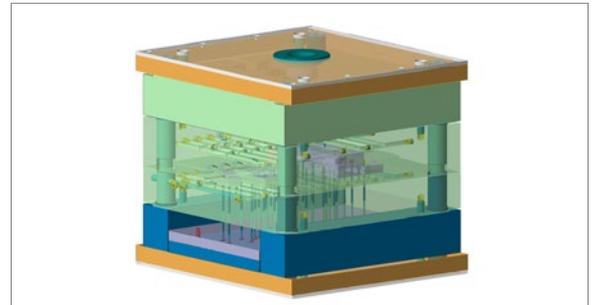
Demoteil mit austauschbaren Form- und Befestigungselementen

Eigene Darstellung



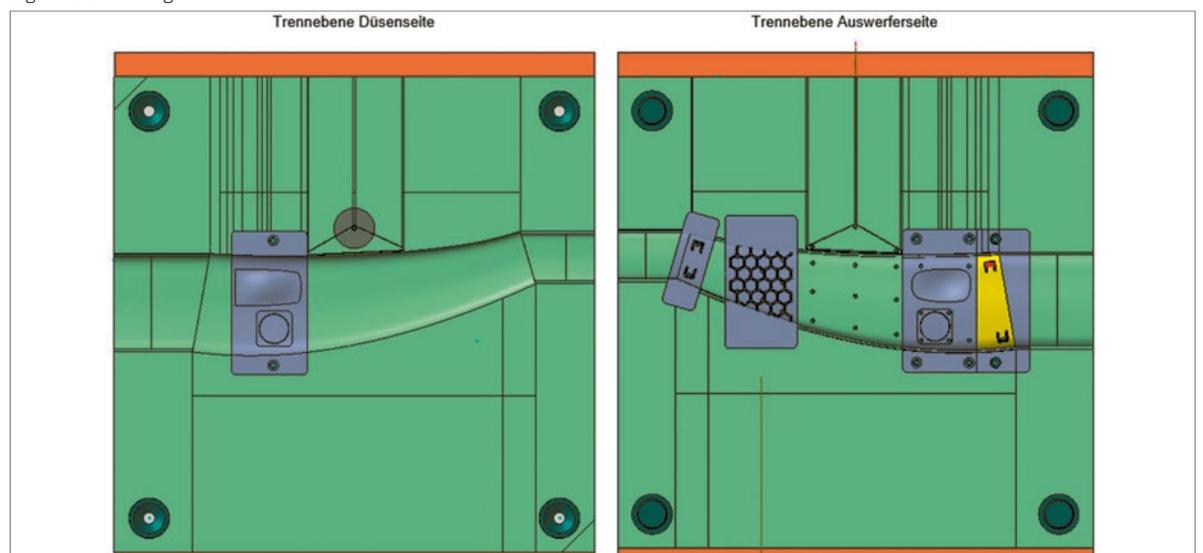
Spritzgusswerkzeug mit Heisskanal und Wechseleinsätzen

Eigene Darstellung



Trennebene Düsenseite / Trennebene Auswerferseite

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte

Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet
Kunststofftechnik

Entwicklung einer Temperaturverteilungs- und Schmelzetemperaturmessung

für ein SLS-System mittels integriertem IR-Messgerät

Diplomand



Jonas Burkhardt

Einleitung: Alle zurzeit kommerziell erwerbbaaren Anlagen im Bereich des Selektiven Laser Sinterns (SLS) verfügen über eine Infrartheizung, um den oberen Bauraum und das aufgetragene Pulver zu erwärmen. Die meisten Systeme haben hier auch die Möglichkeit mehrere Heizkreise anzusteuern. Das für diese Arbeit untersuchte Modell Formiga P110 Velocis der Firma EOS besitzt 4 Heizquadranten die einzeln justiert werden können. Wichtig für einen stabilen und gleichmässigen Bauprozess ist eine sehr gleichmässige Temperaturverteilung des Pulverbetts. Diese ist auch entscheidend für die Bauteilqualität und das Erreichen der Materialkennwerte.

Für ein optimales Bauteilergebnis muss nicht nur die Temperaturverteilung stimmen, sondern es muss auch im Prozess die richtige Schmelzetemperatur erreicht werden. Hier besteht bisher bei keinem System der verschiedenen Hersteller die Möglichkeit, diese während des Prozesses zu messen. Die Ermittlung und Einstellung der richtigen Schmelztemperatur sind aber für das Erreichen der Materialkennwerte ebenfalls erforderlich.

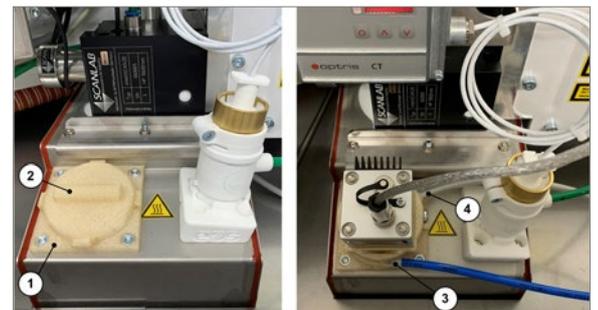
Mithilfe einer Infrarot-Kamera sollen die Temperaturverteilung im Pulverbett und die Schmelzetemperatur während des Belichtens des Bauteils gemessen werden. Mit dem Messsystem können künftig die Parameter der vier Heizkanäle der Infrartheizung anhand der Messwerte eingestellt werden und nicht wie bisher nach der Trial-and-Error-Methode. Auch kann so die Laser-Leistung zum Erreichen der optimalen Schmelzetemperatur ermittelt werden.

Vorgehen: Als Messsystem wurde die am IWK vorhandene IR-Kamera der Firma Optris eingesetzt. Zur Integration der Kamera in die SLS-Anlage wurde eine entsprechende Halterung entworfen und additiv gefertigt. In die Halterung wurden mit Druckluft durchströmte Kühlkanäle integriert. Um die Optik der Kamera vor Hitze und Verschmutzung zu schützen, wurde in die Halterung auch eine Querfelddüse integriert, welche die Linse der IR-Kamera mit Stickstoff überströmt. Montiert wurde die Kamera in einer bereits vorhandenen Öffnung über der Prozesskammer. Mithilfe der Software PIX Connect, die vom Kamerahersteller zur Verfügung gestellt wird, konnten die Temperaturen aufgenommen und dargestellt werden. In sogenannten Layouts wurden für die Messung spezifische Einstellungen und Messfelder definiert. Zur Auswertung der Daten wurden zwei Excel-Files vorbereitet, in welchen die Zeit-Temperatur-Diagramme aus der PIX Connect Software eingelesen und aufbereitet werden konnten.

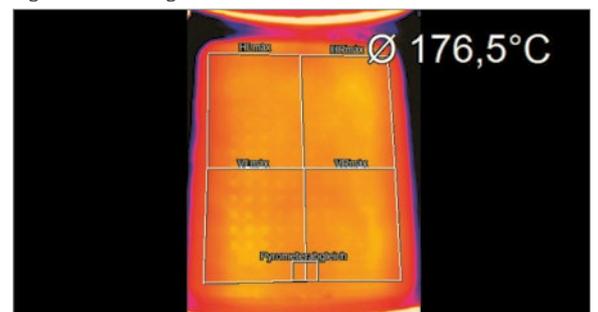
Ergebnis: Die Messungen haben gezeigt, dass die Messfelder der Pulveroberfläche, bedingt durch die 4 Heizquadranten, bei der Inbetriebnahme eine Temperaturdifferenz von ca. 10 °C aufwiesen. Durch das Mess-

system konnte diese Differenz auf 1,2 °C verringert werden. Das Bild der Mittelwerte zeigt, dass sich abhängig von der Recoater-Auftragsrichtung unterschiedliche Aufheizkurven ergeben (siehe Punkt 1 und 2). Punkt 3 zeigt deutlich, dass das aufgetragene Pulver von der einen Seite kälter ist, als wenn es von der anderen Seite aufgetragen wird. Zur Schmelzetemperaturmessung wurde ein spezielles Layout definiert. Erste Messungen zeigten rasant steigende und fallende Aufschmelztemperaturkurven. So konnte nachgewiesen werden, dass der Schmelzpunkt des Materials nur für ca. 0,3 Sekunden deutlich überschritten wird. Mit dieser Arbeit wurde die Basis für weitere spezifische Untersuchungen geschaffen.

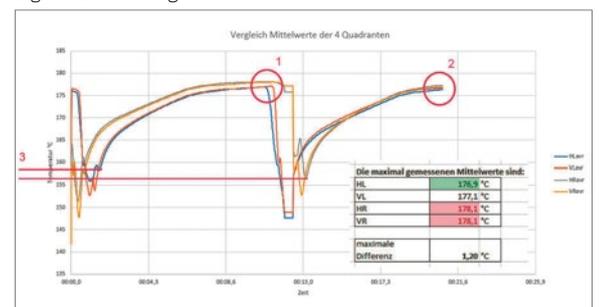
links : Halterung (1) mit Deckel (2); rechts: Halterung mit IR-Kamera mit Druckluft- (3) und Stickstoffzuführung (4)
Eigene Darstellung



Temperaturverteilung im Pulverbett mit optimierten Heizungsparameter
Eigene Darstellung



Vergleich Durchschnittstemperaturen der Quadranten über zwei Schichten mit optimierten Heizungsparameter
Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Ulrich Büse

Experte
Florian Gschwend,
Geberit International
AG, Jona, SG

Themengebiet
Kunststofftechnik,
Fertigungstechnik,
Sensorik

Neue Bauweisen für Eishockey-Kufen

Diplomand



Stefano Chiabotti

Problemstellung: Durch die konservative Haltung bei Entwicklungsarbeiten im Eishockey Sport hat sich die Ausrüstung in den letzten 20 Jahren kaum verändert. Es wurden fast ausschliesslich etablierte Technologien und Bauweisen eingesetzt, was bei Schlittschuhen vor allem an ihrem hohen Gewicht ersichtlich ist. Gewichtstreiber sind dabei hauptsächlich die Stahlkufen in Kombination mit dem Kufenhalter. Insbesondere wurden zur Gewichtsreduktion bis anhin keine auf Materialkombinationen basierenden Ansätze umgesetzt, sondern lediglich der Materialeinsatz reduziert.

Das Ziel dieser Arbeit bestand deshalb darin, neue Konzepte für die Kufen und Kufenhalter zu entwickeln, um den Schuh bei gleicher Performance leichter und wendiger zu machen. Der Fokus sollte dabei auf die Entwicklung einer neuen Kufe gelegt werden.

Vorgehen: In der Bachelorarbeit wurde ein klassischer Entwicklungsprozess mit den Phasen «Klären, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten» durchgeführt. In der Klärungsphase wurde mittels einer Markt- und Patentanalyse der aktuelle Entwicklungsstand von Eishockey-Kufen aufgezeigt. In der Konzeptphase wurde anhand eines Brainwritings eine umfangreiche Ideensammlung durchgeführt und daraus in mehreren Schritten eine Bestvariante evaluiert. In der Entwurfsphase wurden Modelle erstellt und damit potentielle Lastfälle geprüft. In der Ausarbeitungsphase wurden schliesslich in einem «rapid prototyping»-Prozess drei verschiedene Prototypen der Bestvariante erstellt.

Fazit: Das wesentliche Ergebnis besteht aus einem Prototyp einer Eishockey-Kufe, welche im Vergleich zum ursprünglichen Modell eine Gewichtsreduktion von 43% aufweist. Weitere Erkenntnisse entstanden bezüglich geeigneter Materialien, Bauweisen, Herstellmethoden und einem Ausblick für ein mögliches Vorgehen bei einer Serienherstellung.

Da bereits bei der Kufe eine signifikante Gewichtsreduktion erreicht werden konnte, wird empfohlen, dieses Konzept weiterzuverfolgen, wobei der maximale Effekt in Kombination mit einem noch leichteren Kufenhalter und Schuh zum Tragen käme. Für die Serienherstellung wird aufgrund der besseren Eignung für Eishockey-Kufen die Verwendung eines Messerstahls empfohlen.

Examinator

Prof. Dr.
Gion Andrea Barandun

Experte

Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Hochschule
Ravensburg-
Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet

Kunststofftechnik,
Produktentwicklung

Projektpartner

Green.Hockey, Zürich

Herkömmliche Eishockey-Kufe

Eigene Darstellung



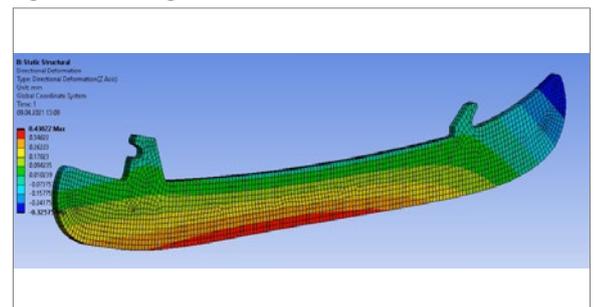
Herstellung erster Prototyp

Eigene Darstellung



Simulation eines Lastfalls gemäss Pflichtenheft

Eigene Darstellung



Optimierung der Verschleisserscheinung («Chipping») an Ski-Oberflächen

Diplomand



Stephan Deola

Einleitung: Ski sind im Pistenbetrieb einer Vielzahl von mechanischen Belastungen ausgesetzt, die zu Beschädigungen an der Deckschicht, dem sogenannten «Chipping» führen können. Aufgrund der Komplexität dieser Beanspruchungen ist es schwierig, zuverlässige Massnahmen zum Schutz vor Chipping zu etablieren. Dies wiederum kann die Lebensdauer und die optischen Eigenschaften des Skis beeinflussen. Die Firma Stöckli Swiss Sports AG möchte deshalb den Ursachen von Chipping auf den Grund gehen, um den Skiaufbau weiter zu verbessern.

Vorgehen: Demzufolge gilt es, eine reproduzierbare Nachstellung des Beschädigungsszenarios zu entwickeln, mit welcher das Verständnis der mechanischen Abläufe nachvollzogen und beschrieben werden kann. Dazu soll ein Prüfstand konstruiert und gebaut werden, mit dem sich Skiprüfkörper realitätsnah beschädigen lassen. Systematische Versuchsreihen ermöglichen eine Beurteilung der Widerstandsfähigkeit von Skiern gegen Chipping. Anhand definierter Kriterien werden unterschiedliche Skitypen miteinander verglichen. Zusammen mit Stöckli Swiss Sports AG werden Optimierungsansätze basierend auf den Erkenntnissen der Beschädigungsanalyse erarbeitet. Schlussendlich soll eine Empfehlung zur Erhöhung des Widerstands gegen Chipping gemacht werden.

Ergebnis: Durch die Vorarbeiten von Stöckli Swiss Sports AG zum Thema «Chipping» konnte ein grundlegendes Verständnis aufgebaut werden. Daraus wurden die Anforderungen an die Prüfvorrichtung abgeleitet, mit der wiederholgenau Chipping-Vorgänge nachstellbar sind. Nach dem Bau der Vorrichtung ist man nun in der Lage, Impactversuche im bereits vorhandenen Fallturm des IWK umzusetzen. Anhand systematischer Versuchsreihen wurden die optimalen Einstellparameter eruiert und mit originalen Chipping-Beispielen verglichen. Dabei gelang es, realistische, schälende Beschädigungen nachzustellen. Nach mehreren Iterationen von Versuchsreihen konnten die optimalen Prüfparameter festgelegt werden. In der Folge wurden fünf verschiedene Skitypen getestet und die Testresultate miteinander verglichen. Interessanterweise ist das Schadensbild je nach Typ stark unterschiedlich. Die Geometrie des Skis hat einen starken Einfluss auf die Prüfung, sodass für reproduzierbare Resultate normierte Probekörper verwendet werden sollten. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurden Empfehlungen für Stöckli Swiss Sports AG formuliert, die eine erfolgreiche weiterführende Untersuchung sicherstellen.

Examinator

Prof. Dr.
Gion Andrea Barandun

Experte

Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Hochschule
Ravensburg-
Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Kunststofftechnik,
Produktentwicklung

Projektpartner
Stöckli Swiss Sports
AG, Malters, LU

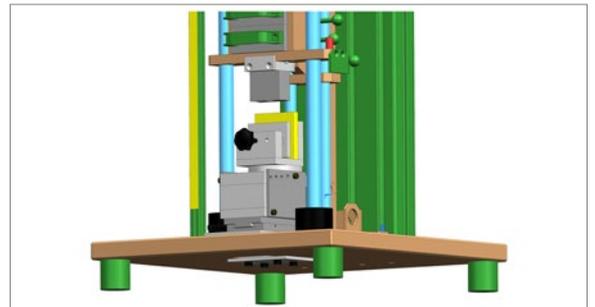
Reproduzierbar nachgestellte «Chipping» Verschleisserscheinung an der Deckschicht des Skis

Eigene Darstellung



Integration der beiden neuen Baugruppen «Kippmechanismus» und «Impactor» in den bereits vorhandenen Fallturm am IWK

Eigene Darstellung



Finale Realisierung der einstellbaren Skiprobeneinspannung «Kippmechanismus»

Eigene Darstellung



CRAMPOW – Aufstiegshilfe für Freeriden und Skitouren

Diplomand



Mike Zahner

Ausgangslage: Die Firma Auftrieb hat mit ihrem Produkt Crampow eine Aufstiegshilfe für Skibergsteiger und Freerider entwickelt. Eine erste Produktgeneration wurde schon hergestellt, konnte jedoch nicht alle Anforderungen befriedigend erfüllen. Probleme traten sowohl in der Fertigung wie auch im Endprodukt auf. Zudem war die Firma Auftrieb mit den nicht sehr nachhaltigen Prozessen und Materialien unzufrieden. Eine Vorarbeit hat ergeben, dass faserverstärkte thermoplastische Materialien für Crampow sehr vielversprechend sind. Mit diesen Grundlagen soll das Produkt über den kompletten Entwicklungszyklus, vom Pflichtenheft bis zur Prototypenherstellung, neu entwickelt werden.

Vorgehen: Die Arbeit ist entlang dem Entwicklungszyklus gegliedert. Beim Klären wird in enger Zusammenarbeit mit dem Projektpartner ein Pflichtenheft erarbeitet, welches als Projektbasis gilt. Ein Produktkonzept mit produktspezifischen Entwicklungen und Optimierungen wird aufgestellt. Die Materialwahl ist eng verknüpft mit dem Produktkonzept und wird parallel durchgeführt. Es werden geeignete Fertigungsverfahren gesucht und ausgewählt. Der detaillierte Fertigungsprozess wird erarbeitet und für diesen ein Werkzeug entwickelt. In Versuchen werden die gewählten Materialien und Fertigungsverfahren getestet, wobei bereits erste Prototypen hergestellt werden.

Ergebnis: Durch die Phase «Klären» konnten die Probleme und Schwachstellen, aber auch das Produkt- und Optimierungspotenzial sowie die dazugehörigen Anforderungen gefunden werden. Wichtige Produktoptimierungen konnten vorgenommen werden. In der breiten Materialrecherche konnten diverse interessante Materialien identifiziert und beschafft werden. Die geeigneten Thermoformverfahren wurden ausgearbeitet und ein dazu passender Fertigungsablauf entwickelt. Ein seriennahes Werkzeug wurde konstruiert und hergestellt, mit welchem in mehreren Versuchsreihen das Material- und Umformverhalten getestet werden konnte. Schliesslich hat sich ein eigenverstärktes Material als besonders geeignet erwiesen. Es lässt sich einerseits in sehr kurzer Zykluszeit effizient zum fertigen Bauteil umformen und andererseits passen auch die Materialeigenschaften sehr gut zum Produkt, wie ein erster Feldtest gezeigt hat. Zwar besteht dieses Material nicht aus nachwachsenden Rohstoffen, weist aber eine gute Recyclingfähigkeit auf. Das entwickelte Verfahren eignet sich auch für naturfaserverstärkte Kunststoffe, wobei geprüft werden muss, ob die Produkteigenschaften weiterhin passen und die Ökobilanz weiter verbessert wird. Insgesamt konnten, im Vergleich zum bisherigen Produkt, die Produktfunk-

tionalität und der Herstellprozess verbessert werden und ein erster Schritt in Richtung Nachhaltigkeit gemacht werden.

