



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



2026
Abschlussarbeiten
Travaux de fin d'études
Graduation Theses

BSc in Maschinentechnik

BSc en Mécanique

BSc in Mechanical Engineering

- Technik und Informatik
- Technique et informatique
- Engineering and Computer Science

Inhalt

Table des matières

Contents

2	Editorial	2	Éditorial	2	Editorial
3	Maschinentechnik an der BFH	3	La mécanique à la BFH	3	Mechanical Engineering at BFH
5	Steckbrief	5	Fiche signalétique	5	Fact Sheet
6	Interviews mit Studierenden	6	Interviews d'étudiant-e-s	6	Interviews with students
10	Zusammenarbeitsformen	10	Formes de collaboration	10	Collaboration
12	Industriepartner	12	Partenaires industriels	12	Industry partners
14	Liste der Studierenden	14	Liste des étudiant-e-s	14	List of students
15	Abschlussarbeiten	15	Travaux de fin d'études	15	Graduation theses
50	Infoveranstaltungen	50	Séances d'information	50	Information events
51	Alumni*ae BFH	51	Alumni BFH	51	Alumni BFH

Impressum

Berner Fachhochschule
Technik und Informatik
book.admin.ahb-ti@bfh.ch

Online

bfh.ch/ti/book

Inserate

bfh.ch/ti/book

Layout

CreaVox Sàrl

Druck

staempfli.com

Impressum

Haute école spécialisée bernoise
Technique et informatique
book.admin.ahb-ti@bfh.ch

Online

bfh.ch/ti/book-fr

Annonces

bfh.ch/ti/book-fr

Mise en page

CreaVox Sàrl

Impression

staempfli.com

Imprint

Bern University of Applied Sciences
Engineering and Computer Science
book.admin.ahb-ti@bfh.ch

Online

bfh.ch/ti/book-en

Advertisements

bfh.ch/ti/book-en

Layout

CreaVox Sàrl

Printing

staempfli.com



Prof. Dr. Axel Fuerst
Leiter Maschinentechnik
Responsable du domaine Mécanique
Head of Mechanical Engineering

Liebe Leserin, lieber Leser

Auch dieses Jahr haben unsere Studierenden mit viel Engagement und technischem Know-how spannende Projekte für die lokale Industrie realisiert: Im Bereich der klassischen Produktion leisteten sie Beiträge zur Optimierung und Kostenreduktion in der Herstellung und Entwicklung von Sensoren zur Vorhersage und Vermeidung von potenziellen Schadensfällen; und sie optimierten Schweissverfahren, die Gewinnung von Nährstoffen aus Abwässern, das Entfernen von Tattoos mit Lasern und trugen zur Optimierung grosser Schiffsmotoren mithilfe neuronaler Netzwerke bei.

Die Vielfalt und Qualität der geleisteten Arbeiten sind beeindruckend: Sie zeigen eindrücklich, wie praxisnah das Studium an der BFH ist – und wie breit das technische Verständnis unserer Studierenden bereits heute gefächert ist. Mit Neugier, analytischem Denken, Teamfähigkeit, technischem Sachverstand und einem starken Netzwerk haben sie Lösungen erarbeitet, die Substanz und Zukunftspotenzial haben.

Überzeugen Sie sich selbst von der Qualität und dem Innovationsgeist dieser Arbeiten.

Ich gratuliere unseren Studierenden herzlich zur Leistung und wünsche ihnen alles Gute für die Zukunft!

Chère lectrice, cher lecteur,

Cette année encore, nos étudiant-e-s ont mis à profit leur engagement et leur savoir-faire technique dans des projets passionnants pour l'industrie locale. Dans le domaine de la production classique, leurs travaux ont permis d'optimiser et de réduire les coûts de fabrication et de développement de capteurs servant à prédire et à éviter des dommages potentiels. Ils et elles ont également contribué à améliorer des procédés de soudage, la récupération de nutriments des eaux usées, le détatouage laser ou de gros moteurs de bateaux à l'aide de réseaux neuronaux.

On est frappé par la diversité et la qualité des travaux réalisés, qui traduisent avec brio l'aspect pratique des études à la BFH et montrent l'étendue de la compréhension technique atteinte par nos étudiant-e-s. Mu-e-s par leur curiosité, leur esprit d'analyse, leur capacité à collaborer en équipe, leur expertise technique et soutenu-e-s par un solide réseau, ils et elles ont élaboré des solutions dotées de substance et pleines d'avenir.

Laissez-vous convaincre par la qualité et le caractère innovant de ces projets.

Je félicite chaleureusement nos étudiant-e-s pour la qualité de leur travail et leur souhaite le meilleur pour l'avenir !

Dear Reader

Once again in this last year, our students have realised exciting projects for local industry, showing a great deal of commitment and technical expertise: In the field of traditional manufacturing, they contributed to the optimisation and cost reduction in the production and development of sensors for predicting and preventing potential damage. Furthermore, our students optimised welding processes, the extraction of nutrients from wastewater, the removal of tattoos with lasers and contributed to the optimisation of large ship engines using neural networks.

The variety and quality of the work carried out is impressive: it demonstrates the practical orientation of the studies at BFH as well as our students' extensive technical aptitude. Displaying a strong sense of curiosity, analytical thinking, technical expertise and the ability to work in a team and with a strong network, they have developed solutions that have substance and future potential.

The quality and innovative spirit of this work is evident, as you will see in this Book.

Congratulations to our students on their achievements! I wish them all the best in their future endeavours.

Maschinentechnik an der BFH

La mécanique à la BFH

Mechanical Engineering at BFH

An der Berner Fachhochschule BFH wird anwendungsorientiert gelehrt und geforscht. Das Zusammenspiel von Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Weiterbildung gewährleistet am Departement Technik und Informatik Praxisnähe, innovative und zukunftsgerichtete Lösungen, gepaart mit unternehmerischem Spirit. Der Fachbereich Maschinentechnik ist einer der sieben Fachbereiche des Departements, der Studiengänge und Vertiefungen auf Bachelor- und Masterstufe anbietet. Wer hier studiert, kann dies interdisziplinär, mit viel Nähe zu Industrie und Wirtschaft und im internationalen Kontext tun.

Das Bachelor-Studium der Maschinentechnik fördert die von der Industrie benötigten interdisziplinären Fach- und Projektleitungskompetenzen, dank derer Studierende national wie auch international gesuchte Fachkräfte werden. Dies beinhaltet einerseits fundierte Grundkenntnisse der Maschinentechnik und Digitalisierung, andererseits Praxiserfahrung, die durch verschiedene Projekte erworben wird. Die Fähigkeiten, erfolgreich zu kommunizieren, kreativ und kritisch zu denken sowie im Team zielorientiert zu arbeiten, ergänzen dieses Rüstzeug.

Das Maschinentechnik-Studium bietet maximalen Praxisbezug. Die Studieninhalte orientieren sich am technischen Fortschritt. Im Abschlussjahr wählen die Studierenden eine der Vertiefungen: Nachhaltige Produktion, Automation in der Produktion oder Produktentwicklung. Den Schwerpunkt bildet die digitale Entwicklung von Produkten und Prozessen. Das Gelernte wird in die Praxis umgesetzt, die Studierenden arbeiten zum Beispiel an einer modernen Fertigungslinie für Motoren oder erproben ihre selbst entwickelten Fertigungsprozesse an Hightech-Lasern oder an der Lithium-Ionen-Batteriefertigungsanlage.

Die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (MEM-Industrie) erbringt rund die Hälfte der industriellen Wertschöpfung, was mehr als sieben Prozent des Bruttoinlandsproduktes entspricht. Sie ist mit etwa 320'000 Beschäftigten die grösste industrielle Arbeitgeberin der Schweiz. Grundlage für diesen enormen Erfolg sind die gut ausgebildeten Ingenieur*innen.

Aufbauend auf dem Bachelor-Studium können Absolvent*innen ein Master-Studium zur weiteren Spezialisierung im eigenen

L'enseignement et la recherche à la Haute école spécialisée bernoise BFH sont axés sur les applications. Au sein du département Technique et informatique, l'interaction entre l'enseignement, la recherche et le développement, et la formation continue garantit une proximité avec la pratique, des solutions innovantes et orientées vers l'avenir, le tout couplé à l'esprit d'entreprise. Le domaine Mécanique est l'un des sept domaines de spécialité du département à proposer des filières d'études et des orientations aux niveaux bachelor et master. Les étudiant-e-s bénéficient d'un cursus interdisciplinaire, offrant une grande proximité avec l'industrie et l'économie, dans un contexte international.

Le programme du Bachelor en Mécanique développe l'expertise professionnelle et les compétences de gestion de projet requises par l'industrie – qui plus est dans diverses disciplines –, et qui font de nos diplômé-e-s des spécialistes recherchés en Suisse comme à l'étranger. Il permet d'acquérir de solides connaissances de base en mécanique que les étudiant-e-s mettent en pratique dans le cadre de divers projets. En outre, les étudiant-e-s développent leur capacité à communiquer efficacement, à penser de manière créative et critique et à travailler en équipe de manière ciblée.

Les études en Mécanique assurent un ancrage optimal dans la pratique. Les contenus des études sont orientés vers le progrès technique. En dernière année, les étudiant-e-s optent pour l'une de nos trois orientations: Production durable, Automatisation dans la production ou Développement de produit. L'accent est mis sur le développement numérique de produits et de processus. Les connaissances sont appliquées dans la pratique par les étudiant-e-s, qui travaillent par exemple sur une ligne de production ultramoderne pour moteurs ou testent les processus de production développés par leurs soins sur des lasers de haute technologie ou des installations de production de batteries lithium-ion.

L'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux (industrie MEM) occupe environ 320 000 personnes. Principal employeur industriel de Suisse, elle pèse plus de la moitié de la valeur ajoutée industrielle, ce qui repré-

Teaching and research activities at Bern University of Applied Sciences BFH are strongly focussed on application. At the School of Engineering and Computer Science, the interplay of teaching, research & development and continuing education – coupled with an entrepreneurial spirit – guarantees practice-driven, innovative and future-oriented solutions. The Mechanical Engineering Division is one of the school's seven divisions with degree programmes and specialisations at bachelor's and master's level. Studying here offers students an interdisciplinary approach, close links with the industry and businesses and an international context.

The bachelor's degree programme in Mechanical Engineering promotes interdisciplinary technical and project management skills required by industry. Our graduates are highly sought-after specialists in Switzerland and abroad. The programme provides a comprehensive foundation in mechanical engineering and digitalisation. In addition, the students acquire practical experience through various projects. These skills are complemented by the ability to communicate successfully, to think creatively and critically, and to work in a target-oriented way as part of a team.

The Mechanical Engineering degree programme is designed to provide maximum practical application. The course content is geared towards the latest technical advancements. In their final year, students choose one of three specialisations: Sustainable production, Automation in production or Product development. The focus here is on the digital development of products and processes. Students put what they learn into practice, working for instance on a cutting-edge production line for engines, or test their own production processes on high-tech lasers or a lithium-ion battery manufacturing plant.

The mechanical and electrical engineering industries (MEM) in Switzerland account for approximately half of industrial value creation, which equates to over 7% of GDP. They are also the largest employer in the industrial sector, with a 320,000-strong workforce. This remarkable success can be attributed to the expertise of highly qualified engineers.

Upon completion of their bachelor's degree programme, our graduates can

- 4 Fachgebiet absolvieren. Das Weiterbildungsangebot richtet sich an Ingenieur*innen und angehende Manager*innen, die ihre Kompetenzen erweitern oder ergänzen wollen. Nebst den Tätigkeiten in den Bereichen Lehre und Weiterbildung wird anwendungs- und marktorientierte Forschung betrieben, um den Wissenstransfer in die Wirtschaft und die Nähe zur Industrie zu gewährleisten.

Erfahren Sie mehr über

- › den Fachbereich Maschinentechnik: bfh.ch/maschinen
- › das Departement Technik und Informatik: bfh.ch/ti
- › Forschung an der BFH: bfh.ch/forschung
- › Weiterbildungsangebote am Departement Technik und Informatik: bfh.ch/ti/weiterbildung
- › ein Bachelor-Studium: bfh.ch/ti/bachelor
- › ein Master-Studium: bfh.ch/ti/master
- › die Zusammenarbeit mit der Industrie: bfh.ch/ti/projektidee
- › entrepreneurship an der BFH-TI: bfh.ch/ti/entrepreneurship

sente plus de 7 % du PIB. Ce franc succès repose sur des ingénieur-e-s hautement qualifié-e-s.

À l'issue de leur cursus de bachelor, les étudiant-e-s peuvent se spécialiser dans leur domaine en effectuant un master. L'offre de formation continue s'adresse aux ingénieur-e-s et aux futur-e-s managers qui souhaitent étendre ou enrichir leurs compétences. Outre les activités dans les domaines de la formation et de la formation continue, ce domaine de spécialité propose des activités de recherche axées sur le marché et la pratique, garantissant ainsi le transfert des connaissances dans l'économie et la proximité avec l'industrie.

En savoir plus

- › BSc en Mécanique: bfh.ch/ti/mecanique
- › Département Technique et informatique: bfh.ch/ti/fr
- › Recherche à la BFH: bfh.ch/recherche
- › Offre de formation continue du département Technique et informatique: bfh.ch/ti/formationcontinue
- › Études de bachelor: bfh.ch/ti/fr/bachelor
- › Études de master: bfh.ch/ti/fr/master
- › Collaboration avec l'industrie: bfh.ch/ti/idee-projet
- › Entrepreneuriat à la BFH-TI: bfh.ch/ti/fr/entrepreneurship

undertake a master's degree programme to specialise further in their field. The continuing education programmes are aimed at engineers and prospective managers who wish to extend or enhance their skills. In addition to teaching and continuing education, application-led and market-oriented research activities ensure an efficient knowledge transfer and close ties to industry.

Find out more

- › BSc in Mechanical Engineering: bfh.ch/mechanical
- › School of Engineering and Computer Science: bfh.ch/ti/en
- › Research at BFH: bfh.ch/research
- › Continuing education at the School of Engineering and Computer Science: bfh.ch/ti/continuingeducation
- › Bachelor studies: bfh.ch/ti/en/bachelor
- › Master studies: bfh.ch/ti/en/master
- › Collaboration with industry: bfh.ch/ti/projektidea
- › Entrepreneurship at BFH-TI: bfh.ch/ti/entrepreneurship

Steckbrief

Fiche signalétique

Fact Sheet

5

Titel/Abschluss

Bachelor of Science (BSc)

Titre/Diplôme

Bachelor of Science (BSc)

Title/degree

Bachelor of Science (BSc)

Studienform

Vollzeitstudium (6 Semester), berufsbe-
gleitendes Studium (9 Semester, Unter-
richtet an zwei vollen Tagen), Teilzeit (nach
individuellem Plan) oder praxisintegriertes
Bachelor-Studium für Inhaber*innen einer
gymnasialen Maturität (8 Semester)

Forme des études

Études à plein temps (6 semestres), en
cours d'emploi (9 semestres, deux jour-
nées complètes de cours), à temps partiel
(selon plan individuel) ou bachelor inté-
grant la pratique (PIBS) pour les titulaires
d'une maturité gymnasiale (8 semestres)

Mode of study

Full-time (6 semesters), work-study
(9 semesters, courses spread on two full
days), part-time (individual curriculum) or
work-study Bachelor's degree programme
(PiBS) for holders of a general baccalau-
rate (8 semesters)

Unterrichtssprache

Deutsch

Langue d'enseignement

Allemand

Language of instruction

German

Schwerpunkte

Nach dem Grundstudium wählen die Stu-
dierenden für das Abschlussjahr einen von
drei möglichen Schwerpunkten.

- Automation in der Produktion
- Produktentwicklung
- Nachhaltige Produktion

Orientations

Après le cycle de base, les étudiant-e-s
choisissent une dominante parmi les trois
possibilités suivantes pour la dernière
année :

- Automatisation dans la production
- Développement de produit
- Production durable

Specialisations

After completing the foundation courses,
students select one of three specialisa-
tions for the final year:

- Automation in production
- Product development
- Sustainable production

Abschlussarbeit

Schon während des Studiums beschäftigen
sich die Studierenden mit Projekten aus
der Praxis. Die Abschlussarbeit wird in der
Regel im Rahmen der gewählten Vertiefung
verfasst und praktisch alle Abschlussarbei-
ten entstehen für Partner aus der Industrie
oder für aktuelle Forschungsprojekte.

Travail de fin d'études

Pendant leur formation, les étudiant-e-s se
consacrent à des projets issus de la pra-
tique. En principe, le mémoire de bachelor
est rédigé dans le cadre de l'orientation
choisie ; presque tous les travaux de fin
d'études portent sur l'activité de parte-
naires industriel-le-s ou sur des projets de
recherche en cours.

Graduation thesis

Throughout the course of the programme,
students work on application-based pro-
jects. The graduation thesis is generally
written as part of the chosen specialisa-
tion. The majority of theses are conducted
for partners from industry or for current
research projects.

Kontakt

Haben Sie Fragen zum Studium an der
BFH? Können Sie sich vorstellen, dass
Studierende im Rahmen von Projekt- und
Abschlussarbeiten für Ihre Firma forschen
und entwickeln?

Contact

Avez-vous des questions sur les études ?
Votre entreprise envisage-t-elle de confier
des travaux de recherche et développe-
ment à nos étudiant-e-s dans le cadre d'un
projet ou d'un mémoire de bachelor ?

Contact

Do you have any questions regarding the
degree programme at BFH? Would you like
our students to undertake research and
development work for your company as
part of a project assignment or a gradua-
tion thesis?

Mehr Informationen

+41 31 848 54 83 (Sekretariat)
maschinenteknik@bfh.ch
bfh.ch/maschinen

Plus d'informations

+41 31 848 54 83 (secrétariat)
maschinenteknik@bfh.ch
bfh.ch/mecanique

More information

+41 31 848 54 83 (secretariat)
maschinenteknik@bfh.ch
bfh.ch/mechanical

Interviews mit Studierenden

Interviews d'étudiant-e-s

Interviews with students

6



Claudia Affolter

Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Nach meiner Ausbildung zur Kauffrau und der anschliessenden Berufsmatura im Bereich Wirtschaft habe ich bemerkt, dass mein Interesse stärker im technischen Bereich liegt. Zunächst habe ich mich mit dem Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen beschäftigt, mich jedoch bewusst für die technisch vertiefte Richtung Maschinentechnik entschieden. Besonders die Themen Mechatronik, Automatisierung und Produktentwicklung haben mich von Anfang an fasziniert. Die Entscheidung war kein lang geplanter Weg, sondern ein bewusster Richtungswechsel, den ich mir gut überlegt habe.

Was gefiel Ihnen besonders gut an diesem Studium?

Besonders gut gefiel mir die Kombination aus Theorie und Praxis. Inhalte wurden meist zuerst theoretisch vermittelt und anschliessend in Praktika angewendet,

wodurch man das Gelernte direkt anwenden und vertiefen konnte.

Zudem schätzte ich die grosse Vielfalt der Themenbereiche. Von Mathematik und Physik über Statik und Festigkeitslehre bis hin zu Produktentwicklung, Programmierung, Elektrotechnik und SPS war alles dabei. Diese Breite machte das Studium abwechslungsreich und besonders spannend.

Wie sah der Studienalltag aus?

Der Studienalltag variierte je nach Semester, da sich die Anzahl der Unterrichtstage jeweils leicht unterschied. Ich absolvierte das Studium im Vollzeitmodell. Neben klassischen Vorlesungen gehörten auch viele Gruppenarbeiten und Projekte zum Alltag. In den meisten Semestern gab es zudem einen freien Tag unter der Woche, den ich für das Selbststudium oder die Arbeit an Projekten nutzen konnte.

Arbeiteten Sie nebenher? (während des Semesters oder während der Ferien)

Aufgrund des Vollzeitstudiums war es mir während des Semesters nicht möglich, nebenbei zu arbeiten. In den Semesterferien war ich jedoch berufstätig und konnte praktische Erfahrungen als Konstrukteurin sammeln.

Besonders prägend war ein Auslandspraktikum in Serbien zwischen dem zweiten und dritten Studienjahr, bei dem ich nicht nur fachlich, sondern auch persönlich wertvolle Erfahrungen sammeln konnte. Dieses Praktikum wurde mir durch die BFH und IAESTE ermöglicht.

Was waren die grössten Herausforderungen im Studium?

Eine der grössten Herausforderungen war die umfangreiche Stoffmenge, die eine gute Organisation und kontinuierliches Arbeiten erforderte. Besonders durch parallel laufende Projekte war ein strukturiertes Zeitmanagement entscheidend, um den Überblick zu behalten.

In intensiven Phasen konnte es dadurch auch zu erhöhtem Arbeitsaufwand kommen. Gleichzeitig bot das Studium aber die Möglichkeit, wichtige Fähigkeiten wie Priorisierung und Selbstorganisation gezielt weiterzuentwickeln.

Was möchten Sie nach dem Studium machen und was machen Sie heute beruflich?

Inhaltlich möchte ich meiner Vertiefungsrichtung treu bleiben und mich weiterhin im Bereich der Automatisierung spezialisieren. Nach dem Bachelorabschluss möchte ich deshalb den Masterstudiengang MSc in Engineering mit dem Profil

Mechatronics and Automation absolvieren. Parallel dazu plane ich, in Teilzeit zu arbeiten und praktische Erfahrung zu sammeln.

Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?

Durch die zahlreichen Gruppenarbeiten und Projekte wurde insbesondere die Teamarbeit gefördert. Gleichzeitig konnte ich wichtige Kompetenzen im Projektmanagement, wie Aufgabenverteilung, Zeitplanung und Organisation, weiterentwickeln. Neben diesen überfachlichen Fähigkeiten habe ich fachlich stark vom Studium profitiert, was eine gute Grundlage für den Berufseinstieg in den technischen Bereich bietet.

Welchen Tipp haben Sie für jemanden, der dieses Studium in Betracht zieht?

Wer sich für Technik interessiert und bereit ist, Zeit und Engagement zu investieren, trifft mit diesem Studiengang eine gute Wahl. Besonders die ersten Semester sind fordernd, doch mit der Zeit entwickelt man die nötige Routine und Sicherheit im Umgang mit dem Arbeitsaufwand.

7

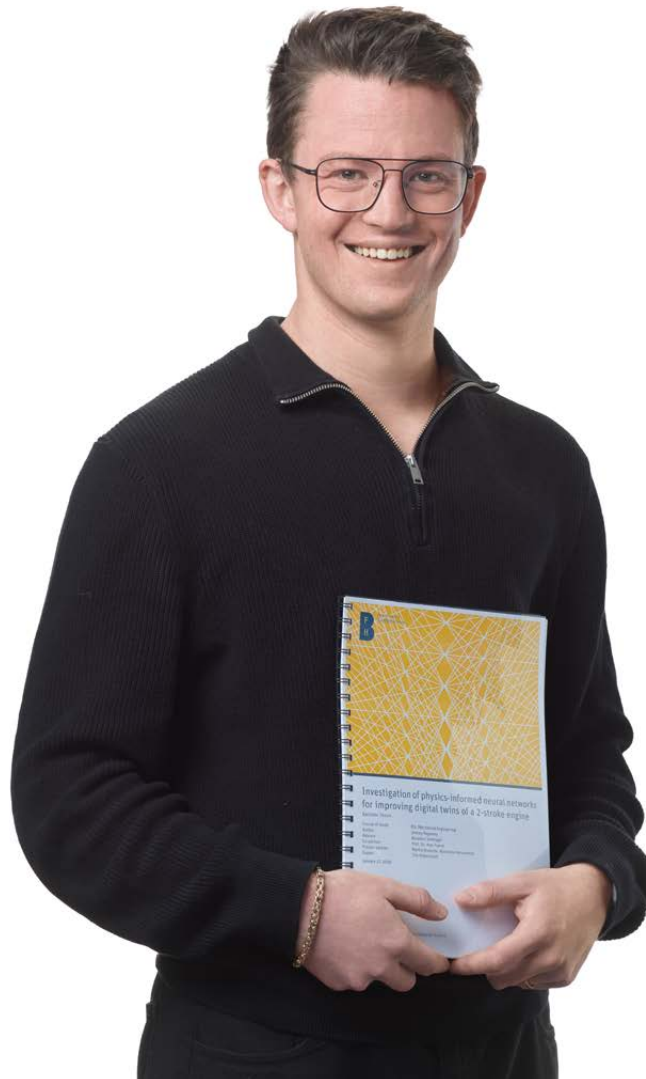


Interviews mit Studierenden

Interviews d'étudiant-e-s

Interviews with students

8



Jeremy Regamey

Warum haben Sie sich für dieses Studium entschieden?