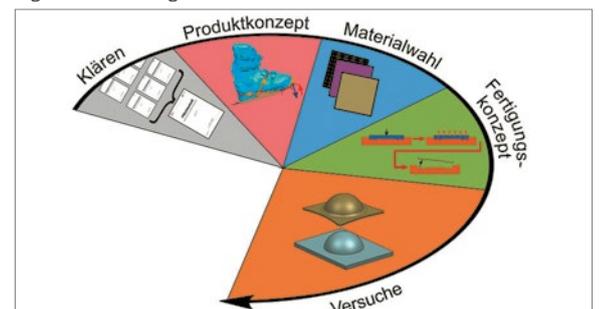
Entwickeltes Produkt: Crampow

Eigene Darstellung



Entwicklungsprozess in dieser Arbeit

Eigene Darstellung



Umgeformtes Schneebrett im Werkzeug

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr.
Gion Andrea Barandun

Experte

Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Hochschule
Ravensburg-
Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet

Kunststofftechnik,
Produktentwicklung,
Fertigungstechnik

Projektpartner

Auftrieb GmbH,
St. Gallen

Auslegung und Herstellung von Gehäusen mit sehr dünnen Wanddicken

Diplomand



Thomas Helbling

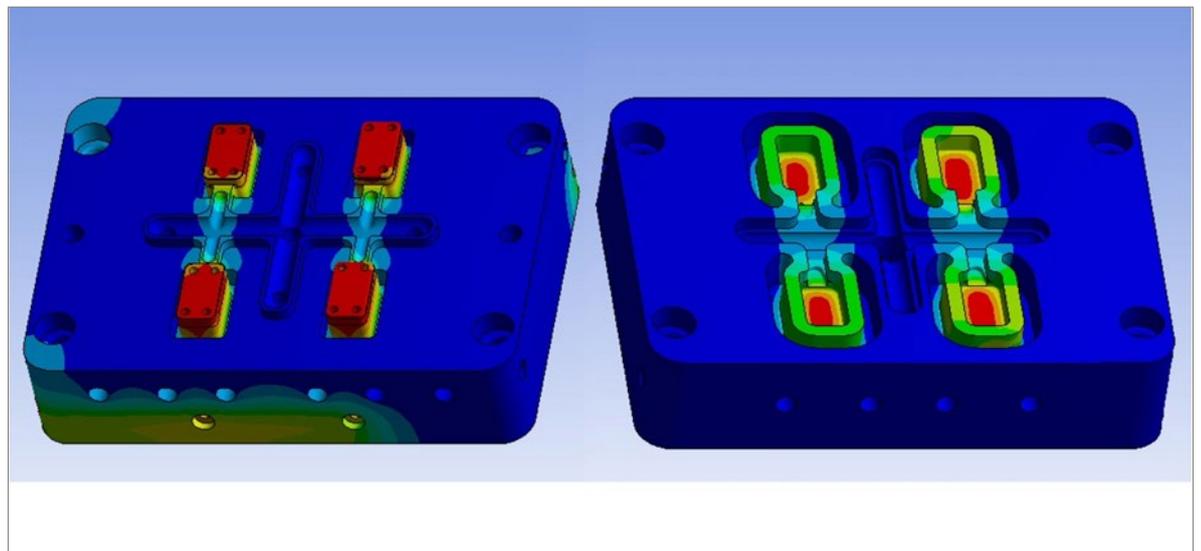
Ausgangslage: In der Industrie nimmt die Forderung nach leichteren Kunststoffbauteilen zu. Leichtere Bauteile kann man mit einer Reduzierung der Wanddicke erzeugen. Die Reduzierung der Wanddicke hat aber bei der Verarbeitung negative Auswirkungen auf das Bauteil. Hauptproblem bei der Verarbeitung dünnwandiger Bauteile ist das Füllen der Kavität. Je nach Material erstarrt die Schmelze, bevor die gesamte Kavität gefüllt ist. Der folgende Nachdruck kann auch nicht mehr wirken, was zu einer ungenügenden Bauteilqualität führt.

Ziel der Arbeit: Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, ein Bauteil mit geringen Wanddicken zu konstruieren. Das Bauteil soll sowohl kunststoff- als auch fertigungsgerecht (Spritzgiessen und Schweißen) konstruiert werden. Anhand der Bauteilanforderungen sollen geeignete Kunststoffe evaluiert werden. Im Anschluss soll ein Spritzgiesswerkzeug konstruiert werden, das die Anforderungen an die Dünntechnik erfüllt. Durch die Simulationen soll das Materialverhalten und die Werkzeugkonzepte simuliert werden.

Ergebnis: Es zeigt sich, dass durch die Anwendung der Sonderverfahren variotherme Temperierung sowie Spritzprägen dünnwandige Bauteile gefertigt werden können. Aufgrund dieser Sonderverfahren sind die Spritzdrücke und die Zuhaltkraft der Spritzgiessmaschine markant tiefer. Weiter kann durch verschiedene Simulationen ein gutes Verständnis zum Materialverhalten von LCP sowie PPS geschaffen werden.

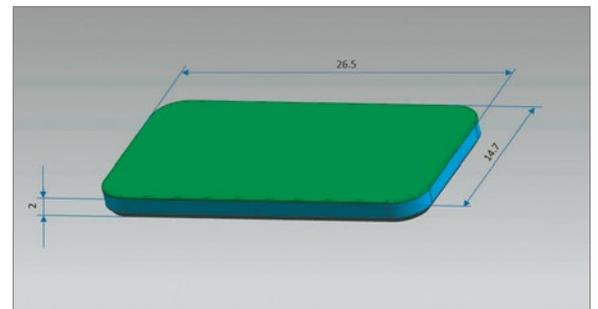
Es ist gelungen, ein Spritzgiesswerkzeug zu konstruieren, das gemäss den Simulationen über eine kurze

Ergebnis der finalen thermischen Simulation der Formeinsätze
Eigene Darstellung

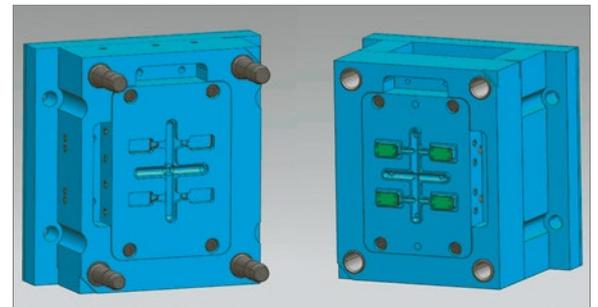


Aufheizzeit verfügt und Teile produzieren kann, die den Anforderungen entsprechen.

Bauteil inklusive Abmasse
Eigene Darstellung



Modelliertes Spritzgiesswerkzeug
Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Frank Ehrig

Experte
Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR

Themengebiet
Kunststofftechnik, Simulationstechnik, Konstruktion und Systemtechnik, Produktentwicklung

PLM Guideline für IoT Start-ups

Prozesse und Cloud Tools für die Produktidee bis zum Service

Diplomand



Domenick Seeli

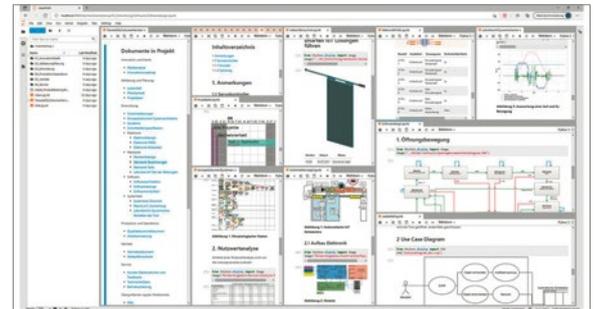
Problemstellung: Mit der Digitalisierung der Industriebranche (Industrie 4.0, Big Data, Smart living) hat sich ein sehr dynamisches Umfeld entwickelt. Herauskrystallisiert hat sich dabei das Internet of Things (IoT). Start-ups bieten sich damit grosse Chancen, um dieses Geschäftsfeld mit neuen innovativen Ideen zu betreten. Durch das sehr dynamische und zum Teil hoch regulatorische Umfeld sind das Einhalten von Prozessen und die Verwendung von unterstützender Software jedoch unabdingbar. Um IoT Start-ups in ihrem schwierigen Prozess der Unternehmensgründung zu unterstützen, wird in dieser Bachelorarbeit eine Guideline erarbeitet, indem folgende Forschungsfragen untersucht werden: «Welche Prozesse sind für Start-ups relevant, und wie können diese Prozesse mit einfach verfügbaren Cloud Tools abgebildet werden?»

Vorgehen: Für die Bedürfnisevaluation der IoT Start-ups wird eine Literaturrecherche betrieben. Aus der Theorie wird anschliessend ein Produktentwicklungsprozess hergeleitet. Anhand einer Automatischen Schiebetüre mit IoT Anbindung wird exemplarisch der Produktlebenszyklusprozess von der Produktidee bis zum Service mit möglichen Cloud Tools aufgezeigt. Zum Schluss werden mögliche Lösungen für die herausgearbeiteten Bedürfnisse der IoT Start-ups aufgezeigt.

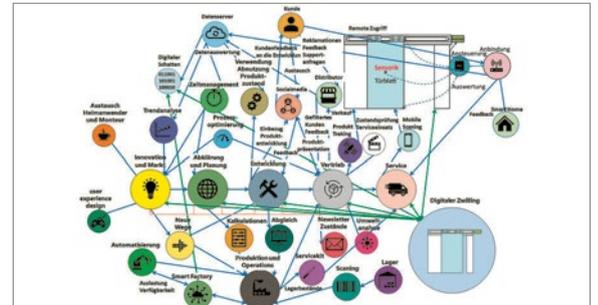
Ergebnis: Die erarbeitete Guideline zeigt auf, dass der Produktlebenszyklusprozess von «Innovation und Markt», «Abklärung und Planung», «Entwicklung», «Vertrieb» bis hin zu «Service» für den langfristigen Erfolg des IoT Start-ups zielführend ist. Für ein IoT Start-up ist es insbesondere in der Anfangsphase relevant, dass die Prozessinhalte klar definiert sind und Softwaretools gewählt werden, die für die jeweiligen Prozesse geeignet sind. Neue Softwaretools und Benutzeroberflächen wie Oneshape, Altium 365,

OpenBOM und JupyterLab zusammen mit GitLab ergeben ungeahnte Vorteile, wie im Produktlebenszyklusprozess kollaborativ im Team zusammengearbeitet werden kann. Zudem werden normative Anforderungen optimal erfüllt. Des Weiteren können Berechnungen und design-technische Lösungen und Grafiken so gestaltet werden, dass sie auf geänderte Gegebenheiten automatisiert angepasst werden können.

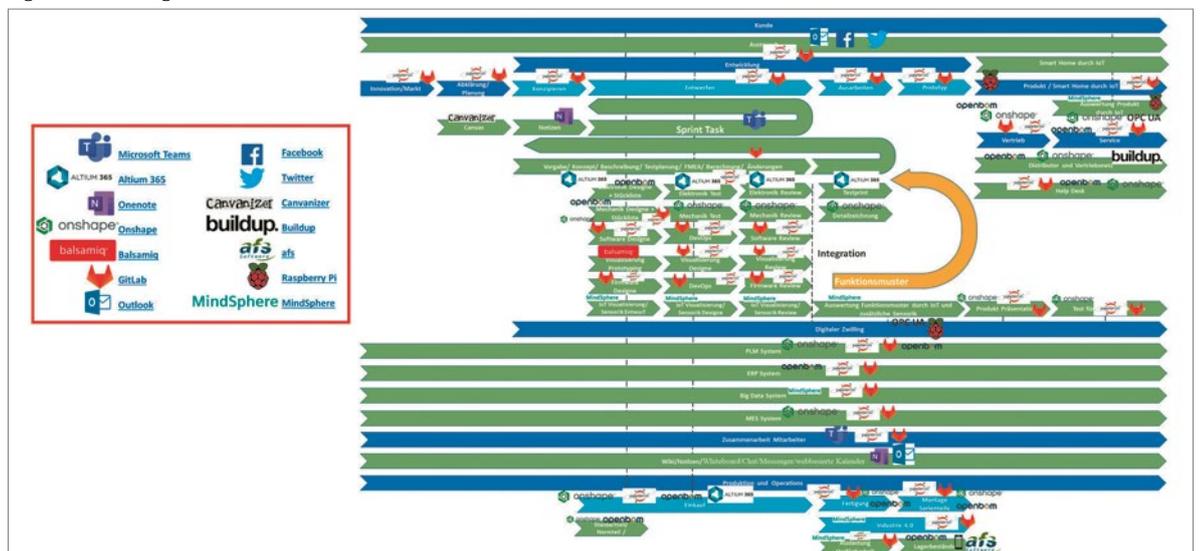
Dokumente in der Benutzeroberfläche JupyterLab
Eigene Darstellung



Themen IoT, Industrie 4.0, Social Media und Datenmanagement im Produktentwicklungsprozess
Eigene Darstellung



Prozesslandschaft mit eingesetzten Softwaretools und Plattformen
Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Felix Nyffenegger

Experte
Marco Egli, Intellia
AG, Zürich

Themengebiet
Maschinenbau-
Informatik

Dynamic Target Tracking

Diplomand



Roman Zenger

Ausgangslage: Durch die zunehmende Verbreitung von Drohnen steigt auch das Bedürfnis, den Luftraum über Personenansammlungen oder kritischer Infrastruktur zu schützen und nicht autorisierte Flugobjekte zu neutralisieren. Das «Mobula»-Projekt entwickelt mit der Mobula Multi ein Luft-zu-Luft-Abwehrsystem auf Basis eines Quadropters. Dieses ist mit einer Netzkanone zur Bekämpfung von Zielen ausgestattet.

Aufgabenstellung: Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Algorithmus entwickelt werden, der den Flugweg der Mobula dem Missionsschritt entsprechend plant und die Position des Abfangjägers (Mobula Multi) regelt. Dazu gehört neben dem Annähern an das Ziel und dessen Verfolgung auch das Einnehmen einer geeigneten Position zum Abschuss der Netzkanone. Der Quadropters erhält dabei Informationen über das zu neutralisierende Objekt aus einem Sensorverbund.

Ergebnis: Der entwickelte Algorithmus ist in Python implementiert und wertet die Positionsinformationen über das Ziel, welche vom Sensorverbund zur Verfügung gestellt werden, aus. Zudem ist über die IMU und den GPS-Empfänger die eigene Position bekannt. Auf Basis dieser Informationen wird ein Missionsablauf generiert. Dabei nähert sich der Quadropters als Erstes dem Ziel an und verfolgt es mit konstantem Abstand.

Sobald alle Bedingungen für eine Neutralisation erfüllt sind, wird ein Manöver zum Einnehmen einer geeigneten Abschussposition geflogen. Weiter können Basisflugmanöver wie das Starten, Landen oder Verweilen in einem Bereitschaftsraum geflogen werden.

Der Algorithmus enthält ebenfalls einen Regler, welcher Geschwindigkeitsvektoren berechnet und diese über eine serielle Schnittstelle an den Fluglageregler weitergibt. Damit wird die Position des Quadropters zum Ziel geregelt. Die Kommunikation zum Fluglageregler läuft über das MAVLink-Protokoll und basiert auf DroneKit.

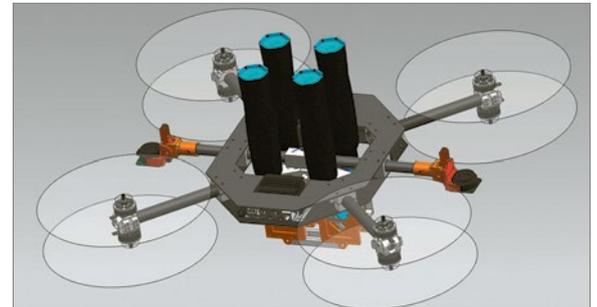
Missionsablauf des Gesamtsystems

Eigene Darstellung



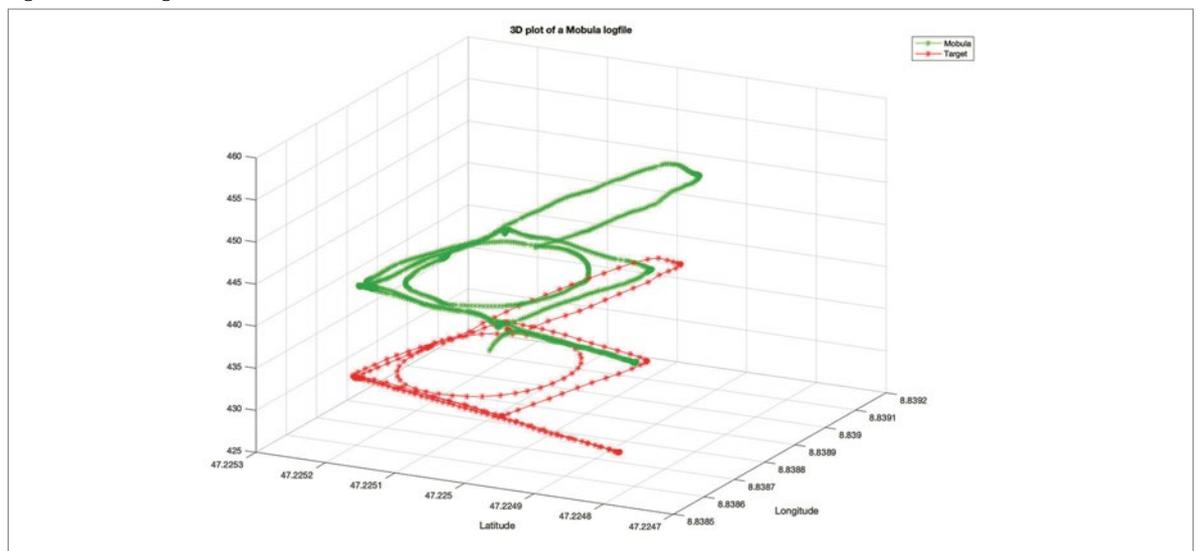
CAD Modell der Mobula Multi

Eigene Darstellung



Geflogene Flugwege während der Verfolgung eines Zieles mit konstantem Abstand

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Markus Henne

Experte
Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Maschinenbau-
Informatik, Automation
& Robotik

Digitalisierung eines Trowalgerätes

Diplomand



Odin PETER

Ausgangslage: Für diese Arbeit steht ein rein mechanisches, kompaktes Trowalgerät zur Verfügung, welches jedoch noch keine Steuerung besitzt. Trowalisieren (Gleitschleifen) ist ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken. Dabei wird ein Behälter, gefüllt mit Schleifsteinen und den zu bearbeitenden Werkstücke, in Schwingung versetzt. Durch diese Schwingungen reiben die Schleifsteine an den Oberflächen der Werkstücke und erzeugen einen regelmässigen Schliff.

Ziel der Arbeit: Die Arbeit beinhaltet zwei Ziele. Zum einen soll ein Steuerungskonzept für dieses kompakte Trowalgerät ausgearbeitet und umgesetzt werden. Zum anderen sollen Digitalisierungskonzepte erarbeitet werden, um das vorhandene Trowalgerät zu einem digitalisierten Produkt auszarbeiten.

Ergebnis: In der Arbeit sind fünf Digitalisierungskonzepte erarbeitet worden, wovon sich zwei als besonders geeignet herauskristallisiert haben. Die elektrischen Komponenten, die Steuerung und die IoT-Architektur sind so ausgelegt worden, dass diese Digitalisierungskonzepte und auch die generelle Maschinensteuerung umgesetzt werden können. In der Abbildung «Finaler IoT-Stack» ist der IoT-Stack ersichtlich.

Er besteht aus fünf Komponenten. Der Benutzer interagiert und steuert die Maschine über ein HTML-HMI, welches auf dem steuerungsimernen Webserver läuft. Die Steuerung nimmt die Befehle vom HMI entgegen, steuert die Maschine und gibt den Prozessstatus ans HMI zurück. Von der Maschinensteuerung aus werden die Prozessdaten mittels Beschleunigungssensoren aufgezeichnet, verarbeitet und an die Datenbank versendet. Die Prozessdaten, inklusive Feedbackdaten vom Benutzer zu den Prozessresultaten, werden in einer weiteren Applikation verarbeitet, und mittels maschinellem Lernen werden optimierte Einstellparameter für den Trowalisierprozess ermittelt. Die optimierten Einstellparameter fliessen von der Datenverarbeitungsapplikation zur Datenbank und von dort zurück an die Maschine.

Die Maschinensteuerung konnte so weit ausgearbeitet werden, dass die Maschine im manuellen Modus betrieben werden kann. Der intelligente Modus ist vorbereitet, auf diesem soll der Benutzer einfache Angaben zu den Werkstücken und den Prozesszielen machen können, und der Lernalgorithmus generiert die optimalen Einstellparameter.

Das HTML-HMI ist ebenfalls funktionsfähig und einsatzbereit.

Die verbauten Beschleunigungssensoren nehmen die Beschleunigungen des Behälters im Raum auf. Die Beschleunigungswerte werden in diverse andere Prozessdaten umgerechnet und von der Steuerung über einen externen Webserver an die Datenbank weitergesendet. Dort werden die Daten gespeichert und sind bereit, ausgewertet zu werden.

In dieser Arbeit konnten neben einer funktionierenden Maschinensteuerung und einem HMI auch eine solide Grundlage für die weitere Digitalisierung des Gerätes geschaffen werden.