Seit meiner Kindheit fasziniert mich die Welt der Technologien. Der Gedanke, durch sie echten Mehrwert für die Menschheit zu schaffen, hat mich immer begleitet. Stets besonders begeistert hat mich das Zusammenspiel von physischen Objekten mit intelligenter Software. Wie Technik und reale Prozesse verschmelzen und so innovative Lösungen entstehen. Für mich war es nicht nur wichtig, theoretisches Wissen zu erlangen, sondern dieses auch aktiv in die Praxis umzusetzen. Deshalb habe ich mich für das praxisintegrierte Bachelorstudium mit der Vertiefung Automation und Digitalisierung an der Berner Fachhochschule entschieden. Hier konnte ich mein Interesse an der Verbindung von Theorie und Anwendung

vertiefen, sowohl im Studium als auch in den spannenden Praktika bei renommierten Industriepartnern.

Was gefiel Ihnen besonders gut an diesem Studium?

Besonders gut gefallen hat mir die ausgeprägte Praxisnähe des Studiums, insbesondere im Vertiefungsfach Automation und Digitalisierung. Die Berner Fachhochschule legte grossen Wert darauf, dass wir das erworbene theoretische Wissen direkt auf physische Maschinen in verschiedenen Projekten anwenden konnten. Ebenfalls sehr wertvoll war die zukunftsorientierte Ausrichtung. Hier wurden uns moderne Technologien wie maschinelles Lernen vermittelt, die uns optimal auf die Herausforderungen der Arbeitswelt vorbereiten haben.

Nicht zuletzt schätzte ich die grosse Vielfalt an Modulen, die uns während des Studiums begleitet hat, von programmier-technischen Grundlagen über Produktentwicklung bis hin zu Simulationen und vielen weiteren spannenden Themen.

Wie sah der Studienalltag aus?

Der Studienalltag war sehr intensiv, besonders in den ersten beiden Semestern waren die Tage oft lang, mit vielen Stunden an der Hochschule oder zu Hause, um den Stoff nachzuarbeiten. Dennoch bot das Studium eine spannende Mischung aus Vorlesungen, Projekten und Experimenten, die für Abwechslung sorgte. Hinzu kam die Vielfalt der interessanten Fächer sowie der Austausch mit Kommilitonen und die gute Zusammenarbeit mit den Assistenten. Diese Faktoren machten

den Alltag nicht nur leichter, sondern auch sehr bereichernd.

Arbeiteten Sie nebenher? (während des Semesters oder während der Ferien)

Da ich das praxisintegrierte Bachelorstudium an der Berner Fachhochschule absolvierte, war ein 40- bis 60-Prozent-Praktikum Pflicht. Während meines neunsemestrigen Studiums arbeitete ich daher bei drei unterschiedlichen Unternehmen, von der Uhrenindustrie über die Automatisationsbranche bis hin zur Schiffsmotorenindustrie.

Diese Praktika boten mir nicht nur wertvolle Einblicke in die Arbeitswelt, sondern auch die Möglichkeit, Theorie und Praxis direkt zu verbinden.

Was waren die grössten Herausforderungen im Studium?

Die grössten Herausforderungen im Studium lagen vor allem im Zeitmanagement und der Koordination zwischen Teilzeitstudium und Praktikum, ein ständiger Balanceakt. Hinzu kam der fachliche Nachholbedarf, da ich durch meinen gymnasialen Hintergrund vieles selbst erarbeiten musste, was Kommilitonen aus einer Lehre bereits mitbrachten. Nicht

zuletzt stellte die finanzielle Situation eine Hürde dar. Die begrenzte Bezahlung während der Praktika machte die Unterstützung durch die Familie unumgänglich, weshalb die Praktika eher der Erfahrungssammlung als der finanziellen Absicherung dienten.

Was möchten Sie nach dem Studium machen und was machen Sie heute beruflich?

Nach meinem Abschluss möchte ich zunächst Berufserfahrung in der Industrie sammeln und das an der Berner Fachhochschule erworbene Wissen in konkreten Projekten einbringen. Mein Fokus liegt dabei auf den Bereichen Automation, Industrie 4.0 sowie Digitalisierung, insbesondere auf der Anwendung von Machine Learning in der Maschinentechnik. Ein Masterstudium als Weiterbildung steht für mich ebenfalls zur Diskussion, um mein Wissen gezielt zu vertiefen und mich fachlich weiterzuentwickeln.

Inwiefern können Sie von Ihrem Studium profitieren?

Mein Studium hat mir durch die Vielfalt der Fächer und die Praxisnähe, sowohl an der Hochschule als auch in den Praktika,

entscheidende Vorteile gebracht. Besonders wertvoll war der Aufbau eines breiten Netzwerks mit Dozenten, Assistenten und Kommilitonen.

Durch das praxisintegrierte Bachelorstudium erlangte ich einen Vorsprung gegenüber rein theoretischen Studiengängen. Die Verbindung von Fachwissen und praktischer Erfahrung wurde von Unternehmen und mir gleichermaßen geschätzt. Zudem stärkte das Studium meine Resilienz und strukturierte Arbeitsweise, eine Fähigkeit, die ich im Berufsleben täglich nutze.

Welchen Tipp haben Sie für jemanden, der dieses Studium in Betracht zieht?

Mein wichtigster Tipp für alle, die dieses Studium erwägen: Gebt in den ersten Semestern alles. Das Nachholen von Modulen ist schwierig und kann das gesamte Studium verzögern. Gebt nie auf, fragt aktiv bei Kommilitonen, Dozenten oder Assistenten nach und arbeitet im Team. Offenheit für Kritik und die Bereitschaft, Fehler einzugestehen, sind genauso wichtig wie Neugier und Kreativität. Maschinentechnik verbindet Mathematik, Physik, Informatik und viele weitere spannende Wissensbereiche. Wenn euch das fasziniert, ist dieses Studium genau das Richtige.

Zusammenarbeitsformen

Formes de collaboration

Collaboration

10 Neue Erkenntnisse gewinnen, Synergien schaffen, Praxisnähe erfahren: Die Berner Fachhochschule arbeitet in der angewandten Forschung und Entwicklung eng mit der Wirtschaft und der Industrie zusammen. Dadurch wird die Verknüpfung von Forschung und Lehre gestärkt und es fließt neues Wissen in den Unterricht ein. Dies führt zu einer qualitativ hochwertigen und praxisnahen Lehre. Damit Unternehmen bereits heute die Spezialistinnen und Spezialisten von morgen kennenlernen oder sich an eine Thematik herantasten können, besteht die Möglichkeit, Projekt- oder Abschlussarbeiten in Zusammenarbeit mit Studierenden durchzuführen. Als Wirtschaftspartner können Sie Themen vorschlagen. Werden Themen gewählt, bearbeiten Studierende diese alleine oder in kleinen Gruppen in dafür vorgesehenen Zeitfenstern selbstständig. Dabei werden die Studierenden von ihrer Fachperson sowie einer Dozentin oder einem Dozenten der Berner Fachhochschule betreut. Die Rechte und Pflichten der beteiligten Parteien werden in einer Vereinbarung geregelt.

Möchten Sie Themen für studentische Arbeiten vorschlagen und mehr über eine mögliche Zusammenarbeit erfahren? Kontaktieren Sie uns und überzeugen Sie sich vom Innovationspotenzial unserer Studierenden.

bfh.ch/ti/projektidee

Acquérir de nouvelles connaissances, créer des synergies, découvrir la pertinence pratique : dans le domaine de la recherche appliquée et du développement, la Haute école spécialisée bernoise travaille en étroite collaboration avec l'économie et l'industrie. Le lien entre la recherche et la formation est ainsi renforcé et l'enseignement profite des nouvelles connaissances. Il en résulte une formation de grande qualité, axée sur la pratique. Pour que les entreprises puissent faire aujourd'hui déjà la connaissance des spécialistes de demain ou aborder un sujet particulier, elles ont la possibilité de réaliser des projets ou des travaux de fin d'études en collaboration avec des étudiant-e-s. En tant que partenaire économique, vous pouvez proposer des thèmes. S'ils sont choisis, les étudiant-e-s les traitent ensuite de manière autonome, seul-e-s ou en petits groupes, dans les créneaux horaires prévus à cet effet. Ils et elles sont encadré-e-s par votre spécialiste ainsi que par un-e enseignant-e de la Haute école spécialisée bernoise. Une convention régit les droits et obligations des parties au projet.

Souhaitez-vous proposer des thèmes pour des travaux d'étudiant-e-s et en savoir plus sur une éventuelle collaboration ? Contactez-nous et laissez-vous convaincre par le potentiel d'innovation de nos étudiant-e-s.

bfh.ch/ti/idee-projet

Gain new insights, create synergies, experience practical relevance: Bern University of Applied Sciences BFH works closely with business and industry in areas of applied research and development. This strengthens the link between research and education, allowing new knowledge to flow into our teaching, which leads to high-quality and practice-oriented degree programmes. In order for companies to meet our future specialists or to explore a topic, they can carry out projects or theses in cooperation with our students. As a business partner, you can suggest topics. Once these topics are selected, the students work on the projects independently, either individually or in small groups, within designated time frames. They are supervised by both your specialist and a BFH lecturer. The rights and obligations of the parties involved are set out in a written agreement.

Would you like to suggest topics for student projects and find out more about a possible cooperation? Contact us and convince yourself of the innovation potential of our students.

bfh.ch/ti/projectidea

Studentische Arbeiten | Travaux d'étudiant-e-s | Student projects

Das Modell einer flexiblen Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft wird in studentischen Arbeiten erfolgreich umgesetzt:
La flexibilité du modèle de collaboration avec l'industrie et l'économie se concrétise avec succès dans les travaux d'étudiant-e-s:
The model of flexible cooperation with industry and business is successfully implemented in student projects:



Semesterarbeiten, Bachelor-Thesis, Master-Thesis
Travaux de semestre, travail de bachelor, mémoire de master
Semester projects, bachelor thesis, master thesis



Wochen bis Monate
De quelques semaines à plusieurs mois
Several weeks or months



Kostenbeitrag zulasten des Auftraggebers
Frais à charge du donneur d'ordre
Costs are at the expense of the client

Auftragsforschung und Dienstleistungen | Recherche sous contrat et prestations de service | Contract Research and Services

Wir bieten Auftragsforschung und erbringen vielfältige Dienstleistungen für unsere Kundinnen und Kunden (inkl. Nutzung der BFH-Infrastruktur sowie des Forschungsnetzwerkes). | Nous effectuons des recherches sous contrat et fournissons une vaste palette de prestations de services à nos clientes et clients – y compris l'utilisation des infrastructures BFH et du réseau de recherche. | We carry out contract research and provide a wide range of services for our clients, such as exclusive use of the BFH infrastructure and the research network.



Planung, Coaching, Tests, Expertisen, Analysen;
durchgeführt von Expertinnen und Experten
Planification, coaching, tests, expertises, analyses par des expert-e-s
Planning, coaching, tests, expertise, analysis: done by experts



Wochen bis Monate
De quelques semaines à plusieurs mois
Several weeks or months



Marktgängige Preise
Prix du marché
Prevailing prices

F&E-Kooperationen | Coopérations R&D | R & D Collaboration

Die BFH-TI erbringt Leistungen im Bereich der angewandten Forschung und Entwicklung:
La BFH-TI fournit des prestations de service dans le domaine de la recherche appliquée et du développement:
BFH-TI provides services in Applied Research and Development:



Kooperationen mit Fördermitteln – mittlere und
grössere Projekte mit:
Coopérations bénéficiant de subventions – projets de moyenne
et grande envergure avec:
Public Aid – medium and large-sized projects with:
Innosuisse, SNF / FNS / SNSF, EU / UE



Monate bis Jahre
De quelques mois à plusieurs années
Several months or years



Teilfinanziert durch
öffentliche Fördergelder
Financement partiel par
des subventions publiques
Partly public funding

Industriepartner

Partenaires industriels

Industry partners

- 12 Eine enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern ist uns äusserst wichtig. Zahlreiche Abschlussarbeiten sind in Kooperation mit Firmen aus der ganzen Schweiz entstanden. Wir bedanken uns bei diesen Firmen für die fruchtbare Zusammenarbeit!

bfh.ch/ti/forschung

À nos yeux, une collaboration étroite avec des partenaires industriels est extrêmement importante. De nombreux mémoires se font en partenariat avec des entreprises de toute la Suisse. Nous remercions ces entreprises pour cette fructueuse collaboration!

bfh.ch/ti/recherche

A close cooperation with industrial partners is very important to us. Numerous bachelor's theses have been produced in cooperation with companies from Switzerland. We thank these companies for the fruitful collaboration!

bfh.ch/ti/research

AdvalTech AG, Niederwangen BE
b.c. bicycle and parts production GmbH, Basel
BKW Energie AG, Power Grid & Grid Engineering, Ostermundigen
Comet AG, Flamatt
CSL Behring AG, Bern
DTC Dynamic Test Center AG, Vauffelin
eClimber, Biel
Feuerball plus GmbH, Wattenwil
I3s, Burgdorf; HAFL, Zollikofen
InkCleaner AG, Biel
Institut für Infrastruktur und Umwelt, BFH-AHB, Burgdorf
Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S, Burgdorf
LRP AG, Thun
MAXON Motor AG, Sachseln
Mollet Präzisionsmechanik AG, Lengnau
Nestlé Research & Development, Konolfingen
Novosan Laser Clean AG, Zollikofen
Polaris Technology Center, Burgdorf
Schweizerische Bundesbahnen SBB, Bern
WinGD, Winterthur
Wolfram Industrie GmbH, Winterthur

We Deliver Vision To The World



Für unsere Kunden machen wir das Unmögliche möglich



Wir denken und handeln unternehmerisch



Innovation ist unser Antrieb, Hightech unser Stolz



Wir gehen gemeinsam vorwärts



Wir stehen für soziale Verantwortung



Bewirb dich jetzt!
www.ziemergroup.com

Liste der Studierenden

Liste des étudiant-e-s

List of students

14 Im Folgenden präsentieren wir Ihnen die Zusammenfassungen der Abschlussarbeiten des Jahres 2026.

Die Studierenden sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Die Studierenden haben die Texte – teils mit Unterstützung der betreuenden Dozierenden – selbst verfasst. Die Texte wurden vor Publikation nicht systematisch redigiert und korrigiert.

Ci-après, nous vous présentons les résumés des travaux de fin d'études de l'année 2026.

Les étudiant-e-s sont présenté-e-s par ordre alphabétique.

Ils et elles ont rédigé les textes de façon autonome, parfois avec l'aide des enseignant-e-s qui les encadrent. Les textes n'ont pas systématiquement été relus ou corrigés avant publication.

On the next pages, we have summarised the 2026 graduation theses.

The students are listed in alphabetical order.

The texts were written by the students themselves, with some support from their lecturers. They were not systematically edited or corrected before publication.

Affolter Claudia.....	15	Glauser Lukas Elias.....	28	Ramseier Emanuel.....	40
Benjumea Herrera Jose Nicolas.....	16	Grünenwald Christian Imanuel.....	29	Regamey Jeremy	41
Berger Tobias	17	Hafen Leon.....	30	Röthlisberger Roy Alexander.....	42
Bieri Jasael.....	18	Hirt Sabrina	31	Schiltknecht Lorenz Peter	45
Bongiovanni Livio.....	18	Hunziker Nicolas Cédric Jean-Luc.....	26	Seben Nikolett Viktória	46
Burri Dario	19	Höller Ole Fritjof.....	32	Sivanandan Jaasagan.....	47
Desiatkin Oleksandr	20	Jenny Micha.....	33	Stucki Simon.....	21
Döhrbeck Tobias	21	Kölle Timo	34	Wenger Josia Micha	17
Eggimann Lorenz	22	Lüthi Silvano.....	35	Wild Oliver Wanja Ales.....	48
Engel Fabian	23	Lüthi Simon.....	36	Wülser Timothy.....	48
Erdal Can Ahmet.....	24	Moser Severin.....	44	Zaugg Remo Marco	49
Fahrni Philip	25	Nieto Alex Caspar	38		
Gazeau Raphaël Jean Roger	26	Pesce Simon.....	39		

Standardisierte Robotersteuerung über TwinCAT

Studiengang : BSc in Maschinentechnik
Betreuer : Melchior Borer
Experte : Halil Turkkol

15

Die Integration von Industrierobotern unterschiedlicher Hersteller erfordert häufig individuelle Softwarelösungen und führt zu erhöhtem Engineering-Aufwand. Im Rahmen des Forschungsprojekts SAFIS (Standardized Automation for Industrial Systems) wird untersucht, wie eine standardisierte Robotersteuerung in TwinCAT realisiert werden kann, sodass Prozessabläufe unabhängig vom eingesetzten Robotersystem erstellt und wiederverwendet werden können.

Ausgangslage

Industrieroboter sind ein zentraler Bestandteil moderner Automationsanlagen. Da in der Praxis häufig Robotersysteme unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden, müssen diese über verschiedene Kommunikationsschnittstellen und Steuerungskonzepte in die Anlagensteuerung integriert werden. Die Anbindung erfolgt dabei oftmals projektspezifisch und mit herstellerspezifischen Softwarelösungen. Dies erhöht den Engineering-Aufwand, erschwert die Wiederverwendbarkeit bestehender Software und reduziert die Flexibilität bei der Integration neuer Robotersysteme.

Ziel

Im Rahmen des Forschungsprojekts SAFIS der Berner Fachhochschule verfolgt diese Arbeit das Ziel, eine standardisierte Robotersteuerung innerhalb der SPS-Umgebung TwinCAT zu entwickeln. Dabei soll eine einheitliche Softwarestruktur geschaffen werden, welche grundlegende Roboterfunktionen unabhängig vom eingesetzten Hersteller bereitstellt. Prozessabläufe sollen dadurch möglichst roboterunabhängig erstellt und genutzt werden können. Gleichzeitig soll die Lösung so ausgelegt werden, dass zukünftige Erweiterungen auf weitere Robotersysteme mit geringem Anpassungsaufwand möglich sind.

Vorgehen

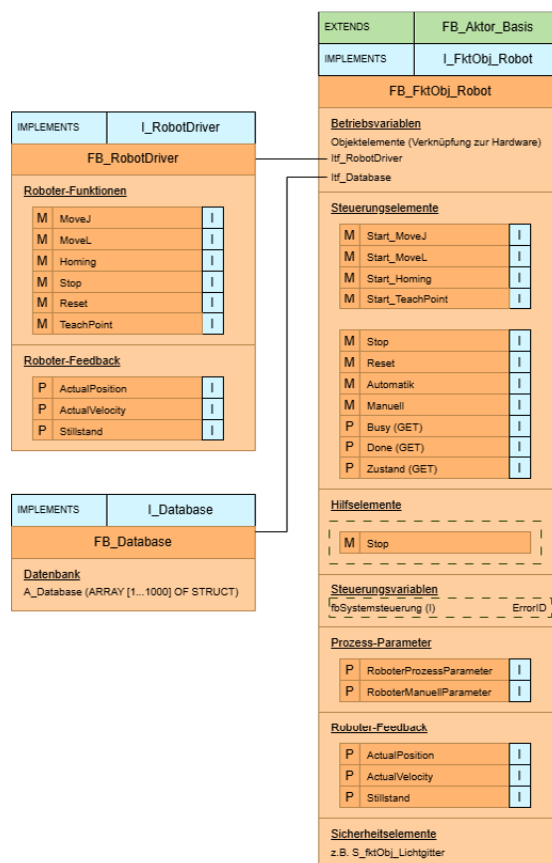
Zur Erarbeitung der Lösung werden die Anforderungen an eine herstellerübergreifende Roboteranbindung analysiert und verschiedene Softwarekonzepte hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Auf dieser Grundlage wird eine modulare Softwarestruktur definiert, welche allgemeine Funktionen von herstellerspezifischen Eigenschaften trennt. Für die Untersuchung der Machbarkeit werden exemplarisch Robotersysteme der Hersteller KUKA und Universal Robots betrachtet. Ergänzend werden Konzepte für die Bedienung sowie die Verwaltung von Roboterpositionen in die Gesamtlösung integriert.

Ergebnisse

Die Arbeit zeigt einen möglichen Ansatz für die Umsetzung einer standardisierten Robotersteuerung in TwinCAT auf. Durch die gewählte Softwarestruktur können gemeinsame Roboterfunktionen vereinheitlicht und unabhängig von der zugrunde liegenden Hardware genutzt werden. Gleichzeitig wird eine Grundlage geschaffen, welche die Integration weiterer Robotersysteme unterstützt und damit einen Beitrag zur Wiederverwendbarkeit von Software sowie zur Vereinfachung zukünftiger Automatisierungsprojekte leisten kann.



Claudia Affolter
affolter.cl@outlook.com



Planung der Softwarestruktur

Entwicklung einer fliehkraftbetätigten Magnetbremse für den eClimber

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Fischer

Experte: Hanspeter Aeschlimann

Industriepartner: eClimber, Biel

16

eClimber, ein BFH-Startup, hat einen elektrischen Auto-Belay entwickelt, der das Klettern für Menschen mit Einschränkungen ermöglicht. Dank eines Algorithmus reguliert das System die Zugkraft, wodurch der Nutzer beim Aufstieg gezielt unterstützt wird. Doch beim Klettern zählt nicht nur der Aufstieg, auch ein kontrollierter Abstieg ist entscheidend. Eine Magnetbremse bietet hierfür die ideale Lösung, da sie leicht und kompakt ist und zuverlässig sowie kontaktfrei arbeitet.



Jose Nicolas Benjumea Herrera
benjumea.nicolas@hotmail.com

Ausgangslage

Klettern ist ein Sport, der sowohl physische Aspekte wie Kraft und Ausdauer als auch mentale Fähigkeiten wie Strategie, Konzentration und Überwindung vereint. Obwohl die Disziplin auch für therapeutische Zwecke geeignet ist, birgt sie erhebliche Risiken: Bereits Stürze aus geringen Höhen können zu gefährlichen Situationen führen, weshalb zuverlässige Bremssysteme eine zentrale Sicherheitskomponente darstellen. Konventionelle Bremssysteme arbeiten meist mit mechanischen Komponenten, die Verschleiss unterliegen und regelmässige Wartung erfordern. Daher besteht die Notwendigkeit eines kompakten, wartungsarmen und reproduzierbar wirkenden Bremssystems.

Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung einer magnetischen Bremse als Alternative zur aktuell im eClimber eingesetzten mechanischen Bremsseinheit. Im Mittelpunkt stehen das Design und die Konstruktion eines kompakten und funktionsfähigen Prototyps einer magnetischen Bremse, der eine sichere und zuverlässige Bremswirkung für Lasten von 10 kg bis 150 kg bei einer maximalen Absenkgeschwindigkeit von 2 m/s gewährleistet. Darüber hinaus verfolgt die Arbeit das Ziel, sowohl das Gesamtgewicht als auch den Wartungsaufwand des Systems zu reduzieren, ohne die sicherheitsrelevanten oder funktionalen Anforderungen zu beeinträchtigen.

Implementation

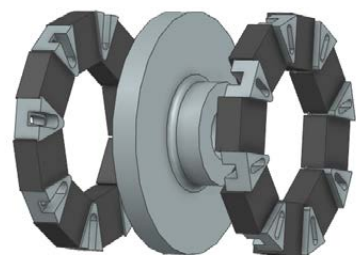
Zur Umsetzung der Magnetbremse wurden die theoretischen Grundlagen der Wirbelstrombremse untersucht und direkt auf das Design des Prototyps übertragen, wobei die Randbedingungen des eClimbers berücksichtigt wurden. Eine Magnetbremse funktioniert, indem die Bewegung einer leitfähigen Scheibe im Magnetfeld Wirbelströme erzeugt, die der Rotation entgegenwirken und somit eine verschleissfreie Bremskraft erzeugen.