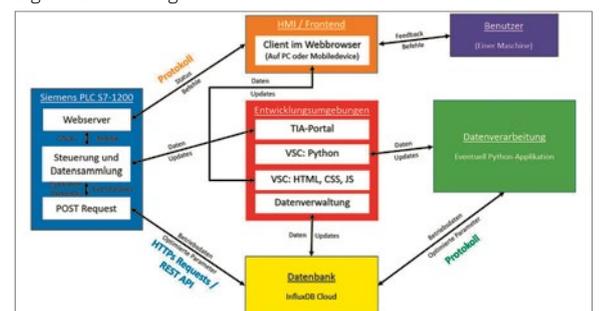
Kompaktes Trowalgerät

Eigene Darstellung



Finaler IoT-Stack

Eigene Darstellung



Ausschnitt aus erstellter Benutzeroberfläche / HMI

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Felix Nyffenegger

Experte
Marco Egli, Intelliact
AG, Zürich, ZH

Themengebiet
Maschinenbau-
Informatik, Automation
& Robotik, Sensorik,
Produktentwicklung

SPOT-Extension: Bohrapplikation

Entwicklung einer Probeentnahmevorrichtung zwecks chemischer Analyse

Diplomand



Stephan Kläy

Ausgangslage: Die Firma Rhomberg Bau ist ein international führendes Unternehmen in den Bereichen Bau, Ressourcen und Bahntechnik und engagiert sich auch stark in der Digitalisierung der Baubranche. So soll zum Beispiel die Gefahr durch unbekannte Stoffe für Mitarbeitende durch den Einsatz von Robotern vermindert werden. Dafür soll durch die Ostschweizer Fachhochschule eine Roboterapplikation für Probeentnahme von Wänden in sanierungsbedürftigen Gebäuden entwickelt werden. Dazu wird der Roboter SPOT von Boston Dynamics mit einer Probeentnahmevorrichtung ausgerüstet, welche eine kleine Menge des Gebäudematerials entnimmt, zwischengelagert und für die nachfolgende chemische Analyse zur Verfügung stellt.

Vorgehen: In einem iterativen Vorgang wurde diese Bohrapplikation zu einem funktionsfähigen Funktionsmuster entwickelt und getestet (siehe Abb. 1).

Ergebnis: Um das Material aus der Wand zu entnehmen, wurde ein akkubetriebener Bohrhammer auf einer Linearführung befestigt. Mit einer Vorschubspindel kann die Bohrmaschine translatorisch verfahren werden, wobei ein Feder-/Dämpferpaket die Rückschläge des Schlagwerks der Bohrmaschine aufnimmt und somit nicht auf den Roboter überträgt. Der beim Bohren in der Gebäudewand entstandene Bohrstaub wird direkt am Bohrloch abgesaugt, in einem eigens für diese Applikation entwickelten horizontalen Zyklonabscheider (siehe Abb. 2) abgetrennt und in Probebehältern zwischengelagert. Die Ansteuerung der elektrischen Komponenten der Bohrapplikation erfolgt mit einem Micro Controller Arduino Nano, welcher über einen für diese Applikation entwickelten PCB (Printed Circuit Board, Leiterplatte) mit den Aktoren und Sensoren verbunden ist (siehe Abb. 3).

Mit verschiedenen Tests wurde die Funktionalität der Bohrapplikation überprüft und bestätigt. Dabei sind auch einige Schwachstellen zutage getreten – zum Beispiel die Geschwindigkeit des Vorschubes – die bei der Weiterentwicklung dieser Applikation neu beurteilt werden können.

Abb. 1: Bohrapplikation auf SPOT

Eigene Darstellung



Abb. 2: Horizontaler Zyklonabscheider

Eigene Darstellung

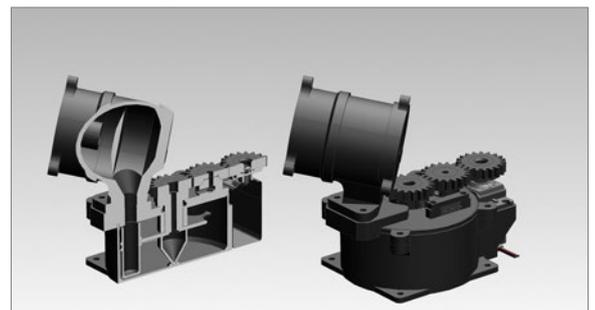


Abb. 3: PCB

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Dejan Šeatović

Experte
Pavel Jelinek, Rieter
Maschinenfabrik AG,
Winterthur, ZH

Themengebiet
Mechatronik und Auto-
matisierungstechnik

SPOT-Extension: Entwicklung eines neuartigen Perzeptionssystems

Aufbau für den Roboter SPOT von Boston Dynamics für die Anwendung von SLAM und Objekterkennung

Diplomand



Dominic Diedenhofen

Ausgangslage: Zukünftige Bauprojekte sollen mittels digitaler Zwillinge geplant und gewartet werden. Dabei ist das Vermessen von Gebäuden ein essentieller Schritt. Der Roboter SPOT von Boston Dynamics bietet eine ideale Vorlage, um das Vermessen von Gebäuden zu automatisieren. Eingeschränkt wird dieser nur durch seine limitierten Orientierungsfähigkeiten. Um dieser Einschränkung entgegenzuwirken, soll ein Modul entwickelt werden, welches den Roboter befähigt, sich in unbekannt Umgebungen (z.B. Baustellen), zu orientieren. Da es sich anbietet, zur Vermessung des Gebäudes zusätzliche Aufgaben auf einer Baustelle zu automatisieren, sollte es möglich sein, parallel zur Orientierungsfähigkeit weitere Module auf dem Roboter zu befestigen.

Ergebnis: Dieses Modul besteht aus einem 360°-Lidar und vier Kameras, sowie einer Jetson Xavier für die Prozessierung. Die Komponenten sind in einer Turmstruktur übereinander angebracht und befinden sich in der hinteren Hälfte der für den Roboter entwickelten, Adapterplatte. Diese bietet zusätzlichen Platz für weitere Module.

Mittels Überlagerung der Kameras und des Lidars wurde es möglich gemacht, dass Objekte lokalisiert werden können. Die Kameras erlauben eine Objekterkennung, wobei der Lidar die Positionen der erkannten Objekte vermisst. Diese Informationen sollen dem Roboter helfen, auf die Umgebung zu reagieren. Parallel dazu wurde versucht, mittels SLAM Algorithmen die Orientierung des Roboters zu verbessern.

Fazit: Bei der Entwicklung wurden zahlreiche Kompatibilitätsprobleme entdeckt, was unter anderem dazu führte, dass die erweiterte Orientierung mittels

SLAM-Algorithmus noch nicht erreicht wurde. Die Objektlokalisierung konnte erfolgreich realisiert werden.

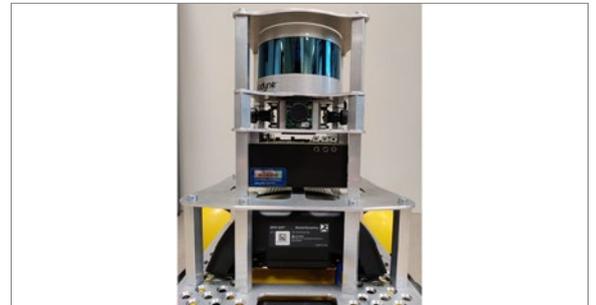
Adapterplatte

Eigene Darstellung



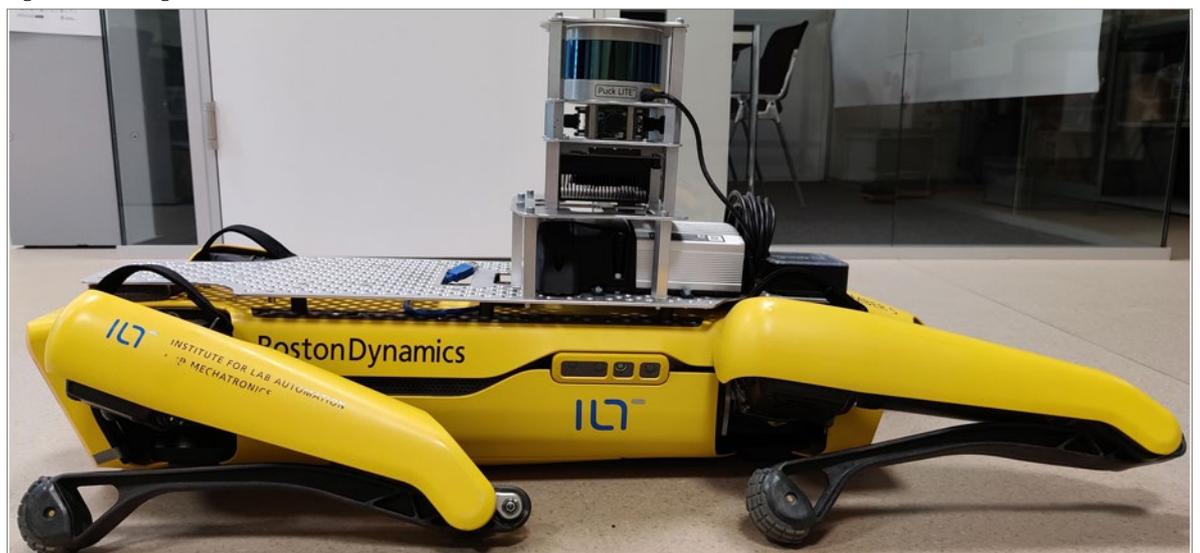
Turmstruktur mit allen Komponenten

Eigene Darstellung



SPOT mit Adapterplatte und Modul

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Dejan Šeatović

Experte
Pavel Jelinek, Rieter
Maschinenfabrik AG,
Winterthur, ZH

Themengebiet
Mechatronik und Auto-
matisierungstechnik

SPOT-Extension: Entwicklung einer intelligenten Spritze

Diplomand



Sebastian Suter

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Arbeit ist, einen Aufsatz mit einer beweglichen Düse für einen Spot von Boston Dynamics zu konstruieren, herzustellen und zu prüfen. Die Düse appliziert gezielt ein Pflanzenschutzmittel in kleinen Mengen auf Pflanzen. Der Aufsatz darf nur ein geringes Gesamtgewicht aufweisen, um die Nutzlast des Spots nicht zu überschreiten. Über eine serielle Schnittstelle muss der Spot mit dem Aufsatz kommunizieren können. Das Gesamtsystem soll autonom funktionieren.

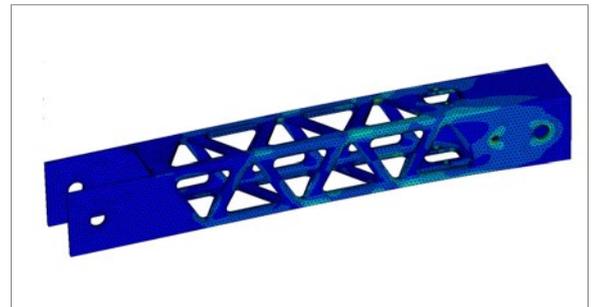
Vorgehen: In einem ersten Schritt wurden mehrere Konzepte erarbeitet und optimiert. Es musste darauf geachtet werden, dass das Produkt in der verfügbaren Zeit realisierbar ist. Danach sind für das gewählte Konzept die Komponenten definiert worden. Um die Teile zu dimensionieren und auszulegen, wurde der Aufsatz im CAD aufgebaut. Anhand der Fertigungsunterlagen sind die Komponenten bestellt, hergestellt und als Funktionsmuster zusammengebaut worden. In einem weiteren Schritt wurde ein Programm für den Ablauf erstellt und das System auf dessen Funktion geprüft.

Ergebnis: Der Aufsatz besteht aus einem zweigliedrigen Arm, an welchem eine Düse befestigt ist. Das zweite Glied wird durch einen Riemen im Verhältnis 2 zu 3 angetrieben. Dies ermöglicht einen Antrieb mit nur einem Motor, was gleichzeitig das Gewicht reduziert und die Steuerung vereinfacht. Durch zwei Endschalter kann die Position des 360° Servo-Motors überwacht werden. Die Düse lässt sich durch den Arm zuverlässig über dem Boden positionieren und mit Hilfe einer Kamera am Arm ausrichten. Eine Membranpumpe saugt aus einem Tank die Flüssig-

keit und befördert sie durch ein Schlauchsystem zur Düse. Um auf die unterschiedlichen Größen der Pflanzen zu reagieren, kann der Spot seine Höhe verstellen und somit den Durchmesser des Sprühbildes verändern.

FEM-Berechnung: Spannungen am Arm

Eigene Darstellung



Spritze eingefahren auf dem Spot

Eigene Darstellung



Spritze ausgefahren auf dem Spot

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Dejan Šeatović

Experte

Pavel Jelinek, Rieter
Maschinenfabrik AG,
Winterthur, ZH

Themengebiet

Mechatronik und Auto-
matisierungstechnik,
Produktentwicklung

Micro-testing of bonded components with very small dimensions

Graduate Candidate



Sven Kühne

Objective: The goal is to develop testing methods to determine the fracture behaviour of adhesively-bonded sensor joints. The challenge consists in obtaining reproducible experimental results (standard deviation lower than 20%) with bonded specimens of very small dimensions.

Approach / Technology: To design and manufacture bonded specimens as well as bonding and testing jigs to experimentally measure the mechanical behaviour of very small bonded joints (1 to 2 mm²) up to fracture. Based on a literature research, different fixtures will be proposed in order to represent the mechanical behaviour of the adhesive layers under multi-axial and mixed-mode loading.

A well known epoxy adhesive is used in order to avoid uncertainties due to the choice of the adhesive.

Result: Two different fixtures have been designed and manufactured and the following tests have been performed.

The first fixture is dedicated to the reproducible sample bonding and preparation of Double Cantilever Beam specimens with an adhesive layer width of 1 and 3 mm. The second fixture is dedicated to the reproducible sample bonding, preparation and testing of the following specimens:

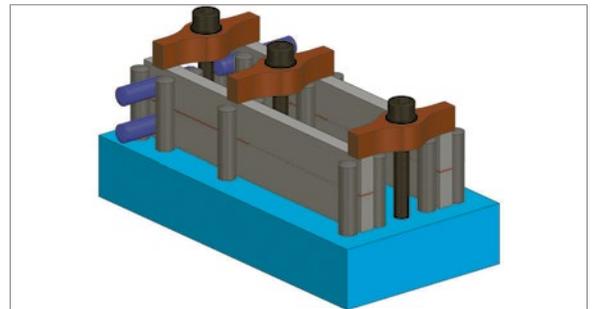
- Butt joint
- Scarf joint
- Shear force joint
- Pin-and-collar joint

The resulting bonding process and experimental measurements reach the objectives of the project:

- The bonding process and geometry of the joint is defined precisely
- Tests results are reproducible
- The bonded area is not loaded when fixing the samples in the testing machine

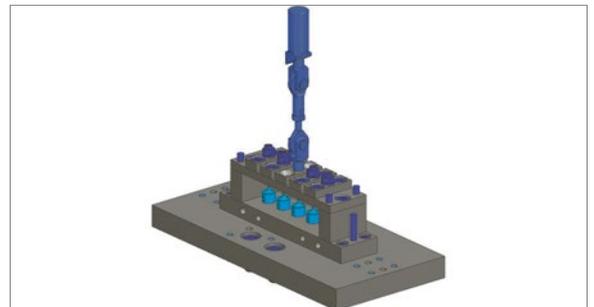
Double cantilever beam bonding fixture for a reproducible bonding process.

Own presentment



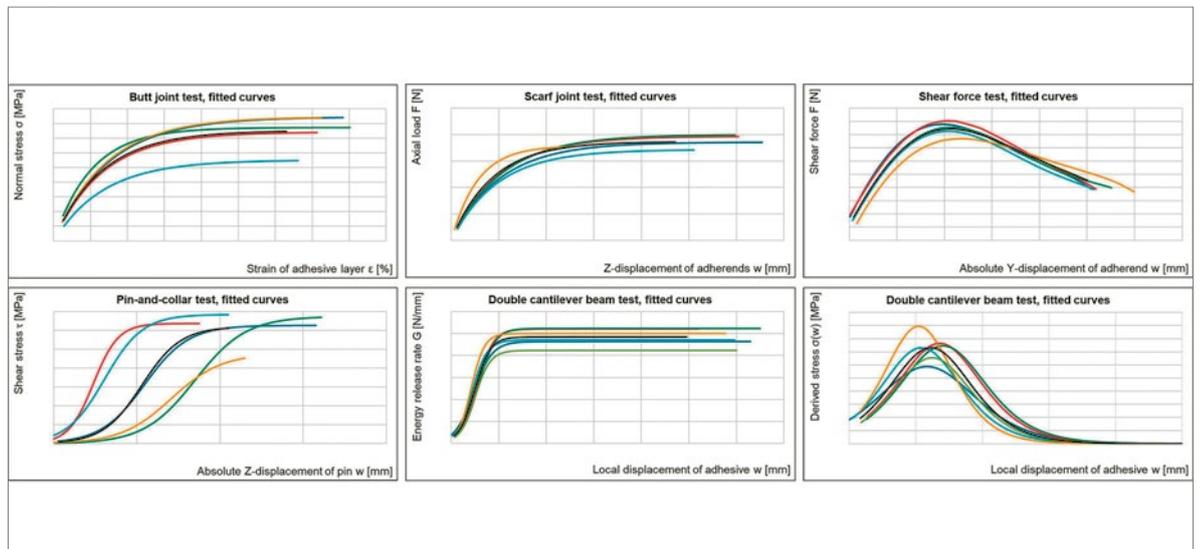
Multifunctional bonding and testing device for butt joint, scarf joint, shear and pin-and-collar tests.

Own presentment



Reproducible experimental results representing the mechanical behaviour of the different bonded specimens

Own presentment



Examiner
Prof. Dr. Pierre Jousset

Co-Advisor
Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Weingarten, BW

Subject Area
Plastics Technology

Project Partner
ams International AG,
Rüschlikon, ZH

Autonomer Laufroboter Igel

Weiterentwicklung eines autonomen Laufroboters

Diplomand



Sebastian Moens

Ausgangslage: Zur Anwerbung von neuen Studierenden soll ein Laufroboter in Form eines Igels entwickelt werden, welcher an Berufsschulen oder Infoveranstaltungen präsentiert werden kann. Die Aufgabe des Roboters besteht darin, autonom auf einem Feld metallene Käfer aufzusammeln und in sein Nest zu bringen. Als Resultat der Arbeit soll ein neuer Prototyp mit einem neuen Bewegungskonzept entstehen, der auf seinen Beinen möglichst zuverlässig und steuerbar laufen kann, unter 350g wiegt und die Anatomie vom Igel übernimmt. Es gab bereits erste Entwicklungen zum Roboter.

Vorgehen: Zuerst musste das Gangbild des Roboters definiert werden. Da ein Hauptaugenmerk für den Roboter in der Bionik bzw. der Ähnlichkeit zum Igel liegt, soll der Roboter diesem nicht nur physikalisch ähneln, sondern auch dessen Bewegungsablauf imitieren. Da der Gang des Hundes besser erforscht ist, als der des Igels und sowohl Skelette als auch Gang beider Tiere Ähnlichkeiten zueinander aufweisen, wurde für die Analyse der Bewegung der Gang des Hundes zu Hilfe genommen. Aus dieser Analyse und den aus Bildern ausgemessenen Gliederlängen, ergab sich für jedes Bein eine Laufkurve in Form einer liegenden Ellipse. Dieser Kurve folgt die Unterseite des Fusses.

In einem weiteren Schritt wurde ein Bewegungskonzept entwickelt, um dem Bein seine Bewegung zu ermöglichen. Aufgrund der bionischen Ähnlichkeit fiel der Entscheidung auf ein Pantographenbein, welches das erste und letzte Glied an einem Bein parallel hält. Angetrieben wird jedes der vier Beine durch zwei Servomotoren. Um die Traktion auf dem Boden zu verbessern, ist an den unteren Gliedern eine Silikonpfote angebracht. Die Beine sind an einem dreiteiligen, additiv hergestellten Rumpf befestigt. Auf dem Rumpf ist zudem genügend Platz vorhanden für die restliche Elektronik, bestehend aus zwei Li-Ionen-Akkus und einem Mikrocontroller, an dem auf kleinem Raum besonders viele Servomotoren angeschlossen werden können.

Zuletzt wurde der Roboter programmiert. Mit diesem Programm ist es dem Roboter aktuell möglich, durch die Eingabe der Laufkurve mittels einzelner Punkte, den korrekten Winkel für die Bewegung zu berechnen und auszuführen.

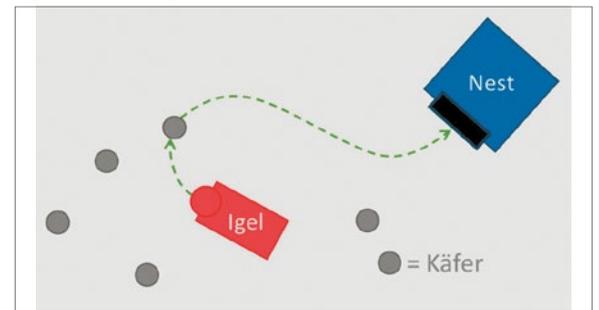
Fazit: Das Ergebnis der Arbeit ist eine erste Neuentwicklung zum Igel Laufroboter. Er ist mit einem Gewicht von ca. 440g noch zu schwer und obwohl er laufen kann, funktioniert dies noch nicht optimal und es konnte noch keine gute Lösung für die Steuerung implementiert werden. Sein Programm umfasst aktu-

ell nur Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen, ist aber in der Lage mit seinen vorhandenen Motoren Kreisbewegungen auszuführen.