Auf dieser Basis wurden zwei Prototypen entwickelt, bestehend aus einer Aluminiumscheibe als Wirbelstromkörper sowie einem Magnetsystem aus Neodym-Permanentmagneten, die in ein vereinfachtes eClimber-Modell integriert wurden. Anschliessend erfolgten Messreihen mit unterschiedlichen Lasten und Absenkhöhen, um das Bremsverhalten zu charakterisieren und die Leistungsfähigkeit der Magnetbremse mit der bestehenden mechanischen Lösung zu vergleichen.

Der ursprünglich vorgesehene fliehkraftbasierte Betätigungsmechanismus wurde in den Prototypen nicht umgesetzt, da bestehende patentrechtliche Einschränkungen eine Realisierung innerhalb des Projektumfangs nicht ermöglichten.

Resultate

Die Ergebnisse zeigen, dass der erste Prototyp unter den gegebenen Randbedingungen Lasten bis 100 kg sicher abbremsen kann, während der zweite Prototyp für Lasten bis 150 kg optimiert wurde. Die Untersuchungen bestätigen, dass das entwickelte System eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen mechanischen Bremssystemen darstellt. Zudem zeigt die Magnetbremse ein hohes Potenzial hinsichtlich Wartungsreduktion, Gewichtersparnis und vielseitiger Einsatzmöglichkeiten.



Darstellung der Kernelemente des zweiten Magnetbremse-Prototyps mit Permanentmagneten, leitfähiger Bremscheibe und Halterungen.

Entwicklung Unihockey-Ballwurfmaschine

Studiengang : BSc in Maschinentechnik
Betreuer : Prof. Roland Rombach, Dozent Toni Glaser
Experte : Marco Jordi

17

Im Unihockey existieren im Vergleich zu anderen Sportarten bislang keine Ballwurfmaschinen zu Trainingszwecken. Ziel dieser Arbeit ist die Neuentwicklung einer Unihockey-Ballwurfmaschine, welche als Passmaschine für die Spieler sowie als Schussmaschine für das Torhütertraining dienen kann.

Ausgangslage

Das Training von Ballannahmen, Pässen und Torschüssen ist im Unihockey stark von der Qualität und Verfügbarkeit von Mitspielenden abhängig. Eine Ballwurfmaschine kann das Training effizienter gestalten und unabhängig von Mitspielenden eine hohe Wiederholgenauigkeit ermöglichen. Im Unihockey existieren bislang keine Ballwurfmaschinen, während diese in anderen Sportarten bereits verbreitet sind. Das Flugverhalten von Unihockeybällen, insbesondere der Einfluss der Löcher, ist weitgehend unbekannt.

Ziel

Die Ballwurfmaschine soll als Pass- und Torschussmaschine eingesetzt werden können. Als Passmaschine spielt sie flache oder leicht erhöhte Pässe zu einem Spieler, der die Bälle über eine Öffnung retournieren kann. Als Torschussmaschine soll sie Schüsse gezielt oder verteilt auf das Tor abgeben. Die Schüsse sollen mit variabler Geschwindigkeit, Flugbahn und Ballrotation erzeugt werden. Verschiedene Nutzerlevel sollen Kinder und Erwachsene gleichermaßen fordern. Besonderes Augenmerk liegt auf einer realitätsnahen Nachbildung des Ballfluges und geringem Ballverschleiss. Für den Beschleunigungsmechanismus wird ein Funktionsmuster aufgebaut und getestet.

Vorgehen

Das Projekt durchläuft die vier Phasen des methodischen Konstruierens. Zunächst werden Aufgabe, Stand der Technik und das Flugverhalten von Unihockeybällen untersucht. Anschliessend werden mithilfe eines Mindmaps und der 6-3-5-Methode Ideen entwickelt und in einem morphologischen Kasten zu Variantenkonzepten ausgearbeitet. Diese werden mit einem Stärke-Diagramm bewertet und zu zwei Grobkonzepten weiterentwickelt. Danach werden Funktionsmuster entworfen, ausgelegt und getestet, um verschiedene Schussfunktionen und Parameter zu untersuchen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird das definitive Konzept bestimmt.

Ergebnisse

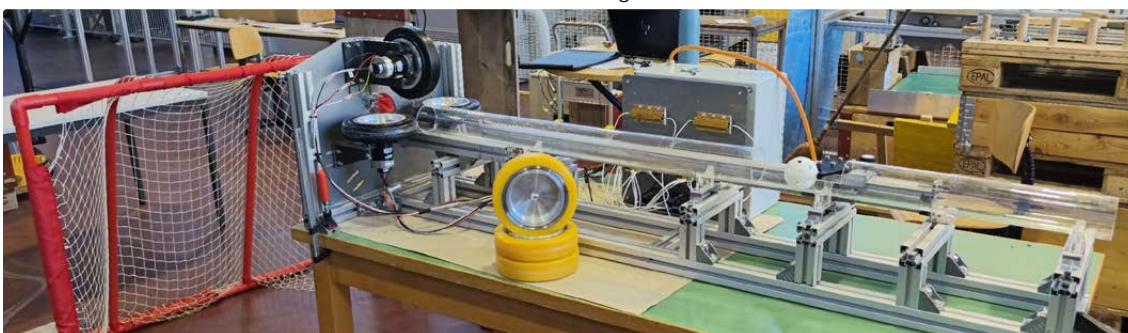
Die Untersuchung des Flugverhaltens zeigt, dass Unihockeybälle stets rotieren, abhängig von der Schussart jedoch unterschiedlich stark. Die Rotationsachse liegt überwiegend in der Schussebene und rechtwinklig zur Schussrichtung. Daher muss die Ballwurfmaschine das Rotationsverhalten gezielt steuern können. Die Konzeptbewertung zeigt, dass dies nur mithilfe von Rollen möglich ist. Beide Grobkonzepte erzeugen die Ballrotation über Rollen und nutzen unterschiedliche Arten der Vorbeschleunigung. Diese soll den Abrieb reduzieren, da die Bälle weniger stark durch die Rollen beschleunigt werden müssen. Mit dem Funktionsmuster können zudem Anordnung, Zustellung und Material der Rollen untersucht werden.



Tobias Berger
tobiasberger700@gmail.com



Josia Micha Wenger
josiawenger@outlook.com



Funktionsmuster

Konzeption einer automatisierten Abpackanlage für Stanz- und Tiefziehteile

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Melchior Borer

Industriepartner: AdvalTech AG, Niederwangen BE

18

Vom Schüttgut zur exakten Stückzahl im Karton: Eine automatisierte Abpackanlage soll den manuellen Verpackungsprozess von Stanz- und Tiefziehteilen vereinfachen und dabei Zuführung, Fremdkörperprüfung und Befüllung in einem kontrollierten Materialfluss vereinen.



Jasaël Bieri

jasaeltbieri@gmail.com

Ausgangslage und Zielsetzung

Der Verpackungsprozess von gewaschenen Stanz- und Tiefziehteilen bei der Adval Tech AG erfolgt heute manuell. Die Teile werden aus Waschkörben abgefüllt, visuell auf Fremdkörper geprüft und über eine Waage stückzahlgenau verpackt. Der Prozess ist funktionsfähig, bindet jedoch dauerhaft Personal und ist hinsichtlich Durchsatz und Skalierbarkeit begrenzt. Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption einer automatisierten Abpackanlage mit einem angestrebten Durchsatz von 32'000 Stück pro Stunde. Der Fokus liegt auf dem Gesamtkonzept, der Auslegung der Fördertechnik sowie der Vereinzelung und kontrollierten Befüllung der KLT's, also Kunststoffbehälter oder Kartons.



Livio Bongiovanni

livio.b@hispeed.ch

Fördertechnik und Materialfluss

Aus mehreren Grobkonzepten wurde die geeignetste Variante ausgewählt und zu einer Förderstrecke mit Pufferbereich, Schrägförderband und horizontalem Hauptförderband ausgearbeitet. Die Behälter werden über separate Förderbänder bereitgestellt, befüllt und abtransportiert. Aufgrund der stark unterschiedlichen Bauteilgeometrien stellt ein gleichmässiger, kontrollierter Teilefluss eine Herausforderung dar. Deshalb wurden die Förderbänder rechnerisch auf den geforderten Durchsatz ausgelegt und die Komponenten auf Basis einer Marktrecherche sowie des Austauschs mit mehreren Fördertechnikherstellern ausgewählt.

Befüllung und Fremdkörpererkennung

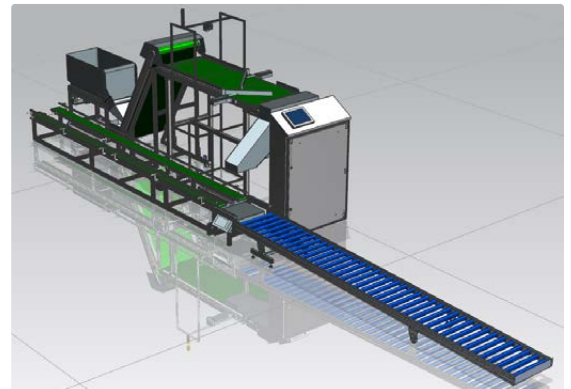
Für eine reproduzierbare und stückzahlgenaue Befüllung wurde untersucht, wie die Teile kontrolliert zur Befüllposition geführt werden können. Drei Vereinzelungskonzepte wurden entwickelt und verglichen, ausgewählt wurde ein einzelnes Förderband mit zwei gestaffelten Vereinzelungselementen. Die gewichts-basierte Stückzahlerfassung erwies sich gegenüber kamerabasierten Verfahren als wirtschaftlicher und integrationsfähiger. Ergänzend wurde eine kamera-basierte Fremdkörpererkennung analysiert und mit Herstellern abgeklärt, erste Validierungstests zeigten deren grundsätzliche Umsetzbarkeit.

Ergebnisse und Ausblick

Als Ergebnis liegt ein technisch ausgearbeitetes Anlagenkonzept mit dimensionierter Förderstrecke, Pufferlösung, Prüf- und Erfassungskonzept definierter Vereinzelungslösung sowie einer Kostenabschätzung und einem Groblastenheft der Softwarestruktur vor. Die Berechnungen zeigen, dass der geforderte Durchsatz grundsätzlich erreichbar ist. In einem nächsten Schritt muss das Gesamtkonzept realisiert und durch praktische Versuche geprüft werden, insbesondere hinsichtlich des tatsächlichen Verhaltens der Bauteile entlang der Förderstrecke sowie der Konfiguration der Fremdkörpererkennung.



Ist-Zustand des Verpackungsprozesses bei der Adval Tech AG



Gesamtansicht des Anlagenkonzepts Variante SLIM als CAD-Modell

Automatisierung der Leckstrahlungsmessung von Röntgenröhren

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling
Experte: Andreas Senn (BFH Burgdorf)
Industriepartner: Comet AG, Flamatt

19

Die Automatisierung der Leckstrahlungsmessung stellt einen wichtigen Schritt zur Effizienzsteigerung und Prozesssicherheit in der Röhrenproduktion der Comet AG dar. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis wurde ein funktionsfähiger Prototyp eines automatisierten Messwagens entwickelt, realisiert und erfolgreich getestet. Die Ergebnisse zeigen deutlich das Potenzial zur Reduktion des manuellen Aufwands und zur Erhöhung der Prozessstabilität.

Einleitung

Jede Röntgenröhre, welche in der Comet AG produziert wird, wird am Ende des Fertigungsprozesses auf Leckstrahlung geprüft. Damit die Röntgenröhre gefahrlos angewendet werden kann, darf die Leckstrahlung bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Diese Messung erfolgt in zwei Abschnitten. In der ersten Messung wird die erste Hemisphäre gemessen, danach wird die Röhre manuell um 180° gedreht und die zweite Messung durchgeführt. Dieser Prozess ist derzeit mit erhöhtem Bedieneraufwand verbunden. Durch eine automatisierte Drehung der Röhre entfällt der Bedieneraufwand und ermöglicht so eine wesentlich verminderte Durchlaufzeit.

Ziel

Ziel der Arbeit war die Entwicklung eines Konzepts für eine automatisierte Drehvorrichtung, welche den manuellen Eingriff vollständig eliminiert. Die konzeptionelle Lösung umfasste sowohl mechanische als auch steuerungstechnische Komponenten und sollte auf einem bestehenden Produktionswagen umgesetzt werden.

In der Projektarbeit wurde das Konzept für die 225-kV Röntgenröhre ausgearbeitet. In der Bachelor-Thesis sollte dieses Konzept nun umgesetzt und getestet werden. Konzeptionell sollte der Messwagen darauf ausgelegt sein, ≥80% der produzierten Röhren abzudecken. Durch die automatisierte Drehung wurde eine Ersparnis von ca. 5 Minuten pro Röhre erwartet. Das Proof of Concept sollte für die Produktion nutzbar und im besten Fall implementierbar sein.



Messwagen Konzept mit dazugehörigen Röhrenhalterungen

Resultat

Der entwickelte Prototyp konnte erfolgreich in Betrieb genommen werden und erfüllt die definierten Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Bedienbarkeit und Wiederholgenauigkeit. Die Durchlaufzeit pro Röhre wurde signifikant reduziert, während der manuelle Bedieneraufwand weitgehend entfällt. Zudem trägt die automatisierte Drehbewegung zu einer erhöhten Prozesssicherheit und einer verbesserten Ergonomie bei. Der Prototyp bildet eine robuste Grundlage für eine mögliche Serienimplementierung und eine weitgehende Automatisierung der Qualitätssicherung. Der zeitliche Aufwand des Messprozesses konnte um 5 Minuten und 38 Sekunden pro Röhre verringert werden. Dies entspricht 19 % der gesamten Prozesszeit bei einer Abdeckung von 84 % aller Röhren. Somit konnte das Proof of Concept erbracht werden und die Implementation der Anlage kann beginnen.



Dario Burri



Messwagen automatisiert komplett

Entwicklung einer modularen Rennstrecke für autonome Modellfahrzeuge in der Projektschiene

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Oliver Kilian Fässler
Experte: Marco Jordi

20

Ziel dieser Bachelorarbeit war die Entwicklung einer modularen Rennstrecke als transportierbare Demonstrations- und Wettbewerbsumgebung für die Projektschiene. Im Vergleich zur bestehenden einfachen Fahrfläche sollte die neue Lösung eine stabile Strecke, einen schnellen Auf- und Abbau sowie integrierte Teilsysteme für Zeitmessung, Kameras, Beleuchtung und Bedienung bereitstellen.



Oleksandr Desiatkin

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Projektschiene «Selbstfahrendes Fahrzeug» ist eine interdisziplinäre Praktikumsschiene an der Berner Fachhochschule, in der Studierende ein autonomes Modellfahrzeug konzipieren, modellieren, bauen und ansteuern. Ziel ist ein Fahrzeug, das einer vorgegebenen Führungslinie selbstständig folgen kann. Am Ende der Projektschiene findet ein Wettbewerb statt, bei dem die autonomen Modellfahrzeuge auf einem Rundkurs gegeneinander antreten und die beste Fahrzeit bewertet wird.

Für Fahrten, Demonstrationen und den Wettbewerb steht eine einfache Fahrfläche zur Verfügung. Diese Lösung stellt jedoch keine vollständige Demonstrations- und Wettbewerbsumgebung dar, da die dafür erforderlichen Teilsysteme nicht integriert sind. Ziel dieser Bachelorarbeit war es daher, eine modulare Rennstrecke für autonome Modellfahrzeuge zu entwickeln und zu realisieren. Die Konstruktion sollte eine ebene und stabile Fahrfläche bereitstellen, einen schnellen Auf- und Abbau ermöglichen und die notwendigen Teilsysteme für Zeitmessung, Kameras, Beleuchtung und Bedienung integrieren.

Konstruktiver Ansatz

Die Rennstrecke wurde aus vier Modulen mit einer Gesamtfläche von 2×3 m aufgebaut. Jedes Modul besteht aus einer Fahrbahnplatte aus MDF, einem klappbaren Aluminium-Untergestell und lösbbaren Seitenbegrenzungen. Die Fahrbahnplatten bilden die ebene Fahrfläche und dienen als Montagebasis für Verbindungselemente und Sensorik. Die Aluminium-Untergestelle übernehmen die stabile Abstützung der Module und können für Transport und Lagerung zusammengeklappt werden.

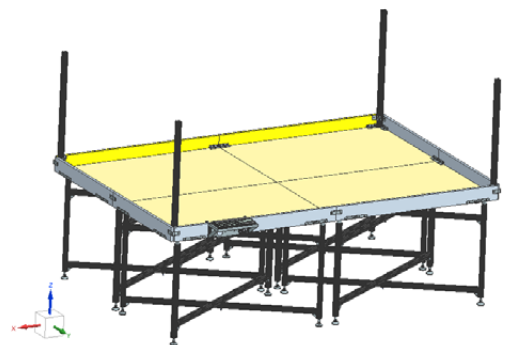
Ein wesentlicher Schwerpunkt lag auf einer schnellen, zuverlässigen und wiederholbaren Montage. Die Seitenbegrenzungen werden mit Spannverschlüssen, Auf- und Abklappwinkeln, Haltewinkeln und lösbbaren Schraubver-

bindungen mit Gewindeeinsätzen befestigt. Dadurch können sie definiert positioniert und ohne grossen Montageaufwand gelöst werden. Auch die Verbindung zwischen Fahrbahnplatte und Aluminium-Untergestell wurde als schnell lösbare, stabile und zuverlässige Verbindung ausgelegt.

Technische Integration und Ergebnis

Für die technische Ausstattung wurden Teilsysteme in die Gesamtumgebung integriert. Die Zeitmessung wurde mit einem Arduino-System sowie einem Infrarotsender und einem Infrarotempfänger realisiert. Zusätzlich wurden Kameras und Beleuchtung installiert, sodass das Wettbewerbsgeschehen übertragen und als Video aufgezeichnet werden kann. Für Bedienung, Anzeige und Auswertung wurde ein separater Bedienbereich mit Mini-PC, Monitor und Peripherie eingebunden.

Das Ergebnis ist eine modulare Rennstrecke für autonome Modellfahrzeuge, die mechanische Stabilität, einfache Handhabung und technische Erweiterbarkeit miteinander verbindet. Die Strecke kann transportiert, gelagert, wieder aufgebaut und bei Bedarf gewartet oder erweitert werden. Damit bildet sie eine geeignete Grundlage für zukünftige Demonstrationen und Wettbewerbe innerhalb der Projektschiene.



Diese Bachelorthesis befasst sich mit der Entwicklung eines Bewegungs-detektionssystems für das Handstück eines Tattooentfernungsgeräts der Firma InkCleaner AG. Aufbauend auf der Projektarbeit wird eine geeignete Sensortechnologie experimentell validiert und deren Eignung für die spätere Systemintegration bewertet.

Einleitung

Die Firma InkCleaner AG entwickelt ein halbauto-matisches, laserbasiertes Tattooentfernungsgerät. Im Unterschied zu herkömmlichen Methoden zeichnet sich das System durch quadratische Laserpulse (Abbildung 1: Stempel) aus, die überlappungsfrei hintereinander positioniert werden. So wird eine vollständig homogene Bestrahlung der Haut gewährleistet. Um diesen Vorgang zu ermöglichen, muss die relative Bewegung zwischen Laser und Haut detektiert werden.

Ziel

Die allgemeine Aufgabe der Arbeit ist die Identifikation einer geeigneten Methode zur Detektion der Bewegung zwischen Laser und Haut. In vorangegan-gener Projektarbeit wurden verschiedene Techno-logien zur Bewegungsdetektion untersucht und Optical-Flow-Sensoren als optimale Lösung identi-fiziert. Die Thesis fokussiert sich auf die Validierung dieses Sensors. Konkret wurde der PMW3389DM-T3QU, ein hochauflösender Sensor aus dem Gaming-Bereich beschafft. Für die Testversuche wurde die in der Projektarbeit entwickelte XY-Testbank verwendet. Sie ermöglicht es, definierte Bewegungen mittels G-Code zu erzeugen und diese direkt mit den erfassten Sensordaten zu vergleichen. Der Sensor

wird dabei stationär montiert, während verschiedene Oberflächen (Hautäquivalent) reproduzierbar unter ihm bewegt werden. Unter unterschiedlichen Ver-suchsbedingungen wurden daraufhin umfangreiche Messreihen durchgeführt, um die Eignung des Sensors für den Einsatz im Handstück eines laserbasierten Tattooentfernungsgeräts zu bewerten.

Resultat

Die Ergebnisse belegen, dass der Sensor grundsätz-lich für die Bewegungsdetektion geeignet ist und stabile sowie reproduzierbare Messdaten liefert. Als grösste Herausforderung im Hinblick auf den realen Einsatz erwies sich die Einhaltung eines konstanten Abstands zwischen Sensor und Oberfläche, da Abwei-chungen in diesem Parameter einen signifikanten Einfluss auf die Messergebnisse haben. Die ermittelte Gesamtgenauigkeit der vom Sensor aufgezeichne-ten Geschwindigkeit beträgt 4.6 % und liegt damit unter der vom Kunden geforderten Grenze von 10 %. Somit werden die definierten Anforderungen erfüllt und die grundsätzliche Praxistauglichkeit des Sensors bestätigt. Die erfolgreichen Tests mit dem PMW3389DM-T3QU schaffen eine solide Grundlage für die weitere Entwicklung des Systems sowie für das weitere Vorgehen in Richtung einer vollständigen Systemintegration.



Tobias Döhrbeck



Simon Stucki

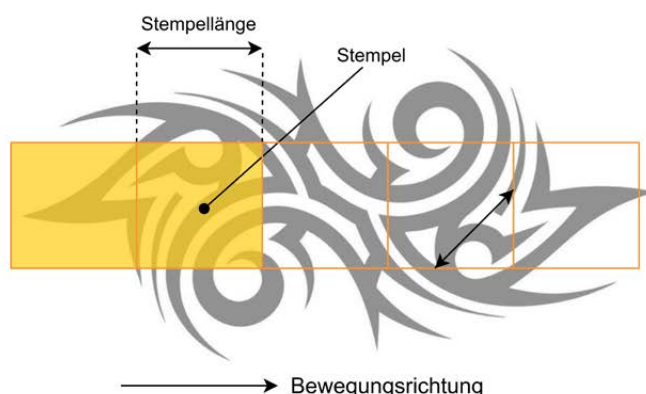


Abbildung 1 : Prinzip des Bestrahlungsvorgangs

Scherbeanspruchung in Bioreaktoren

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Lukas Moser

Experte: Dr. Tobias Kockel

Industriepartner: CSL Behring AG, Bern

22

Die Fima CSL-Behring AG ist auf die Herstellung von Medikamenten aus humanem Blutplasma spezialisiert. Unter anderem werden Medikamente aus Antikörperproteinen zur Behandlung von Immunstörungen hergestellt. Da der Herstellungsprozess aufwendig und entsprechend teuer ist, soll dieser möglichst optimiert und der Verlust in der Produktion auf ein Minimum reduziert werden.



Lorenz Eggimann

Ausgangslage

In der Produktion kommen mehrere verfahrenstechnische Methoden zum Einsatz. Einer der ersten Prozessschritte besteht darin, Antikörperproteine in einem Salzwasser-Puffer zu suspendieren. Die Proteine werden dabei als gefrorene Paste in einen Bioreaktor eingefüllt und durch kontinuierliches Rühren suspendiert. Im Rahmen dieser Thesis soll der Rührprozess in drei ähnlichen, jedoch in der Grösse unterschiedlichen Bioreaktoren mithilfe der Computational Fluid Dynamics Methode (CFD) simuliert und analysiert werden.

Ziel

Gesamtziel ist die Reduktion von Produktverlusten und die Vermeidung von schwankender Produktqualität, welche durch Denaturierung der Proteine, unzureichende Durchmischung oder Sedimentierung während des Rührvorgangs auftreten. Hierzu soll eine Korrelation für die Schergeschwindigkeit, Mischgüten und Sedimentierung in Funktion der Geometrie und Drehzahl hergeleitet werden. Die Erkenntnisse aus den Simulationen sollen mit den Erfahrungen aus der Produktion verglichen werden. Es ist zu ermitteln ob sich ein Zusammenhang ableiten und Optimierungspotential feststellen lässt.