Das Ergebnis stellt eine Plattform für nachfolgende Weiterentwicklungen dar und benötigt konstruktive Verbesserungen sowie eine Erweiterung des Programmcodes. Die Grundlage zum Laufen ist gegeben und der Gang kann durch weitere Versuche und Simulationen weiter verbessert werden. Aus den Erkenntnissen dieser Arbeit wurde ein Ausblick erstellt, in welchem naheliegende Verbesserungen vorgeschlagen werden.

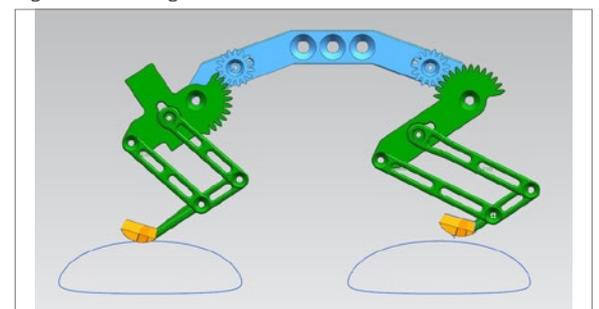
Einfache Darstellung der Aufgabe des Roboters

Eigene Darstellung



Pantographenbeine (Grün) mit Silikonpfoten (Orange) und Laufkurve (Dunkelblau)

Eigene Darstellung



Ergebnis der Arbeit: Prototyp Laufroboter Igel

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr. Markus Henne

Experte
Prof. Dr. Michael
Niedermeier,
Hochschule
Ravensburg-
Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Produktentwicklung

Autonomer Laufroboter Igel

Diplomand



Yves Schmidlin

Ausgangslage: Laufroboter bewegen sich mit Hilfe von Beinen. Sie werden vorzugsweise in unwegsamem Gelände eingesetzt, wo eine Fortbewegung mit Radfahrzeugen kaum möglich ist. Die Koordination der Gliedmasse ist äusserst anspruchsvoll und verlangt ein hohes Mass an technischem Verständnis hinsichtlich der Kinematik und Kinetik des Bewegungsablaufs.

Die Bewegungsvorgänge werden dabei anhand von Sensoren (z.B. zum Erfassen der Umgebung) beeinflusst und über eine Software mit geeigneten Algorithmen gesteuert/geregelt.

Ziel der Arbeit: Der Fachbereich «Mechanische Systeme» entwickelt einen kleinen vierbeinigen Laufroboter, welcher für Schulungszwecke eingesetzt werden kann und anschaulich das Zusammenspiel von Mechanik, Elektronik und Software aufzeigt. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein möglichst spielfreier und leichtgängiger Mechanismus für den Bewegungsapparat entwickelt werden. Die zu entwickelnde Struktur soll mit Hilfe von numerischen Festigkeitsanalysen gewichtsoptimiert werden. Anschliessend sollen die Teile hergestellt und der Roboter zusammengebaut werden.

Ergebnis: Das hier vorgestellte Modell orientiert sich hinsichtlich der Dimensionen, der Abmessungen der Gliedmasse, sowie des Bewegungsablaufs an einem Igel. Die Bewegungen der Beine werden dabei jeweils über einen zentralen Controller koordiniert und mit je zwei Servos angesteuert.

Die filigrane mechanische Struktur wird mit additiven Fertigungsverfahren hergestellt.

Die Inbetriebnahme hat gezeigt, dass die Koordination der vier Beine sehr komplex ist, um einen stabilen Gang zu erzielen. Die aktuell noch ruckartig ablaufenden Bewegungen machen das System instabil und belasten die Servos übermässig. Zur Verbesserung des Gangbildes muss die Bewegung der Beine feiner koordiniert und elastischer gestaltet werden.

In einem nächsten Schritt sollen zudem über Sensoren Umgebungseinflüsse erfasst und so die Bewegung beeinflusst werden.

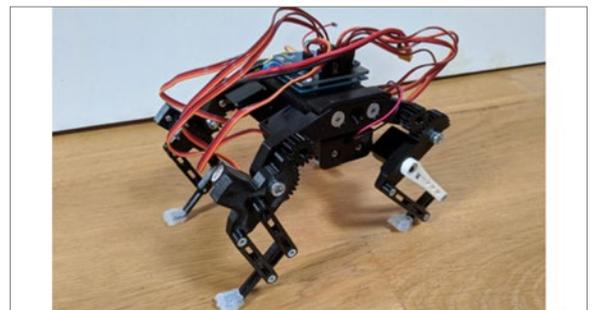
Examinator
Prof. Dr. Markus Henne

Experte
Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet
Produktentwicklung

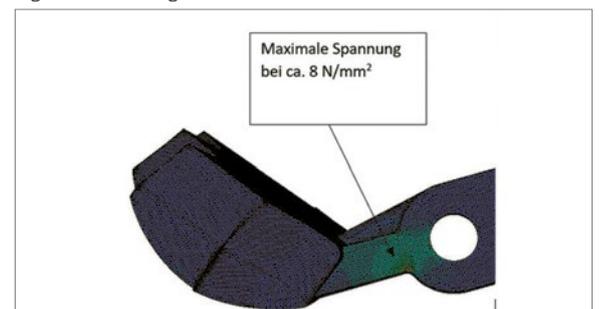
Igel-Laufroboter der Vorgängerarbeit

BA Dokumentation von der Vorgängerarbeit



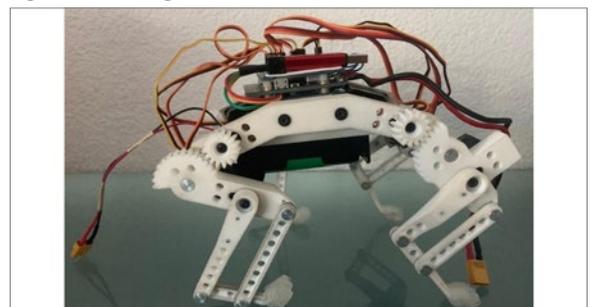
FE-Analyse: maximale Spannung beim Mittelfuss

Eigene Darstellung



Optimierter Igel-Laufroboter

Eigene Darstellung



Entwicklung eines Luftreinigers

Diplomand



Basil Nüesch

Ausgangslage: Die Luftverschmutzung ist weltweit ein gravierendes Problem. Sie stellt eines der grössten, umweltbedingten Gesundheitsrisikos für uns Menschen dar. Besonders Feinstaub, dessen kleine Partikel leicht über die Atmung in den Körper gelangen, verursachen verschiedene gesundheitsschädliche Reaktionen. Laut Schätzungen der WHO sterben, alleine in Europa, jährlich über 550 000 Menschen an den Folgen von Luftverschmutzung. Aufgrund dieser Fakten braucht es innovative Lösungen im Bereich der Luftreinigung. Zusammen mit dem Industriepartner Studio Scazziga wird im Rahmen dieser Arbeit ein Luftreiniger für eine spezifische Systemanwendung entwickelt und geprüft. Das Ziel ist die Erarbeitung des Produktkonzepts von der Idee, über die Funktionsanalyse bis hin zu einem Funktionsmuster.

Vorgehen: Das Auslegen eines komplexen Systems, wie einem Luftreiniger, ist ein schrittweises Herantasten an die optimale Lösung. Aus diesem Grund ist diese Arbeit anhand eines iterativen Entwicklungsprozesses umgesetzt worden. In einem ersten Schritt, der Modellbildungsphase, ist es darum gegangen, das Produkt zu verstehen. Dazu sind, mittels einer Vorstudie, die wichtigsten Einflüsse auf das System eruiert und Erkenntnisse zur Umsetzbarkeit gesammelt worden. Aufgrund dieser Informationen ist anschliessend das definitive Produktkonzept entstanden. Die genaue Auslegung der Systemkomponenten wie Lüfter, Filter und Akku ist in einem nächsten Schritt durch weitere Tests, Berechnungen und CFD-Analysen erfolgt. In einem letzten Schritt ist das Funktionsmuster des Luftreinigers gebaut und auf seine Funktion überprüft worden.

Ergebnis: Durch die Grundexperimente und das Funktionsmuster konnte gezeigt werden, dass die Konzeptidee für den spezifischen Anwendungsfall umsetzbar ist. Es ist möglich die verschmutzte Systemluft in angemessener Zeit auf WHO Standard zu reinigen. Dabei hat der Volumenstrom sowie die Ausgestaltung des Filters einen grossen Einfluss auf das Reinigungsverhalten sowie die Reinigungsgeschwindigkeit. Je grösser der Volumenstrom ist, desto schneller kann das System gereinigt werden. Dabei ist der Volumenstrom stark vom Druckabfall über dem Filter abhängig. Je grösser dieser wird desto schwächer wird die Lüfterleistung und demzufolge auch der Volumenstrom.

Examinator
Prof. Hanspeter Keel

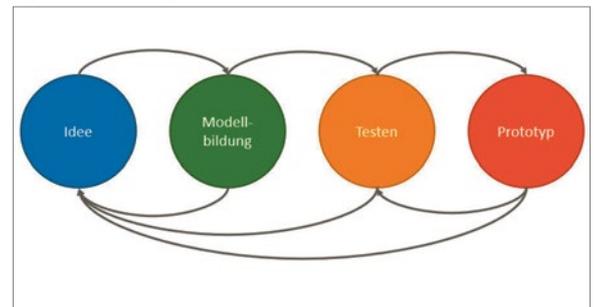
Experte
Dr. Jürg Krauer, Uster,
ZH

Themengebiet
Produktentwicklung

Projektpartner
Studio Scazziga,
Küsnacht, ZH

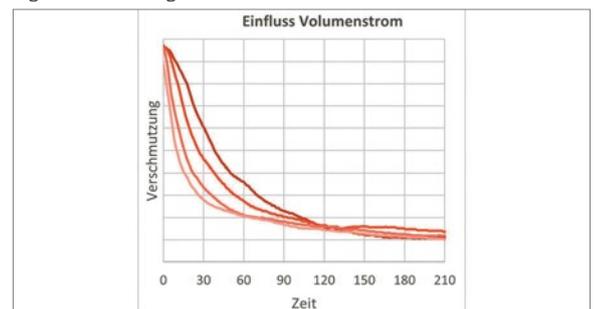
Entwicklungsprozess

Eigene Darstellung



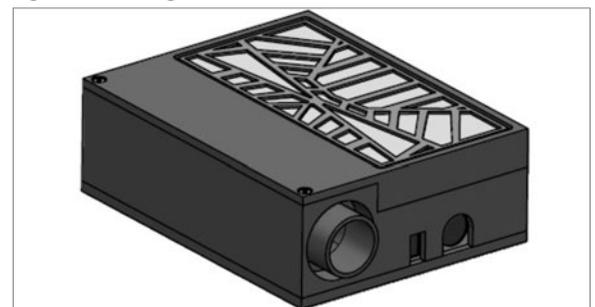
Einfluss des Volumenstroms auf die Systemreinigung

Eigene Darstellung



Funktionsmuster des Luftreinigers

Eigene Darstellung



Entwicklung eines personalisierten Aerobars für ein Zeitfahrrad

Hergestellt mittels additiver Fertigung

Diplomand



Ramon Lauener

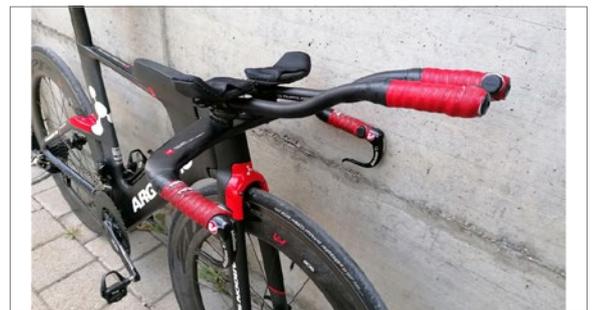
Aufgabenstellung: Damit ein professioneller Sportler sein volles Potenzial ausschöpfen kann, braucht er eine auf ihn angepasste Ausrüstung. Deswegen kam der Triathlet-Profi Silvan Bruhin zum Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) mit der Aufgabe, ein für ihn personalisiertes Aerobar zu entwickeln, das auf sein Zeitfahrrad passt. Bisher verwendete Aerobars verfügen über eine limitierte Einstellbarkeit des Griffes und der Armauflage, was eine perfekt abgestimmte Haltung des Sportlers erschwert. Ein personalisiertes Aerobar soll dem Sportler dank einer an seine Ergonomie angepasste Geometrie besseren Komfort liefern und es ihm erlauben, die für ihn ideale Haltung einzunehmen. Weil das Aerobar im professionellen Radsport eingesetzt werden soll, muss er den dort auftretenden Belastungen standhalten können. Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung eines auf den Kunden personalisierten Aerobars, der mittels SLS-Verfahren (Selektivem Lasersintern) hergestellt werden kann.

Vorgehen: In Zusammenarbeit mit dem Kunden wird ein Pflichtenheft erstellt, worin festgehalten wird, welche Aspekte bei der Entwicklung des Aerobars wichtig sind und welche Funktionen erfüllt werden müssen. Zuerst wird ein Ergonomie-Prototyp entwickelt und hergestellt. Mit diesem Prototyp kann der Kunde verschiedene Haltungen auf seinem Fahrrad ausprobieren, bis er die für ihn optimale gefunden hat. Von dieser optimalen Haltung wird, mit dem Prototyp als Gerüst, ein Abdruck des Griffes und des Unterarms aus Knetmasse angefertigt. Daraus wird mit einem 3D-Scanner ein 3D-Modell erstellt, das als Vorlage für die Konstruktion von ergonomischen Griffen und Armauflagen dient. Die Gangschaltung wird in den Griff des Aerobars integriert, die Kabel können im Innern des Aerobars zurückgeführt werden. Für die Stabilität des Kunststoff-Aerobars wird eine tragende Stützstruktur entwickelt. Zu deren Optimierung werden Testprofile mit derselben Aussenkontur konstruiert und mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) Analysen fortlaufend verbessert. Die optimierte Version wird mittels SLS produziert und auf einer Zugprüfmaschine getestet. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden bei der Konstruktion der Stützstruktur angewendet. Die Befestigung auf dem Fahrradlenker wird stabil und mit bionisch ausgeformten Übergängen zur Armauflage konstruiert, damit ein optimaler Kraftverlauf gewährleistet ist.

Ergebnis: Es wurde ein Aerobar entwickelt, der eine integrierte Gangschaltung mit Kabelrückführung hat und durch Selektives Lasersintern hergestellt werden kann. Die Stützstruktur ist auf die im Radsport auftretenden Belastungen ausgelegt. Das Kernstück der Arbeit ist die ergonomische Form der Armauflage

und des Griffes. Die ergonomische Form bietet besseren Komfort als handelsübliche Aerobars, wodurch die Ermüdung des Fahrers reduziert wird. Durch die ergonomische Form bildet der Fahrer eine geschlossene Einheit mit dem Aerobar, was aerodynamische Vorteile bietet. Der Aerobar besteht aus einem Stück, abgesehen von je einem Halte-Deckel für die Gangschaltung und der Schraubenverbindung zur Befestigung. So wenig Bauteile erleichtern die Montage am Zeitfahrrad des Sportlers.

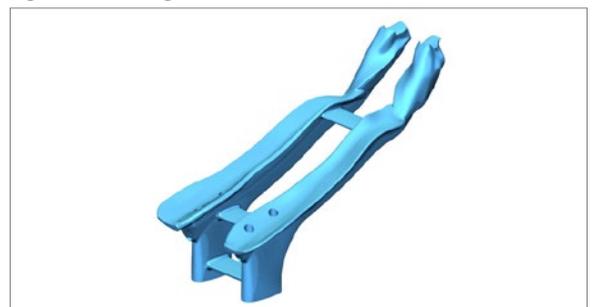
Aktuell verwendeter Aerobars des Kunden auf Zeitfahrrad
Eigene Darstellung



Erarbeitung der idealen Lage und Unterarmform mittels Ergonomie-Prototyp und 3D-Scan
Eigene Darstellung



Modell des personalisierten Aerobars mit Griffen und Auflagen für die gesamten Unterarme
Eigene Darstellung



Examinator Prof. Ulrich Büse

Experte
Florian Gschwend,
Geberit International
AG, Jona, SG

Themengebiet
Produktentwicklung

Entwicklung eines Prüfstandes zur Simulation von Lasten für schnelldrehende Motorspindeln

Dynamik – Produktentwicklung – FEM-Auslegung

Diplomand



Nicola Huber

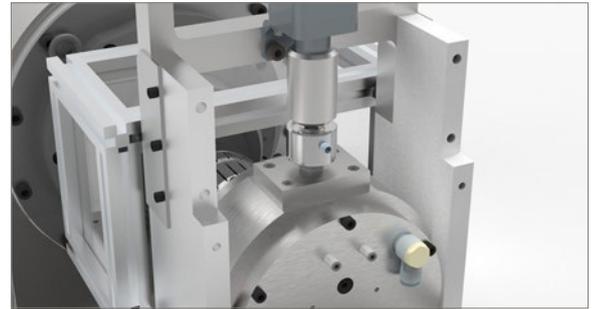
Ausgangslage: Die Fischer AG ist Technologieführer in der Herstellung hochpräziser, schnelldrehender und leistungsstarker Spindelssysteme für die zerspanende Industrie. Dabei kommen die Spindellager aufgrund steigender Anforderungen im Bereich der Aerospace Industrie zunehmend an ihre Grenzen. Momentan werden die zulässigen Bearbeitungskräfte mittels Lagerberechnungssoftware ausgelegt, wobei sich eine gewisse Diskrepanz zur Realität zeigt.

Ziel der Arbeit: Es soll eine Entwurfskonstruktion eines Spindelprüfstandes zur einfachen, experimentellen Simulation von Bearbeitungskräften in verschiedenen Ebenen entwickelt werden. Anschließend soll eine wesentliche Teilkomponente des Prüfstandes hergestellt und getestet werden.

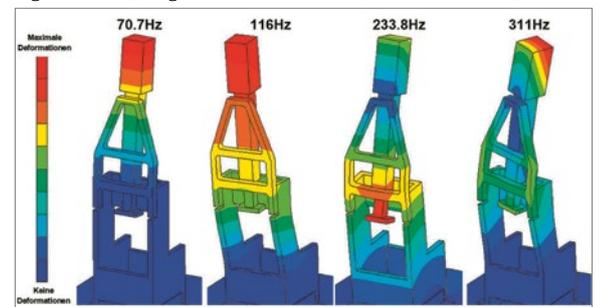
Ergebnis: Insgesamt fünf Konzepte wurden erarbeitet. Vom ausgewählten Konzept wurde anschliessend eine vollständige Entwurfskonstruktion erstellt. Der Spindelprüfstand wurde dabei aus mehreren Modulen aufgebaut, welche auf einer Grundplatte befestigt sind. Von einem Elektrozyylinder werden Kräfte auf das Lagergehäuse übertragen. Im Lagersystem befindet sich das rotierende Werkzeug, welches in der Spindel gespannt wird. Der Elektrozyylinder kann in vertikaler oder horizontaler Stellung an einem Lastrahmen befestigt werden, um entsprechend radiale oder axiale Kräfte an das Lagergehäuse zu übertragen. Als wesentliche Teilkomponente wurde die Baugruppe vom Werkzeug mit Lagergehäuse detailliert ausgearbeitet. Aus zeitlichen Gründen in der Beschaffungskette konnte sie jedoch nicht mehr im Rahmen der Arbeit hergestellt werden. Mittels Finite-Elemente-Methode wurden die auftretenden

Belastungen und das Schwingungsverhalten des Spindelprüfstandes untersucht. Dadurch konnte die Konstruktion entsprechend optimiert werden, um strukturelle Eigenfrequenzen des Spindelprüfstandes in der Nähe der Betriebsfrequenz der Spindelrotation von 500 Hz zu vermeiden.