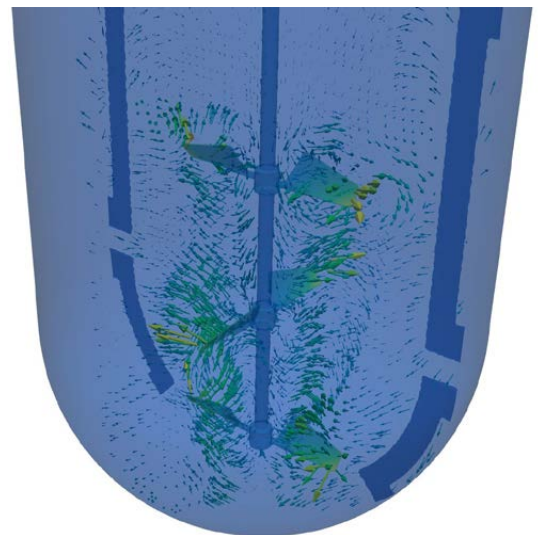
Vorgehen

In einem ersten Schritt erfolgte die Einarbeitung in die Grundlagen der Rührtechnik und der Simulation von rotierenden Elementen. Nach dem Ermitteln der relevanten Stoffdaten in einem Versuch, konnten die ersten Simulationen durchgeführt werden. Diese hatten das Ziel den Ist-Zustand, mit den aktuell verwendeten Parametern, zu simulieren. Durch den Vergleich mit den Daten aus der Produktion konnte somit das Simulationsmodell verifiziert werden. In weiteren Simulationen wurde der Prozess hinsichtlich der Scherbelastung optimiert, wobei sichergestellt werden musste, dass die Sedimentierung auf ein Minimum reduziert wird. Diese wurde ermittelt indem

in einem ersten Schritt das Geschwindigkeitsfeld berechnet und anschliessend die Partikelbewegungen untersucht wurden.

Ergebnisse

Die Simulationen zeigten verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion der Scherbelastung im Rührprozess auf. Die wirksamste und zugleich einfachste Massnahme ist die Verringerung der Rührerdrehzahl. Für alle drei untersuchten Bioreaktoren konnte Optimierungspotential identifiziert werden. Dabei liess sich die Scherbelastung reduzieren, ohne die für den Prozess erforderliche Durchmischung wesentlich zu beeinträchtigen.



Simuliertes Geschwindigkeitsfeld

Prozessüberwachung Rundschleifmaschine

Studiengang : BSc in Maschinentechnik
Betreuer : Prof. Dr. Axel Fuerst

23

Die Firma Studer AG ist ein führender Hersteller von CNC- gesteuerten Rundschleifmaschinen. Diese Maschinen werden vorwiegend in der metallverarbeitenden Industrie zur Fertigung hochgenauer Werkstücke eingesetzt. Vor dem Hintergrund steigender Automatisierungsgrade und wachsender Effizienzanforderungen wird in dieser Arbeit ein Ansatz zur prozessintegrierten Überwachung des Schleifprozesses untersucht.

Ausgangslage

Beim Schleifprozess unterliegt die Schleifscheibe einem Verschleiss, welcher die Werkstückqualität beeinflusst. Durch das Abrichten kann die verschlissene Schleifmitteloberfläche gezielt abgetragen und erneuert werden. In der industriellen Praxis wird das Abrichtintervall bislang auf Basis empirischer Erfahrungswerte festgelegt. Angesichts steigender Anforderungen an die Effizienz gewinnt jedoch eine kontinuierliche Überwachung des Schleifprozesses zunehmend an Bedeutung.

Ziel

Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, ob mittels Messung verschiedenster Prozessgrößen eine Überwachung eines Rundschleifprozesses realisiert werden kann.

Vorgehensweise

Im ersten Schritt wurden die relevanten Prozessgrößen sowie die Sensorik festgelegt. Anschliessend erfolgte der Aufbau an einer STUDER S36 Rundschleifmaschine, woraufhin Messungen im Rahmen

eines Schleifprozesses durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurde ein definiertes Qualitätsmerkmal der bearbeiteten Werkstücke bestimmt. Die gewonnenen Messdaten wurden anschliessend detailliert analysiert und ausgewertet.

Ergebnisse

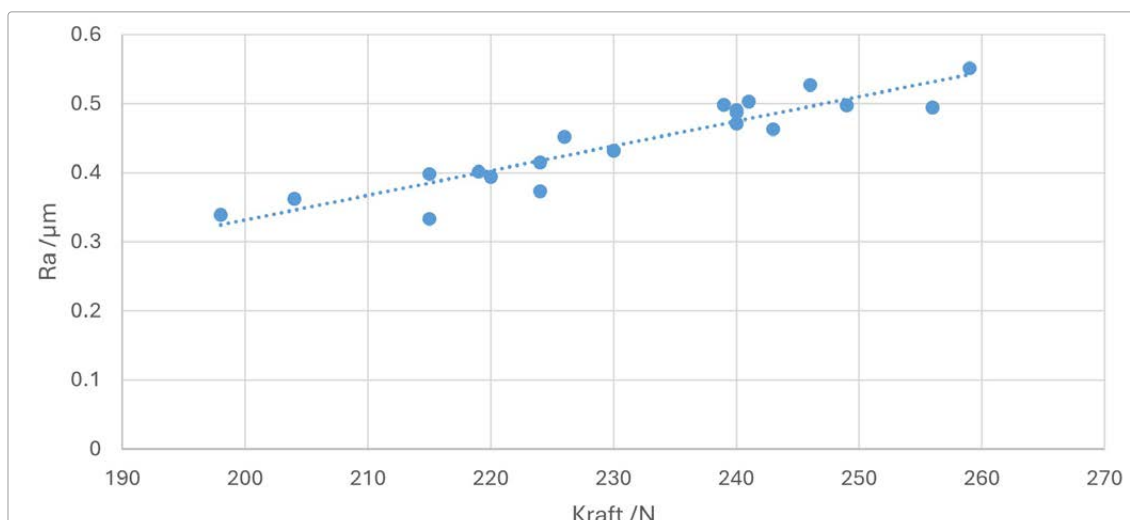
Die Messdaten wurden erfolgreich während dem Schleifprozess erfasst und ein Zusammenhang zwischen Qualitätsmerkmal und Prozessgrösse festgestellt.



Fabian Engel



Rundschleifen einer zwischen Spitzen eingespannten Welle



Korrelation Oberflächengüte und Prozesskraft

Spannvorrichtung zum Laserpunktschweissen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling

24

Diese Bachelorthesis befasst sich mit der Entwicklung einer Spannvorrichtung für das Laserpunktschweissen von Aufzugsfeder und Bride in mechanischen Uhrwerken. Für die Firma Schwab-Feller AG wird eine Vorrichtung entwickelt, welche die filigranen Bauteile lagegenau positioniert, zentriert und während des Schweissvorgangs möglichst plan und spaltfrei niederhält. Im Fokus steht die konstruktive Ausarbeitung einer pneumatisch betätigten Lösung mit schrägen Spannbacken.



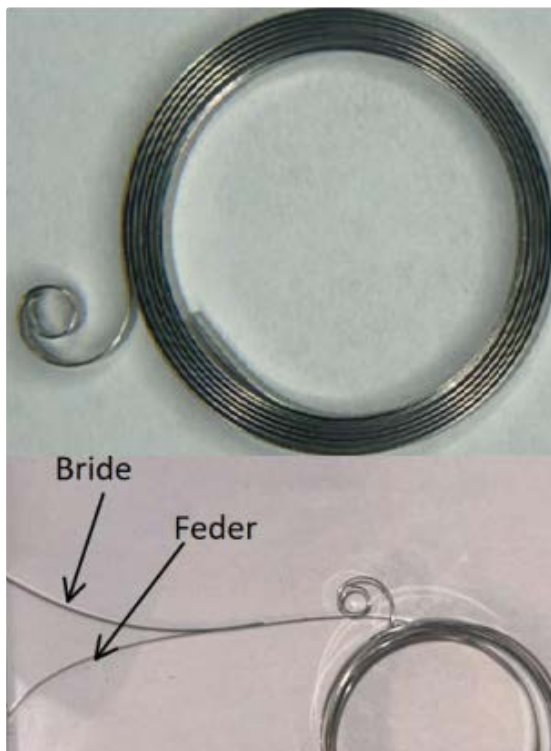
Can Ahmet Erdal

Ausgangslage

Die Firma Schwab-Feller AG fügt Aufzugsfedern und Briden für mechanische Uhrwerke bisher mittels Widerstandspunktschweissen. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll dieser Prozess durch Laserpunktschweissen ersetzt werden.

Ziel

Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer geeigneten Spannvorrichtung für das Laserpunktschweissen von Aufzugsfeder und Bride. Die Vorrichtung soll die filigranen Bauteile reproduzierbar positionieren, unterschiedliche Bauteilbreiten berücksichtigen und den Zugang des Laserstrahls zur Schweissstelle sicherstellen. Gleichzeitig muss die Bedienung einfach und ergonomisch sein.



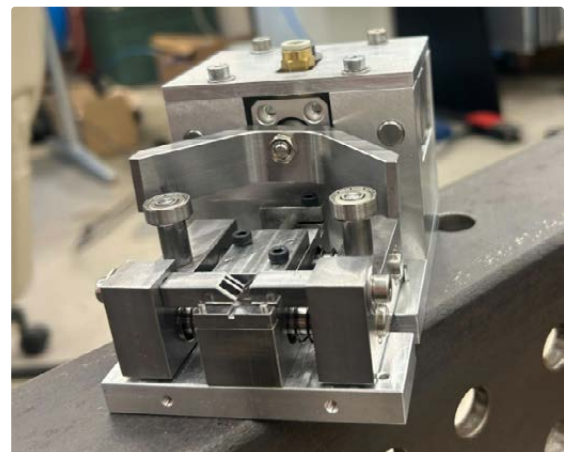
Aufzugsfeder und Bride einer mechanischen Uhr

Vorgehen

Zu Beginn wurden Bauteile, Geometrie und Anforderungen analysiert und daraus gemeinsam mit dem Kunden ein Lastenheft erstellt. Anschliessend wurden im Stand der Technik Spannmethoden für dünne Bleche untersucht. Darauf aufbauend entstanden mehrere Konzepte, die technisch und wirtschaftlich bewertet wurden. Gemeinsam mit dem Kunden wurde eine pneumatisch betätigte Lösung mit schrägen Backen gewählt. Diese wurde im CAD ausgearbeitet, mittels FEM überprüft, gefertigt, montiert und nach ersten Tests konstruktiv weiterentwickelt.

Ergebnis

Als Ergebnis entstand eine Spannvorrichtung mit pneumatisch betätigten, schrägen Backen, welche Feder und Bride gleichzeitig zentrieren und niederhalten. Die Simulationen bestätigten die grundsätzliche Eignung des Spannprinzips und zeigten, dass die Bride im relevanten Schweissbereich auf die Feder gedrückt werden kann. Erste Versuche mit der aufgebauten Vorrichtung zeigen, dass die Bauteile wie vorgesehen positioniert und gespannt werden. Ausgehend sind noch umfassende Funktionstests unter realen Einsatzbedingungen sowie daraus gegebenenfalls resultierende Optimierungen.



Entwickelte Spannvorrichtung

Optimierter Isolatorenträger

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Giuliano Soldati

Experte: Joël Roth

Industriepartner: BKW Energie AG, Power Grid & Grid Engineering, Ostermundigen

25

Im Zuge dieser Bachelor-Thesis wird für die BKW Energie AG ein optimierter Isolatorenträger entwickelt. Durch den gezielten Einsatz bedarfsgerechter Fertigungsverfahren – wie dem Rohrbiegen und Gesenkschmieden – wird die Tragstruktur hinsichtlich Fertigung und Wirtschaftlichkeit verbessert. Eine fundierte Losgrössenanalyse sichert minimale Gesamtbetriebskosten. Die Arbeit bildet die Grundlage für die anschliessende Prototypen- und Validierungsphase bis zur Serienreife.

Ausgangslage und Problemstellung

Die bestehenden Isolatorenträger der BKW Energie AG basieren auf einer rund 70 Jahre alten Konstruktion aus Sphäroguss. Aufgrund der zum Entwicklungszeitpunkt eingeschränkten Berechnungsmöglichkeiten ist die Tragstruktur nicht optimal dimensioniert, was zu einem hohen Eigengewicht führt und den Montageprozess für die Netzelektriker unter erschwerten Bedingungen unnötig belastet. Gleichzeitig fordern moderne Richtlinien wie die nationale Leitungsverordnung (LeV) hohe statische Sicherheitsfaktoren (Faktor 2,8 für Stützenisolatoren). In Kombination mit der seitlich sehr hohen Belastung der Endmasten führt dies zu einem anspruchsvollen Auslegeprozess. Ziel dieser Bachelor-Thesis war es, mittels einer systematischen Entwicklungsmethodik nach VDI 2221 einen technologisch, ergonomisch und wirtschaftlich optimierten Isolatorenträger zu realisieren.

Technische Umsetzung

Im Rahmen einer umfassenden Aufarbeitung bestehender Festigkeitsstudien wurden zunächst die realen mechanischen Randbedingungen verifiziert. Dabei zeigte sich, dass im Regelfall andere Lasten auftreten als bisher angenommen. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde eine bedarfsgerechte Variantenstrategie mit zwei technologischen Pfaden entwickelt. Für die extrem hochbelasteten Spezialfälle wurden zwei robuste Varianten ausgelegt: eine als Schmiedeteil und eine als Rohrteil. Für die niedrig belasteten Standardfälle wurde eine signifikant leichtere Variante aus Rundstab konstruiert, welche durch das geringe Gewicht (-12%) den Montageaufwand im Feld verringert. Sämtliche Varianten wurden mittels eines morphologischen Kastens ermittelt, per Stärkediagramm selektiert, im CAD auskonstruiert und per Festigkeitsnachweis validiert.

Wirtschaftliche Optimierung

Auf Basis realer Lieferantenangebote wurde eine umfassende Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt. Da die Initialkosten für die notwendigen Schmiede- und Biegewerkzeuge einmalig hoch ausfallen, wurde mittels einer auf das Projekt angepassten Losgrössenberechnung unter Berücksichtigung der Kapitalbindungskosten (Lagerkostensatz) das betriebswirtschaftliche Optimum für die BKW ermittelt. Die Stückkosten maximal 50 CHF können je nach Träger und Angebot bis zu 60% reduziert werden.

Projektreife und Ausblick

Die vorliegende Arbeit überführt die theoretischen Konzepte in die physische Realisierungsphase. Aufgrund der werkzeuggebundenen Fertigungsverfahren ist das Projekt am Übergang zur Prototypen- und Validierungsphase angesiedelt. Für die fertigungstechnische Umsetzung, Werkzeugbeschaffung und die anschliessende messtechnische Feldvalidierung der Prototypen beider Varianten ist eine Durchlaufzeit von rund zwölf Monaten projektiert. Danach ist das optimierte System ab Juni 2027 vollständig bereit für die finale Serienbeschaffung von insgesamt 22'500 Stück über einen Zeithorizont von fünf Jahren.



Philip Fahrni

philip.fahrni@besonet.ch



CAD-Bild der Variante «Schnorchel» aus einem gebogenen und plattgedrücktem Rohr

Vermeiden von Anlauffarben beim WIG-Schweissen von rostfreiem Edelstahl

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuerin: Prof. Dr. Annette Kipka

Industriepartner: Wolfram Industrie GmbH, Winterthur

26

Anlauffarben sind unerwünschte Oxidschichten und müssen mit zusätzlichen Prozessschritten entfernt werden. Diese Thesis untersucht, wie sich Anlauffarben durch gezielte Zusammensetzung des Schutzgases bereits beim Schweissen vermeiden lassen und prüft, ob sich der Prozess mittels optischer Emissionsspektroskopie (OES) überwachen und regeln lässt.



Raphaël Jean Roger Gazeau

Ausgangslage

Anlauffarben im Bereich der Schweissnaht werden durch Nachbehandlungsverfahren wie Bürsten, Beizen oder Elektropolieren entfernt. Das bedeutet längere Fertigungszeit, höhere Kosten und Einsatz umweltschädlicher Chemikalien. Die Vermeidung der Bildung von Anlauffarben (s. Abb. 1a) ist daher von grossem wirtschaftlichem Interesse. In der vorgängigen Projektarbeit wurde gezeigt, dass geringe Mengen Wasserstoff im Argon-Schutzgas die Bildung von Anlauffarben reduzieren bzw. sogar gänzlich verhindern (s. Abb. 1b). Reines Argon und höhere Wasserstoffanteile führen dagegen zu stärkerer Verfärbung. Das wird auf zwei gegenläufige Wirkungen des Wasserstoffs zurückgeführt: eine reduzierende Wirkung bei geringen Anteilen und einen erhöhten Wärmeeintrag bei höheren Anteilen.

Ziel

- Optimalen Bereich der Wasserstoffkonzentration im Schutzgas bestätigen und eingrenzen
- Einfluss der Stromstärke auf diesen Konzentrationsbereich untersuchen
- Prüfen, ob sich die Bildung von Anlauffarben mittels OES während des Schweissens überwachen lässt
- Eine geeignete Messgrösse für ein Regelsystem ableiten
- Korrosionsbeständigkeit und industrielle Umsetzbarkeit bewerten

Vorgehen

Auf einer WIG-Schweissanlage wurden Schweissproben gefertigt. Variiert wurden Schutzgaszusammensetzung und Schweissstrom. Das Spektrum des Lichtbogens wurde mittels OES aufgezeichnet. Die Verfärbung wurde unter Verwendung eines MATLAB- und PYTHON-Codes quantifiziert und die OES-Signale mit der quantifizierten Verfärbung korreliert. Ergänzend wurde die Korrosionsbeständigkeit nach ausgewählten Nachbehandlungen geprüft.

Ergebnisse und Ausblick

Anlauffarben lassen sich durch einen gezielt eingestellten Wasserstoffanteil im Schutzgas vermeiden. Die Eignung der OES als Inline-Messmethode zur Steuerung des optimalen Wasserstoffgehalts im Schutzgas wurde bestätigt. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für ein Regelkonzept, bei dem ein aus den OES-Signalen abgeleiteter Messwert den Wasserstoffanteil während des Schweissens einstellt. Der Zusammenhang zwischen Anlauffarben und Korrosionsbeständigkeit sowie die Stabilität der OES-Messungen sind Gegenstand weiterführender Untersuchungen.



Nicolas Cédric Jean-Luc Hunziker

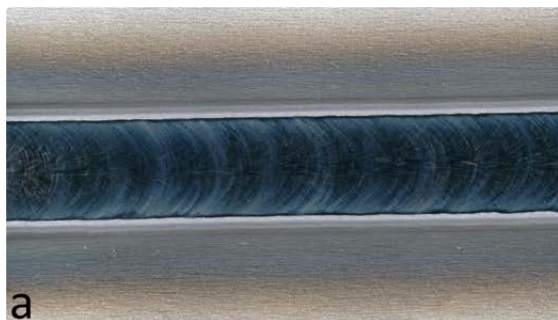


Abb. 1a und 1b: WIG-Schweissnaht mit Anlauffarben (1a) und ohne Anlauffarben (1b). Die Bildung von Anlauffarben konnte durch Optimierung des Wasserstoffgehaltes im Schutzgas vermieden werden.



Korrekturverfahren zum Laser-Schneiden von Batteriefolien

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling

Industriepartner: Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S, Burgdorf

28

In der Batterieforschung des I3S werden mit einem Laser verschiedene Materialien bearbeitet. Für geringe geometrische Abweichungen müssen der Scanner und der Laser exakt synchronisiert werden. In dieser Arbeit werden geschwindigkeits- und geometrieabhängige Parameter zur Verbesserung der Bearbeitungsqualität ermittelt und softwareseitig umgesetzt.



Lukas Elias Glauser

Ausgangslage

Die Bearbeitungsqualität des Lasersystems des I3S hängt von der Synchronisierung zwischen Laser und Scanner ab. Entscheidend dafür sind mehrere Verzögerungszeiten zwischen Scannerbewegung und Ein- bzw. Ausschalten des Lasers, sogenannte «Delays». Beim bestehenden System treten geschwindigkeits- und geometrieabhängige Fehler auf.

Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es, die Bearbeitungsqualität des Lasersetups softwareseitig zu verbessern. Dazu werden Korrekturparameter für die Synchronisierung von Laser und Galvanometerscanner bestimmt und implementiert. Die Korrektur soll im Geschwindigkeitsbereich von 0.5 bis 5 m/s eine maximale geometrische Abweichung von 0.1 mm einhalten und für eine Testgeometrie sowie eine anwendungsnahe Geometrie anwendbar sein.

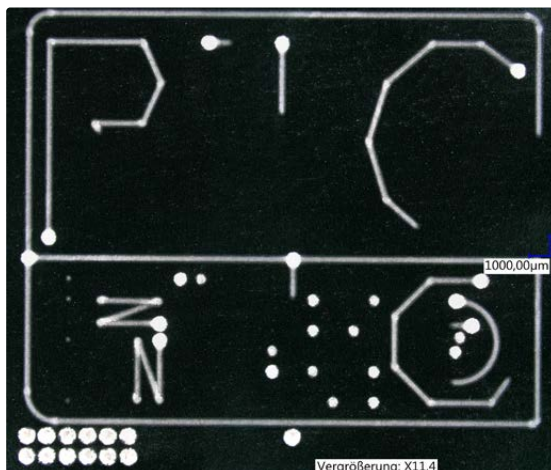
Vorgehen

Zunächst wurde eine Testgeometrie entwickelt, um die Fehlerbilder sichtbar zu machen und auszuwerten. Danach wurden Gravurparameter bestimmt, die Messunsicherheit untersucht und mögliche Fehlerquellen

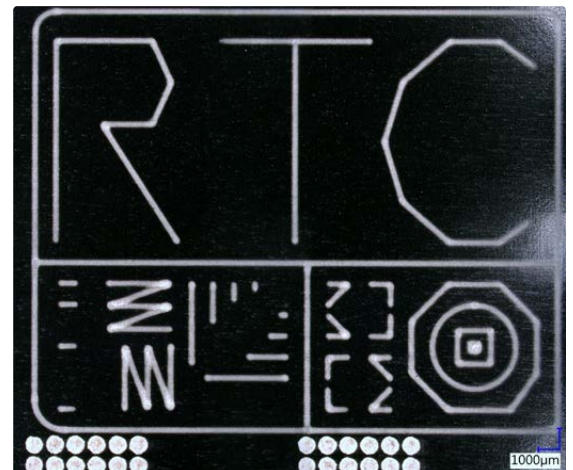
analysiert. Die Qualitätsverbesserung erfolgte in mehreren Zyklen. Zuerst wurde SCANahead aktiviert, wodurch die Scannerbewegung vorausgeplant und die Delays automatisch berechnet werden. Da damit nicht alle Fehler behoben werden konnten, wurden Laser-Delay-Shifts als Feineinstellparameter untersucht. Diese wurden abhängig von Geschwindigkeit und Linienlänge bestimmt und über eine Lookup-Tabelle mit linearer Interpolation eingebunden. Zusätzlich wurden Zwischensprünge sowie die Parameter CornerScale und EndScale untersucht.

Ergebnisse

Die Referenzmessungen ergaben reproduzierbare Fehler, die mit zunehmender Geschwindigkeit stärker auftraten, wodurch Delay-Fehler als Hauptursache identifiziert wurden. Durch SCANahead wurde die Bearbeitungsqualität verbessert, die geforderte Genauigkeit jedoch noch nicht erreicht. Durch die zusätzliche Berücksichtigung der Linienlänge, von Zwischensprüngen sowie der Parameter CornerScale und EndScale liegen die Einbrennstellen und Linienlängenabweichungen innerhalb der Toleranz. Restfehler verbleiben bei Zickzack-Mustern und 45°-Winkeln, da dort einzelne Bereiche mehrfach graviert werden.



Ausgangslage



Finale Korrektur

Schnellwechselsystem für LKW-Aufbauten und Kräne

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Roland Rombach
Experte: Fabian Rüegg

29

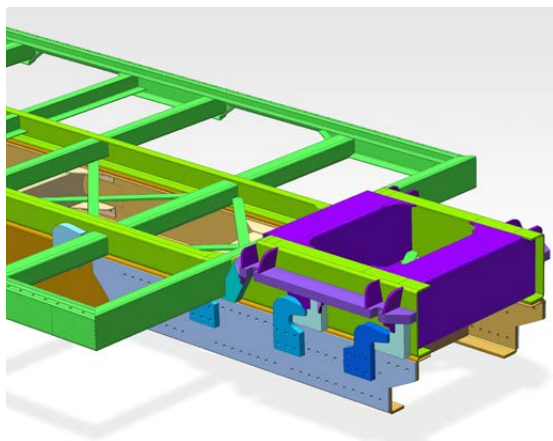
Ein Schnellwechselsystem für Aufbauten ermöglicht es, LKWs in kurzer Zeit für unterschiedliche Einsatzbereiche umzurüsten und damit flexibel auf wechselnde Kunden- und Auftragsanforderungen zu reagieren. Durch den Austausch von Aufbauten und Kränen an einem einzigen Fahrzeug lässt sich die Auslastung erhöhen und damit die betriebliche Effizienz steigern.

Ausgangslage

Die Fahrzeuge der Auftraggeberin verfügen heute über fest montierte Aufbauten, wodurch sie nur für bestimmte Arbeiten eingesetzt werden können. Diese fehlende Flexibilität führt dazu, dass Fahrzeuge zeitweise ungenutzt bleiben. Aus diesem Grund soll ein Wechselsystem für Aufbauten und Kräne entwickelt werden. In einem ersten Schritt wurden dafür die funktionalen Anforderungen und die Grenzen der Entwicklung definiert, Konzeptvarianten ausgearbeitet und eine Variante zur Detaillierung ausgewählt.

Ziel

Ziel dieser Arbeit war die konstruktive Ausarbeitung und die Überprüfung der Festigkeit eines Schnellwechselsystems, das den sicheren und schnellen Austausch von Aufbauten und Kränen an einem Lastwagen ermöglicht. Das System umfasst einen Grundaufbau als einheitliche Plattform für verschiedene Aufbauvarianten – darunter offene Brücken, Planenaufbauten, Mitnahmestapler, Hebebühnen sowie Front- und Heckkräne – mit zugehörigem Wechselmechanismus sowie ein kompatibles Kranwechselsystem.



Modell des Fahrgestells mit aufgesetztem Grundaufbau und der Aufnahme für einen Kran.

Vorgehen

Zu Beginn wurde die Systemarchitektur definiert, um den Anforderungen aus dem Lastenheft gerecht zu werden, anschliessend wurde der Grundaufbau als tragende Struktur konstruiert. Als Wechselmechanismus wurde ein Verriegelungssystem entwickelt, das als Schnittstelle zwischen Grundaufbau und Fahrzeug dient; dessen Betätigung sowie die dafür erforderlichen mechanischen Elemente wurden konstruktiv festgelegt und konzeptionell im Fahrzeug integriert. Zusätzlich wurde ein Kranwechselsystem entwickelt, das die bereits bestehenden Anbindungen der Kräne der Auftraggeberin übernimmt und lediglich aufbauseitig neu konstruiert wurde. Weiter wurde ein CAD-Modell erstellt, das als Grundlage für das FEM-Modell und die Festigkeitsberechnungen diente. Aufgrund zu erwartender Betriebsbedingungen wurden relevante Lastfälle definiert, welche mittels FEM-Berechnungen der Untersuchung der Festigkeit dienten.

Ergebnis und Ausblick

Die geforderten Konstruktionen wurden ausgearbeitet und deren Festigkeit anhand definierter Lastfälle untersucht. Die Auswertung der Berechnungen zeigte, dass im aktuellen Auslegungszustand kein vollständiger Festigkeitsnachweis für das Gesamtsystem durchgeführt werden konnte; stattdessen konnten konstruktive Schwachstellen im Modell identifiziert werden und darauf aufbauend, Lösungsansätze zur Optimierung der Konstruktion und des Rechenmodells erarbeitet werden. Zudem wurde eine Risikoanalyse durchgeführt und entsprechende Risikominderungen festgelegt.

Eine mögliche Fortsetzung der Arbeit umfasst die Umsetzung der erarbeiteten Lösungsansätze, erneute Simulationen und Festigkeitsberechnungen. Nach erfolgten Festigkeitsnachweisen können die Komponenten vollständig in das Fahrzeug integriert werden.



Christian Imanuel Grünwald
grunenw.ch@gmail.com

Automatisierung eines Durchlässigkeitsbeiwert-Prüfstandes

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst

30 Industriepartner: Institut für Infrastruktur und Umwelt, BFH-AHB, Burgdorf

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine bestehende Laborprüfvorrichtung zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit von Bodenproben (k-Wert) automatisiert, um den manuellen Messaufwand zu reduzieren und die Reproduzierbarkeit der Messungen zu verbessern.



Leon Hafen

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit von Böden stellt einen wichtigen Bestandteil geotechnischer Untersuchungen dar. Die bisher eingesetzte Prüfvorrichtung erforderte eine manuelle Datenerfassung, wodurch der Personalaufwand erhöht und die Reproduzierbarkeit der Messungen eingeschränkt war. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung und Umsetzung einer Automatisierungslösung für die bestehende Laboranlage.

Konzept

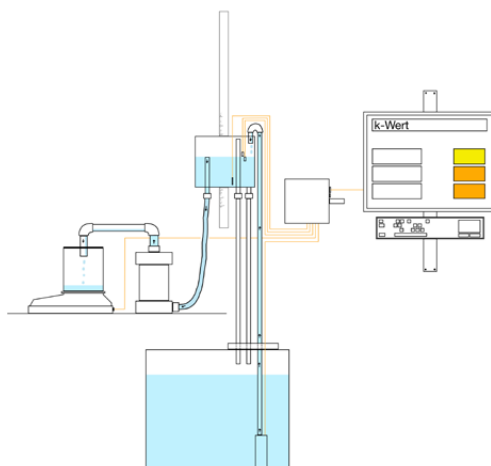
Hierfür wurde ein modulares Mess- und Automatisierungssystem auf Basis eines Raspberry Pi entwickelt. Das System umfasst die kontinuierliche Erfassung der Durchflussmenge mittels Laborwaage, die Temperaturmessung mit PT100-Sensoren, eine automatische Wasserstandsregelung für den hydraulischen Gradienten mittels Schwimmerschaltern sowie eine grafische Benutzeroberfläche zur Parametrierung, Überwachung und Speicherung der Messdaten. Die Architektur ist objektorientiert aufgebaut, um Wartung und zukünftige Erweiterungen, sowie Anpassungen zu erleichtern.

Validierung

Die Prüfvorrichtung ist installiert und erfolgreich in Betrieb genommen. Zur Validierung der Datenerfassung wurde ein Versuch unter identischen Randbedingungen dreifach durchgeführt. Die aufgezeichneten Durchflussraten zeigen eine hohe Reproduzierbarkeit. Die relative Standardabweichung der gemessenen Mittelwerte liegt bei unter einem Prozent. Die Temperatursensoren sind kalibriert und in das Messsystem integriert. In Rücksprache mit dem Laborpersonal konnten bereits erste Optimierungen an der Benutzeroberfläche umgesetzt werden.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass die entwickelte Automatisierungslösung eine zuverlässige und reproduzierbare Datenerfassung ermöglicht. Dadurch werden manuelle Tätigkeiten reduziert und die Voraussetzungen für eine effiziente und erleichterte Durchführung zukünftiger Durchlässigkeitsversuche geschaffen.



Aufbau_Automatisierter_Pumpenprüfstand

Entwicklung eines Testaufbaus für die Laserreinigung

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling
Experte: Daniel Rutz
Industriepartner: Novosan Laser Clean AG, Zollikofen

31

Die Novosan Laser Clean AG entwickelt ein mobiles Laserreinigungsgerät mit gepulster Lasertechnologie. Um die Auswahl geeigneter Laserparameter zu vereinfachen, soll in Zusammenarbeit mit der BFH eine vereinfachte und teilweise automatisierte Parametrierung entwickelt werden. Als Grundlage für dieses Innovationsprojekt wurde in dieser Bachelorarbeit ein Testaufbau entwickelt, mit dem sich Laserparameter in einer kontrollierten Laborumgebung systematisch untersuchen lassen.

Ausgangslage

Die Laserreinigung hat sich in den letzten Jahren als schonendes und vielseitiges Verfahren zur Entfernung von Beschichtungen und Verschmutzungen etabliert. Sie findet unter anderem Anwendung bei der Entfernung von Graffiti oder bei der Restaurierung denkmalgeschützter Bauwerke, bei denen eine materialschonende Bearbeitung besonders wichtig ist. Meistens werden dabei gepulste Laser eingesetzt, da Parameter wie Pulsfrequenz, Pulsdauer und Leistung flexibel angepasst werden können. Die Auswahl der optimalen Parameter erfolgt bislang weitgehend manuell, erfahrungsbasiert und mit hohem Zeitaufwand. Aktuelle Geräte bieten kaum Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Parameterkombinationen. Die Novosan Laser Clean AG verfolgt nun das Ziel, eine vereinfachte und teilweise automatisierte Parametrierung ihres Laserreinigungsgeräts zu entwickeln. In Zusammenarbeit mit der BFH sollen in einem nachfolgenden Innovationsprojekt gezielte Parameterstudien durchgeführt und darauf aufbauend eine automatisierte Unterstützung der Parameterauswahl realisiert werden. Die vorliegende Bachelorarbeit bildet die technische Grundlage für dieses Vorhaben.

Ziel

Ziel war die Entwicklung und Umsetzung eines Testaufbaus, mit dem sich Laserparameter unter reproduzierbaren und kontrollierten Laborbedingungen systematisch untersuchen lassen.

Umsetzung

Der entwickelte Testaufbau kombiniert einen fest montierten Laserkopf mit zwei motorisierten Linearachsen, welche die Probe und den Laserkopf automatisiert in X- und Y-Richtung verfahren. Dadurch lassen sich definierte Prozessgeschwindigkeiten, konstante Bearbeitungsabstände und reproduzierbare Bahnführungen realisieren. Die Z-Achse sowie der Winkel des Laserkopfs können manuell eingestellt werden, um unterschiedliche Materialdicken, Laseroptiken und

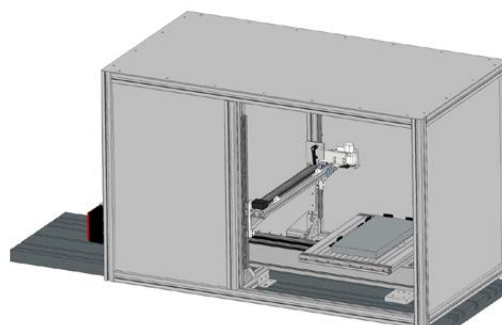
Bearbeitungswinkel zu untersuchen. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs ist der mechanische Aufbau in eine geschlossene Sicherheitskammer integriert. Zusätzlich sorgt eine externe Absaugungsanlage für die zuverlässige Absaugung und Filterung von den beim Reinigungsprozess entstehenden Emissionen wie Dämpfen und Staubpartikeln. Die Steuerung des Systems erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), welche die Bewegungsabläufe mit der externen Schnittstelle des Lasergeräts koppelt. Auf diese Weise können vordefinierte Listen von Laserparametern automatisiert abgearbeitet werden.

Ergebnisse

Im Rahmen der Arbeit wurden der mechanische Aufbau konstruiert, geeignete Komponenten ausgewählt und die Softwarearchitektur definiert. Der Grundaufbau wurde aufgebaut, die Steuerung der Achsen umgesetzt und erste Funktionstests durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der entwickelte Testaufbau die sicherheitsrelevanten und funktionalen Anforderungen erfüllt und eine präzise sowie wiederholbare Bearbeitung ermöglicht. Damit stellt er eine geeignete Basis für zukünftige Parameterstudien und für die Entwicklung einer automatisierten Parametrierung des Laserreinigungsprozesses dar.



Sabrina Hirt
sabrina.hirt@gmx.ch



CAD Modell des Testaufbaus

Automatisierte Positionierung eines Dentalinstruments

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Melchior Borer

Industriepartner: Mollet Präzisionsmechanik AG, Lengnau

32

Kleine Bauteile, hohe Präzision, viele Wiederholungen: Eine Roboterapplikation soll das anspruchsvolle Handling von Kardangelenken automatisieren und damit ermöglichen, den Laserschweissprozess künftig bei der Mollet Präzisionsmechanik AG inhouse und wirtschaftlicher umzusetzen.



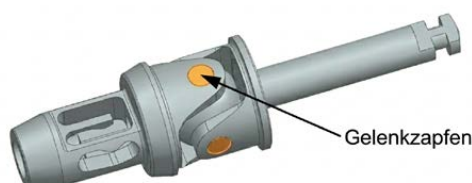
Ole Fritjof Höller
olehoeller@web.de

Ausgangslage und Zielsetzung

Für eine Grossserie von Kardangelenken entsteht eine hohe Anzahl einzelner Schweissvorgänge. Dabei sollen die Gelenkzapfen mittels Laserschweissverfahren dauerhaft fixiert werden. Bisher erfolgt das Einlegen, Ausrichten, Entnehmen und Weiterverarbeiten manuell. Dieser repetitive Prozess ist zeitaufwendig, kostenintensiv und birgt das Risiko von Positionierungsfehlern. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer automatisierten Lösung, welche die Kardangelenke aus einem Tray aufnimmt, ausrichtet, in das Dreibackenfutter des Laserschweissautomaten einsetzt, während des Schweissprozesses lagegenau hält und anschliessend wieder ablegt.

Vorgehen

Zu Beginn werden die Systemanforderungen analysiert und daraus funktionale Anforderungen abgeleitet. Darauf aufbauend werden verschiedene Konzepte für das Greifen, Ausrichten, Fixieren und Ablegen der Kardangelenke entwickelt und bewertet. Das gewählte Konzept wird konstruktiv ausgearbeitet, insbesondere die Baugruppen Greifer, Stütze, Halterung des Dreibackenfutters sowie Bereitstellungs- und Ablage-Trays. Zur praxisnahen Überprüfung wird das finale Konzept mithilfe ausgewählter 3D-gedruckter Bauteile in einfachen Versuchsaufbauten getestet. So können Geometrien, Zugänglichkeiten und Bewegungsabläufe beurteilt und optimiert werden. Ergänzend werden grundlegende Sicherheitsaspekte betrachtet.



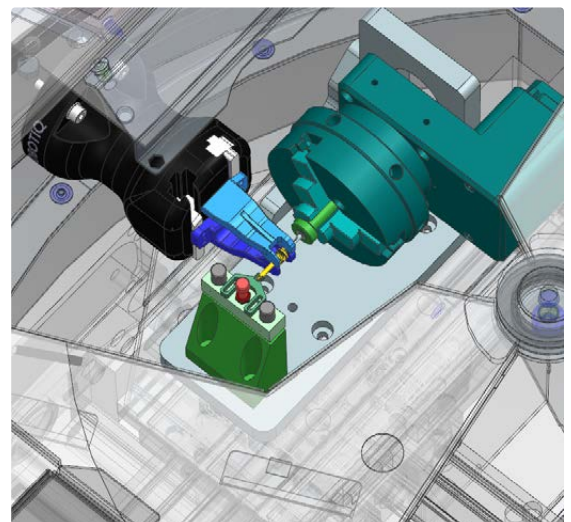
Gelenk für Dentalanwendungen mit festzuschweisenden Gelenkzapfen.

Die Kommunikation zwischen Roboter und Laser erfolgt über ein digitales Handshake-Protokoll mit 24-V-I/O-Signalen.

Ergebnisse

Das Ergebnis ist ein ausgearbeitetes Konzept einer Roboterapplikation zur Automatisierung des Handlings vor und nach dem Laserschweissprozess. Die 3D-gedruckten Modelle zeigen, dass die vorgesehenen Funktionen und Bewegungsabläufe grundsätzlich wie geplant funktionieren.

Damit wird die Grundlage geschaffen, den Laserschweissautomaten künftig wirtschaftlich und mit hoher Wiederholgenauigkeit in der Inhouse-Fertigung einzusetzen. Da die Lasieranlage während der Arbeit noch nicht verfügbar ist, werden die mechanischen und elektrischen Schnittstellen anhand von Herstellerdaten und CAD-Modellen für eine spätere Integration vorbereitet.



Innenansicht des Schweissautomaten mit Vorrichtungen.

Impaktor für Fahrzeugsicherheitsprüfungen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Giuliano Soldati
Experte: Fabian Rüegg
Industriepartner: DTC Dynamic Test Center AG, Vauffelin

33

Um bei Unfällen mit Personenschäden das Verletzungsrisiko abschätzen zu können, bietet die DTC Dynamic Test Center AG diverse Testmöglichkeiten für Verkehrsmittel an. Um das Leistungsangebot stets auf höchstem Niveau halten zu können, wird eine neue Katapultanlage für Prüfungen im Bereich des Fussgängerschutzes und des Flugzeuginsassenschutzes benötigt. Im Rahmen der Bachelorarbeit wird eine Anlage für das normgerechte Katapultieren von Dummy-Körperteilen entwickelt.

Ziel der Bachelorarbeit

Diverse Normen für den Strassenverkehr oder die Flugzeugindustrie fordern die Überprüfung des Verletzungsmasses gewisser Bauteile, indem Dummy-Körperteile mit einer bestimmten Geschwindigkeit daran anprallen.

Die DTC Dynamic Test Center AG (DTC AG) führt solche Tests mit einer Katapultanlage (Impaktor) durch, die ihre Lebensdauer allmählich erreicht hat. Ein neuer Impaktor soll als Ersatz angeschafft werden. Angesichts der hohen Marktpreise solcher Nischenprodukte ist eine Neuentwicklung wirtschaftlich sinnvoll. Der neue Impaktor soll im Bereich der Zuverlässigkeit, Handlichkeit und Leistung gegenüber der bisher genutzten Anlage optimiert werden.

Vorgehen

In einer vorgängig durchgeführten Projektarbeit wurden, mit Hilfe der Methodik der Produktentwicklung, verschiedene Lösungsvarianten erarbeitet. Nach einer technischen und wirtschaftlichen Bewertung wurde zusammen mit der DTC AG ein Konzept ausgewählt. Die Bachelorarbeit führt dieses Konzept im Detail aus. Die Bauteile werden rechnerisch ausgelegt und anschliessend ausgewählt und/oder konstruiert. Gleichzeitig werden für den Betrieb relevante Dokumente ausgearbeitet.

Konzept

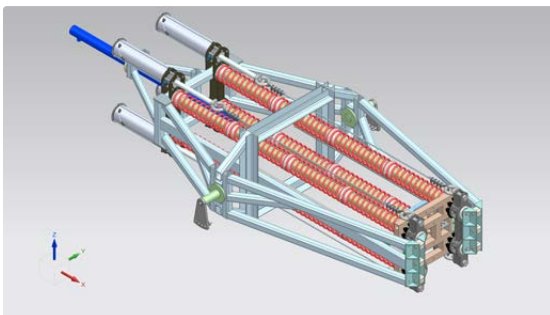
Das Katapult wird durch ein Federpaket mit parallel und seriell angeordneten Federn angetrieben. Die Geschwindigkeit des geschleuderten Dummy-Körperteils kann in Abhängigkeit der Vorspannung eingestellt werden. Das präzise Vorspannen der Federn wird mit einem Hydraulikzylinder und einer Kraftmessdose umgesetzt. Die Auslösung erfolgt mechanisch über ein Zugseil aus der Distanz. Die Bewegung der Federn und der Führungselemente wird durch eigens konturierte hydraulische Stossdämpfer am Ende der Beschleunigungsstrecke abgebremst. Der Impaktor wird an einer Stahlkonstruktion aufgehängt. Stufenlose Einstellmöglichkeiten in der Höhe, des Winkels und der lateralen Verschiebung ermöglichen ein präzises Ausrichten des Auftreffpunktes. Das Konzept des neuen Impaktors ermöglicht eine breitere Palette an Anwendungs- und Testmöglichkeiten, da sowohl die katapultierbare Masse als auch die Geschwindigkeit erhöht wird. Zudem wird die Handhabung des neuen Systems wesentlich vereinfacht.

Aussichten

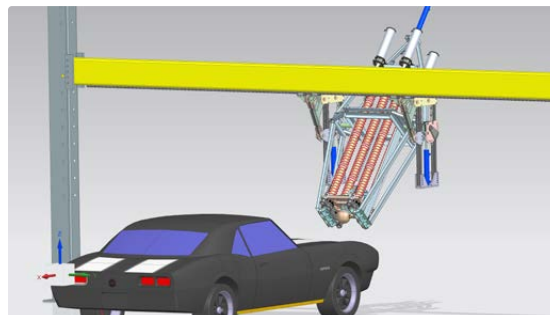
Das erarbeitete Konzept, in Form einer detaillierten CAD-Konstruktion, wird an die DTC AG übergeben. Die nächsten Schritte der DTC AG umfassen die Prüfung der Ergebnisse und das In-die-Wege-Leiten des Herstellungsprozesses. Der Autor wird das Projekt und dessen Realisierung als Angestellter der DTC AG weiterhin begleiten.



Micha Jenny



CAD-Konstruktion des Impaktors 2.0 der DTC AG



Impaktor 2.0 der DTC AG in Prüfkfiguration

Entwicklung eines Inertisierungssystems für einen feuchtigkeitssensitiven Prozess

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Lukas Moser
Experte: Torsten Johne

34

Feuchtigkeitssensitive Prozesse führen in der industriellen Fertigung häufig zu Qualitätsproblemen und Produktionsunterbrüchen. In dieser Arbeit wird ein Inertisierungssystem entwickelt und optimiert, das eine kontrollierte, homogene Schutzatmosphäre bereitstellt. Ziel ist es, die Prozessstabilität zu erhöhen und den Inertgasverbrauch durch gezielte strömungstechnische Auslegung zu minimieren.



Timo Kölle
timo99@hotmail.ch

Ziel

In vielen industriellen Fertigungsprozessen reagieren Materialien bereits bei geringer Luftfeuchtigkeit unerwünscht mit Sauerstoff oder Wasserdampf. Besonders bei feuchtigkeitssensitiven Klebstoffen führt dies zu vorzeitigem Aushärten, Verstopfungen von Mischsystemen und wiederkehrenden Produktionsunterbrüchen. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und Optimierung eines Inertisierungssystems, dass solche Prozesse zuverlässig schützt und gleichzeitig ressourceneffizient betrieben werden kann.

Vorgehen

Zur Bewertung und Optimierung der Strömungsverhältnisse werden numerische Strömungssimulationen (CFD) durchgeführt. Mithilfe stationärer und instationärer Simulationen werden Durchmischung, Totzonen und Wirbelbildungen innerhalb der Kammer analysiert. Die Simulationsergebnisse dienen als Grundlage für die Anpassung der Einströmgeometrien sowie für die Auswahl geeigneter Betriebsparameter. Ergänzend dazu werden experimentelle Messungen an der realen Anlage durchgeführt, um die Simulationen zu validieren und das reale Systemverhalten zu erfassen.



Inertisierungssystem an Misch- und Dosieranlage

Resultate

Die Ergebnisse zeigen, dass sich in der Kammer, nach einem initialen Spülvorgang, zuverlässig niedrige Feuchtigkeitswerte und eine homogene Schutzatmosphäre einstellen. Dabei erweist sich insbesondere die Einströmgeschwindigkeit als entscheidend für die Effizienz der Inertisierung. Auf Basis von Strömungssimulationen und Messungen wurden verschiedene Einströmkonzepte entwickelt, welche die Durchströmung verbessern und eine gleichmässige Feuchtigkeitsverdrängung ermöglichen. Dadurch kann der Stickstoffverbrauch weiter reduziert werden, ohne die Prozesssicherheit zu beeinträchtigen.

Die Arbeit verbindet konstruktive & elektrische Entwicklung, Programmierung, Strömungssimulation sowie experimentelle Validierung und liefert praxisnahe Erkenntnisse zur Auslegung von Inertisierungssystemen für feuchtigkeitssensitive industrielle Prozesse.



Strömungssimulation mit CFD

Realisierung einer Automatischen Produktaufnahme mit einem AMR

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Melchior Borer
Experte: Hanspeter Aeschlimann
Industriepartner: MAXON Motor AG, Sachseln

35

Im Auftrag der Berner Fachhochschule und in Zusammenarbeit mit der Maxon Motor AG wurde ein Konzept für ein automatisiertes System zur Produktaufnahme mithilfe eines autonomen mobilen Roboters (AMR) entwickelt. Ziel ist die selbstständige Aufnahme, das Stapeln sowie der Transport von Logistikkisten, wobei ein Prototyp im Rahmen dieser Bachelorarbeit umgesetzt wird.