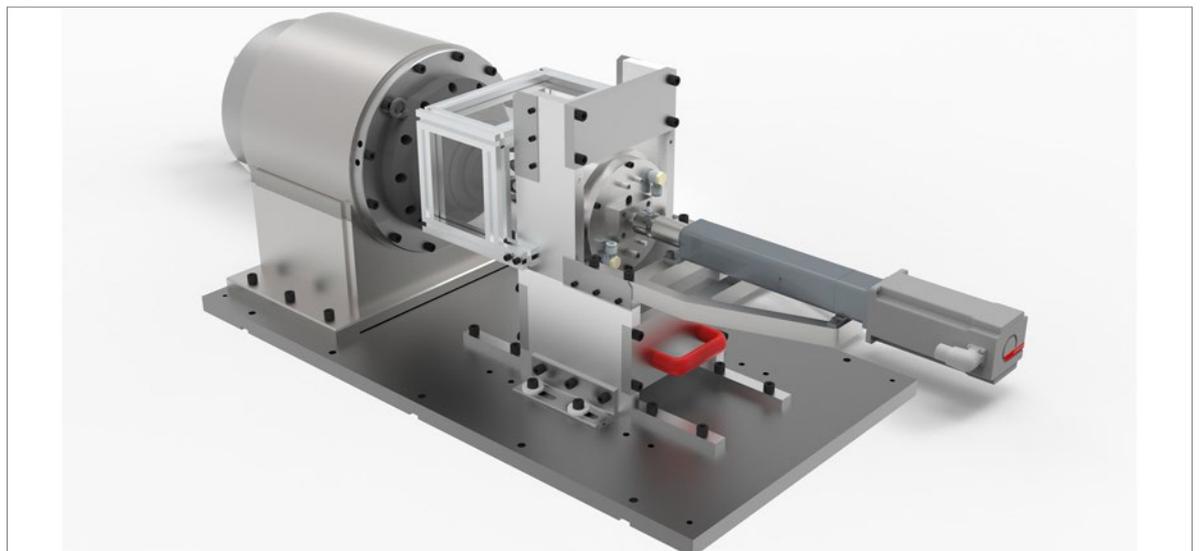
Radiale Belastung des Lagergehäuses durch den Elektrozyylinder Eigene Darstellung



Schwingungsformen des Spindelprüfstandes mit dazugehöriger Eigenfrequenz aus der FEM-Analyse (Auswahl) Eigene Darstellung



Spindelprüfstand mit Elektrozyylinder in horizontaler Stellung; inklusive Schutzvorrichtung um die rotierenden Teile Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Hanspeter Gysin

Experte
Prof. Dr. Hans Gut,
Güdel AG, Langenthal,
BE

Themengebiet
Produktentwicklung

Projektpartner
FISCHER AG
Präzisionsspindeln,
Herzogenbuchsee, BE

Integrierter Lenker-Vorbau für ein Mountainbike

Entwickeln und Optimieren eines integrierten Lenker-Vorbaus

Diplomand



Karl Seidler

Aufgabenstellung: Für das Berner Fahrradunternehmen «Thömus» soll ein Konzept für einen integrierten Lenker-Vorbau aus kohlefaserverstärktem Kunststoff erarbeitet werden. Das Konzept soll zwei Versionen des Produktes beinhalten, eine Version für Cross-Country Fahrräder und eine Version für All-Mountain Fahrräder. Die konzipierten Lenker-Vorbauten sollen leichter sein als die Produkte der Konkurrenten, sollen einen verdeckten Montagepunkt für Zubehör beinhalten und sollen das bestehende Kabelführungssystem von Thömus mit einbeziehen. Bestandteil des Konzepts ist zudem, die Optimierung der Form und des Faseraufbaus hinsichtlich Steifigkeit und minimalem Gewicht anhand der Cross-Country Version.

Vorgehen: Das Vorgehen beinhaltet einerseits Schritte der klassischen Produktentwicklung, Klären, Konzipieren, Entwickeln und wird andererseits mit zusätzlichen Optimierungsverfahren ergänzt. So wird die Form und der Faseraufbau des integrierten Lenker-Vorbaus mit iterativen Schleifen auf die gewünschten Kriterien optimiert. Ein Designmuster des erarbeiteten integrierten Cross-Country Lenker-Vorbaus wird schlussendlich angefertigt, um das Design und die gewählte Geometrie beurteilen zu können.

Ergebnis: Eine geeignete Geometrie für die beiden integrierten Lenker-Vorbauten konnte bestimmt und anhand eines Praxistests erfolgreich bestätigt werden. Die Kabelführung wird mit bestehenden Komponenten gelöst und ist somit mit dem bestehenden System vollumfänglich kompatibel. Die Form und die Faser Auslegung der Cross-Country Version konnte so optimiert werden, dass die Anforderungen an das Gewicht und die Steifigkeit erfüllt sind. Der simulierte integrierte Lenker-Vorbau ist somit 13% leichter als das nächste Konkurrenzprodukt. Die Resultate der Simulation konnten anhand eines

erarbeiteten Referenzlastfalls und einer Messung bestätigt werden, somit werden die Simulation als vertrauenswürdig betrachtet. Des Weiteren sind die kritischen Punkte bezüglich des Versagens des Materials und entsprechende Massnahmen und Empfehlungen, um diese zu beseitigen, bestimmt worden. Empfehlung an Thömus ist es, ein Prototyp herzustellen und mit Praxisversuchen fortzufahren.

Ansicht auf die Unterseite der All-Mountain Version mit den erarbeiteten Lösungen

Eigene Darstellung



Rendering des All-Mountain Cockpits mit dem Zubehör montiert.

Eigene Darstellung



Erstelltes Designmuster des integrierten Lenker-Vorbaus

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Hanspeter Keel

Experte

Dr. Jürg Krauer, Uster, ZH

Themengebiet

Produktentwicklung

Projektpartner

Thömus AG, Oberried, Bern

Prototyp Ergonomische Skitourenbindung

Diplomand



Micha Baggenstos

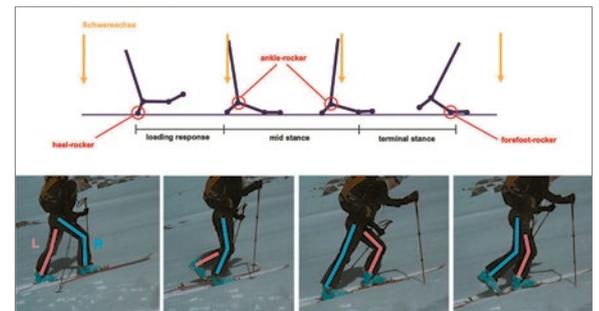
Ausgangslage: Skitourenbindungen wurden in den letzten Jahren in Richtung geringem Gewicht, Robustheit und Sicherheit optimiert. Die Diskussion mit verschiedenen Bindungsherstellern hat jedoch ergeben, dass auch der Aspekt der Ergonomie ein Kundenbedürfnis sein kann. Diesbezüglich unterscheiden sich aktuelle Modelle auf dem Markt kaum. Es soll deshalb eine Skitourenbindung entwickelt werden, die eine ergonomischere Gehbewegung ermöglicht und so einen spürbaren Mehrwert bietet.

Vorgehen: Anhand Studien des menschlichen Gangs, sowie der Gehbewegung beim Skitouren konnte ein Konzept für eine Skitourenbindung erarbeitet werden, die die Gehbewegung verbessert. Das Konzept wurde anschliessend in mehreren Iterationsschritten bis zu einem vollständig funktionsfähigen Prototypen weiterentwickelt. Dieser umfasst einen neu entwickelten Frontautomaten, der in Kombination mit einem bestehenden Fersenautomaten auf den Skiern montiert und getestet wird. Aus Gründen der Geheimhaltung kann das Konzept sowie der Prototyp hier nicht gezeigt werden.

Ergebnis: Der Prototyp der ergonomischen Skitourenbindung wurde mit einer Skitour im Gebirge von mehreren Personen erfolgreich getestet. Auf dieser Basis kann die Hypothese aufgestellt werden, dass die Gehbewegung dadurch weniger Energie benötigt, angenehmer ist und besseren Halt bietet. Es wird empfohlen, das Konzept weiterzuentwickeln und durch weitere Versuche im Hinblick auf die Marktfähigkeit tiefer zu untersuchen.

Studie des Bewegungsablaufs

Eigene Darstellung



Versuchsabfahrt mit der ergonomischen Skitourenbindung

Eigene Darstellung



Test eines Funktionsmusters im Silverretagebiet

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr.
Albert Loichinger

Experte

Dr. Fabian Eckermann,
Jona, SG

Themengebiet

Produktentwicklung

Prototyp Setzgerät für lange Holzbauschrauben

Diplomand



Bedran Atici

Problemstellung: Im konstruktiven Holzbau werden Holzbalken zur Armierung mit langen Gewindestangen verschraubt. Diese werden momentan mit normalen Schraubgeräten montiert, welche nebst dem hohen Drehmoment auch ein hohes Reaktionsmoment auf den Nutzer erbringen. Hierbei wäre die Nutzung eines Schlagschraubers durch sein geringes Reaktionsmoment und somit hohen Komfort sehr attraktiv. Dies ist jedoch nicht möglich, da die Gewindestange durch ihre sowohl dünne als auch lange Ausführung sehr torsionsweich ist und die Drehimpulse des Schlagschraubers nicht am vorderen Stangenende ankommen.

Ziel der Arbeit: Das Ziel dieses Entwicklungsprojektes ist die Erarbeitung mehrerer Konzepte und einem daraus resultierenden Prototypen. Dieser soll den Setzvorgang von langen Holzbauschrauben mit einem leichten Schraubgerät ermöglichen. So soll der Arbeitsprozess für den Bediener einfacher, sicher und schneller gestaltet werden.

Ergebnis: Das Prototyp mit der X-Anordnung hat sich als vielversprechendes und interessantes Konzept erwiesen. Durch die diagonale Profilanordnung kann eine sowohl sehr stabile und doch lange Teleskopausführung realisiert werden. Ebenfalls ermöglicht die ein Kompensieren der Torsion und somit Einschrauben der Holzbauschrauben mit einem leichten Schrauber. Durch den frühzeitigen Versuchsabbruch infolge Bauteilversagen kann jedoch keine nachweisbare Aussage bezüglich der Funktionalität des Prototypen bei hoher Drehmomentbelastung getroffen werden. Das Konzept verbleibt somit in einem offenen Zustand, da weder ein positiver noch

negativer Entscheid über die Funktionsfähigkeit getroffen werden kann.

herkömmlicher Setzvorgang

www.dach-holzbau.de



Prototyp

Eigene Darstellung



Kompressionsverlauf

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr.
Albert Loichinger

Experte

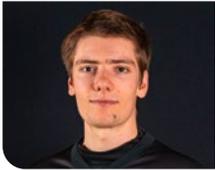
Dr. Fabian Eckermann,
HSE AG, Jona, SG

Themengebiet

Produktentwicklung

Rohrpressgerät mit neuartigem Antrieb

Diplomand



Andreas Flury

Einleitung: In der Installationstechnik werden zum Verpressen von Rohrverbindungen Pressgeräte mit hydraulischen Antrieben verwendet. Im Betrieb legen diese eine translatorische Strecke von 30 mm mit einer maximalen Presskraft von 21 kN zurück. Ein grosser Nachteil der verwendeten Hydraulik ist der Anschaffungspreis. Aus diesem Grund soll ein kostengünstiges und trotzdem zuverlässiges System entwickelt werden.

Vorgehen / Technologien: Das Rohrpressgerät wird durch einen neuartigen Antrieb auf Basis eines Elektromotors betrieben, bei welchem am vorderen Ende die Pressmechanik angebracht wird. Die Drehbewegung des Antriebs wird mit einer Trapezgewindespindel in eine lineare Bewegung umgewandelt. Damit sich die Mutter aufgrund der Gewindereibung nicht mit der Spindel mitdrehen kann, wird die Mutter durch Passfedern am Gehäuse abgestützt. An der standardisierten Schnittstelle am vorderen Ende des Gerätes kann die Pressbacke angebracht werden. Durch den Rollenstössel, welcher an der Führungsmutter angebracht ist, wird die Pressbacke mit bis zu 21 kN Presskraft geschlossen. Die gesamte Druckkraft auf Führungsmutter und Spindel wird mittels Kegelrollenlager in das Gehäuse eingeleitet.

Ergebnis: Mit dem erarbeiteten Prototyp werden mehrere Tests durchgeführt. Mit diesen Tests soll das grundlegende Konzept überprüft werden. Bei den Praxistests können zufriedenstellende Rohrverbindungen verpresst werden. Zusätzlich wird als grosser Vorteil des Konzeptes die Pressgeschwindigkeit festgestellt. Eine Rohrverbindung kann innerhalb weniger Sekunden vollständig verpresst werden. Bei den Krafttests wird eine maximale Presskraft von 13,2 kN gemessen (gefordert sind 21 kN). Bei der Nachuntersuchung wird ein Defekt am Gerät festgestellt.

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Versuchen und den Risikoanalysen werden mehrere Optimierungspotentiale erkannt:

- Verlängern der Lebensdauer des Gerätes
- Integration der Kraftmessung/Endlagenerkennung
- Reduktion der Geräuschemission
- Gewichtsoptimierung

Um die Lebensdauer und Pressqualität sicherstellen zu können, werden zu den konstruktiven Anpassungen verschiedene Tests vorgeschlagen:

- Langzeitversuche bei erhöhten/reduzierten Temperaturen
- Tests unter Umgebungsbedingungen (Spritzwasser, Staub)
- Tests der «Baustellen-Handhabung» (Sturz, Schläge)

Examinator

Prof. Dr.
Albert Loichinger

Experte

Dr. Fabian Eckermann,
HSE AG, Jona, SG

Themengebiet

Produktentwicklung

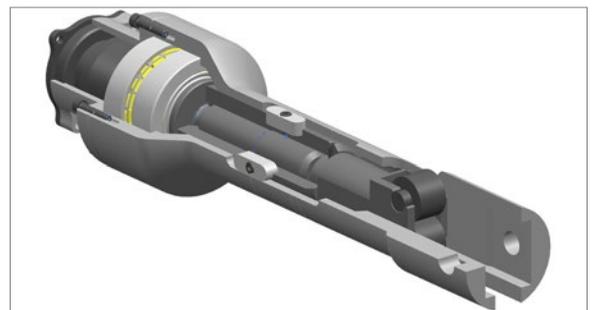
Rohrpressgerät Geberit

geberit.ch



Pressmechanik Prototyp

Eigene Darstellung



Pressvorgang Rohrverbindung

Eigene Darstellung



Schneckenoptimierung für Schokolade

Diplomand



Andreas Meier

Ausgangslage: Das IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung hat in Zusammenarbeit mit dem ILT Institut für Laborautomation der OST einen Schokoladen 3D-Drucker – den CHOCOFORMER® – entwickelt. Dieser kann zur Erstellung von Schokoladen- 2D- -Beschriftungen sowie 3D-Objekten genutzt werden. Dabei ist es möglich, wie bei einem Kunststoff FDM/FFF-Drucker, den Düsendurchmesser mittels Austausch zu variieren.

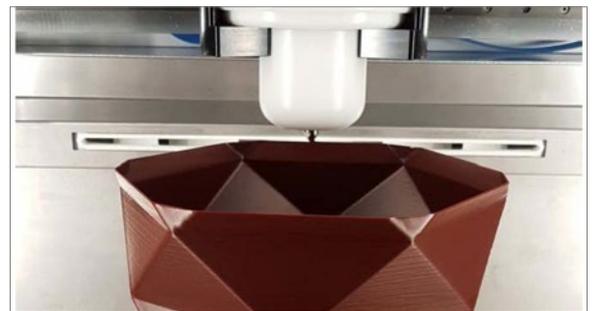
Ziel der Arbeit: Mit sehr kleinen Düsendurchmessern können tolle Details mit Schokolade umgesetzt werden. Jedoch ist der benötigte Druck für den Austrag der Schokolade bei kleinen Düsendurchmessern deutlich höher. Mit der aktuell eingesetzten Schnecke ist, je nach Schokolade, eine grosse Drehzahl nötig, um einen zufriedenstellenden Schokoladenaustrag zu erreichen. Diese hohe Drehzahl ist für den Prozess jedoch nicht sinnvoll.

Ziel ist es, die Schneckenengeometrie iterativ mittels additiver Fertigung und Strömungssimulationen zu optimieren, sodass diese einen besseren Wirkungsgrad bzgl. dem Schokoladen-Massenstrom erreicht.

Ergebnis: Mit der neu erarbeiteten Schneckenengeometrie ist die Erhöhung des Massenstromes um 35 % gegenüber der Standardgeometrie möglich, was zu einem besseren Wirkungsgrad des Druckprozesses bei kleineren Düsen führt. Mit zukünftigen Simulationsiterationen sind weitere Optimierungen hinsichtlich des Massenstromes zu erwarten.

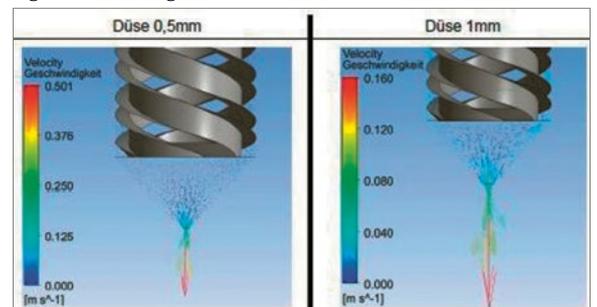
3D-Druckenprozess des Chocoformers

www.chocoformer.com



Simulationsbasierte Optimierung der verschiedenen Schneckenengeometrien bei unterschiedlichen Gegendrücken

Eigene Darstellung



Chocoformer

www.chocoformer.com



Examinator

Prof.
Daniel Schwendemann

Experte

Martin Klein, Coperion
GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet

Produktentwicklung

Schichtdickenbestimmung beim LMD-Prozess

Entwicklung eines Messsystems

Diplomand



Cäsar Ackermann

Problemstellung: Der LMD-Prozess (Laser Metal Deposition) ist ein additives Fertigungsverfahren für Metalle, mit welchem sowohl Reparaturen als auch die Fertigung neuer Produkte durchgeführt werden können. Die Schwierigkeit bei diesem Prozess liegt in der Herstellung konstanter Schichtdicken. Je nach Geometrie und Höhe des Aufbaus erreichen diese unterschiedliche Werte. Dies bewirkt, dass sich der Fokus-Abstand von Laser zu Substrat verändert und ungenaue Bauteile oder Fehlstellen im Prozess entstehen können.

Für die Schichtdickenoptimierung soll ein Messsystem gefunden und mit einer Montagevorrichtung in der LMD-Maschine integriert werden. Das System soll sowohl auf einer eigens konstruierten Prüfvorrichtung als auch in der Maschine getestet werden. Die Messeinrichtung soll die Parametersuche für additive Fertigungen zukünftig schneller ermöglichen und somit einen effizienteren Arbeitsablauf schaffen.

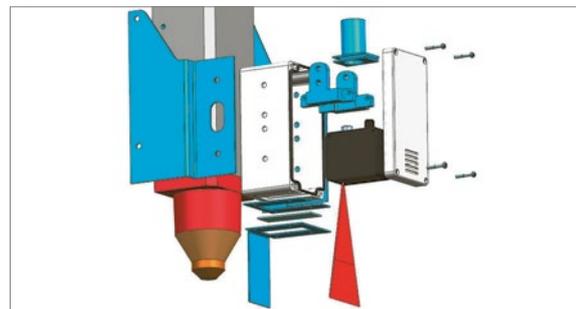
Ergebnis: Für die Bewältigung des Problems wurden verschiedene Messsysteme untersucht und verglichen. Es hat sich gezeigt, dass sich ein Laser-Profilsensor am besten eignet und eine präzise und schnelle Messung der Bauteile ermöglicht. Geschützt in einem Kunststoffgehäuse wird das Messsystem an das LMD-Modul montiert und durch eine Kühleinheit von ausserhalb der Maschine gekühlt. Der Messvorgang wird in den Maschinencode integriert, wodurch der zusätzliche Zeitaufwand klein gehalten werden kann. Die wesentlichen Ergebnisse aus der Messung sind die optimierten Schichtdicken, die Fokusabweichung, die Bauteilhöhe und eine graphische Darstellung der gescannten Punktwolke.

Erarbeitetes Messsystem
Eigene Darstellung

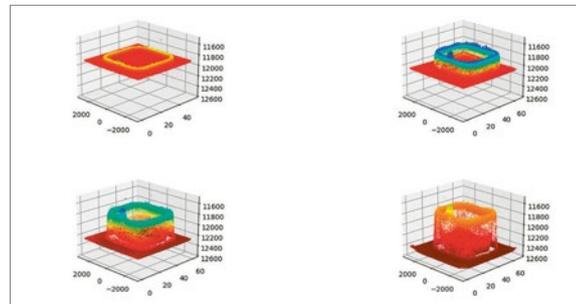


Fazit: Das entwickelte Messsystem steigert die Effizienz und Präzision bei der Bestimmung der optimalen Schichtdicken massgeblich. Über das Monitoringsystem kann der Herstellungsprozess leicht überwacht und wichtige Daten gesammelt werden.

Umsetzungskonzept der Montagevorrichtung
Eigene Darstellung



Graphische Darstellungen der Punktwolken
Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Mohammad Rabiey

Experte
Stefano Capparelli,
Roche Diagnostics
International AG,
Rotkreuz, ZG

Themengebiet
Produktentwicklung

Shockabsorber für eine Netzkanone

Diplomand



Martin Heldstab

Problemstellung: Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung der Fachhochschule Ostschweiz arbeitet an einem Projekt mit dem Ziel, Drohnen abzufangen. Dazu schießt eine Kanone ein Netz ab, welches die Propeller der Drohne blockiert und somit vom Weiterfliegen hindert. Diese Kanone soll in der neusten Ausführung des Projektes Mobula auf einem Quadropter befestigt werden. Beim Abschuss der Kanone kommt es zu einem starken, kurz wirkenden Rückschlag. Dies bringt starke Belastungen auf die Struktur mit und kann die Drohne schlimmstenfalls aus der stabilen Fluglage bringen. Zudem beeinflusst die starke Beschleunigung die eingebaute Elektronik.