Inhalt der vorlaufenden Projektarbeit (PA):

In der PA wurde ein Gesamtkonzept für den Prozess eines autonomen Systems zur Aufnahme, Stapelung und Bereitstellung von Logistikkisten mithilfe eines AMR erarbeitet. Für die AMR-Funktionen wurden der Quick Mover von Nord Modules sowie der AMR MiR250 ausgewählt. Die übrigen Funktionen werden in der weiterführenden Arbeit durch ein Linearachsportal übernommen, welches als Prototyp umgesetzt wird.

Prozess:

- Die Logistikkisten werden in der Logistik gerüstet, wobei alle relevanten Informationen digital erfasst und gespeichert werden.
- Anschliessend gelangen die Kisten über eine Rollenbahn zum Portal.
- Dort werden sie nach Produktionsstandort sortiert und gestapelt.
- Der AMR übernimmt die Kistenstapel und transportiert sie autonom zum jeweiligen Produktionsstandort.

Hardware Original und Prototyp:

Linearachse:

Im Originalsystem ist keine spezifische Linearachse definiert, es stehen jedoch geeignete Systeme für die erforderliche Grösse und Nutzlast zur Verfügung. Der Prototyp wird mit einem kostengünstigen Raumportal von igus realisiert, das ausreichende Nutzlast und Geschwindigkeit bietet.

Station:

Im Original kommen Standardstationen von Nord Modules zum Einsatz. Für den Prototyp werden alle Stationen 3D-gedruckt und ermöglichen das manuelle Verschieben der Kisten.

Greifer:

Der Greifer ist eine Eigenkonstruktion und nutzt lediglich Linearführungen und einen Elektrozyylinder als Einkaufsteile. Alle weiteren Komponenten sind

im Original Eigenfertigungsteile und werden für den Prototyp 3D-gedruckt.

Sensorik:

Zur Überwachung der Ablageflächen werden Lichttaster von Baumer eingesetzt, die im Prototyp zusätzlich als Lichtvorhang-Simulation dienen. Am Greifer misst ein Baumer-Distanzsensoren den Stapelabstand. Die Kistenerkennung erfolgt über einen Barcode-Scanner von Datalogic.

Software:

Die SW wurde in TC 3 objektorientiert programmiert. Dadurch ist sie skalierbar und auf das Originalsystem übertragbar. Die Kommunikation erfolgt über vordefinierte Datensätze, die im Prototyp ohne externe Anbindung genutzt werden.

Fazit:

Durch die Entwicklung und Umsetzung eines Prototyps wird eine Validierung des zuvor erarbeiteten Konzepts ermöglicht. Der Prototyp erlaubt eine detaillierte Analyse des Stapel- und Bereitstellprozesses sowie die frühzeitige Identifikation von Optimierungspotenzialen. Beim Abschluss des Projekts liegen ein teil ausgearbeitetes Konzept des Originalsystems, ein definierter Prozess, ein funktionsfähiger Schaltschrank sowie ein teilfunktionsfähiger Prototyp vor.



Silvano Lüthi



Prototypen

Implementierung eines Prüfstands für Elektromotoren

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer*in: Oliver Kilian Fässler

Experte: Valerio Romano

36 Industriepartner: Polaris Technology Center, Burgdorf

Am Polaris Technology Center Burgdorf wurde ein Back-to-Back-Prüfstand für Permanentmagnet-Synchronmaschinen in Betrieb genommen. Die Arbeit umfasst die elektrische Integration, das Sicherheitskonzept, die CAN-basierte Steuerungsimplementierung, die Konfiguration des Messdatenerfassungssystems und die Validierung der Steuerung, sowie der Messkette.



Simon Lüthi

078 766 44 04

simon.reberr@gmail.com

Ausgangslage

Das Polaris Technology Center betreibt Forschung an elektrischen Traktionsantrieben. Für die Charakterisierung und Verlustanalyse solcher Antriebe wurde ein Elektromotoren-Prüfstand nach dem Back-to-Back-Prinzip aufgebaut: Zwei mechanisch gekoppelte Maschinen tauschen Energie über einen gemeinsamen Gleichspannungskreis aus, was einen energieeffizienten Prüfbetrieb bei vergleichsweise geringem Netzanschlussbedarf ermöglicht. Der mechanische Aufbau lag zu Beginn der Arbeit vor; die elektrische Inbetriebnahme, die Steuerung, die Messdatenerfassung und das Sicherheitskonzept waren vollständig offen.

Vorgehen

Die elektrische Installation wurde vollständig geplant und dokumentiert. Sie umfasst neben der Leistungsverteilung auch die Steuer- und Datenebene. Das Sicherheitskonzept basiert auf einer systematischen Risikoanalyse und realisiert zwei unabhängige Sicherheitskreise, die bei jeder sicherheitsrelevanten Zustandsänderung – ob Türöffnung, gelöster Steckverbinder oder Notabschaltung – die Gleichspannungsversorgung hardwareseitig sperren. Die Steuerung beider Motorcontroller erfolgt über zwei physisch getrennte CAN-Busse mittels CANalyzer. Ein eigens entwickeltes CAPL-Skript übernimmt die Restbussimulation, die Sollwertvorgabe sowie die zyklische Kommunikation mit beiden Reglern und stellt

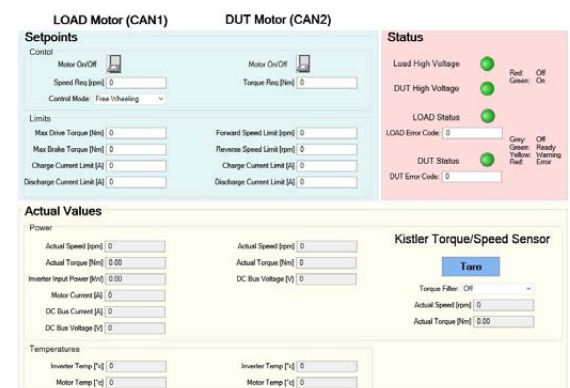
den stabilen Betrieb ohne Fahrzeugnetzwerk sicher. Eine grafische Bedienoberfläche ermöglicht dem Operator die Vorgabe von Drehzahl und Drehmoment sowie die Überwachung aller relevanten Zustandsgrößen in Echtzeit. Das Messdatenerfassungssystem erfasst synchron elektrische und mechanische Größen und ist mit dem Steuerrechner über ein echtzeitfähiges Feldbussystem verbunden.

Ergebnisse

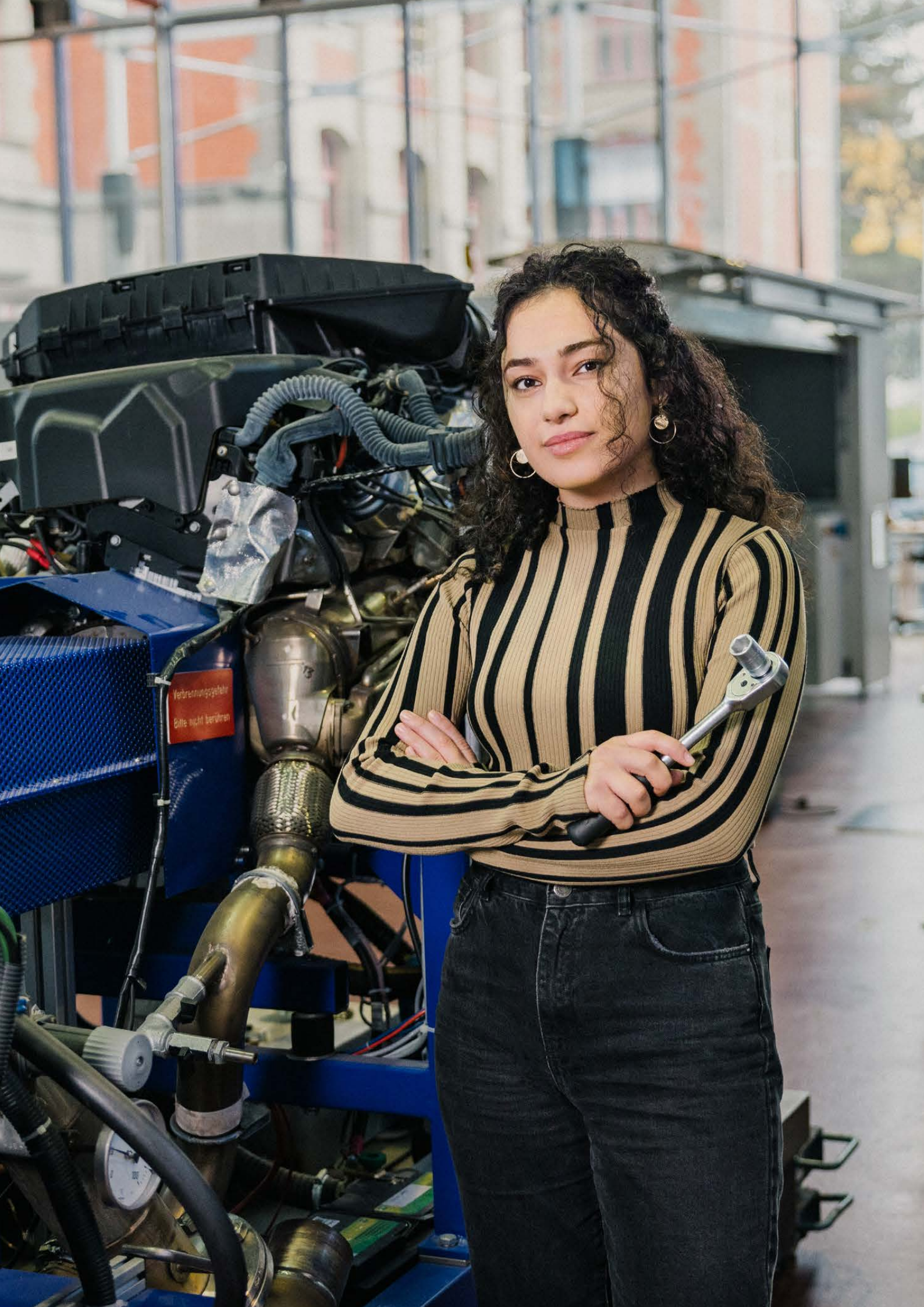
Der Prüfstand wurde vollständig in Betrieb genommen und die Messkette an realen Betriebspunkten validiert. Beide Motoren laufen stabil über die implementierte Steuerungsumgebung; Steuer- und Messdaten werden synchron erfasst und geloggt. Der dokumentierte und validierte Prüfstand steht dem Polaris Technology Center künftig für die systematische Charakterisierung elektrischer Traktionsantriebe zur Verfügung.



Fertig installierter Back-to-Back-Prüfstand mit beiden Permanentmagnet-Synchronmaschinen



Bedienoberfläche in CANalyzer mit Sollwertvorgabe, Grenzwerten, Istwertanzeige und Statusüberwachung



Realisierung eines automatisierten Greif- und Positionierroboter mit kamerabasierter Erkennung

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Fischer

Experte: Stefan Brandenberger (Höhere Fachschule Technik Mittelland)

38

Die Arbeit behandelt die Realisierung und Inbetriebnahme eines Greif- und Positionierroboters mit kamerabasierter Objekterkennung. Der Roboter erkennt, greift und sortiert Legoblöcke in einem automatisierten Ablauf. Der entwickelte Aufbau demonstriert zentrale Aspekte der Automatisierungs- und Mechatroniktechnik und wird als Exponat an Veranstaltungen der Maschinentechnik eingesetzt.



Alex Caspar Nieto
privat@a-nieto.ch

Ausgangslage

Für Workshops, Infotage und Ausstellungen des Fachbereichs Maschinentechnik der Berner Fachhochschule soll ein anschauliches Exponat entstehen. Es soll zeigen, wie ein Greif- und Positionierroboter Objekte erkennt, greift und sortiert. Die bereits bestehende Anlage war nicht dokumentiert und daher nicht lauffähig. Für den geplanten Einsatz waren Anpassungen an der Software, der Steuerung, der Mechanik und der Bilderkennung notwendig.

Ziel

Ziel der Arbeit war die Inbetriebnahme und Dokumentation eines kostengünstigen Greif- und Positionierroboters mit kamerabasierter Erkennung. Das System sollte Legoblöcke in unterschiedlichen Grössen und Farben erkennen und sortieren. Lage, Ausrichtung und Anzahl der Objekte sollten erfasst werden. Die Anlage sollte selbstständig arbeiten und über eine Benutzeroberfläche bedienbar sein. Ein CAD-Anlagenaufbau, die elektrischen Schemas wurden erstellt und die Software wurde sauber dokumentiert.

Vorgehen

Zu Beginn wurde der bestehende Aufbau analysiert. Daraus entstand eine Anforderungsliste. Elektronik und Steuerung wurden angepasst und neu ausgelegt.

Für die Anlage wurden Komponenten für Zuführung, Behälter sowie Kamera und Beleuchtung konstruiert, gefertigt und geprüft. Anschliessend wurden diese Bauteile in den Aufbau integriert. Einzelne Funktionen wurden getestet und für den automatisierten Betrieb vorbereitet. Ein Sicherheitskonzept wurde erstellt und umgesetzt. Der Gesamtablauf wurde überlegt und programmiert. In diversen Tests wurde die Software optimiert, um einen zuverlässigen Betrieb zu ermöglichen.

Ergebnis

Der Roboter wurde aufgebaut, getestet und in Betrieb genommen. Die Dokumentation mit CAD-Modell, elektrischen Schemas und Software sind erstellt. Die Bedienung erfolgt über eine Benutzeroberfläche auf einem Bedienungsdisplay. Alle geforderten Funktionen sind umgesetzt und im Betrieb überprüft. Der Aufbau eignet sich für Vorführungen und Veranstaltungen des Fachbereichs Maschinentechnik der Berner Fachhochschule. Damit steht ein einsatzbereites Exponat zur Verfügung, das den automatisierten Greif- und Sortierprozess demonstriert.



Abbildung 1: Benutzeroberfläche des Bedienungsdisplays



Abbildung 2: Gesamtaufbau des Greif- und Positionierroboter

Lichtleiter für Biofermenter

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling
Experte: Dr. Tobias Kockel (Nestlé)
Industriepartners: I3s, Burgdorf; HAFL, Zollikofen

39

Stickstoff und Phosphor werden als Dünger energieintensiv produziert und in der Abwasserreinigung vernichtet, statt im Kreislauf zu bleiben. Mikroalgen binden beide aus dem Abwasser, sofern sie sich auf einer Oberfläche festsetzen. Diese Arbeit entwickelt einen Lichtleiter, der Mikroalgen mit blauem Licht an einer Trägerfläche immobilisiert und so den Kreislauf schliesst, sodass weniger Nährstoffe in die Gewässer gelangen und Düngemittel rückgewonnen werden können.

Ausgangslage

Reaktiver Stickstoff wird über den Haber Bosch Prozess energieintensiv erzeugt und in der Abwasserreinigungsanlage (ARA) unter hohem Energieaufwand abgebaut, wobei gemäss Gewässerschutzverordnung nur rund die Hälfte des Stickstoffs entfernt wird. Phosphor wird weitgehend entfernt, nach der Klärschlammverbrennung jedoch nicht zurückgewonnen. Mikroalgen wie *Chlamydomonas reinhardtii* nehmen gelöste Stickstoff und Phosphorverbindungen auf und wandeln sie in verwertbare Biomasse um. Eine nutzbare Rückgewinnung erfordert die Immobilisierung der Algen auf einer Trägoberfläche durch lichtgesteuerte Adhäsion. Dafür geeignete Bioreaktoren mit integrierten Lichtleitern existieren bislang nicht.

Ziel

Ziel war die Entwicklung, Konstruktion und Validierungsvorbereitung eines stirnseitig beleuchteten Lichtleiters, der eine homogene Lichtnische bildet, auf der sich Mikroalgen als Biofilm anlagern. Gefordert waren eine über die Eintauchtiefe homogene Lichtauskopplung bei minimierten Verlusten sowie eine Skalierbarkeit vom Labormassstab bis in den Quadratmeterbereich. Zusätzlich sollte eine wirtschaftliche Abschätzung klären, ob sich die direkte Einkopplung von Sonnenlicht lohnt.

Vorgehen

Aus einer Literaturrecherche zu algenbasierten Kläranlagen, dem Adhäsionsverhalten von *Chlamydomonas reinhardtii* und Lichtleitung wurden Lastenheft und morphologischer Kasten abgeleitet. Eine Zielanpassung änderte die Anforderungen grundlegend. Da die Alge nicht über Photosynthese wächst, dient Licht nur der Steuerung der Adhäsion. Dadurch sank die erforderliche Lichtintensität um den Faktor 100 und das Spektrum verengte sich von 400-700 nm auf 450-470 nm. Eine wirtschaftliche Bewertung mit Wirkungsgrad- und Standortanalyse verglich die direkte Sonnennutzung über eine Fresnellinse mit der indirekten Nutzung über eine Photovoltaikanlage mit LED. Da vom breiten Sonnenspektrum nur dieser schmale Bereich nutzbar ist, entschied der Wirkungsgradvorteil von Faktor 10,9 zugunsten der Photovoltaikvariante. Prototyp P1 entstand im Labormassstab mit hocheffizienten blauen LED, stufenloser Strom- und Zyklussteuerung sowie einer 3D gedruckten Linearführung zum Verschieben der LED. Prototyp P2 wurde rein konzeptionell ausgearbeitet.

hardtii und Lichtleitung wurden Lastenheft und morphologischer Kasten abgeleitet. Eine Zielanpassung änderte die Anforderungen grundlegend. Da die Alge nicht über Photosynthese wächst, dient Licht nur der Steuerung der Adhäsion. Dadurch sank die erforderliche Lichtintensität um den Faktor 100 und das Spektrum verengte sich von 400-700 nm auf 450-470 nm. Eine wirtschaftliche Bewertung mit Wirkungsgrad- und Standortanalyse verglich die direkte Sonnennutzung über eine Fresnellinse mit der indirekten Nutzung über eine Photovoltaikanlage mit LED. Da vom breiten Sonnenspektrum nur dieser schmale Bereich nutzbar ist, entschied der Wirkungsgradvorteil von Faktor 10,9 zugunsten der Photovoltaikvariante. Prototyp P1 entstand im Labormassstab mit hocheffizienten blauen LED, stufenloser Strom- und Zyklussteuerung sowie einer 3D gedruckten Linearführung zum Verschieben der LED. Prototyp P2 wurde rein konzeptionell ausgearbeitet.

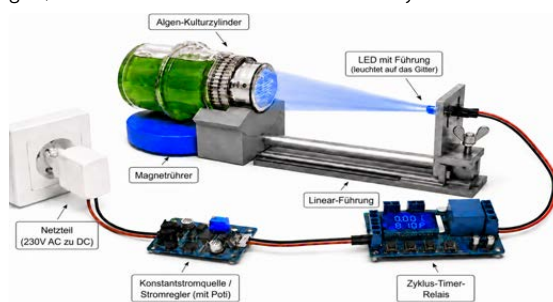
Ergebnisse

Prototyp 1 (P1)

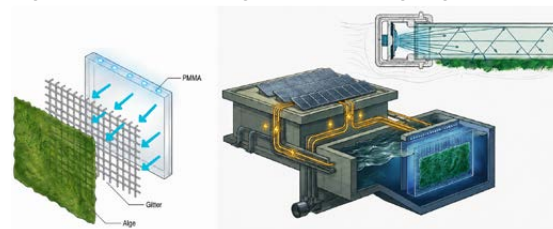
Das Beleuchtungssystem P1 wurde auf optimale Beleuchtung ausgelegt, fertig aufgebaut und ermöglicht die Validierung von Erkenntnissen aus Studien zum Adhäsionsverhalten der Algen auf verschiedenen Oberflächen und bei verschiedenen Lichtintensitäten.

Prototyp 2 (P2)

Für P2 liegt ein Konzept für Lichteinkopplung, Auskopplung, Plattengeometrie und Halterung vor, einschliesslich der maximal möglichen Plattengrösse und der erforderlichen Anzahl LED. Damit ist die Grundlage für eine Skalierung auf Grossanlagen geschaffen.



Prototyp P1 mit blauer LED bei 450 nm, Strom- und Spannungsregler sowie Zyklus-Timer.



Prototyp P2 mit kantenseitig beleuchteter Lichtleiterplatte.



Simon Pesce

Laserbearbeitung dünner Glassubstrate

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling
Experte: Valerio Romano

40

Für die Produktion dünner Batterien werden Glassubstrate mit verschiedenen Laserschneidverfahren geschnitten. Dazu werden Schnittparameter ermittelt, die eine Erfüllung der hohen Anforderungen an die Schnittqualität und Schnittgeschwindigkeit ermöglichen.



Emanuel Ramseier

Ausgangslage

In der Industrie gewinnt der Einsatz von dünnem Glas zunehmend an Bedeutung. Dadurch steigt auch die Nachfrage nach schnellen und hochqualitativen Schneidverfahren. In diesem Fall soll das Glas zur Herstellung von Dünnschichtzellen (Batterien) verwendet werden. Das dünne Glas, 20 - 100 μm , wird zu Substraten geschnitten und dient anschliessend als Trägermaterial, auf das die Batterie aufbeschichtet wird. Eine schlechte Kantenqualität oder Verunreinigungen können zu Beschädigungen der Batterie führen.

Ziel

Im Auftrag des Forschungsinstituts I3S sollen verschiedene Laserschneidverfahren getestet und Schnittparameter ermittelt werden, die die geforderte Schnittgeschwindigkeit und Qualität erfüllen. Für den serienmässigen Einsatz müssen fünf Substrate pro Sekunde geschnitten werden können, was einer Schnittgeschwindigkeit von 500 mm/s entspricht. Die Kante darf keine Ausbrüche oder Formabweichungen von mehr als 150 μm aufweisen und auf der Oberfläche dürfen sich keine Partikel des Schnittprozesses absetzen. Als Laserquelle wird ein Ultrakurzpulslaser mit einer Pulsdauer von 10 Piko-sekunden verwendet.

Umsetzung

Das erste Schnittverfahren ist ablativ. Dabei wird das Material mit dem Laser bestrahlt, wobei jeder Puls Material aus dem Werkstück herauslöst. Durch mehrere Überfahrten wird das Glas schichtweise abgetragen, bis eine vollständige Trennung erfolgt. Ein Nachteil dieses Verfahrens sind die dabei entstehenden Partikel, die zu Verunreinigungen führen können. Ein zweites Schneidverfahren basiert auf der Erzeugung von Modifikationen im Glas. Diese bilden eine Sollbruchstelle, die durch geringe mechanische Belastung zum Bruch gebracht werden kann. Die Modifikationen werden mit einem Bessel-Strahl erzeugt, dessen langgezogener Fokusbereich es ermöglicht,

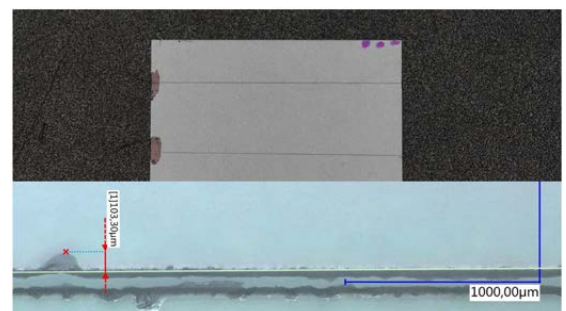
die Energie über die gesamte Glasdicke einzubringen. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass kein Material abgetragen wird und somit keine Verunreinigungen entstehen. Zudem entstehen glatte Bruchkanten ohne scharfe Kanten.

Es wurden zwei Linsensysteme getestet, die einen Bessel-Strahl erzeugen.

- 1) Eine Halbkugel-Linse hat die optische Eigenschaft, den Fokus in Strahlrichtung zu verziehen und einen Bessel-Strahl zu erzeugen.
- 2) Ein Axicon ist eine kegelförmige Linse. Es erzeugt einen sehr langen Fokusbereich. Mithilfe von zwei Abbildungslinsen wird der zu lange Fokus an die Glasdicke angepasst und der Durchmesser verringert.