Vorgehen: Mit den in der Produktentwicklung geläufigen Schritten Klären, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten entsteht ein Konzept, das in einem Schiessversuch getestet wird. Für die Ideensuche werden mit einem Morphologischen Kasten verschiedene Ideen für die einzelnen Teilaufgaben zusammengetragen und anschliessend mehrere Konzeptvarianten zusammengestellt. Diese werden mithilfe einer Nutzwertanalyse bewertet. Sobald der Variantenentscheid gefallen ist, kann mit dem Detailentwurf begonnen werden. Dazu wird die Konstruktion im CAD erstellt und mithilfe einer FEM Software zusätzlich gewichtsoptimiert (Abb. 2).

Ergebnis: Schlussendlich besteht die Rückstosskompensation aus einem Aufbau mit Aramid-Waben, welche besonders leicht sind (siehe Abb. 3). Beim Abschuss der Kanone wird der Rückstoss über die Waben abgeleitet, welche dadurch in sich zusammenknicken und so komprimiert werden. Durch die-

sen Vorgang können Spitzenkräfte abgefangen und die Beschleunigungen reduziert werden. Der Schiessversuch hat gezeigt, dass die Konstruktion im Grundsatz gut funktioniert. Einzelne Schwächen, welche noch vorhanden sind, können mit konstruktiven Anpassungen behoben werden.

Abb. 1: CAD Entwurf der Rückstosskompensation mit eingebauter Netzkanone

Eigene Darstellung

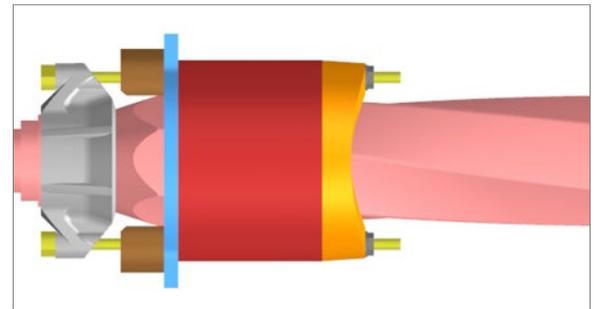


Abb. 2: Gewichtsoptimierung an der Aufnahme für die Netzkanone mit Hilfe von FEM

Eigene Darstellung

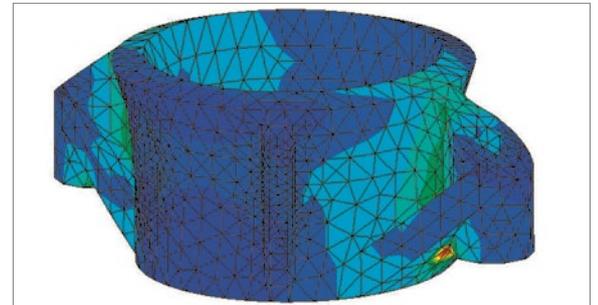
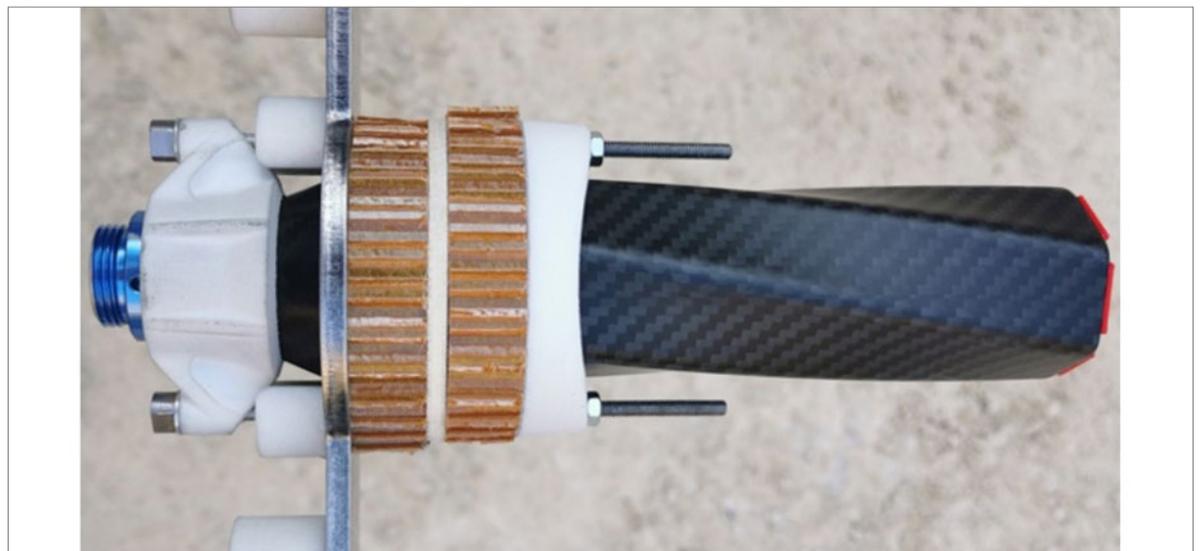


Abb. 3: Versuchsaufbau der Netzkanone mit Rückstosskompensation

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Markus Henne

Experte

Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten,
Weingarten, BW

Themengebiet

Produktentwicklung

SLS Unterschenkel Orthese

Vorstudie zur Machbarkeit einer SLS Unterschenkel-orthese für Diabetiker*innen

Diplomand



David Kranz

Einleitung: Aufgrund einer Durchblutungsstörung leiden Diabetikerinnen und Diabetiker oft unter einem gestörten Schmerzempfinden. Dies führt meistens zu lange unentdeckten Verletzungen an den Füßen. Eine Unterschenkel Fussorthese kann dabei die Heilung unterstützen und den Patientinnen und Patienten dennoch eine gewisse Bewegungsfreiheit ermöglichen.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollen Grundlagen zur Herstellung einer Unterschenkel Fussorthese mittels SLS (Selektivem Lasersintern) erarbeitet werden. Da eine Orthese immer eine Einzelanfertigung ist, wird mittels 3D-Scan und Remodeling des Fusses eine individuelle Schiene erstellt und getestet.

Ergebnis: Eine einfache Schiene ohne Verstärkungen, welche mittels SLS-Verfahren mit dem Material PA12 hergestellt wurde und eine Dicke von 3mm aufweist, hält 57% der Kräfte aus, die bei einem Körpergewicht von 75kg auftretenden.

Zudem wurden viele grundlegende Informationen aus den verschiedenen Fachgebieten zusammengetragen und in der Arbeit dokumentiert.

Dazu gehörten unter anderem die Ermittlung der wirkenden Kräfte auf die Orthesenschale, die Gangtheorie und die Verarbeitung eines mit einem Scanner erstellten 3D-Modells.

Fazit: In dieser Arbeit konnten viele und zudem wichtige Grundlagen erarbeitet werden. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass eine Herstellung einer funktionierenden Orthese durchaus Sinn macht

und auch möglich ist. Für weitere Arbeiten liegt der Hauptfokus auf der Vereinfachung und Automatisierung des «Scan-to-Model-Verfahrens», sowie die Einarbeitung der Ansprüche aus der Medizin. Mit Hilfe der dann gewonnen Erkenntnisse können neue Prototypen erstellt und getestet werden.

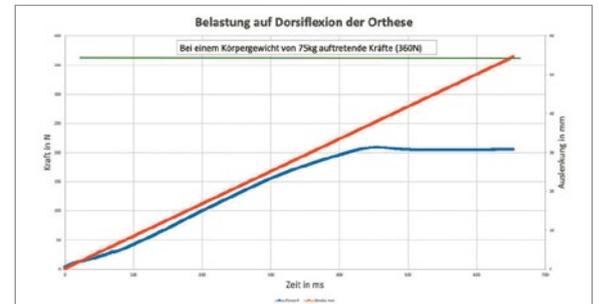
Grundschaale am Fuss getragen

Eigene Darstellung



Belastung der Orthese auf Dorsiflexion (Blaue Kurve)

Eigene Darstellung



Prozess; Vom 3D-Scan zur Orthese

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Ulrich Büse

Experte
Florian Gschwend,
Geberit International
AG, Jona, SG

Themengebiet
Produktentwicklung

Dosiereinrichtung für Elastomer-Halbzeuge

Diplomand



Silas Marc Menzi

Ausgangslage: Beim Aufvulkanisieren von Dichtelementen auf Ventilteller ist eine exakte, volumetrische Dosierung der rundschnurförmigen Rohmaterialien sehr wichtig für die Prozessstabilität. Ausserdem sollte die Länge exakt sein. Die dadurch entstehende enge Durchmesser-toleranz der Rundschnur kann im heutigen Herstellungsprozess nicht eingehalten werden. Aus diesem Grund kommt heute eine gravimetrische Methode zum Einsatz, in der die Rohlinge gewogen und entsprechend angepasst werden. Dies führt jedoch dazu, dass die Rohlinge zu kurz sind, sodass sie händisch gedehnt werden müssen. Es soll eine Vorrichtung konstruiert werden, welche die Rundschnüre volumetrisch dosiert und sie auf die richtige Länge dehnt.

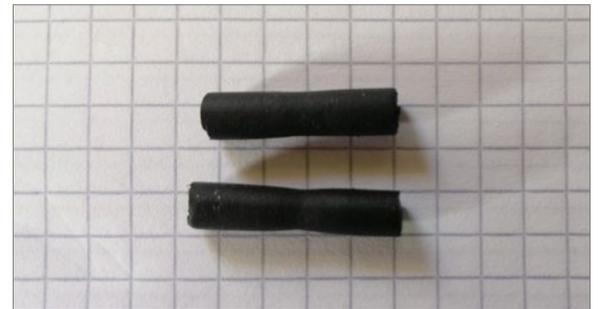
Vorgehen: In der Entwicklungsphase wurde vor allem das Verhalten des Elastomers unter verschiedenen Beanspruchungen analysiert. Es wurde bemerkt, dass sich das Elastomer vor allem unter Zug unter geringem Krafteinfluss schnell verformt. Dadurch, dass es sich um ein gummiartiges Material handelt, formt es sich jedoch nach kurzer Zeit wieder zurück. Wird das Material jedoch leicht erwärmt, kann es plastisch verformt werden, ohne sich zurückzuformen. Aus diesem Grund wurde eine Vorrichtung entworfen, welche die Schnur nach Mass entsprechend in die Länge dehnt. Hierbei kommen zwei Rollenpaare zum Einsatz, zwischen denen die Schnur durchläuft. Entspricht die Schnur dem Soll-durchmesser, so läuft das hintere Rollenpaar gleich schnell wie das vordere Rollenpaar. Ist die Schnur jedoch zu dick, läuft das hintere Rollenpaar langsamer, um die Gummischnur in die Länge zu dehnen. Dadurch, dass die Schnur in die Länge gedehnt wird, wird sie verjüngt. Auf diese Weise kann der Durchmesser reduziert werden. Dasselbe Wirkprinzip kann

nicht nur beim Herstellen von Ventiltellern, sondern direkt beim Zulieferer der Elastomer-Rundschnüre eingesetzt werden.

Ergebnis: Die unter diesen Wirkprinzipien funktionierende Maschine kann die Schnüre dehnen. Die ausgegebenen Teile sind in fast 90% der Fälle Gutteile.

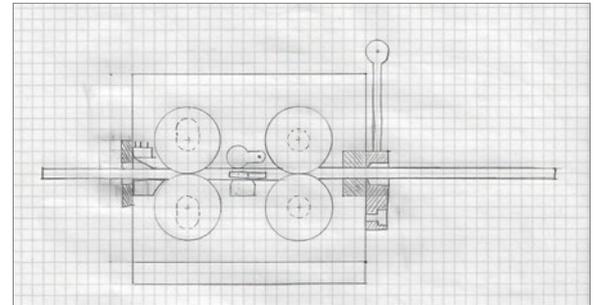
Durch Erwärmen und Ziehen eingeschnürte Elastomer-Schnurstücke

Eigene Darstellung



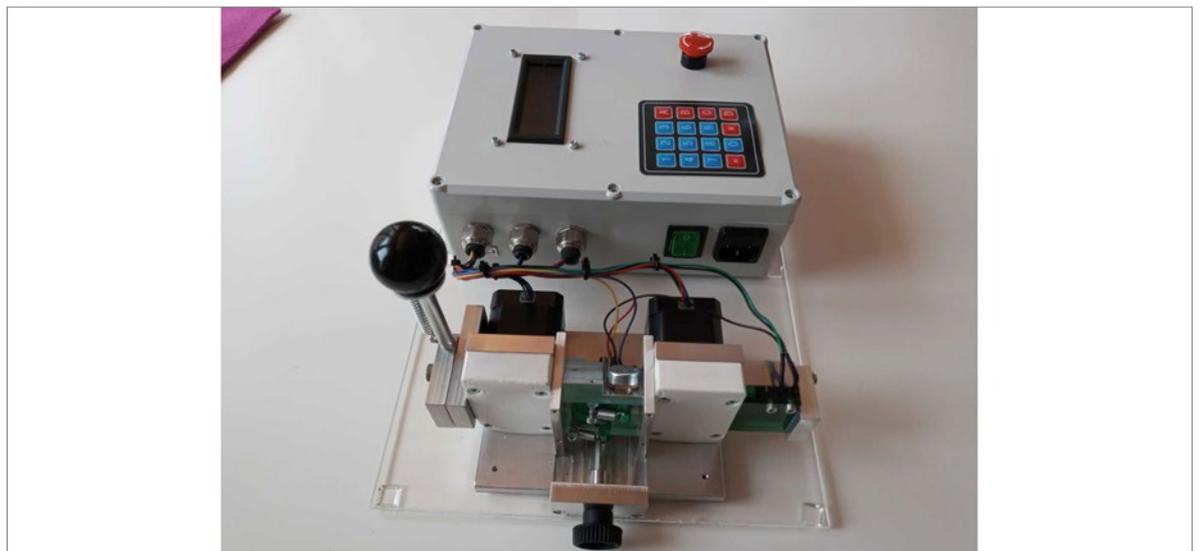
Das fertige Konzept als Skizze

Eigene Darstellung



Fertig montierter und funktionsfähiger Prototyp

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Elmar Nestle

Experte

Robert Spasov, Vat
Vakuumventile AG,
Haag (Rheintal), SG

Themengebiet

Produktentwicklung,
Fertigungstechnik,
Betriebsführung &
Instandhaltung

Projektpartner

VAT Vakuumventile AG,
Haag, SG

Untersuchung der Kühlschmierstoffzuführung der optimalen Düsenauslegung

und Ausrichtung im Schleifprozess Profilschleifen

Diplomand



Remo Preisig

Einleitung: In früheren Bachelorarbeiten wurden zwei neue Düse für Kühlschmierstoffzufuhr im Schleifprozess entwickelt (AM-Düse, Präzise Düse) worden. Diese Düsen sind noch nie an die Schleifmaschine angeschlossen worden und ihre Eigenschaften sind somit noch grösstenteils unbekannt. Die Aufgabe gliedert sich in zwei Teile. Erstens soll eine geeignete Konstruktion zum Anschluss der beiden Düsen entwickelt werden und zweitens sollen die beiden Düsen in einer Versuchsreihe mit dem bestehenden System der konventionellen Kühlung verglichen werden.

Vorgehen: Bei der Entwicklung wurde auf einen korrekt eingehaltenen Konstruktionsprozess geachtet. In einem ersten Schritt musste der Auftrag klar verstanden werden und möglichst viele Informationen über die Düsen bis hin zum Schleifprozess gesammelt werden. Anschliessend wurde der Auftrag in einem Pflichtenheft klar definiert. Als nächstes wurden gemäss der 6-3-5 Methode diverse Lösungsmöglichkeiten erarbeitet und in einem morphologischen Kasten festgehalten. Aus dem morphologischen Kasten wurden drei komplette Lösungsvarianten gezogen und ausgearbeitet. Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse wurden diese Verglichen und bestimmt, welche die Beste ist. Diese Variante wurde weiter ausgearbeitet und schliesslich zur Herstellung freigegeben. Um die Düsen ideal Vergleichen zu können und zusätzlich Schlüsse aus Einstellparameter ziehen zu können wurde eine reduzierte Parameterstudie durchgeführt, welche darauf ausgelegt ist, die verschiedenen Düsen zu vergleichen. Die zu verändernde Parameter sind Zustellung, Schnittgeschwindigkeit und Vorschub. Zu den jeweiligen Parameter wurden jeweils drei Einstellgrössen definiert. Mit drei Einstellgrössen sollen Tendenzen erkannt werden aber gleichzeitig der Aufwand in Grenzen gehalten werden. Damit nicht alle möglichen Kombinationen getestet werden müssen wurde ein reduzierter Versuchsplan erstellt. Dabei ist der endgültige Versuchsplan sehr stark an die bewährte Reduziermethode nach Taguchi angelehnt. Da es allerdings in erster Linie um den Vergleich der Düsen geht und nicht um eine Parameterstudie durchzuführen, wurden die Zustellung angepasst und zwei weitere Versuche hinzugefügt. Der dargestellte Versuchsplan wurde mit allen Düsen durchgeführt werden. Für die Versuchsreihe wurde eine CBN Schleifscheibe verwendet.

Ergebnis: Wesentliches Ergebnis der Entwicklungsarbeit ist, dass beide Düsen über einen Adapter an das bestehende System angeschlossen wurden. Da die Düsen sehr gross sind wurde der Anschluss um 150mm nach aussen und 100mm nach oben verlegt. Im abgebildeten Diagramm sind die zusammengezo-

genen Ergebnisse der kompletten Versuchsreihe dargestellt. Auffällig ist, dass die Konventionelle Kühlung die höchsten Kräfte aber kleinsten Oberflächenwerte erhalten. Dies kann so erklärt werden, dass die Prozesskühlung bei den entwickelten Düsen besser funktioniert. Da das KSS-System mit konventioneller Kühlung die Wärme nicht ideal abführen kann wird das Werkstück wärmer und somit auch weicher. Das weiche Material wird besser geschnitten und es entsteht eine feinere Oberfläche. Im Vergleich zur AM-Düse ist der Unterschied gravierend. Bei der AM-Düse ist die Prozesskühlung sehr gut und die Kräfte sind entsprechend niedrig. Der Preis für die gute Prozesskühlung sind die erhöhten Rauheitswerte.

AM-Düse (oben) und präzise Düse (unten)

Eigene Darstellung



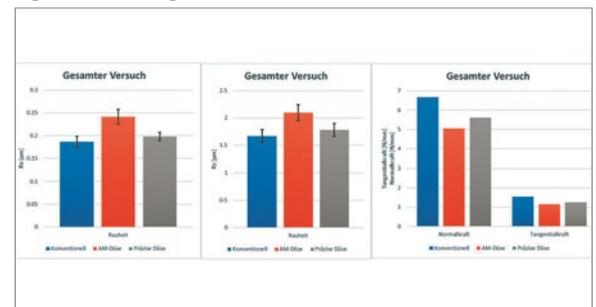
Versuchsplan

Eigene Darstellung

Versuchsnummer	Schnittgeschwindigkeit [m/s]	Vorschub [mm/min]	Zustellung [µm]
1.	35	500	10
2.	35	1000	50
3.	35	1500	100
4.	45	500	10
5.	45	1000	50
6.	45	1500	100
7.	60	500	10
8.	60	1000	50
9.	60	1500	100
10.	35	1000	10
11.	35	1500	10

Ergebnisse zusammengezogen

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Experte

Dr. Wolfgang Knapp, Ingenieurbüro Dr. W. Knapp, Schleithem, SH

Themengebiet

Produktentwicklung, Fertigungstechnik, Betriebsführung & Instandhaltung

Bioabbaubarer Verbisschutz

Diplomand



Andreas Hediger

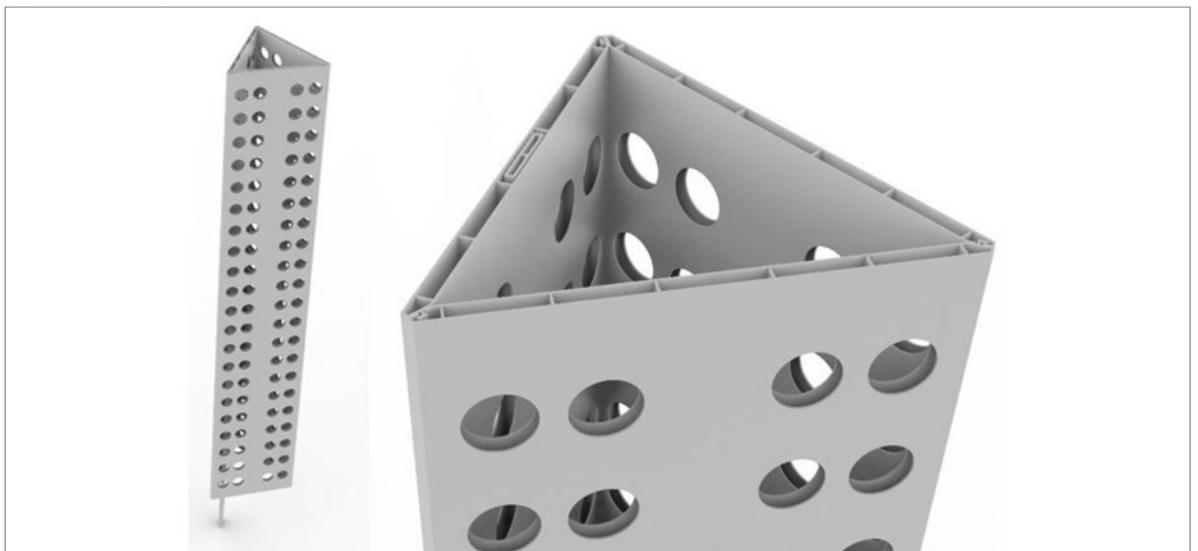
Einleitung: Bei der Neubepflanzung eines gerodeten Waldabschnitts mit Jungpflanzen wurde in den letzten Jahren vermehrt Verbisschütze aus Kunststoff eingesetzt, welche nach der Nutzungsdauer entfernt werden müssen oder sich in kleine Kunststoffstücke zersetzen. Die kleineren Kunststoffstücke bleiben als Mikrokunststoff im Wald erhalten und verschmutzen unsere Wälder kontinuierlich. Eine weitere unschöne Seite haben diese nicht entfernten und abgebauten Wuchshüllen, indem sie im Wald am Boden liegen oder an den Bäumen hängen bleiben. Da sie oft nicht selbst stabil stehen, werden sie z.B. von einem Gewitter oder Schneelast heruntergedrückt und verunstalten so den Waldboden auch optisch, wie in der ersten Abbildung zu sehen ist.

Ziel der Arbeit: Ziel der Arbeit ist es zu Beginn der Arbeit eine vollständige Marktrecherche über bestehende Produkte und verwendete Materialien zu erstellen. Mit diesem Grundwissen soll eine Neukonzeption von vollständig biologisch abbaubaren Wuchshüllen ermöglicht werden. Vor allem auch konstruktive Optimierungen bei der Anbringung derselben sind wünschenswert. Materialtechnisch gilt es neuartige Kombinationen und Materialien zu eruiieren. Die Materialien müssen sich mit dem ortsüblichen Klima vollständig biologisch abbauen und dürfen nicht in langzeitstabilen Mikrokunststoff zerfallen.

Ergebnis: Drei Konzepte wurden ausgearbeitet, wovon zwei in den Abbildungen gezeigt werden. Beim ersten Konzept wird eine doppelwandige Hülle auf eine Verankerung gesteckt und um den Jungbaum in den Waldboden versenkt.

Konzept 2 Wuchshülle mit Bindestegen und Längslatte, Variante L-Verbindung mit Lüftungslöchern

Eigene Darstellung



Gross abgebildet ist das zweite Konzept, welches aus drei Seitenelementen zusammengesteckt werden kann und mit einer Längslatte im Waldboden befestigt wird. Die Herstellung kann auf einer normalen Extrusionsmaschine mit einem biologisch abbaubaren Kunststoffgemisch, wie z.B. thermoplastische Stärke geschehen.

Aktuelle Realität: Umgefallene Wuchshülle im Wald, welche nicht abbaubar ist und jahrelang liegen bleibt.

Eigene Darstellung



Praktischer Versuch Konzept 1

Wuchshülle mit Teller-Verankerung ohne Lüftungslöcher

Eigene Darstellung



Examinator

Prof.
Daniel Schwendemann

Experte

Martin Klein, Coperion
GmbH, Stuttgart, BW

Themengebiet

Produktentwicklung,
Kunststofftechnik

Entwicklung einer Rutschkupplung für Ventilantriebe

Diplomand



Thibault Frehner

Ausgangslage: Belimo ist führender Hersteller für elektrische Antriebslösungen in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik. Zum Produktportfolio gehören Klappenantriebe, Regelventile und Sensoren, welche fehlerfrei funktionieren und sich durch eine lange Lebensdauer, hohe Produktivität und einen geringen Energieverbrauch auszeichnen. Ein Teilbereich dieser Antriebslösungen stellen die Brandschutz- und Entrauchungsklappenantriebe dar. Bei diesen kann die Klappe zur Wartung oder Installation von Hand mit einer Kurbel verstellt werden. Zum Schutz des Getriebes vor einem zu hohen Drehmoment, ist eine Überlastkupplung verbaut, welche in verschiedenen Bereichen Verbesserungspotential aufweist.

Ziel der Arbeit: Es soll eine neue Überlastkupplung entwickelt oder das bestehende System verbessert werden. Dazu soll die bestehende Lösung mit Versuchen untersucht und die Probleme ermittelt werden. So kann entschieden werden, ob eine Neu- oder Weiterentwicklung erfolgen soll. Am Ende der Arbeit soll ein funktionierender Prototyp vorliegen.

Ergebnis: Anhand von verschiedenen Konzeptideen wurde eine Lösung ausgewählt und im CAD konstruiert. Mit FEM Simulationen wurden die Bauteile ausgelegt und optimiert, um die Anforderungen zu erfüllen. Im Multi Jet Fusion Verfahren konnte ein Prototyp hergestellt und so die Berechnungen sowie die Simulationen validiert werden. Aufgrund der guten Übereinstimmung zwischen der Simulation und den Versuchen, wurde die Simulation mit dem endgültigen Werkstoff durchgeführt und der Funktionsnachweis erbracht. Die während dem Klären erfassten Probleme konnten grösstenteils eliminiert

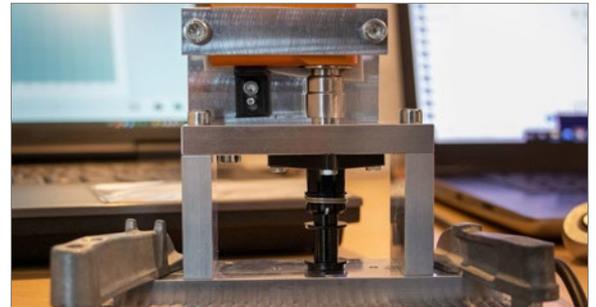
werden. Des Weiteren wurden die Anzahl Teile und so die Herstellungskosten reduziert.

In einem nächsten Schritt soll die Kupplung aus dem vorgeschlagenen Werkstoff hergestellt und weitere Versuche zur Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems durchgeführt werden.

Handverstellung der Brandschutzklappe eines BFN Antriebs
<https://youtu.be/NeZnDj3ja4o>

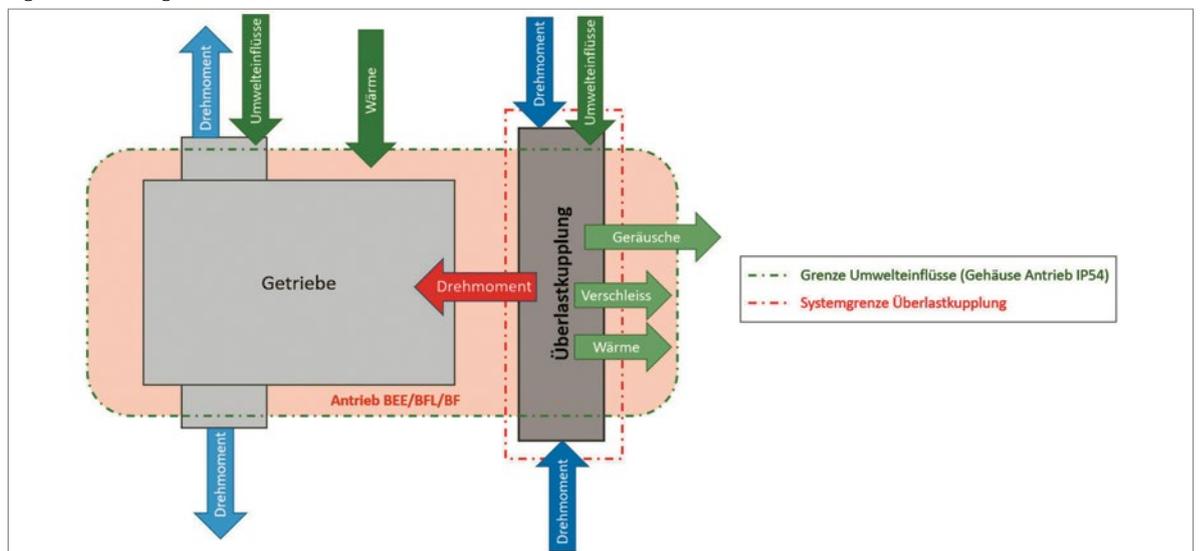


Prüfvorrichtung für Drehmomentmessung der Überlastkupplungen
 Eigene Darstellung



Schematische Darstellung der Überlastkupplung mit Systemgrenzen

Eigene Darstellung



Examinator
 Prof. Hanspeter Keel

Experte
 Dr. Jürg Krauer, Uster, ZH

Themengebiet
 Produktentwicklung,
 Kunststofftechnik

Projektpartner
 Belimo Automations
 AG, Hinwil, ZH

Auslegung eines Evakuierprozesses von pulverförmigen Nahrungsmitteln

Diplomand



Yannick Aeschlimann

Ausgangslage: Beim Evakuierungsvorgang von pulverförmigen Nahrungsmitteln wie beispielsweise Kaffeepulver wird die Luft, welche sich in der Dose befindet, über eine Vakuumpumpe entzogen. Der entstandene Unterdruck im Lebensmittelbehältnis wird anschliessend durch die Zugabe von Stickstoff wieder ausgeglichen. Bei den erwähnten Prozessen gibt es viele Variablen, die beachtet werden müssen, um einen effizienten und reibungslosen Evakuierungsvorgang zu gewährleisten. Dazu gehört unter anderem die Auslegung der Anlage. Aktuell werden die Systemeinstellungen der Vakuumanlage bei der SCM AG mithilfe von Erfahrungswerten auf die einzelnen Produkte kalibriert.

Um den Evakuierungsprozess zu optimieren wurde eine stärkere Vakuumpumpe an die Anlage angeschlossen. Jedoch muss deren Saugkraft mittels einer Düse gedrosselt werden, was sich wiederum auf die Evakuierzeit auswirkt. Die Pumpe reduziert den bestehenden Umgebungsdruck in der Dose von 1023 mbar auf einen angestrebten Unterdruck. Generell wird am Prozessbeginn eine niedrige Saugleistung angestrebt, damit das Produkt nicht aus der Dose gesogen werden kann. Sollte dies dennoch geschehen, könnte es zu einer Staubentwicklung im System kommen, welche einen hohen Wartungsaufwand bedeuten würde. Entsprechend wird mit der Drosseleinstellung versucht, solche Szenarien zu verhindern.

Über die letzten Maschinengenerationen hat sich die Saugkraft der Vakuumpumpe drastisch erhöht. Grafisch gesprochen wurde also die Performance im unteren Bereich der Saugvermögenskurven bzw. der Entgasungskurven verbessert. Dies bedeutet für das Evakuierungsverfahren eine Effizienzsteigerung im Sinne einer Zeitersparnis. Jedoch kann der Prozess mit immer grösseren und stärkeren Vakuumpumpen nicht weiter optimiert werden, auch wenn eine Verbesserung vorliegen würde.

Ziel der Arbeit: Mithilfe einer CFD- Simulation & Berechnung sollen umfassende Erkenntnisse über den Vakuumierprozess erhalten werden. Anhand dieser Erkenntnisse sollen optimierte Randbedingungen für die Strömung und das Entgasungsverhalten für den Evakuierungsvorgang der verschiedenen Pulverprodukte vorgeschlagen werden.

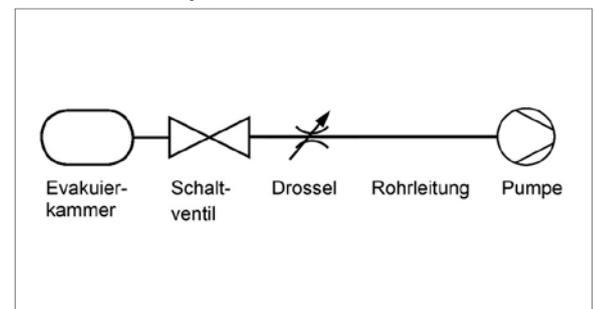
Ergebnis: Es ist ein mathematisches Modell erstellt worden, dass mithilfe der Ergebnisse aus mehreren praktischen Versuchen auf seine Richtigkeit validiert wurde. Mit dem Modell werden anhand verschiedener Parameterwerteingaben und anhand der Formel für den Massenstrom der Düsenströmung, sowie

mithilfe der ausschlaggebenden minimalen Fluidisierungs-geschwindigkeit die optimalen zeitlichen Verläufe für den Dosen- und Glockendruck berechnet. Zudem werden der optimale Düsendurchmesser und der resultierende Volumenstrom in zeitlicher Auflösung errechnet.

Die Erkenntnisse aus den Modellberechnungen zeigen, dass sich der Düsenquerschnitt (Drosselventil) während des Vakuumiervorgangs vergrössern muss. Damit lässt sich die Vakuumierzeit deutlich verkürzen und gleichzeitig sicherstellen, dass kein Pulver aus der Dose gesaugt wird.

Istzustand der Anlage als Schaltbild.

Swiss Can Machinery (2020)



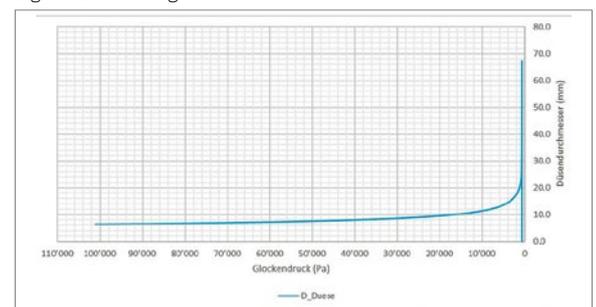
Halbautomatische Maschine zum Verschliessen von Dosen unter Schutzgasatmosphäre.

<https://canmachinery.com/de/maschinen/v127-mkii>



Simulationsergebnis: Optimaler Verlauf des Düsenquerschnitt während des Vakuumierprozesses bei Partikeln mit $\varnothing 0,1$ mm.

Eigene Darstellung



Examinator
Boris Meier

Experte
Pascal Sabbagh, DAES
SA, Petit-Lancy, GE

Themengebiet
Simulationstechnik

Projektpartner
Swiss Can Machinery,
Berneck, SG

Entwicklung und Auslegung eines Pulsröhrenkühlers für Laboranwendungen

Diplomand



Raphael Wiederkehr

Aufgabenstellung: Das Institut für Energietechnik der OST erforscht die Herstellung und Verwendung von erneuerbaren Treib- und Brennstoffen. Im Bereich der Lagerung / Speicherung insbesondere kryogener Stoffe soll vertieftes Know-how am Institut aufgebaut werden. Mit dieser Bachelorarbeit soll ein erster Schritt in Richtung Wissensaufbau zur Verflüssigung von insbesondere Methan gemacht werden. Dazu soll die Funktionsweise eines Pulsröhrenkühlers untersucht und mittels Simulation abgebildet werden. Mit den aus der Simulation gewonnenen Kenntnissen soll ein Pulsrohrkühler für diese Anwendung dimensioniert und konstruiert werden.

Vorgehen: Die Simulation des Pulsrohrkühlers wurde mit dem Programm Ansys CFX durchgeführt. Um die Berechnungszeit dieser transienten Simulation mit temperaturabhängiger Gasviskosität herunterzusetzen, wurde das Modell 2-Dimensional aufgebaut. Dieses besteht hierbei aus mehreren Fluiddomains und einer porösen Domain, welche den Regenerator darstellt. Die dafür benötigten Kennwerte mussten durch eine weitere Simulation bestimmt werden. Bei der Konstruktion wurde nach der Rohrleitungs-norm vorgegangen, um die Sicherheit des Druckbehälters mit circa 25 bar Innendruck zu gewährleisten.

Ergebnis: Mit der Simulation konnte der Einfluss diverser Parameter, wie zum Beispiel der des Zeitversatzes von Einlass- zu Auslassimpuls auf das Schwingungsverhalten im Pulsrohr aufgezeigt werden. Dabei wurden jedoch auch die Grenzen der CFD-Simulation erkannt. Durch die Impulse im ms Bereich, welche durch den Linearkompressor, auch Pulswellengenerator genannt, ins System eingegeben werden, muss der Simulationszeitschritt sehr klein gewählt werden. Dies hat Auswirkungen auf die abzubildende Zeit. In einer Simulation wurde eine Zeitdauer von 0,56 s simuliert, dies ermöglicht das Einschwingverhalten der ersten Impulse, sowie die Tendenz der Temperaturverteilung abzubilden. Mit dieser Simulation konnte die im Funktionsprinzip beschriebene Temperaturverteilung dargestellt werden, ebenfalls konnte im Bereich des kalten Wärmetauschers eine sinkende und im Bereich des warmen Wärmetauschers eine steigende Tendenz der Temperatur erkannt werden. Um die nicht in der Simulation ersichtlichen Kennwerte zu bestimmen, wird empfohlen, den PRK nach den erstellten Fertigungszeichnungen zu realisieren und eine Versuchsreihe am realen Modell durchzuführen.

Examinator
Boris Meier

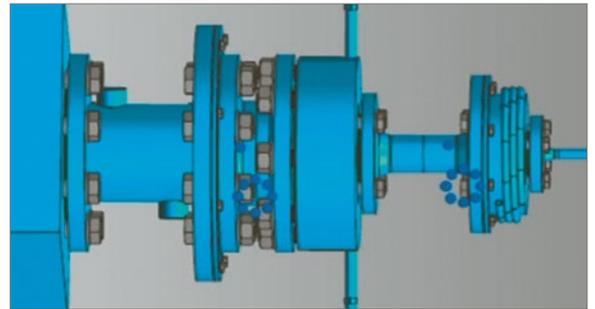
Experte
Pascal Sabbagh, DAES
SA, Petit-Lancy, GE

Themengebiet
Simulationstechnik

Projektpartner
OST, Institut für
Energietechnik,
Rapperswil, SG

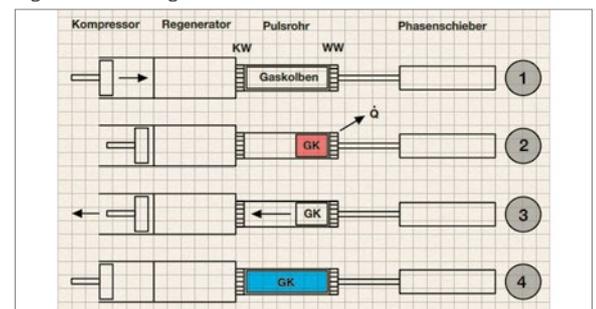
Konstruktion Pulsrohrkühler (ohne Vakuumkammer)

Eigene Darstellung



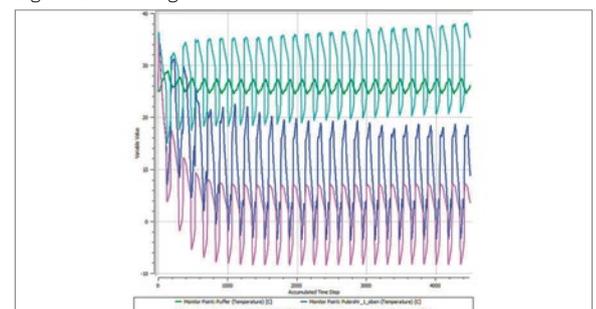
Skizze Funktionsprinzip in Teilschritten

Eigene Darstellung



Temperatur [°C], CFX-Simulation Nr. 66, Simulationszeit 0,56s

Eigene Darstellung



Modellbasierte Prozessoptimierung für das Vakuumieren von Pulvern

Diplomand



Samuel Dürst

Problemstellung: Der Industriepartner Swiss Can Machinery AG baut Anlagen für das Verpacken von Pulvern in Dosen. Zur Konservierung der Pulver, werden die mit Pulver gefüllten, unverschlossenen Dosen in einer Vakuumkammer untergebracht. Die Vakuumkammer wird anschliessend evakuiert und mit Stickstoff gespült. Ein zu schnelles Evakuieren kann während dem Prozess zum Austreten von Pulveranteilen aus der Dose führen. Der Industriepartner hat ein steuerbares Drosselventil entwickelt, mit dem die Geschwindigkeit des Evakuierens eingestellt werden kann. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, mit dem die optimale Steuerung des Drosselventils bestimmt werden kann, um so die Prozesszeit zu minimieren, ohne dass Pulver aus der Dose austritt. Das Verfahren kann sowohl experimentell als auch modellbasiert ausgeführt sein.