Ergebnisse

Die geforderten Anforderungen an die Kantenqualität und Schnittgeschwindigkeit konnten mit dem ablativen Schneidverfahren erfüllt werden. Das Trennen von Glas durch erzeugte Modifikationen konnte mit den beiden untersuchten Optiksyste men hingegen unter den gegebenen Bedingungen nicht erfolgreich umgesetzt werden. Dennoch konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die aufzeigen, welche Anpassungen am Versuchsaufbau erforderlich sind, um diesen Schneidprozess künftig erfolgreich zu realisieren. Für das I3S ist dieses Trennverfahren von grossem Interesse. Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse liefern wertvolle Grundlagen für die weitere Entwicklung und Optimierung dieses Prozesses.



Schnittversuchen auf dünnem Glas und eine Schnittkante mit Oberflächen ausbruch (103 μm).

Physics Informed Neural Networks (PINN) for improving digital twins for a two-stroke engine

Degree programme : BSc in Mechanical Engineering
Thesis advisors : Prof. Dr. Axel Fuerst, Benedict Simlinger
Expert : Tim Hebenstreit
Industrial partner : WinGD, Winterthur

41

This bachelor thesis investigates the use of Physics-Informed Neural Networks (PINNs) to improve digital twins for a two-stroke marine engine. The objective is to combine data-driven modeling approaches with physical knowledge in order to achieve both high computational speed and physical accuracy. The focus is on the development of continuous and discrete Physics-Informed Neural Network (PINN) models for dynamical systems.

Initial situation

WinGD uses digital twins to optimize, simulate, and calibrate its marine engines. Classical data-driven neural networks offer high computational speed but lack physical accuracy. In contrast, simulation-based digital twins provide high physical accuracy but have limited computational efficiency. There is therefore a need for a hybrid approach that combines both high computational speed and high physical accuracy.

Objectives of the thesis

The objective of this thesis is to develop a Physics-Informed Neural Network (PINN) to improve the currently used simulation-based digital twin. The objectives are separated into three steps:

- Develop a foundational understanding of Physics-Informed Neural Networks (PINNs) by reconstructing existing methods for a continuous PINN applied to a homogeneous mass-spring-damper system.
- Develop a minimum viable product of a discrete PINN for an inhomogeneous mass-spring-damper system.
- Apply the discrete PINN to a WinGD-specific injection system.

Methodology

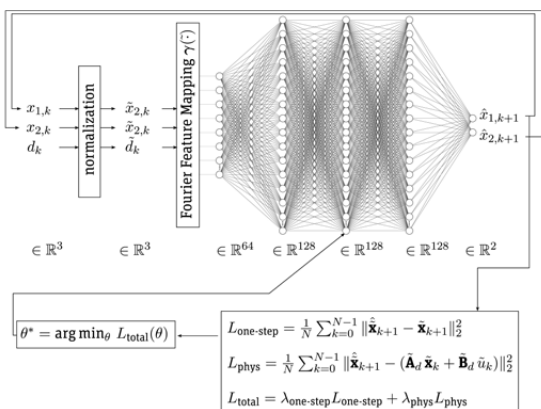
First, a continuous Physics-Informed Neural Network (PINN) for a homogeneous mass-spring-damper system is implemented and validated. Furthermore, a discrete Physics-Informed Neural Network (PINN) including a normalization layer for an inhomogeneous mass-spring-damper system is implemented, which autoregressively predicts the next discrete system state vector from the previous state vector through a self-loop. The training process combines one-step, physics, and data losses to achieve physical accuracy. Code extensions include a curriculum learning strategy and a loss scheduler to improve performance. The discrete Physics-Informed Neural Network (PINN) is then applied to an engine injection system, where it is extended by a Fourier Feature Mapping Embedding. In this case, only the one-step and physics losses in the training process are used to achieve physical accuracy.



Jeremy Regamey
076 805 81 09
regameyjeremy@gmail.com

Results and future work

The continuous Physics-Informed Neural Network (PINN) demonstrates strong extrapolation and interpolation capabilities beyond the training data. The discrete PINN for an inhomogeneous mass-spring-damper system achieves a total loss of approximately 10^{-4} after 10 000 training epochs with a time step of 0.01 s, with the rollout loss contributing most to the total loss. Model validation through inference shows a mean squared error (MSE) of approximately 10^{-6} between the predicted and synthetic ground-truth position and velocity over a time span of 10 s. The discrete Physics-Informed Neural Network (PINN) for an engine injection system achieves a total loss of approximately 10^{-9} after 5 000 training epochs with a time step of 0.0001 s. A total mean squared error of approximately 10^{-19} between the predicted and synthetic ground-truth position and velocity is achieved in the model inference validation. Future work includes deploying the trained model on an industrial PC (IPC) and adapting it for real-time fault detection.



Discrete PINN model architecture for an engine injection system

Machine-learning basierte Erkennung von Anstreifereignissen in Zellenradschleusen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst

Experten: Dr. Tobias Kockel (Nestlé Research & Development), Bennot Bitterli

Industriepartner: Nestlé Research & Development, Konolfingen

42

0,25 mm Spiel zwischen Rotor und Gehäuse. Unterschreitet dieser Wert die kritische Grenze, schleift Metall auf Metall – unbemerkt, mit Folgen für Produkt und Anlage. Diese Arbeit zeigt, wie Schwingungsdaten und maschinelles Lernen Anschleifereignisse in Zellenradschleusen automatisch erkennen, bevor der Schaden entsteht.



Roy Alexander Röthlisberger

Ausgangslage:

Zellenradschleusen werden in der Lebensmittelindustrie zur Dosierung von Schüttgütern eingesetzt. In hygienisch sensiblen Produktionsumgebungen ist ein zuverlässiger Betrieb wichtig, da mechanische Schäden sowohl die Anlagenverfügbarkeit als auch die Produktqualität beeinträchtigen können. Ein kritischer Betriebszustand ist das Anschleifen, bei dem mechanischer Kontakt zwischen Rotor und Gehäuse entsteht. Dieser Kontakt kann erhöhten Verschleiss, Produktkontamination und ungeplante Stillstände verursachen. Bisher wird ein solcher Zustand meist erst durch manuelle Inspektion oder bei bereits fortgeschrittenem Schaden erkannt. Eine automatisierte Früherkennung kann daher einen wichtigen Beitrag zu Condition Monitoring und vorausschauender Instandhaltung leisten.

Ziel:

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung und Bewertung eines maschinellenlernbasierten Klassifikationsverfahrens zur automatischen Erkennung von Anschleifereignissen anhand von Schwingungsdaten. Dabei sollte untersucht werden, ob sich mechanische Kontaktzustände zuverlässig von normalen Betriebszuständen unterscheiden lassen. Zusätzlich wurde geprüft, ob die Klassifikation robust gegenüber unterschiedlichen Drehzahlen ist und nicht ausschliesslich auf hochfrequenten oder anlagenspezifischen Signalanteilen beruht. Damit sollte eine Grundlage für ein industrielles Condition-Monitoring-System geschaffen werden.

Vorgehen:

An einem Prüfstand einer RotaVal-BSFCT-200-Zellenradschleuse bei Nestlé wurden Schwingungsdaten mit piezoelektrischen Beschleunigungssensoren aufgenommen. Die Signale wurden in 2-Sekunden-Segmente unterteilt, aus denen elf statistische und frequenzbasierte Merkmale extrahiert wurden. Als primäres Modell wurde ein binärer Random-Forest-Klassifikator trainiert. Die Bewertung erfolgte mittels Leave-One-File-Out-Kreuzvalidierung, bei der jeweils

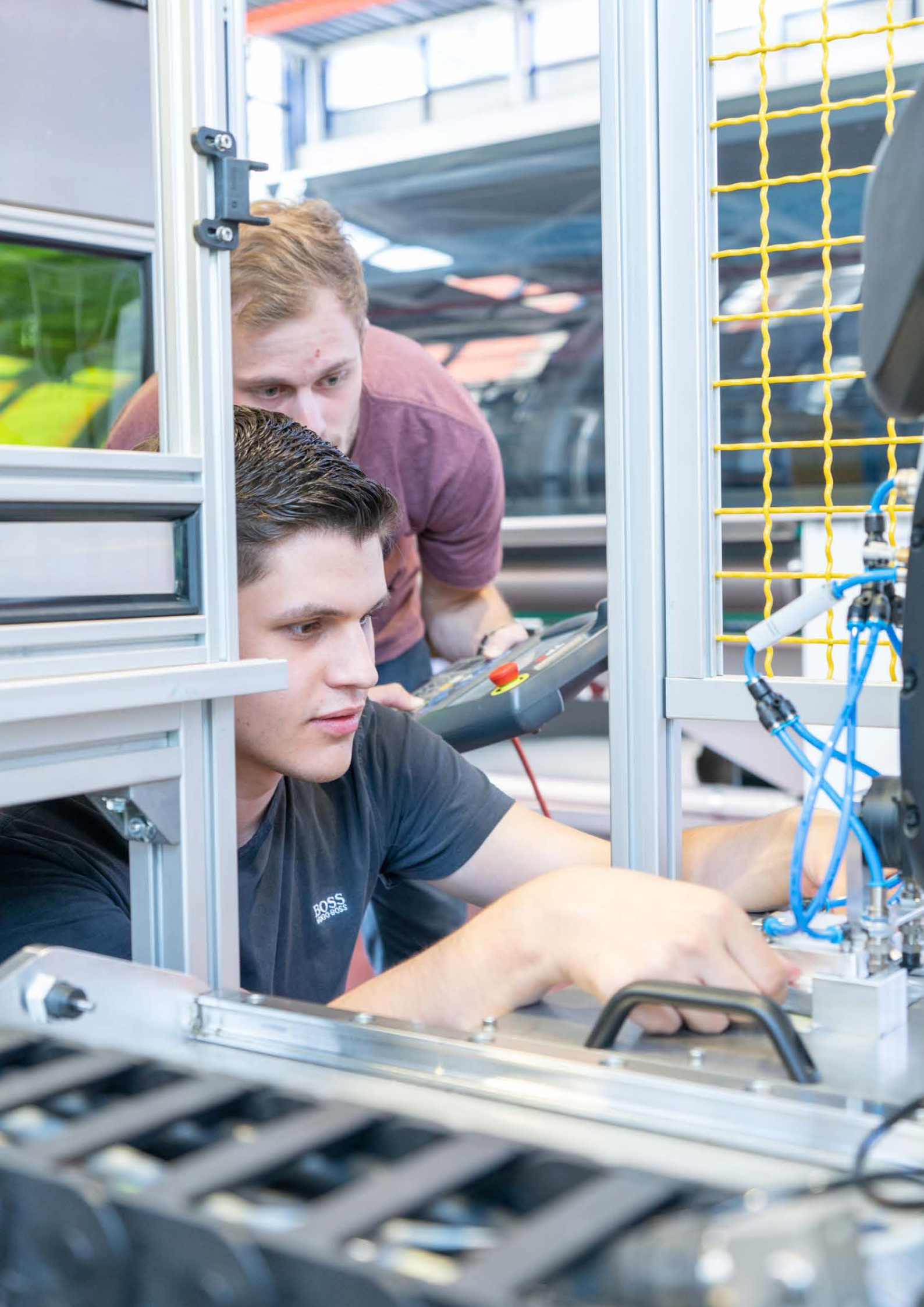
ganze Messdateien aus dem Training ausgeschlossen wurden. Als einfache Baseline wurde eine logistische Regression verwendet. Als unüberwachte Referenz diente ein Isolation Forest, der ausschliesslich auf Normaldaten trainiert wurde. Zur Robustheitsprüfung wurde zusätzlich eine Auswertung mit einem 4,5-kHz-Tiefpassfilter durchgeführt. Ergänzend wurde eine drehzahlgematchte Teilanalyse bei 7,5 min⁻¹ und 15 min⁻¹ durchgeführt, um den Einfluss unterschiedlicher Drehzahlen auf die Klassifikation zu beurteilen.

Ergebnisse:

Der Random-Forest-Klassifikator erreichte mit allen elf Merkmalen eine AUC von 0,972. Eine Auswertung mit ausschliesslich mechanisch erklärbaren Merkmalen erzielte eine AUC von 0,908, während hochfrequenzbasierte Merkmale eine AUC von 0,964 erreichten. Der Isolation Forest erreichte eine AUC von 0,914, die logistische Regression als Baseline eine AUC von 0,854. Nach der Tiefpassfilterung blieb die Klassifikationsleistung der mechanisch erklärbaren Merkmale stabil und erreichte eine AUC von 0,945. Dies zeigt, dass die Erkennung nicht ausschliesslich auf hochfrequenten oder anlagenspezifischen Signalanteilen beruht.

In der drehzahlgematchten Teilanalyse ohne die strittige 15-rpm-Datei erreichten die Feature-Sets mit allen Merkmalen sowie mit hochfrequenzbasierten Merkmalen nahezu perfekte Trennleistungen mit AUC-Werten von rund 1,000. Das mechanisch erklärbare Feature-Set erzielte eine AUC von 0,983. Damit bleibt die Trennbarkeit auch bei vergleichbaren Drehzahlen erhalten, wodurch ein reines Drehzahl-Confounding unwahrscheinlich wird. Eine zentrale Beobachtung war die teilweise Überlappung des Laktose-Betriebszustands mit dem Anschleifen im Merkmalsraum.





Konzipierung und Bau einer Maschine zum Schneiden von Holzwolle-Anzündhilfen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Fischer

Experte: Dr. Andreas Burn (Switzerland Innovation Park Biel/Bienne)

44 Industriepartner: Feuerball plus GmbH, Wattenwil

Aus Fichtenholzfasern entstehen bei der Feuerball plus GmbH Holzwolle-Anzündhilfen. Damit der bisher manuelle Schneidprozess künftig effizienter und ergonomischer gestaltet werden kann, wurde eine Maschine entwickelt und aufgebaut, die den Grundstein für einen automatisierten Schneidprozess legt.



Severin Moser

078 691 21 21

severin.moser21@gmail.com

Ausgangslage

Die Feuerball plus GmbH stellt in Wattenwil (BE) Holzwolle-Anzündhilfen aus Fichtenholzfasern her. Der Schneidprozess zum Ablängen der Holzwolle-Seile erfolgt bisher manuell durch drei Personen. Eine Person führt die Stränge zu, eine zweite Person schneidet diese ab und eine dritte Person fängt das Produkt auf. Dadurch sind mehrere Mitarbeitende an einen wiederholenden Arbeitsschritt gebunden. Um den Personaleinsatz effizienter zu gestalten und die Mitarbeitenden zu entlasten, soll der Schneidprozess automatisiert werden.

Ziel

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung und der Aufbau einer Maschine zum Schneiden von Holzwolle-Anzündhilfen. Die Maschine soll den mechanischen Grundaufbau für einen automatisierten Schneidprozess bereitstellen und als Basis für die spätere Steuerungsentwicklung dienen. Im Fokus stehen die Konstruktion, der Aufbau, die Auswahl geeigneter Komponenten sowie die Integration der elektrischen Hardware.

Vorgehen

Zu Beginn wurde der bestehende Schneidprozess analysiert und die Anforderungen an die Maschine wurden definiert. Anschliessend wurden Lösungsprinzipien in einer Morphologie erarbeitet und zu Konzeptvarianten kombiniert. Diese Varianten wurden technisch sowie wirtschaftlich bewertet, wodurch ein geeignetes Gesamtkonzept ausgewählt werden konnte. Danach erfolgte die konstruktive Ausarbeitung der Maschine. Zusätzlich wurden die benötigten mechanischen und elektrischen Komponenten ausgewählt, montiert und in den Gesamtaufbau integriert. Als Grundlage für die spätere Softwareentwicklung wurde eine State Machine erstellt.

Ergebnisse und Ausblick

Im Rahmen der Arbeit konnte eine Maschine zum Schneiden von Holzwolle-Anzündhilfen entwickelt und aufgebaut werden. Der mechanische Aufbau und die integrierten elektrischen Komponenten bilden einen wichtigen Grundbaustein für die weitere Automatisierung des Schneidprozesses. In einer nachfolgenden Projektarbeit oder Bachelorarbeit sollen die Software erstellt, die Maschine in Betrieb genommen und der Schnittprozess getestet werden. Dabei können weitere Erkenntnisse zur Prozessstabilität, zur Schnittgeometrie und zu möglichen Optimierungen gewonnen werden.

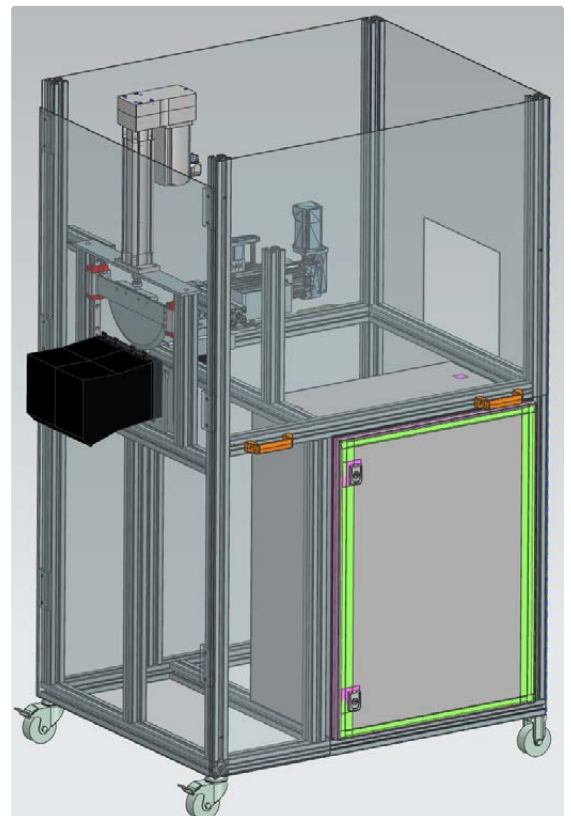


Abb 1: Konzept der Maschine zum Schneiden von Holzwolle-Anzündhilfen

Automatisierte Ernteeinrichtung für Mikroalgenbiomasse

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer: Prof. Dr. Axel Fuerst
Experte: Dr. Tobias Kockel

45

Diese Bachelorthesis befasst sich mit der Entwicklung eines automatisierten Erntesystems für Mikroalgen in Kläranlagen. Die Algen binden Nährstoffe aus dem Abwasser und ersetzen energieintensiven Kunstdünger. Durch die konstruktive Auslegung, rheologische Tests und eine wirtschaftliche Bewertung wird gezeigt, dass das Konzept nicht nur einen wertvollen ökologischen Beitrag leistet, sondern auch ökonomisch interessant sein kann.

Ausgangslage

Der heutige Stickstoffkreislauf ist linear, äusserst energieintensiv und führt zur Eutrophierung von Gewässern. Die industrielle Herstellung von Kunstdünger durch das Haber-Bosch-Verfahren verbraucht enorme Mengen an fossilem Erdgas. Gleichzeitig müssen Kläranlagen diesen reaktiven Stickstoff unter hohem Energieaufwand durch biologische Denitrifikation wieder aus dem Abwasser entfernen, um Umweltschäden zu verhindern. Ein innovativer Ansatz der BFH-HAFL nutzt Mikroalgen, die in Biofermentern auf Membranen wachsen, um diese Nährstoffe direkt aus dem Abwasser zu binden und als organischen Dünger nutzbar zu machen.

Ziel

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer automatisierten Ernteeinrichtung, welche die Mikroalgenbiomasse effizient vom Wachstumsgitter abtrennt. Dabei gelten strenge mechanische und biologische Anforderungen: Das empfindliche Wachstumsgitter darf nicht beschädigt werden, und eine basale Biofilmschicht muss zwingend erhalten bleiben, um das kontinuierliche Nachwachsen der Algen zu sichern. Zudem ist eine Resuspension der abgetragenen Biomasse im Abwasser strikt zu verhindern. Das zu entwickelnde Konzept soll strömungsmechanisch auf eine Grossanlage (Referenz ARA Lyss) skalierbar sein und durch eine fundierte Kostenabschätzung (CAPEX und OPEX) wirtschaftlich bewertet werden.

Vorgehen

Für die mechanischen Abtragsversuche wurde ein rheologisches Surrogat in Form eines Agar-Fluidgels entwickelt, welches das strukturviskose Fließverhalten der echten Algen exakt imitiert. Auf einem modifizierten Prüfstand wurden verschiedene Schaber, Klingen und Zugkinematiken empirisch getestet. Parallel dazu erfolgte die verfahrenstechnische Dimensionierung der Grossanlage. Hierbei wurde die strömungsmechanische Auslegung der Reaktorarchitektur vorgenommen sowie der hydrostatische Druck und die Fließgeschwindigkeiten detailliert berechnet, um optimale Wachstumsbedingungen zu gewährleisten.

Ergebnisse und Ausblick

Die Versuchsreihen belegen, dass ein mechanisches Abtragen durch Elastomere in Kombination mit einer direkten pneumatischen Absaugung die besten Resultate liefert. Darauf aufbauend wurde ein Anlagenkonzept mit vertikalen Lichtleiterplatten (Bachelorthesis von Simon Pesce) und einem autonomen Ernte-Roboter (Abb. 1) ausgearbeitet. Die Berechnungen garantieren eine laminare Strömung, die ein ungewolltes Abreißen des Biofilms verhindert. Die wirtschaftliche Bilanzierung zeigt das Potenzial der Anlage: Durch die Substitution des Haber-Bosch-Verfahrens und die Einsparung von Belüftungsstrom können die jährlichen Betriebskosten der Nährstoffelimination drastisch gesenkt werden, wodurch sich die Investitionskosten langfristig amortisieren. Eine ergänzende Ökobilanz (LCA) belegt zudem den nachhaltigen Beitrag, den diese Ernteeinrichtung zur CO₂-Reduktion leisten kann.

Als nächster Schritt ist der Bau eines physischen Prototyps im Labormassstab geplant, um die Auslegung zu validieren. Weiterführende Strömungssimulationen (CFD) zur Optimierung der Wasserverteilung, die Prüfung der optimalen Maschenweite des Wachstumsgitters sowie Langzeittests zum sauberen Abtragen der Algen bilden die Grundlage, um das System erfolgreich in die industrielle Praxis zu überführen.



Lorenz Peter Schiltknecht

079 197 57 79

lorenz.schiltknecht@posteo.ch

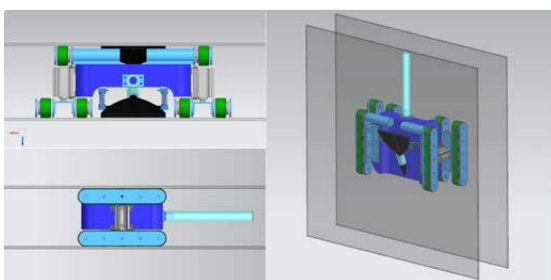


Abb 1: Autonome Kletterroboter

Untersuchung Grenzmasse für Räder und Bremsscheiben bei Radsatzrevision

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Prof. Roland Fischer

Experte: Marco Jordi (Schweizerische Bundesbahnen SBB)

Industriepartner: Schweizerische Bundesbahnen SBB, Bern

46

In dieser Arbeit wurden die heutigen Instandhaltungsgrenzwerte für Räder und Bremsscheiben bei der Radsatzrevision von SBB-Personenverkehrsfahrzeugen datenbasiert untersucht. Auf Grundlage von Mess- und Revisionsdaten konnten flottenspezifische Verschleissraten ermittelt, theoretische Laufleistungen berechnet und mit den aktuellen Revisionsintervallen verglichen werden. Im Fokus stehen die Flotten IC 2000 und ICN sowie eine flottenübergreifende Optimierung der Grenzwerte.



Nikolett Viktória Seben

Ausgangslage

Die Räder und Bremsscheiben unterliegen einem natürlichen abrasiven Verschleiss, der regelmässig überprüft wird. Zustandsbedingt werden die Komponenten weiterverwendet, bearbeitet oder ersetzt. Die festgelegten Instandhaltungsgrenzwerte sind bei der Revision für diese Prozesse entscheidend. Diese Werte sind ebenfalls massgebend für die Häufigkeit ausserplanmässiger Radsatztausche. Eine Überprüfung dieser Vorgaben wirkt sich direkt auf Kosten und Fahrzeugverfügbarkeit aus.

Ziel

Ziel dieser Arbeit ist die datenbasierte Analyse und Optimierung der Instandhaltungsgrenzwerte für Räder und Bremsscheiben bei der Radsatzrevision von SBB-Personenverkehrsfahrzeugen. Dazu werden die heutigen Grenzmasse, Verschleissraten und theoretischen Laufleistungen untersucht, um vorhandene Optimierungspotenziale aufzuzeigen. Damit sollen auch ausserplanmässiges Austauschen der Räder und Bremsscheiben reduziert und ein Beitrag zur Nachhaltigkeit des Bahnbetriebs geleistet werden.

Vorgehen

Grundlage der Analyse bilden die Mess- und Revisionsdaten der betrachteten Flotten. Diese wurden systematisch ausgewertet, um die theoretisch erreich-

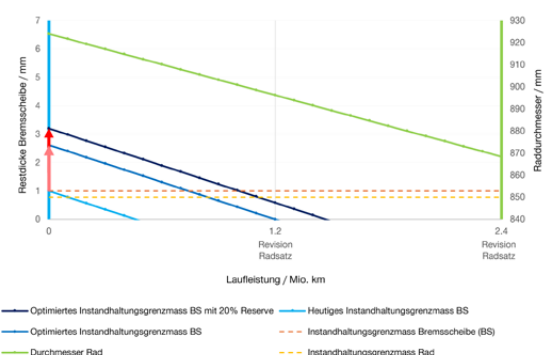
baren Laufleistungen der Komponenten den aktuell angewendeten Revisionszyklen gegenüberzustellen. In einem weiteren Schritt wurden ausserplanmässige Radsatztausche bei den Flotten IC 2000 und ICN detailliert betrachtet, um typische Ausfallursachen zu identifizieren. Auf dieser Basis wurden Anpassungen der Instandhaltungsgrenzwerte abgeleitet und deren technische sowie betriebliche Umsetzbarkeit diskutiert.

Ergebnisse

Die Auswertung zeigt, dass die berechneten Laufleistungen teilweise nicht mit den heute geltenden Instandhaltungsgrenzwerten übereinstimmen. Die Ergebnisse sind radsatz- und flottenspezifisch: Bei einzelnen Flotten konnten die Instandhaltungsgrenzwerte optimiert werden, entweder durch eine Erhöhung oder eine Senkung der heutigen Werte. Bei den übrigen Flotten haben sich die heutigen Werte gemäss der Analyse als ausreichend erwiesen. Die berechneten Verschleissraten wurden zusätzlich mit statistischen Methoden validiert. Die Betrachtung der ausserplanmässigen Radsatztausche bei IC 2000 und ICN liefert zusätzliche Hinweise auf konkrete Ansatzpunkte zur Reduktion solcher Ereignisse und damit zur Entlastung der Instandhaltungswerke.



Radsätze eines FLIRT-Triebzuges mit Rad, Radbremsscheibe und Radsatzwelle



Beispiel von Instandhaltungsgrenzwerten, wo dank Optimierungen die geforderten 1.2 Mio km erreicht werden können

Entwicklung des Speedclimbers

Studiengang : BSc in Maschinentechnik
Betreuer : Prof. Roland Fischer
Experte : Dr. Andreas Burn
Industriepartner : EClimber, Biel

47

Klettern vereint Bewegung, Herausforderung und Erfolgserlebnisse, ist jedoch nicht für alle Menschen gleich zugänglich. Der eClimber ermöglicht durch eine individuell einstellbare Gewichtsentslastung den Zugang zum Klettersport für Menschen mit unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen. Ziel dieser Bachelor-Thesis ist die Weiterentwicklung des bestehenden Systems zum SpeedClimber, um mehr Menschen ein sicheres und dynamisches Klettererlebnis zu ermöglichen.

Einleitung

Klettern bietet zahlreiche sportliche und therapeutische Vorteile, ist jedoch aufgrund der erforderlichen Kraft und Ausdauer nicht für alle Menschen gleich zugänglich. Der eClimber unterstützt Kletternde durch eine individuell einstellbare Gewichtsentslastung und ermöglicht dadurch ein sicheres Klettererlebnis für Menschen mit unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen. Das System basiert auf einem elektrisch angetriebenen Seilzugmechanismus, der die Kletternden während des Aufstiegs unterstützt. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis wurde das bestehende Produkt zum SpeedClimber weiterentwickelt und als Prototyp realisiert.

Ziel

Ziel der Arbeit war die Weiterentwicklung des bestehenden eClimbers zum SpeedClimber. Dabei sollte ein kompakteres und wirtschaftlicheres System entwickelt werden, das eine individuell einstellbare Gewichtsentslastung von mindestens 20 kg ermöglicht, Nutzende bis 150 kg unterstützt und Klettergeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s erreicht. Der SpeedClimber ist für den Einsatz in Kletterhallen sowie im Freizeit- und Therapiesport vorgesehen. Ein modularer Aufbau soll Wartungs-, Service- und Erweiterungsarbeiten erleichtern, während die bestehenden Sicherheitsfunktionen erhalten bleiben.

Vorgehen

Ausgehend von der vorhandenen Seilrolle und dem bestehenden Getriebe wurden verschiedene Lösungsansätze für den mechanischen Aufbau und das Antriebskonzept untersucht. Für die Umsetzung wurde ein einzelner Frameless-Motor mit einem SOLO UNO V2 Motorcontroller gewählt, wodurch die bisherige Antriebslösung mit zwei Servomotoren ersetzt werden konnte. Die Integration des neuen Antriebs erforderte eine vollständige Neukonstruktion des Gehäuses. Zusätzlich wurden die erforderlichen Elektronik- und Sicherheitskomponenten ausgewählt, in einem kompakten Elektrokasten integriert sowie die elektrische Verkabelung des Gesamtsystems geplant und umgesetzt.

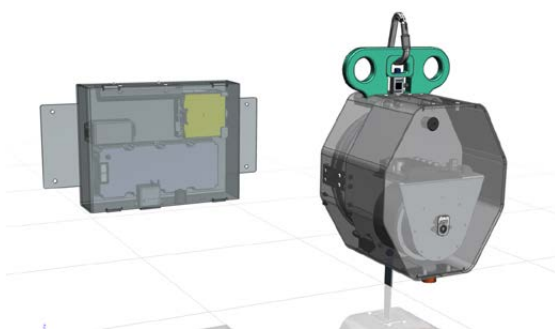


Jaasagan Sivanandan

Nach Abschluss der Konstruktionsarbeiten wurden die Bauteile gefertigt, beschafft und zu einem funktionsfähigen Prototyp aufgebaut. Anschliessend erfolgten die Integration der Systemkomponenten sowie die Inbetriebnahme des entwickelten SpeedClimbers.

Ergebnisse und Ausblick

Mit dem entwickelten Prototyp konnte die Machbarkeit des neuen Gesamtkonzepts aufgezeigt werden. Die Kombination aus Frameless-Motor, modularem Aufbau und kompakter Systemarchitektur bildet die Grundlage für zukünftige Produktgenerationen. Die gewonnenen Erkenntnisse schaffen die Voraussetzungen für weitere Optimierungen und eine mögliche Weiterentwicklung zu einem seriennahen Produkt. Damit leistet die Arbeit einen Beitrag dazu, den Klettersport für möglichst viele Menschen zugänglich zu gestalten.



CAD-Modell des SpeedClimbers mit Hauptgerät (rechts) und Elektrikeinheit (links).

Fahrradprüfstand nach EN ISO 4210-6

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer*in: Oliver Kilian Fässler

Experte: Daniel Rutz

48 Industriepartner: b.c. bicycle and parts production GmbH, Basel

Zur Durchführung dynamischer Rahmenprüfungen nach EN ISO 4210-6 wird ein interner Fahrradprüfstand konzipiert und prototypisch umgesetzt. Ziel ist es, eine normnahe, reproduzierbare und kosteneffiziente Alternative zu externen Prüfstellen bereitzustellen und Entwicklungsprozesse für Einzel- und Kleinserien zu beschleunigen.



Oliver Wanja Ales Wild
owawild@gmail.com

Ausgangslage

Die EN ISO 4210-6 definiert verbindliche Sicherheits- und Dauerfestigkeitsanforderungen für Fahrradrahmen. Insbesondere die dynamischen Prüfungen mit pedalierenden sowie horizontalen Kräften stellen hohe Anforderungen an Prüfaufbau, Kraftregelung und Reproduzierbarkeit. Während Grossserienhersteller oft über eigene Prüfstände verfügen, sind kleinere Manufakturen meist auf externe Prüflabore angewiesen, was zu hohen Kosten und eingeschränkter Entwicklungsflexibilität führt. Daraus ergibt sich ein klarer Bedarf an einem internen, anpassbaren Prüfstand, der normnah Prüfungen erlaubt.



Timothy Wülser
timothy99@gmx.ch

Ziel

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Prüfstand-Prototyps als Proof of Concept für dynamische Rahmenprüfungen nach EN ISO 4210-6. Der Fokus lag auf der mechanischen Auslegung, der Auswahl und Bewertung geeigneter Aktorik, der Kraftmessung sowie einer Steuerungs- und Auswertarchitektur. Der Prüfstand sollte auf die Anforderungen des Industriepartners abgestimmt sein, eine ausreichende Genauigkeit für Entwicklungs- und Vorprüfungen bieten und gleichzeitig wirtschaftlich realisierbar bleiben. Eine vollständige Zertifizierung des Prüfstands war nicht Bestandteil der Arbeit.

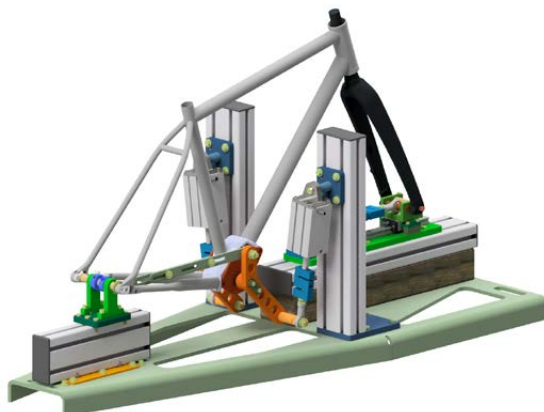
Vorgehen

Zunächst wurden die relevanten Abschnitte der EN ISO 4210-6 sowie der zugehörigen Teile 2 und 3 analysiert und in technische Anforderungen überführt. Diese wurden gemeinsam mit dem Industriepartner in einem Lastenheft konkretisiert. Darauf aufbauend erfolgte die funktionale Zerlegung des Prüfstands in mechanische und steuerungstechnische Subsysteme. Für die Kraftaufbringung wurden verschiedene Konzepte erarbeitet und miteinander verglichen. Dabei erwies sich die pneumatische Lösung sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht als vorteilhaft.

Die Umsetzung erfolgte als Proof of Concept mit einem teilrealisierten Prüfaufbau. Aktorik, Sensorik und Steuerung wurden integriert. Abschliessend wurden Sicherheitsaspekte analysiert und dokumentiert, um eine spätere Erweiterung und Weiterentwicklung des Prüfstands vorzubereiten.

Ergebnisse

Es wurde ein modular aufgebauter, pneumatisch betriebener Prüfstand konzipiert und teilweise realisiert. Die wesentlichen mechanischen Baugruppen für die dynamische Prüfung mit horizontalen Kräften wurden umgesetzt und konstruktiv nachgewiesen. Die Kraftaufbringung erfolgt über Pneumatikzylinder mit integrierter Kraftmessung mittels einer Zug- und Drucklastzelle, wodurch eine kontinuierliche Überwachung und Aufzeichnung der Prüfkraft möglich ist. Die Steuerungsarchitektur basiert auf einer Kombination aus Heltec Mikrokontroller und Raspberry Pi und erlaubt eine flexible Anpassung der Prüfparameter. Der Prototyp bestätigt die technische Machbarkeit des Konzepts und zeigt ein erhebliches Kosteneinsparpotenzial gegenüber externen Prüfungen bei gleichzeitig hoher Erweiterbarkeit für zukünftige Prüfaufbauten.



Rendering vom Prüfstand

Mechanische Entwicklung eines Laborgerätes für die Optische Kohärenztomographie

Studiengang: BSc in Maschinentechnik
Betreuer*in: Prof. Dr. Rainer Kling
Industriepartner: LRP AG, Thun

49

Die Optische Kohärenztomographie (OCT) ist in der Augenheilkunde seit Jahren als hochauflösendes bildgebendes Verfahren etabliert. Zunehmend findet die OCT auch in industriellen Anwendungen Verwendung, insbesondere als zerstörungsfreie Prüfmethode zur Analyse innerer Strukturen von Materialien und Bauteilen. Die LRP AG verfolgt das Ziel, ein kostengünstiges, wiederholgenaues und zuverlässiges OCT-Gerät zu entwickeln.

Ziel

Das im Rahmen der vorangegangenen Projektarbeit entwickelte Proof of Concept wird im Zuge dieser Arbeit zu einem kompakteren, vollständig gekapselten und mechanisch stabilen Gesamtsystem weiterentwickelt. Der Schwerpunkt liegt auf der Konzeption und Umsetzung eines mechanischen Aufbaus, der eine präzise, reproduzierbare und langzeitstabile Integration der optischen Komponenten gewährleistet.

Herausforderungen

Die Integration in eine bestehende Maschine führt zu einem stark limitierten Bauraum, der die konstruktive Freiheit erheblich einschränkt. Gleichzeitig stellen hohe Anforderungen an Genauigkeit und Langzeitstabilität besondere Herausforderungen dar an die mechanische Auslegung, insbesondere im Hinblick auf externe Einflüsse wie Vibrationen, Temperaturänderungen, Krafteinleitungen und Staub.

Vorgehen

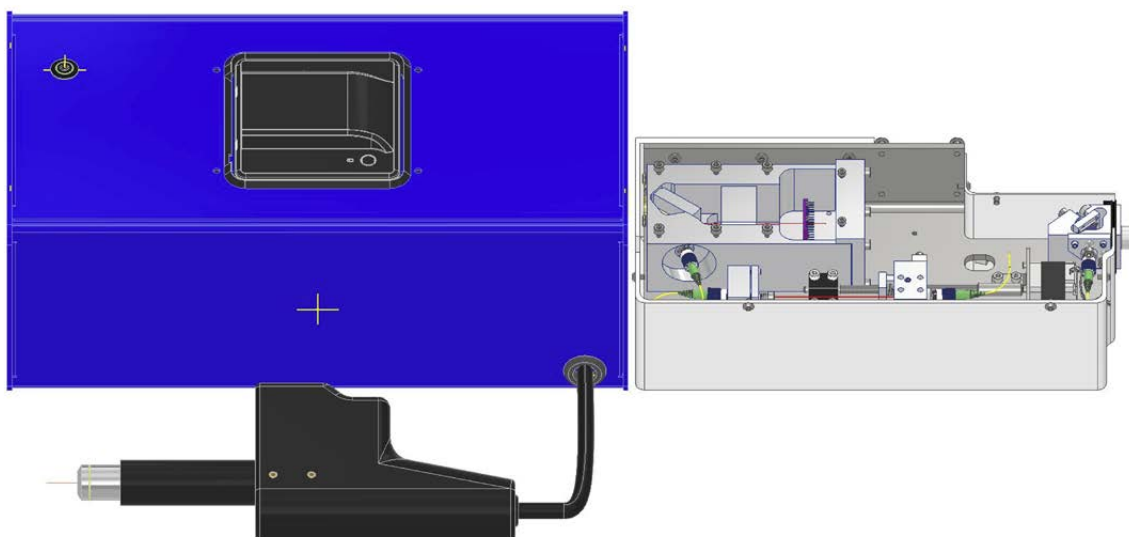
Zur Bewältigung dieser Anforderungen werden geeignete Halterungen und Justage-Komponenten für zentrale optische Baugruppen entwickelt. Der mechanische Aufbau wird modular gestaltet, um Montage, Justage und Wartung zu erleichtern. Ergänzend werden konstruktive Massnahmen zur Entkopplung empfindlicher Komponenten, ein faserschonendes Befestigungskonzept sowie ein gekapseltes Gehäuse umgesetzt.

Resultate

Es resultiert ein kompakter, funktionsfähiger mechanischer Aufbau, der eine stabile und reproduzierbare Positionierung der optischen Komponenten ermöglicht. Die entwickelten mechanischen Bauteile erfüllen die geforderten Genauigkeiten sowie die Stabilitätsanforderungen und eignen sich für den Einsatz in einer industriellen Umgebung. Die Arbeit schafft damit eine belastbare Grundlage für die Integration der Elektronik und Software sowie für weiterführende Systemtests.



Remo Marco Zaugg



Größenvergleich: LUMEDICA (links), LRP AG (rechts)

Infoveranstaltungen

Séances d'information

Information events

50 Interessiert Sie ein Studium an der Berner Fachhochschule?

Wir öffnen unsere Türen: Erfahren Sie alles über unsere Bachelor- und Master-Studiengänge, die Berufsperspektiven, die Zulassungs- und Studienbedingungen sowie Wissenswertes über unsere Hochschule. Führen Sie persönliche Gespräche mit Studierenden und Dozierenden und besuchen Sie unsere Labors in Biel und Burgdorf. Mit einer Weiterbildung auf Master-Stufe gehen Sie in Ihrer Karriere einen Schritt weiter. Unsere umfassende, interdisziplinäre Palette von Modulen ermöglicht Ihnen, Ihre Kompetenzen auf verschiedensten Gebieten zu erweitern und zu ergänzen. Informieren Sie sich in einem persönlichen Beratungsgespräch.

Jetzt informieren und anmelden:
bfh.ch/ti/infoveranstaltungen

Vous intéressez-vous à des études à la Haute école spécialisée bernoise?

Nous vous ouvrons nos portes : obtenez des informations exhaustives sur nos filières de bachelor et de master, sur les conditions d'admission et d'études, et sur notre école. Discutez avec des étudiant-e-s et des enseignant-e-s et visitez nos laboratoires à Bienne et à Berthoud. Avec des études de master, vous posez un nouveau jalon dans votre carrière. Notre vaste gamme de modules dans diverses disciplines vous permet d'étendre vos compétences dans les domaines les plus variés. Informez-vous dans le cadre d'un entretien de conseil personnel.

Informations et inscription :
bfh.ch/ti/seances-information

Are you interested in studying at Bern University of Applied Sciences?

If so, we invite you to attend our open house events. They will give you insights into our bachelor's and master's degree programmes, our admission requirements, our study regulations and our university. You will have the opportunity to talk with students and professors and to visit our laboratories in Biel and Burgdorf. Completing your continuing education with a master's degree takes your career one step further. Our comprehensive, interdisciplinary range of modules allows you to expand and complement your skills in a wide variety of areas. Find out more in a personal counselling interview.

Further information and link to register:
bfh.ch/ti/information-events



Alumni*ae BFH

Alumni BFH

Alumni BFH

Alumni BFH vereint die ehemaligen Student*innen sowie die Alumni-Organisationen der BFH unter einem Dach. Als Alumni*ae sind Sie Teil eines lebendigen Netzwerkes und profitieren von attraktiven Leistungen und Benefits. Sie erhalten regelmässig den Newsletter «Alumni aktuell» und können der Community von Ehemaligen auf Facebook und LinkedIn beitreten und sich so aktiv vernetzen.

Ihr Mehrwert als Alumni*ae der BFH

Als ehemalige Student*innen sind Sie wichtige Botschafter*innen für die Berner Fachhochschule. Nach Abschluss Ihres Studiums werden Sie (kostenlos) ins fachübergreifende Alumni-Netzwerk des Dachverbands Alumni BFH aufgenommen. Wir bieten Ihnen:

- Ein einmaliges Netzwerk an Ingenieur*innen mit ähnlicher Ausbildung und ganz verschiedenen Branchen und Funktionen
- Newsletter «Alumni aktuell» (4x jährlich)
- Attraktive Angebote und Vergünstigungen
- Vielfältige Veranstaltungen der Alumni-Organisationen
- Alumni-BFH-Community auf LinkedIn und Facebook
- Karriereportal mit Jobplattform und Kursangebote rund ums Thema «Bewerben»

Als Alumni*ae sind Sie exklusiv zum grossen Netzwerk-Abend Alumni BFH eingeladen, welcher jährlich mit über 300 Ehemaligen in Bern stattfindet. Ausserdem können Sie an vielseitigen Events der Alumni-Organisationen und am Sportangebot der Universität Bern teilnehmen. Daneben erhalten Sie Vergünstigungen und Rabatte auf ausgewählte Dienstleistungen und profitieren vom attraktiven FH-Schweiz-Leistungsangebot sowie vom Weiterbildungsangebot der BFH.

Mehr Informationen zu Alumni BFH und den attraktiven Leistungen unter: bfh.ch/alumni

Alumni BFH réunit sous un même toit tou-te-s les ancien-ne-s étudiant-e-s et les organisations d'alumni de la BFH. En tant que membre, vous rejoignez un réseau dynamique et profitez de prestations attrayantes, recevez régulièrement l'infolettre «Actualités Alumni» et pouvez échanger activement avec la communauté sur Facebook et LinkedIn.

Vos avantages

Nos ancien-ne-s étudiant-e-s sont des ambassadeurs et ambassadrices de choix de la Haute école spécialisée bernoise. Une fois vos études achevées, vous rejoignez gratuitement le réseau interdisciplinaire de l'association faitière Alumni BFH et bénéficiez de nombreux avantages :

- Réseau unique d'ingénieur-e-s ayant une formation similaire dont l'activité se déploie dans une grande variété de domaines et de fonctions
- Infolettre «Actualités Alumni» (4 fois par an)
- Offres promotionnelles et rabais
- Vaste palette de manifestations proposées par les associations d'alumni
- Communauté Alumni BFH sur LinkedIn et Facebook
- Portail des carrières avec offres d'emploi et cours pour vous aider à postuler

En outre, vous recevez en exclusivité une invitation à la grande soirée de réseautage qui se tient une fois par année à Berne avec quelque 300 ancien-ne-s étudiant-e-s. Vous pouvez également participer aux événements des associations d'alumni et profiter de l'offre sportive de l'Université de Berne. De plus, vous bénéficiez de prix préférentiels et de rabais sur certaines prestations et avez accès à l'offre de FH Suisse et aux formations continues de la BFH.

Plus d'informations sur Alumni BFH et ses avantages : bfh.ch/fr/alumni

Alumni BFH unites former students and BFH alumni organisations under one roof. As a member, you are part of a vibrant network and benefit from attractive offers and services. You regularly receive the newsletter "Alumni aktuell" and can join the community on Facebook and LinkedIn.

Your benefits as a BFH alum

As a former student, you are an important ambassador of Bern University of Applied Sciences. Upon completion of your studies, you are admitted (free of charge) to the multidisciplinary umbrella organisation Alumni BFH. This entitles you to the following benefits:

- A unique network of engineers who have undergone similar training and who work in a broad range of industries and roles
- Newsletter "Alumni aktuell" (quarterly)
- Attractive offers and discounts
- A wide range of events set up by the alumni organisations
- The Alumni BFH community on LinkedIn and Facebook
- A career portal with a job platform and courses to help you with your job applications

As an alum, you are cordially invited to the select annual networking night of Alumni BFH in Bern, which attracts over 300 former students. In addition, you can participate in the many events set up by the alumni organisations and make use of the sports facilities of the University of Bern. You also receive discounts and special offers on selected services and can benefit from the attractive offers of FH Schweiz and of BFH's continuing education programme.

More information on Alumni BFH and its attractive services: bfh.ch/en/alumni



Berner Fachhochschule

Maschinentechnik
Pestalozzistrasse 20
3400 Burgdorf

Telefon +41 31 848 54 83

maschinentechnik@bfh.ch
bfh.ch/maschinen

Haute école spécialisée bernoise

Mécanique
Pestalozzistrasse 20
3400 Berthoud

Téléphone +41 31 848 54 83

maschinentechnik@bfh.ch
bfh.ch/mecanique

Bern University of Applied Sciences

Mechanical Engineering
Pestalozzistrasse 20
3400 Burgdorf

Telephone +41 31 848 54 83

maschinentechnik@bfh.ch
bfh.ch/mechanical