Vorgehen: Es wurde entschieden, ein modellbasiertes Prozessoptimierungsverfahren zu entwickeln. Der Prozess des Industriepartners wurde in physikalische Systeme eingeteilt und abstrahiert. Die physikalische Beschreibung der Systeme erfolgte mit Hilfe von Fachliteratur und empirischen Experimenten. Aus der physikalischen Beschreibung der Systeme konnte mathematisch eine Optimierungsmöglichkeit abgeleitet werden. Weiter wurden aus den physikalischen Beschreibungen modellbasierte indirekte Messverfahren für die empirische Bestimmung bestimmter Kenndaten des Prozesses entwickelt. Zudem wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Prozess beschrieben werden kann. Das Modell verarbeitet die gemessenen Kenndaten, optimiert den Prozess und prognostiziert Prozessdaten. Das entwickelte Modell und die Messverfahren wurden anschliessend zu einem Verfahren für die modellbasierte Prozessoptimierung kombiniert. Für die Unterstützung des Anwenders des Verfahrens wurde eine Software entwickelt, mit der die modellbasierte Prozessoptimierung durchgeführt werden kann.

Ergebnis: Das Verfahren zur modellbasierten Prozessoptimierung wurde anhand von Versuchen mit vier unterschiedlichen Pulvern getestet und verifiziert. Durch die modellbasierte Prozessoptimierung konnte im Versuch bis zu 57 % Prozesszeit eingespart werden, ohne dass Pulver während dem Evakuieren aus der Dose austritt. Der erreichbare Enddruck bei der Evakuierung konnte um bis zu 110 mbar reduziert werden. Ausserdem wurden auf Basis der physikalischen Beschreibung der Systeme, Vorschläge für die Konzipierung zukünftiger Anlagen ausgearbeitet.

Examinator
Boris Meier

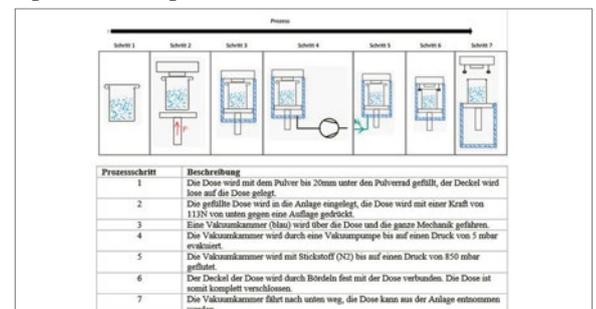
Experte
Pascal Sabbagh, DAES
SA, Petit-Lancy, GE

Themengebiet
Simulationstechnik

Projektpartner
Swiss Can Machinery,
Berneck, SG

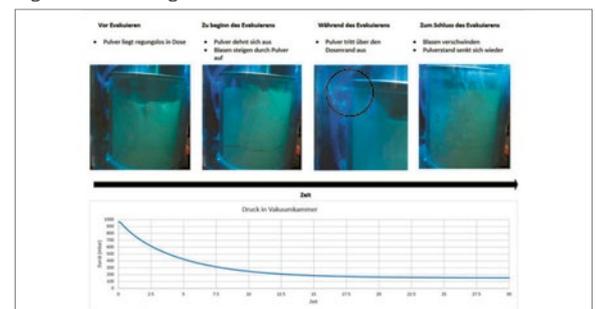
Prozessschritte in der Anlage des Industriepartners

Eigene Darstellung



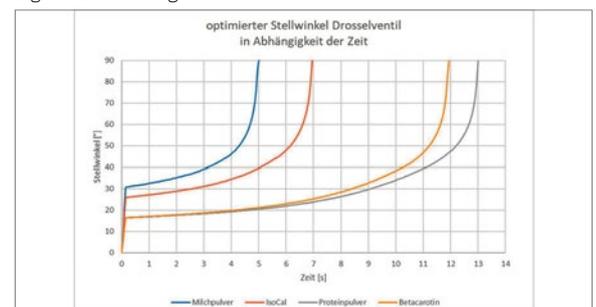
Beobachtungen zum Verhalten des Pulvers während dem Evakuierungsprozess

Eigene Darstellung



Durch Software optimierter Stellwinkel des Drosselventils während dem Evakuierungsprozess

Eigene Darstellung



Parametrisierung von Seilschwingungen an hohen Personenaufzügen

Diplomand



Marco Fratino

Ausgangslage: Bei hohen Seilaufzügen können u.a. durch bestimmte Ausseneinflüsse Auslenkungen des Stahlseiles entstehen. Diese Seilschwingungen verursachen einige Probleme, die unterschiedliche Effekte auf das gesamte System zur Folge haben. Dazu gehören unsauberes Fahrverhalten, Schäden an Aufzugsbestandteilen und Umgebung, Lärmentwicklung, Aufschwingen von Komponenten etc. Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit ist es, ein Programm im FE-Tool Marc-Mentat zu entwickeln, bei dem durch Variation der vordefinierten Parameter die Seilauslenkungen bei einem Sinus-Input beobachtet werden können. Die Validierung der Simulation beruht auf Messungen, welche bei Schindler in einem 50 m hohen Messturm durchgeführt wurden. Bei den Messungen im Messturm wurden zwei unterschiedliche Arten von Messmittel eingesetzt. Einerseits wurden mehrere Frequenzganganalysen des Seils bei unterschiedlichen Fahrstuhlhöhen durchgeführt. Die gesammelten Daten dienen der Auswertung und dem Vergleich von Simulation mit dem realen System. Andererseits wurden die Seilschwingungen mittels Vibrometer begutachtet, um mögliche Fehlerquellen mit der Frequenzganganalyse auszuschliessen.

Um die oben definierten Ziele zu erreichen, wurde strikte nach der Methodik von eigenen Pilotstudien gearbeitet, die die Funktionalität der vorliegenden Bedingungen prüfen. Dafür wurde zuerst ein einfaches Modell festgelegt (siehe Abbildung 1), das Schritt für Schritt durch Pilotstudien zum Gesamtmodell verfeinert wurde. Dabei wurden jeweils weitere Details der Funktionalität hinzugefügt, so dass das Modell realitätsnaher geworden ist.

Ergebnis: Es wurde ein Excel-Dokument mit der Programmiersprache «Virtual Basic» erarbeitet, das durch Parametereingaben wie Abmasse, Fahrstuhlhöhe, Seildurchmesser, Inputschwingung u.a. FE-Modelle (siehe Abbildung 2) erstellt, die bei Bedarf zu Auswertungszwecken aufbaut und weiterverarbeitet werden können. Dabei werden durch ein Pop-Up-Fenster die Parameter ins FE-Programm Marc Mentat geladen und mittels vordefiniertem Code aufgebaut.

Der Vergleich der Seilauslenkungen von Messung und Simulation variiert in positiver sowie in negativer Richtung (siehe Abbildung 3). Eine gesicherte Aussage ist nicht möglich, weil der verwendete Mess-Puls nur ungenügend mit dem FEM-Puls korreliert. Bei hohen Personenaufzügen sind bestimmte Seillängen kritisch. Bei einer Auslenkung der Treibscheibe um 0,01 m wurde bei einer Seillänge von 172 m ein ca. doppelt so hohes Auslenken des Seils beobachtet. Dabei ist in diesem Seillängenbereich ein Aufschwingen des Seils zu beobachten, was Aussagen bezüglich der Resonanzfrequenz

des Gesamtsystems erlaubt. Weitere kritische Frequenzen müssen bei jeder Parametervariation neu beurteilt werden.

Fazit: Das Excel-Dokument leistet gute Voraussetzungen dafür, das Modell bei jeder Konfiguration zu analysieren. Der Vergleich von Simulation mit den realen Messwerten erfüllt zwar die definierten Anforderungen, ist aber aufgrund der doch starken Abweichung verbesserungswürdig. Es wird viel Potential in dem Programm gesehen, das bei der Weiterentwicklung ausgeschöpft werden kann. Die gesammelten Informationen, Erfahrungswerte und Schlussfolgerungen können zur weiteren Optimierung des Programms beitragen.

Abbildung 1: Modellvorstellung des Aufzugs

Eigene Darstellung

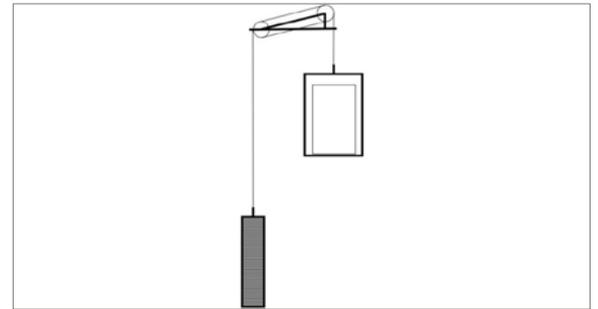


Abbildung 2: Modellaufbau mit finiten Elementen (Balken & Schalen)

Eigene Darstellung

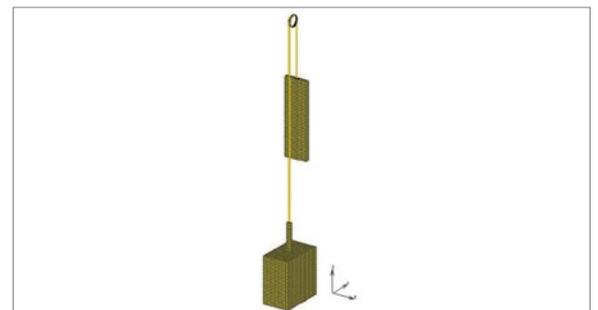


Abbildung 3: Seilauslenkungen durch Sinus-förmige Horizontal-Bewegung der Umlenkrolle

Eigene Darstellung



Examinator
Prof. Dr.
Hanspeter Gysin

Experte
Prof. Dr. Hans Gut,
Güdel AG, Langenthal,
BE

Themengebiet
Simulationstechnik

Projektpartner
Schindler Elevator Ltd.,
Ebikon, LU

Machbarkeitsstudie von Methoden zur Detektion von Defekten

in Förderanlagen von Schüttgut

Diplomand



Roman Bär

Aufgabenstellung: In der Pharmaindustrie gelten äusserst strenge Reinheitsgebote und Qualitätsstandards. Um diese zu gewährleisten, entstehen speziell hohe Ansprüche an die Prozesse und Anlagen. Um automatisch Defekte in Entstauberanlagen zu erkennen und somit die Qualität der Produkte und die Lebensdauer der Anlage zu verbessern, wurde diese Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben. Es soll ein Detektions-Konzept entwickelt und durch praktische Versuche überprüft werden. Das Messkonzept bezieht sich auf Schwingungsmessungen. Dazu wird eine Anlage des Kunden bereitgestellt, an der die Effekte der häufigsten Defekte eingebaut, gemessen und analysiert werden können.

Vorgehen: Zu Beginn wurde eine provisorische Messung des Originalzustandes gemacht. Dabei ging es nur darum, die korrekte Auflösung und Bandbreite der Messung zu definieren. Die Defekte wurden über die grösste und die kleinste Anlage verteilt, um auch über die verschiedenen Baugrössen einen Überblick zu erhalten. Anschliessend wurden die Übertragungsfunktionen der defekten Anlagen mit den Ursprünglichen verglichen. Liegen die Unterschiede in den Eigenfrequenzen deutlich vor, so können sie zukünftig automatisch erkannt werden. Deutlich erkennbar bedeutet, dass die Eigenfrequenz in der Frequenz ausserhalb der Mess-Toleranz liegt. Reine Unterschiede einer einzigen Amplitude sind sehr fehlerbehaftet, da die Amplituden im Vergleich zu den Frequenzen eine grössere Varianz besitzen.

Ergebnis: Es konnten fast alle Defekte erkannt werden. Für die Implementation in das Serienprodukt müssen noch einige Aspekte geklärt werden, jedoch

ist die Machbarkeit belegt. Die Bilanz daraus ist sehr vielversprechend. Solche Messsysteme könnten den Weg auch in viele weitere Anlagen finden. Besonders bei stark automatisierten Branchen und Produktionsanlagen bietet eine solche periodische Überwachung der gesamten Anlage eine deutliche Verbesserung der Prozesssicherheit.

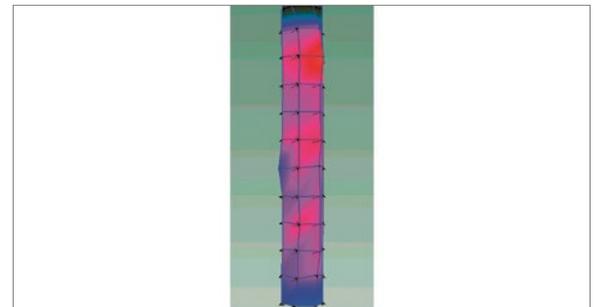
Anlage mit den Anregungs- und Messpositionen

Eigene Darstellung



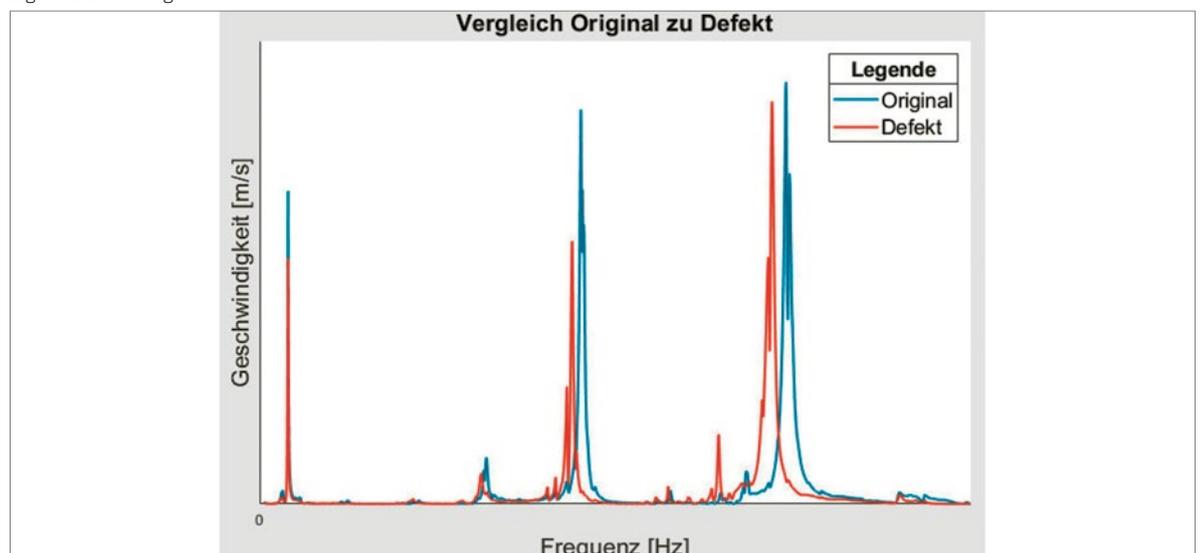
Schwingungsform aus der experimentellen Modalanalyse

Eigene Darstellung



aussagekräftiger Vergleich von einem Defekt zur Ausgangslage anhand von Übertragungsfunktionen

Eigene Darstellung



Examinator

Prof. Dr.
Hanspeter Gysin

Experte

Prof. Dr. Hans Gut,
Güdel AG, Langenthal,
BE

Themengebiet

Simulationstechnik,
Sensorik, Betriebsführung & Instandhaltung

Projektpartner

Krämer AG,
Bassersdorf, ZH

Selbstreinigende Toiletten

Von der Idee zum funktionierenden Prototyp

Innovation 3 und 4 -
2019/2020

Ausgangslage: Wir alle benützen täglich die Toiletten ohne uns gross Gedanken dabei zu machen. Der Industriepartner GEBERIT International AG hingegen ist als einer der Weltmarktführer im Sanitärtechnik Bereich dauernd bestrebt, die Hygiene und die Nachhaltigkeit (Wasserverbrauch!) der Toilettenbenutzung noch weiter zu entwickeln. Daher beschäftigte man sich schon länger mit der Idee von sich selbst reinigenden Toiletten, welche dem Menschen den Reinigungsvorgang abnehmen. Von der Zusammenarbeit mit dem 2018er Jahrgang der Maschinentechnik Studierenden erhoffte man sich neue Ideen und Impulse für diese Aufgabenstellung. Die Studierenden der HSR waren daher gefordert, grundlegend neue Lösungen für die Geberit zu entwickeln und dabei auch unkonventionelle Ansätze zu verfolgen.

Vorgehen: Über zwei Semester hatten die Studierenden in den Modulen Innovation-3 und -4 in 12 Projektgruppen die Gelegenheit, an dieser konkreten Aufgabe aus der Industrie das Motto des Studiengangs zu erleben: von der Idee zum funktionierenden Produkt. Eine Vielzahl von Lösungsansätzen wurde kreativ entwickelt, ausgearbeitet, konstruiert, gefertigt und getestet. Eine besondere Schwierigkeit stellten dabei die Einschränkungen durch die Corona Pandemie dar – Die Prototypen mussten mehrheitlich im privaten Umfeld zusammengebaut und getestet werden!

Ergebnis: Die Verschiedenartigkeit der Ideen und Prototypen erstaunte und begeisterte die projektbegleitenden, sehr erfahrenen Ingenieure der GEBERIT ausserordentlich. Sie hatten nach der Zwischenpräsentation nicht bei allen Ideen an deren Machbarkeit geglaubt. Umso erfreuter waren sie, am Schluss 12 funktionierende Prototypen vorgeführt zu bekommen.

Zudem wurden aus den Lösungen zwei Patente und ein Nebenpatent angemeldet. Die GEBERIT wird die Prototypen ausführlich testen und daraus Produkte entwickeln, welche der auch international sehr erfolgreichen Unternehmung den technologischen Vorsprung sichern können.

Abbildung 1: Funktionstest im privaten Garten wegen Corona
Eigene Darstellung



Abbildung 2: Konzentrierte Montagearbeiten: Passt alles?
Eigene Darstellung



Abbildung 3: Variante mit Zusatzfunktion und modernem Design
Eigene Darstellung



Examinatoren
Prof. Theodor Wüst,
Prof. Dr. Albert
Loichinger

Themengebiet
Produktentwicklung

Projektpartner
Geberit International
AG, Rapperswil-Jona

Unsere Institute am Campus Rapperswil-Jona

IBU INSTITUT FÜR
BAU UND UMWELT
IBU Institut für Bau und Umwelt
ibu@ost.ch, www.ibu.hsr.ch

ins INSTITUTE FOR
NETWORKED SOLUTIONS
INS Institut für vernetzte Systeme
ins-support@ost.ch, www.ins.hsr.ch

ICOM INSTITUTE FOR
COMMUNICATION SYSTEMS
ICOM Institut für Kommunikationssysteme
icom@ost.ch, www.icom.hsr.ch

IPEK INSTITUT FÜR PRODUKTDESIGN,
ENTWICKLUNG UND KONSTRUKTION
IPEK Institut für Produktdesign,
Entwicklung und Konstruktion
rj-info-ipek@ost.ch, www.ipek.hsr.ch

IET INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK
IET Institut für Energietechnik
iet@ost.ch, www.iet.hsr.ch

irap INSTITUT FÜR
RAUMENTWICKLUNG
IRAP Institut für Raumentwicklung
irap@ost.ch, www.irap.ch

IFS INSTITUTE FOR
SOFTWARE
IFS Institut für Software
stefan.keller@ost.ch, www.ifs.hsr.ch

iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG
IWK Institut für Werkstofftechnik
und Kunststoffverarbeitung
rj-iwk@ost.ch, www.iwk.hsr.ch

ikik INSTITUT FÜR KOMMUNIKATION
UND INTERKULTURELLE KOMPETENZ
IKIK Institut für Kommunikation und
Interkulturelle Kompetenz
rj-ikik@ost.ch, www.ikik.ch

SPF INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK
SPF Institut für Solartechnik
info@spf.ch, www.spf.ch

ilf INSTITUT FÜR
LANDSCHAFT UND FREIRAUM
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
ilf@ost.ch, www.ilf.hsr.ch

UMTEC INSTITUT FÜR UMWELT- UND
VERFAHRENSTECHNIK
UMTEC Institut für Umwelt- und
Verfahrenstechnik
umtec@ost.ch, www.umtec.ch

ILT INSTITUTE FOR LAB AUTOMATION
AND MECHATRONICS
ILT Institut für Laborautomation
und Mechatronik
rj-ilt@ost.ch, www.ilt.hsr.ch

werz INSTITUT FÜR WISSEN
ENERGIE UND ROHSTOFFE ZUG
WERZ Institut für Wissen,
Energie und Rohstoffe Zug
werz@ost.ch, www.werz.hsr.ch

IMES INSTITUT FÜR MIKROELEKTRONIK
UND EMBEDDED SYSTEMS
IMES Institut für Mikroelektronik und
Embedded Systems
imes@ost.ch, www.imes.hsr.ch

OST – Ostschweizer Fachhochschule
Studiengang Maschinentechnik | Innovation
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil
Switzerland

T +41 58 257 41 11
ost.ch/maschinentechnik



Rapperswil-Jona

